แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

โดย
นางพรรณทิพย์ ธานีรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

โดย
นางพรรณทิพย์ ธานีรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

GUIDELINES ON MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE GENERATED FROM SCIENCE LABORATORIES AT FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

By

MRS. Pantip TANEERAT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

Department of ENVIRONMENTAL SCIENCE

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
โดย	นางพรรณทิพย์ ธานีรัตน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ ศรีแดง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย (ผู้รักษาการแทน)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรัติศัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ดาวรุ่ง สังข์ทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ ศรีแดง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลิตา สุวรรณ)

59311301 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ของเสียอันตราย, ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

นาง พรรณทิพย์ ธานีรัตน์: แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ ศรีแดง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจปริมาณของเสียโดยใช้แบบสำรวจข้อมูลและแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น และ 2) หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ผลการศึกษา พบว่าปริมาณของเสียอันตรายเกิดจากห้องปฏิบัติการทางเคมีมากที่สุด รองลงมาคือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และน้อยสุดคือห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยก่อนจัดอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา มีปริมาณของเสียอันตรายรวม 255,323 มิลลิลิตร และหลังอบรมลดลงเหลือ 220,143 มิลลิลิตร โดยลดลงคิดเป็น ร้อยละ 13.78 ประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน 12 ชนิด โดยห้องปฏิบัติการทางเคมี พบของเสียอันตราย 8 ชนิด ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบของเสียอันตราย 1 ชนิด และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบของเสียอันตราย 4 ชนิด และของเสียอันตราย 3 อันดับที่พบปริมาณมากที่สุดคือ ของเสียที่มีโลหะหนัก รองลงมาคือ Oxygenated และอันดับที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นกรด งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (ESPREL Checklist) ระบบการจัดการของเสียของโครงการ พบว่าแนวทางที่เหมาะสมคือการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่และนักศึกษา รวมทั้งการจัดทำคู่มือและการประชาสัมพันธ์ สามารถช่วยยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

59311301 : Major (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
Keyword : HAZARDOUS WASTE, LABORATORY of SCIENCE

MRS. PANTIP TANEERAT : GUIDELINES ON MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE GENERATED FROM SCIENCE LABORATORIES AT FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PORNTHIP SRIDANG, Ph.D.

The objectives of this research study were 1) to survey the quantity of waste using a survey questionnaire and characterize hazardous waste generated and 2) to find the appropriate guidelines for waste management in chemical, biological and environmental science laboratories, Faculty of Science and Technology Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The results showed that the highest quantity of hazardous waste generation was found in chemical laboratories, followed by environmental science laboratories and biological laboratories. Before training program on hazardous waste management for staffs and students in three laboratories, the total amount of hazardous waste was about 255,323 milliliters while after training the hazardous waste reduction was 220,143 milliliters with 13.78 percent reduction. There were 12 types of similarly hazardous characteristics in all laboratories. It was found 8 types of hazardous waste in chemical laboratories, 1 type of hazardous waste in biology laboratories and 4 types of hazardous waste in environmental science laboratories. The highest top 3 hazardous wastes were heavy metals, oxygenated and acidic waste. This research presents a guidelines of hazardous waste management by collecting the data of the quantity and type of hazardous waste in laboratories, which using an index checklist of Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand. (ESPREL Checklist), a waste management system of the project. An appropriated guidelines are recommended to set the training program on hazardous waste management in laboratories for staffs and students including the preparation of manuals and public relations that can enhance the safety standards for scientific laboratory in Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือเกื้อกูล ผลักดัน และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิตา สุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคุณทัศนีย์ กาญจนศรี นักวิชาการอุดมศึกษา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเหลือดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนปริญญามหาบัณฑิตผ่านลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการที่ช่วยเหลือการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่เก็บข้อมูลงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยสำหรับทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ อาจารย์ประจำคณะ คณะเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย จนลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติ และเพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการเรียนการสอบ และจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมมอบให้แด่พระคุณบิดา มารดา ปู่ย่า ครูอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา

นาง พรรณทิพย์ ธานีรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ 5

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 6

2.1 ของเสียอันตราย 6

2.2 ห้องปฏิบัติการ 22

2.3 กฎหมายและข้อกำหนดด้านการจัดการของเสียเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการ 24

2.4 การจัดการของเสียที่เป็นอันตราย 28

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 35

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 35

3.2 พื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล 40

3.3 ระยะเวลาดำเนินการ 41
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 41
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 42
3.6 การดำเนินการทดลอง.....43
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....46
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา 51
4.1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ และกลุ่มตัวอย่าง.....51
4.2 ปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.....53
4.3 พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.....65
4.4 ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ.....69
4.5 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ 72
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา.....80
รายการอ้างอิง.....83
ภาคผนวก 88
ประวัติผู้เขียน 114

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มสารเคมีและผลิตภัณฑ์เคมีในระบบสากล GHS ตามความเป็นอันตราย 17

ตารางที่ 2 รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS จำแนกตามประเภทความเป็นอันตราย 18

ตารางที่ 3 รายละเอียดห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 37

ตารางที่ 4 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562.....38

ตารางที่ 5 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 39

ตารางที่ 6 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 40

ตารางที่ 7 สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562.....53

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562.....55

ตารางที่ 9 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ปีการศึกษา 2562 61

ตารางที่ 10 รายละเอียดปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ปีการศึกษา 256262

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562.....64

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562.....65

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ.....65

ตารางที่ 14 ความคิดเห็นต่อการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรม ฯ 73

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ NFPA (Nation Fire Protection Agency) ..11

ภาพที่ 2 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบ UN Class 16

ภาพที่ 3 ตัวอย่างของการใช้รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย คำสัญญาณ และข้อความแสดงความเป็นอันตราย 20

ภาพที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ 23

ภาพที่ 5 นักศึกษากลุ่มตัวอย่างในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 37

ภาพที่ 6 อาคารห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 41

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ก่อนดำเนินการวิจัย.....43

ภาพที่ 8 QR – Code เอกสารข้อมูลความปลอดภัย *(*Safety Data Sheet *:* SDS*)*.....44

ภาพที่ 9 การดำเนินการจัดการของเสียอันตราย.....45

ภาพที่ 10 การดำเนินการแยกของเสียประเภทที่อันตรายออกเป็นกลุ่ม.....45

ภาพที่ 11 การดำเนินติดตามผลหลังการกำจัดของเสียก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบาย 46

ภาพที่ 12 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....50

ภาพที่ 13 ห้องปฏิบัติการทางเคมี 1016 อาคาร 10 51

ภาพที่ 14 ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา 13409 อาคาร 13 52

ภาพที่ 15 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 30308 อาคาร 30 52

ภาพที่ 16 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 2 การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้.....68

ภาพที่ 17 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 2 การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดอบรมให้ความรู้.....69

ภาพที่ 18 ภาพถังในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.....71

ภาพที่ 19 สัญลักษณ์แสดงชนิดของเสียต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ 71

ภาพที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562 ก่อนและหลังได้รับการอบรม.....77

ภาพที่ 21 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 3 ทัศนคติเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการ ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา.....78

ภาพที่ 22 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 3 ทัศนคติเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการ ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา.....78

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยของเสียอันตรายยังคงถูกทิ้งปะปนไปกับขยะมูลฝอย ขาดระบบการคัดแยก การเก็บรวบรวม และการขนส่งไปกำจัดไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ จากการสำรวจและคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2560 พบการเกิดของเสียอันตรายจำนวนกว่า 618,749 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 จากปี พ.ศ. 2559 (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) และของเสียอันตรายเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในบ้านเรือน ร้านค้า เกษตรกรรม โรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องปฏิบัติการเป็นแหล่งก่อมลพิษที่สำคัญแห่งหนึ่งที่สร้างของเสียที่จากกระบวนการทดลองต่าง ๆ ทั้งอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการที่ส่งผลกระทบและก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เป็นของเหลว และของแข็ง

ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการส่วนหนึ่งจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำโดยตรง ไม่ได้ผ่านการบำบัดอย่างถูกต้อง หรือบำบัดไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ของเสียนั้นยังคงอยู่และเป็นอันตรายแฝงไหลรวมไปกับน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ อีกทั้งยังพบว่าของเสียบางส่วนถูกเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะต่าง ๆ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ถังพลาสติก หรือถังโลหะเพื่อรอกำจัด โดยที่การสะสมของเสียเหล่านี้มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอันตรายหากภาชนะที่บรรจุเกิดชำรุดหรือมีการรั่วไหลและผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการขาดความรู้ ความเข้าใจในการจัดการของเสียอันตรายอย่างเหมาะสม ส่งผลให้ของเสียอันตรายมีโอกาสแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน สร้างความเสียหายแก่สภาพแวดล้อมได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบจัดการของเสียอันตรายสำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งควบคุมการแพร่กระจายของของเสียสู่สิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนที่ครอบคลุมหลายด้าน หนึ่งในนั้นคือด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทดลองปฏิบัติการและการวิจัยเป็นหลัก โดยห้องปฏิบัติการอยู่ในความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยหลายสาขาวิชาในส่วนที่เกี่ยวกับการทดลองและการวิจัย ได้แก่ สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาชีววิทยา และสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละสาขาวิชามีห้องปฏิบัติการเฉพาะ

ได้แก่ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการชีววิทยา และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาจะมีของเสียที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน แม้ว่าปัจจุบันปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากแต่ละห้องปฏิบัติการมีปริมาณไม่มากนัก แต่ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมแต่ละห้องปฏิบัติการก็ยังคงเป็นปัญหา เนื่องจากผู้ใช้ห้องปฏิบัติการยังคงทิ้งของเสียลงในระบบท่อน้ำทิ้งโดยตรงและบางส่วนใช้การจัดเก็บแบบผสมรวมกันในภาชนะกักเก็บ ทำให้ของเสียที่ได้ปะปนกัน ไม่สามารถจำแนกและนำไปกำจัดได้อย่างถูกวิธี ส่งผลให้น้ำเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

จากการตรวจสอบติดตามคุณภาพน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช (จีราภรณ์ สังข์ผุด และคณะ, 2559) พบว่า ยังคงไม่มีการจัดการของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ และปลอดภัย การกำหนดแนวทางจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อให้ของเสียมีผลกระทบน้อยที่สุด และเป็นวิธีหนึ่งที่สนับสนุนการดำเนินงานตามนโยบายของสภามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่กำหนดให้มหาวิทยาลัย เข้าสู่กรอบของการพัฒนาเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวในปี พ.ศ. 2563 (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2561)

จากความเป็นมาและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงผลกระทบและอันตรายที่เกิดขึ้น จึงทำการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อจัดการของเสียอันตรายให้มีความเหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสำรวจปริมาณของเสียที่เป็นของเหลวโดยใช้แบบสำรวจข้อมูล และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.2.2 เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ปริมาณและประเภทของเสียอันตราย พฤติกรรมและทัศนคติในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาแตกต่างกัน

1.3.2 สามารถหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้การวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.4.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งสิ้น 188 คน แบ่งเป็น

1.4.1.2 นักศึกษา สาขาวิชาเคมี จำนวน 28 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 6 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 5 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 16 คน
4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน

1.4.1.3 นักศึกษา สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 75 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 21 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 27 คน
4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 18 คน

1.4.1.4 นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 85 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 29 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 25 คน
4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 11 คน

1.4.1.5 เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี จำนวน 1 คน

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 1 คน

3) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 1 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษา กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณสัดส่วนประชากร (Cluster Random Sampling) ซึ่งสามารถระบุกลุ่มตัวอย่างได้ ดังนี้

1.4.2.1 สาขาวิชาเคมี จำนวน 22 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 4 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 10 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน

1.4.2.2 สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 47 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 9 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 7 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 18 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 13 คน

1.4.2.3 สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 28 คนประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1จำนวน 14 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 11 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 13 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 6 คน

1.4.2.4 เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 คน

1) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี จำนวน 1 คน

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 1 คน

3) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 1 คน

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการเก็บข้อมูลและวิจัยปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตราย ในช่วงปีการศึกษา 2562 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2563

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ห้องปฏิบัติการเพื่อทดลองทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีจำนวน 6 ห้อง ประกอบด้วย

1.6.1.1 ห้องปฏิบัติการทางเคมี เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้เพื่อการเรียนการสอน การทดลอง งานวิจัย และกิจกรรมบริการวิชาการต่าง ๆ มีการประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี จำนวน 3 ห้อง คือ ห้องหมายเลข 1012, 1013 และ 1016

1.6.1.2 ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้เพื่อการเรียนการสอน การทดลอง งานวิจัย และกิจกรรมบริการวิชาการต่าง ๆ มีการประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์ จำนวน 2 ห้อง คือ ห้องหมายเลข 13409 และ 13461

1.6.1.3 ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้เพื่อการเรียนการสอน การทดลอง งานวิจัย และกิจกรรมบริการวิชาการต่าง ๆ มีการประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี จำนวน 1 ห้อง คือ ห้องหมายเลข 30308

1.6.2 ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ หมายถึง ของเสียอันตรายที่เกิดจากกระบวนการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการชีววิทยา และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.6.3 แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ หมายถึง แนวทางที่ได้จากการสรุปจากการสอบถามความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการด้วยแบบสอบถามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย จากรายงานโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (2558) แล้วสรุปการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณของเสียและแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พัฒนาและหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีในงานวิจัยออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ของเสียอันตราย

2.1.1 ความหมาย

2.1.1.1 ของเสีย หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสียมลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลวหรือก๊าซ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2535)

2.1.1.2 ของเสียอันตราย หมายถึง สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนสารอันตราย หรือมีคุณสมบัติที่เป็นอันตราย (สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.1.1.3 ของเสียอันตราย หมายถึง ของเสียใด ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นอันตราย เช่น ความเป็นพิษ ความไวไฟ สารก่อมะเร็ง ปฏิกิริยากัดกร่อน และอื่น ๆ ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Yilmaz et al., 2017)

2.1.1.4 ของเสียจากห้องปฏิบัติการ หมายถึง ของเสียต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ ไม่ว่าเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2554)

2.1.1.5 มลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่น ๆ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย (อำนาจ วงศ์บัณฑิต, 2562)

2.1.1.6 น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

2.1.1.7 แหล่งกำเนิดมลพิษ หมายถึง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ สถานที่ประกอบกิจการใด ๆ หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

2.1.1.8 วัตถุอันตราย หมายถึง วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าเป็นเคมีภัณฑ์ หรือ สิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม (วราพรรณ ด่านอุตรา, 2545)

2.1.1.9 ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย หมายถึง ผู้มีไว้ในครอบครองของของเสียอันตรายตั้งแต่ 100 กก. ต่อเดือนขึ้นไป แบ่งออกเป็น 2 ขนาด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547) ได้แก่ ขนาดใหญ่ คือ ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายตั้งแต่ 1,000 กิโลกรัมต่อเดือนขึ้นไป และขนาดกลาง คือ ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายตั้งแต่ 100 กิโลกรัมต่อเดือนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 1,000 กก. ต่อเดือน โดยหมายเหตุ ผู้มีไว้ในครอบครองของเสียอันตรายไม่เกิน 100 กิโลกรัมต่อเดือน ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงฯ

2.1.1.10 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว หมายถึง การบำบัด ทำลายฤทธิ์ ทิ้งกำจัด จำหน่ายจ่ายแจก แลกเปลี่ยน หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการกักเก็บไว้เพื่อทำการดังกล่าว (สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

2.1.2 แหล่งกำเนิดของเสียอันตราย

ของเสียที่เป็นอันตรายมีที่มาจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ 3 แหล่ง (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร, 2536) ได้แก่

2.1.2.1 โรงงานอุตสาหกรรม

กากสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต หรือสารเคมี ที่เหลือใช้ภาชนะบรรจุสารเคมี ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพ หรือไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน เป็นของเสียอันตราย ที่จะต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้อาจมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารที่เป็นพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ ของเสียจากโรงงานชุบโลหะส่วนใหญ่จะมีสารพิษ เช่น ไซยาไนด์ และสารโลหะหนักเจือปนอยู่ ตัวอย่างของเสียเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และอื่น ๆ ของเสียจากโรงงานผลิตโซดาไฟในขบวนการผลิตแบบเก่า จะมีพวกสารปรอทปะปนอยู่ ของเสียจากโรงงานผลิตสี หรือโรงงานทอผ้าที่มีการย้อมสี จะมีสารพวกตะกั่ว ปรอท

และสารหนู เป็นต้น ของเสียจากโรงงานผลิตและบรรจุยาฆ่าแมลง ส่วนใหญ่จะเป็นภาชนะบรรจุวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งอาจจะมีสารเคมีที่เป็นพิษ หรือสารยาฆ่าแมลงติดค้างอยู่ ของเสียจากโรงกลั่นน้ำมัน จะเป็นพวกกากตะกอนน้ำมันดิบ ซึ่งเป็นสารไวไฟ และอาจมีโลหะหนัก เช่น ตะกั่วเจือปนอยู่ ของเสียจากโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้ ที่เป็นโลหะ จะเป็นพวกกรดหรือด่างที่ใช้ในการผลิต

2.1.2.2 ชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย

ของที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันบางชนิดอาจจะมีสารเคมีที่เป็นพิษ หรือสารไวไฟ หรือสารกัดกร่อนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดสภาพการใช้งานแล้ว แต่สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายในตัวเองอยู่ ถ้าดำเนินการกับของเสียนั้น ๆ อย่างไม่ระมัดระวังหรือไม่ถูกวิธี ก็จะทำให้สารเคมีที่อยู่ในของเสียนั้น รั่วซึมออกมาได้ เช่น ซากถ่านไฟฉาย จะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรด และมีสารโลหะหนักพวกตะกั่วเหลืออยู่ นอกจากนี้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ที่หมดอายุใช้งานแล้ว ยังคงมีสารปรอทเหลืออยู่ เศษของเสียเหล่านี้ถ้าถูกทิ้งไปโดยไม่ดูแลให้ถูกต้อง สารพิษดังกล่าวอาจถูกน้ำชะล้างออกมา ปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังพบว่ามีแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการมีที่มาจากโรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย โรงเรียน ห้องปฏิบัติการเอกชน และห้องปฏิบัติการของหน่วยงานราชการ ซึ่งห้องปฏิบัติการมีการใช้สารเคมีย่อมก่อให้เกิดของเสียอันตรายด้วยเช่นกัน

2.1.2.3 เกษตรกรรม

เกษตรกรรม ได้แก่ การผลิต และการใช้สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยากำจัดแมลง ยากำจัดวัชพืช ยากำจัดเชื้อราที่เหลือใช้ หรือเสื่อมคุณภาพ ภาชนะที่บรรจุยากำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ ซึ่งอาจมีเศษยาติดค้างอยู่ สารเคมีเหล่านี้มีความเป็นพิษในตัวของมันเอง บางชนิดมีความคงทนไม่สลายตัวง่าย ทำให้มีฤทธิ์อยู่ได้นาน ส่วนใหญ่นอกจากจะมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย

2.1.3 หลักเกณฑ์และวิธีจำแนกของเสียอันตราย

การจำแนกตามสมบัติ (Characteristic) ของของเสียอันตรายสามารถแบ่งออกได้ 7 ประเภท ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.1.3.1 การจำแนกตามสมบัติ (Characteristic)

การจำแนกตามสมบัติ (Characteristic) ของของเสียอันตรายสามารถแบ่งออกได้ 7 ประเภท ดังนี้

1) สมบัติไวไฟ จุดวาบไฟ < 60 องศาเซลเซียส ลุกเป็นไฟเมื่อเสียดสี ดูดความชื้น ปฏิกิริยาภายในเป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้ เป็นสารออกซิไดเซอร์

2) สมบัติกัดกร่อน pH < 2 หรือ > 12.5 กัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE (Society of Automotive Engineers) 1020 > 6.35 มิลลิเมตร/ปี ที่ 55 องศาฟาเรนไฮต์

3) สมบัติที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย มีสภาพไม่คงตัว ทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วและรุนแรงกับน้ำ รวมกับน้ำได้ของผสมระเบิดได้ เกิดก๊าซพิษหรือเป็นสารที่มี CN, S เมื่อ pH 2 – 12.5 เกิดก๊าซพิษ ไอพิษหรือควันพิษ

4) สมบัติเป็นพิษ มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยทำให้ตายได้ในปริมาณเล็กน้อย เป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง หรือสกัดแล้วมีโลหะหนักหรือสารพิษมากกว่าที่กำหนด

5) สมบัติที่ถูกชะล้างได้ เมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีมาตรฐานแล้ว มีปริมาณโลหะหนักหรือสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู ปนเปื้อนอยู่ในน้ำสกัดเท่ากับหรือเกินกว่ามาตรฐานกำหนดไว้

6) สมบัติทำให้เกิดโรค ของเสียที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นที่สามารถทำให้เกิดโรคได้และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้

7) สมบัติเป็นสารกัมมันตรังสี ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช้แล้ว ในระดับกัมมันตรังสีสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติในธรรมชาติเกิดจากการผลิตซึ่งปนเปื้อนด้วยวัตถุกัมมันตรังสี

2.1.3.2 การจำแนกตามการกำหนดรายชื่อ (Listing)

การจำแนกตามการกำหนดรายชื่อ (Listing) ได้แก่ บัญชีรายชื่อของเสียเคมีวัตถุ (Chemical Wastes) และบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2543 ได้กำหนดรายชื่อของเสียเคมีวัตถุ (Chemical Wastes) จำนวน 60 ชนิด ซึ่งผู้ผลิต ผู้นำเข้าผู้ส่งออก และผู้ที่มีไว้ในครอบครองต้องขออนุญาตและปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายหรือประกาศกระทรวง (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.1.3.3 จำแนกของเสียอันตราย 14 ประเภท ในระบบ WASTETRACK

การจำแนกของเสียที่เกิดขึ้นในระบบ WASTETRACK (Chemtrack & wastetrack) (ฐิติพรรณ ฉิมสุข, 2562) มี 14 ประเภท ดังนี้

1) ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ของเสียที่ไม่ทราบที่มา ของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอธิเดียมโบรไมด์ เป็นต้น

2) ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanide Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์โปแตสเซียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือมีไซยาโนคอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น $Ni(CN)_4^{2-}$ เป็นต้น

3) ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ (III : Oxidizing Waste) หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โซเดียมคลอเรต โซเดียมเปอร์ไอออเดต และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต

4) ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น

5) ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต (V : Chromate Waste) หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} กรดโครมิก ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) ถ้ามีการใส่ปรอทให้จัดเป็นของเสียที่มีปรอท

6) ประเภทที่ 6 ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI : Heavy Metal Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นที่ไม่ใช่ปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็กแมงกานีส สังกะสี โคบอล นิเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสเตน วาเนเดียม เป็นต้น

7) ประเภทที่ 7 ของเสียที่เป็นกรด (VII : Acid Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแร่ปนอยู่ในสารมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก, กรดไนตริก, กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น

8) ประเภทที่ 8 ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : Alkaline Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 8 และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ แอมโมเนีย และโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

9) ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : Petroleum Products) หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น และสารลายลายไซลีน

10) ประเภทที่ 10 Oxygenated (X : Oxygenated) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลอาซิเตต, อะซิโตน, เอสเทอร์, แอลกอฮอล์, คีโตน และอีเทอร์ เป็นต้น

11) ประเภทที่11 NPS Containing (XI : NPS Containing) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์

12) ประเภทที่ 12 Halogenated (XII : Halogenated) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) คลอโรเอทิลีน

13) ประเภทที่ 13

13.1) ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (Combustible Solid)

13.2) ของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (Incombustible Solid)

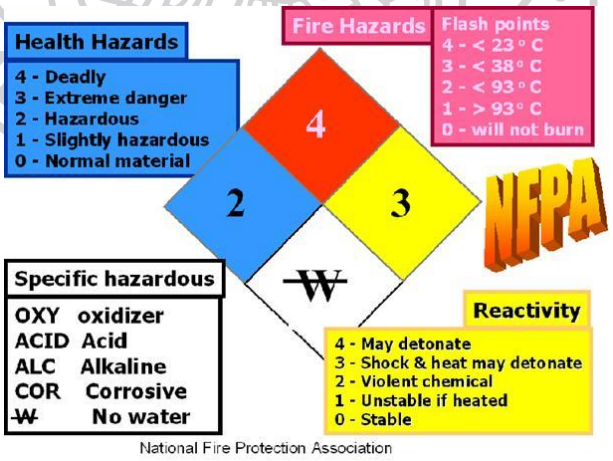
14) ประเภทที่ 14 ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่น ๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ หากเป็นสารมีพิษให้พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

2.1.4 สัญลักษณ์ของของเสียอันตราย

ระบบสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีและวัตถุอันตราย ที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ดังนี้

2.1.4.1 NFPA (Nation Fire Protection Agency)

สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ NFPA (เกรียงศักดิ์, 2557) เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ซึ่งกำหนดและรักษามาตรฐานโดย สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ (National Fire Protection Association) ของสหรัฐอเมริกา เพื่อป้องกันและเตือนถึงวัสดุอันตรายต่าง ๆ เครื่องหมายนี้เรียกง่ายๆ ว่า "เพชรไฟ" (fire diamond) เป็นการเตือนภัยส่วนบุคคลเพื่อให้ง่ายรวดเร็วต่อการทราบถึงชนิดของวัสดุอันตราย และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง สัญลักษณ์มี 4 รหัสสีเฉพาะ ดังรูปภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ NFPA (Nation Fire Protection Agency)
ที่มา: สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) ในพระราชูปถัมภ์ฯ, 2563.

1) น้ำเงิน คือ ผลของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพอนามัย แบ่งออกได้ 5 ระดับ ได้แก่

1.1) ระดับ 4 หมายถึง ได้รับเพียงช่วงเวลาสั้นๆ อาจถึงตายได้หรืออาการสาหัส เช่น ไฮโดรเจนไซยาไนด์

1.2) ระดับ 3 หมายถึง ได้รับเพียงช่วงเวลาสั้น ก็เป็นอันตรายร้ายแรงชั่วคราว หรือถาวร เช่น ก๊าซคลอรีน

1.3) ระดับ 2 หมายถึง ได้รับเป็นช่วง ๆ หรือต่อเนื่องแต่ไม่ประจำอาจเป็นสาเหตุให้ไร้ความสามารถชั่วขณะ หรือเป็นอันตรายแบบถาวรได้ เช่น ก๊าซแอมโมเนีย

1.4) ระดับ 1 หมายถึง ได้รับแล้วอาจทำให้เกิดระคายเคือง และอาจทำให้เกิดแผลเป็นเล็กน้อยเท่านั้น เช่น น้ำมันสน (Turpentine)

1.5) ระดับ 0 หมายถึง ได้รับขณะร้อนไม่เกิดอันตรายเท่าไร เช่น น้ำมันถั่วลิสง (Peanut Oil)

2) แดง คือ ความไวไฟ แบ่งออกได้ 5 ระดับ ได้แก่

2.1) ระดับ 4 หมายถึง สารที่สามารถระเหยได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ในสภาพความดันและอุณหภูมิปกติ หรือกระจายในอากาศและเผาไหม้ได้โดยง่าย มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส (เช่น โพรเพน)

2.2) ระดับ 3 หมายถึง ของแข็งหรือของเหลวที่สามารถลุกติดไฟได้ในสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิปกติ จุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 38–23 องศาเซลเซียส (เช่น น้ำมันเบนซิน)

2.3) ระดับ 2 หมายถึง สารที่ต้องให้ความร้อนปานกลางถึงสูงจึงสามารถลุกติดไฟได้ จุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 93–38 องศาเซลเซียส (เช่น น้ำมันดีเซล)

2.4) ระดับ 1 หมายถึง สารที่ต้องให้ความร้อนสูงเป็นเวลานานจึงสามารถลุกติดไฟได้ จุดวาบไฟสูงกว่า 93 องศาเซลเซียส (เช่น น้ำมันคาโนล่า)

2.5) ระดับ 0 หมายถึง สารที่ไม่ติดไฟ (เช่น อาร์กอน)

3) เหลือง คือ ความไวในปฏิกิริยาเคมี แบ่งออกได้ 5 ระดับ ได้แก่

3.1) ระดับ 4 หมายถึง ระเบิดได้

3.2) ระดับ 3 หมายถึง ความร้อนและการกระแทกอาจเกิดการระเบิดได้

3.3) ระดับ 2 หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีรุนแรง

3.4) ระดับ 1 หมายถึง ไม่เสถียรถ้าโดนความร้อน และความดัน

3.5) ระดับ 0 หมายถึง เสถียร

4) ขาว คือ รหัสเฉพาะ ประกอบด้วย 6 รูปแบบ คือ

4.1) ALK หมายถึง อัลคาไลน์ (เบส)

4.2) ACID	หมายถึง	กรด
4.3) COR	หมายถึง	กัดกร่อน
4.4) OX	หมายถึง	สารออกซิไดซ์
4.5)	หมายถึง	กัมมันตรังสี
4.6) W	หมายถึง	ทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.1.4.2 UN (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods)

เป็นสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบ UN Class (United Nations Committee of Experts on the Transport of dangerous Goods) โดย United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods ได้จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้หรือก่อให้เกิดความพินาศเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN – Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย (ธีรยุทธ วิไลวัลย์ สุชาดา ชินะจิตร และจุฑามาศ ทรัพย์ประดิษฐ์, 2560) ดังนี้

1) ประเภท 1 ระเบิดได้ (Explosives)

สารระเบิดได้ หมายถึง ของแข็งหรือของเหลว หรือสารผสมที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีด้วยตัวมันเองทำให้เกิดก๊าซที่มีความดันและความร้อนอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการระเบิดสร้างความเสียหายแก่บริเวณโดยรอบได้ ซึ่งรวมถึงสารที่ใช้ทำดอกไม้เพลิง และสิ่งของที่ระเบิดได้ด้วย แบ่งเป็น 6 กลุ่มย่อย คือ

1.1) สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงทันทีทันใดทั้งหมด (Mass Explosive) ตัวอย่างเช่น เชื้อปะทุ ลูกระเบิด เป็นต้น

1.2) สารหรือสิ่งของที่มีอันตรายจากการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนปืน ทุ่นระเบิด ชนวนปะทุ เป็นต้น

1.3) สารหรือสิ่งของที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ และอาจมีอันตรายบ้างจากการระเบิดหรือการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนเพลิง เป็นต้น

1.4) สารหรือสิ่งของที่ไม่แสดงความเป็นอันตรายอย่างเด่นชัด หากเกิดการปะทุหรือปะทุในระหว่างการขนส่งจะเกิดความเสียหายเฉพาะภาชนะบรรจุ ตัวอย่างเช่น พลุอากาศ เป็นต้น

1.5) สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่หากมีการระเบิดจะมีอันตรายจากการระเบิดทั้งหมด

1.6) สิ่งของที่ไวต่อการระเบิดน้อยมากและไม่ระเบิดทันทีทั้งหมด มีความเสี่ยงต่อการระเบิดอยู่ในวงจำกัดเฉพาะในตัวสิ่งของนั้น ๆ ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการปะทุหรือแผ่กระจาย

2) ประเภทที่ 2 ก๊าซ (Gases)

ก๊าซ หมายถึง สารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความดันไอมากกว่า 300 กิโลปาสกาล หรือมีสภาพเป็นก๊าซอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล ได้แก่ ก๊าซอัด ก๊าซพิษ ก๊าซในสภาพของเหลว ก๊าซในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ และรวมถึงก๊าซที่ละลายในสารละลายภายใต้ความดัน เมื่อเกิดการรั่วไหลสามารถก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกติดไฟ และ/หรือเป็นพิษ และแทนที่ออกซิเจนในอากาศ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

2.1) ก๊าซไวไฟ (Flammable Gases) หมายถึง ก๊าซที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับอากาศ 13 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมีช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปเมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึงความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติก๊าซไวไฟหนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซแอลพีจี เป็นต้น

2.2) ก๊าซไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (Non-flammable Non-toxic Gases) หมายถึง ก๊าซที่มีความดันไม่น้อยกว่า 280 กิโลปาสกาล ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศ ไม่ติดไฟและไม่เป็นพิษ หรือแทนที่ออกซิเจนในอากาศและทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนออกซิเจนได้ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน เป็นต้น

2.3) ก๊าซพิษ (Poison Gases) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือถึงแก่ชีวิตได้จากการหายใจ โดยส่วนใหญ่หนักกว่าอากาศ มีกลิ่นระคายเคือง ตัวอย่างของก๊าซในกลุ่มนี้ เช่น คลอรีน เมทิลโบรไมด์ เป็นต้น

3) ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)

ของเหลวไวไฟ หมายถึง ของเหลว หรือของเหลวผสมที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่เกิน 60.5 องศาเซลเซียสจากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยปิด (Closed-cup Test) หรือไม่เกิน 65.6 องศาเซลเซียสจากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยเปิด (Opened-cup Test) ไอของเหลวไวไฟพร้อมลุกติดไฟเมื่อมีแหล่งประกายไฟ ตัวอย่างเช่น อะซีโตน น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ เป็นต้น

4) ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ สารที่ลุกไหม้ได้เอง และสารที่สัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

4.1) ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids) หมายถึง ของแข็งที่สามารถติดไฟได้ง่ายจากการได้รับความร้อนจากประกายไฟ/เปลวไฟ หรือเกิดการลุกไหม้ได้จากการเสียดสี ตัวอย่างเช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไนโตรเซลลูโลส เป็นต้น หรือเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนที่รุนแรง ตัวอย่างเช่น เกลือไดอะโซเนียม เป็นต้น หรือเป็นสารระเบิดที่ถูกลดความไวต่อการเกิดระเบิด ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมพิเครต (เปียก) ไดไนโตรฟีนอล (เปียก) เป็นต้น

4.2) สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (Substances Liable to Spontaneous Combustion) หมายถึง สารที่มีแนวโน้มจะเกิดความร้อนขึ้นได้เองในสภาวะการขนส่งตามปกติหรือเกิดความร้อนสูงขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับอากาศ และมีแนวโน้มจะลุกไหม้ได้

4.3) สารที่สัมผัสกับน้ำแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟ (Substances which in Contact with Water Emit Flammable Gases) หมายถึง สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วมีแนวโน้มที่จะเกิดการติดไฟได้เอง หรือทำให้เกิดก๊าซไวไฟในปริมาณที่เป็นอันตราย

5) ประเภทที่ 5 สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

5.1) สารออกซิไดซ์ (Oxidizing Substances) หมายถึง ของแข็ง ของเหลวที่ตัวของสารเองไม่ติดไฟ แต่ให้ออกซิเจนซึ่งช่วยให้วัตถุอื่นเกิดการลุกไหม้ และอาจจะก่อให้เกิดไฟเมื่อสัมผัสกับสารที่ลุกไหม้และเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง ตัวอย่างเช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ โซเดียมคลอเรต เป็นต้น

5.2) สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxides) หมายถึง ของแข็ง หรือของเหลวที่มีโครงสร้างออกซิเจนสองอะตอม และช่วยในการเผาสารที่ลุกไหม้ หรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือเมื่อได้รับความร้อนหรือลุกไหม้แล้วภาชนะบรรจุสารนี้อาจระเบิดได้ ตัวอย่างเช่น อะซีโตนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

6) ประเภทที่ 6 สารพิษและสารติดเชื้อ แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

6.1) สารพิษ (Toxic Substances) หมายถึง ของแข็ง หรือของเหลวที่สามารถทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรงต่อสุขภาพของคน หากกลืน สูดดมหรือหายใจรับสารนี้เข้าไป หรือเมื่อสารนี้ได้รับความร้อนหรือลุกไหม้จะปล่อยก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น โซเดียมไซยาไนด์ กลุ่มสารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น

6.2) สารติดเชื้อ (Infectious Substances) หมายถึง สารที่มีเชื้อโรคปนเปื้อน หรือสารที่มีตัวอย่างการตรวจสอบของพยาธิสภาพปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์และคน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเพาะเชื้อ เป็นต้น

7) ประเภทที่ 7 วัสดุกัมมันตรังสี

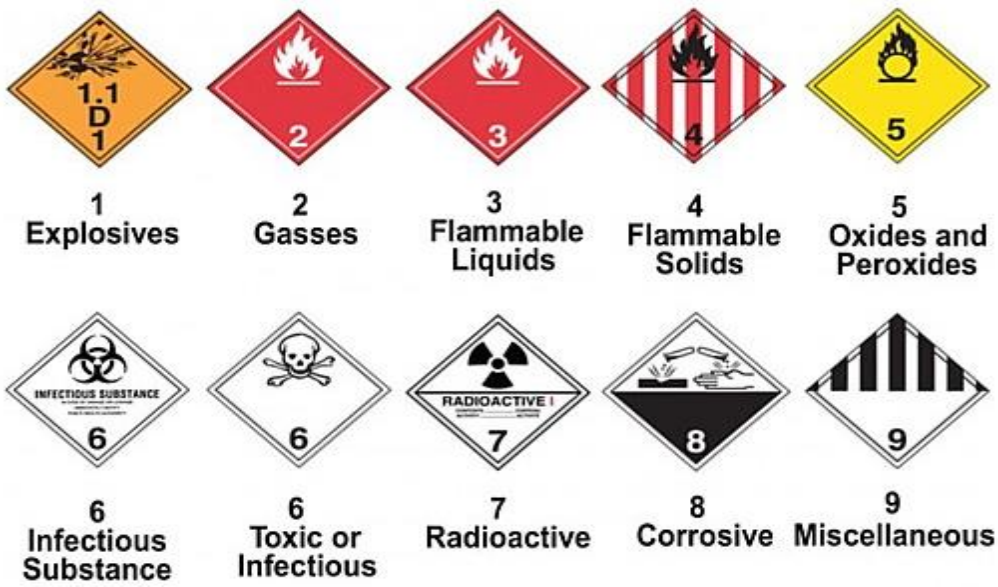
วัสดุกัมมันตรังสี (Radioactive Materials) หมายถึง วัสดุที่สามารถแผ่รังสีที่มองไม่เห็นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 0.002 ไมโครคูรีต่อกรัม ตัวอย่างเช่น โมนาไซด์ ยูเรเนียม โคบอลต์-60 เป็นต้น

8) ประเภทที่ 8 สารกัดกร่อน

สารกัดกร่อน (Corrosive Substances) หมายถึง ของแข็งหรือของเหลวซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนทำความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรง หรือทำลายสินค้า/ยานพาหนะที่ทำการขนส่งเมื่อเกิดการรั่วไหลของสาร ไอระเหยของสารประเภทนี้บางชนิดก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและตา ตัวอย่างเช่นกรดเกลือ กรดกำมะถัน โซเดียม-ไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

9) ประเภทที่ 9 วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด

วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Dangerous Substances and Articles) หมายถึง สารหรือสิ่งของที่ในขณะขนส่งเป็นสารอันตรายซึ่งไม่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 ถึงประเภทที่ 8 ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต เป็นต้น และให้รวมถึงสารที่ต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสในสภาพของเหลว หรือมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 240 องศาเซลเซียสในสภาพของแข็งในระหว่างการขนส่ง



ภาพที่ 2 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบ UN Class

ที่มา: https://www.theairlinepilots.com/forumarchive/ops/dgr1.jpg

(สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2560)

2.1.4.3 ระบบ GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) หรือ ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิดการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก ผ่านทางฉลาก และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS) โดยใช้เกณฑ์เดียวกันในการจำแนกประเภทความเป็นอันตราย (วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 190, 2560)

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มสารเคมีและผลิตภัณฑ์เคมีในระบบสากล GHS ตามความเป็นอันตราย

ความเป็นอันตราย ทางกายภาพ 16 ประเภท	**ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ 10 ประเภท**	**ความเป็นอันตราย ทางสิ่งแวดล้อม 2 ประเภท**
1. วัตถุระเบิด 2. ก๊าซไวไฟ 3. ละอองลอยไวไฟ 4. ก๊าซออกซิไดซ์ 5. ก๊าซภายใต้ความดัน 6. ของเหลวไวไฟ 7. ของแข็งไวไฟ 8. สารเดี่ยวและสารผสมที่ทำปฏิกิริยาได้เอง 9. ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ 10. ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ 11. สารเดี่ยวและสารผสมที่เกิดความร้อนได้เอง 12. สารเดี่ยวและสารผสมซึ่งสัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ 13. ของเหลวออกซิไดซ์ 14. ของแข็งออกซิไดซ์ 15. สารเพอร์ออกไซด์อินทรีย์ 16. สารกัดกร่อนโลหะ	1. ความเป็นพิษเฉียบพลัน 2. การกัดกร่อนและการระคายเคืองต่อผิวหนัง 3. การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง และการระคายเคืองต่อดวงตา 4. การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง 5. การก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ 6. การก่อมะเร็ง 7. ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ 8. ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการได้รับสัมผัสครั้งเดียว 9. ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการรับสัมผัสซ้ำ 10. ความเป็นอันตรายจากการสำลัก	1. ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ 2. ความเป็นอันตรายต่อโอโซนในชั้นบรรยากาศ

1) การสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมี (Hazard Communication)

ระบบ GHS มีการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีโดยผ่านสื่อต่าง ๆ ดังนี้

1.1) รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย (pictograms) เพื่อสื่อความหมายของความเป็นอันตรายในแต่ละด้านและแต่ละประเภทจำนวน 9 รูปสัญลักษณ์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS จำแนกตามประเภทความเป็นอันตราย

รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย	**ประเภทความเป็นอันตราย หรือประเภทย่อยความเป็นอันตราย**	**รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย**	**ประเภทความเป็นอันตราย หรือประเภทย่อยความเป็นอันตราย**
	- สารไวไฟ - สารที่ทำปฏิกิริยาได้เอง - สารที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ - สารที่สัมผัสน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ - สารที่เกิดความร้อนได้เอง - สารเพอร์ออกไซด์อินทรีย์		สารออกซิไดซ์
	- วัตถุระเบิด - สารเพอร์ออกไซด์อินทรีย์(ที่อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน) - สารที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (ที่อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน)		ก๊าซภายใต้ความดัน

ตารางที่ 2 รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS จำแนกตามประเภทความเป็นอันตราย(ต่อ)

รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย	**ประเภทความเป็นอันตราย หรือประเภทย่อยความเป็นอันตราย**	**รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย**	**ประเภทความเป็นอันตราย หรือประเภทย่อยความเป็นอันตราย**
	- สารกัดกร่อนโลหะ - การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง - การกัดกร่อนผิวหนัง		ความเป็นพิษเฉียบพลัน (ประเภทย่อย 1และ 2 เป็นอันตรายถึงตายได้และประเภท ย่อย 3 เป็นพิษ)
	- การก่อมะเร็ง - การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจ - การก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ - ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการสัมผัสครั้งเดียว - ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการรับสัมผัสซ้ำ - ความเป็นอันตรายจากการสำลัก - ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์		- ความเป็นพิษเฉียบพลัน (ประเภทย่อย 4 เป็นอันตราย) - การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อผิวหนัง - การระคายเคืองต่อผิวหนัง - การระคายเคืองต่อดวงตา - การระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจหรืออาจทำให้ง่วงซึมมึนงง - ความเป็นอันตรายต่อโอโซนในชั้นบรรยากาศ
	- ความเป็นอันตรายเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ - ความเป็นอันตรายระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ		

1.2) คำสัญญาณ (signal words) ที่ใช้มี 2 คำสัญญาณคือ “อันตราย” และ “ระวัง” ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีนั้น

1.3) ข้อความแสดงความเป็นอันตราย (hazard statements) เพื่ออธิบายลักษณะความเป็นอันตรายตามประเภทความเป็นอันตรายที่จำแนกได้ซึ่งจะเป็นข้อความสั้นๆ กระชับ และง่ายต่อความเข้าใจ เช่นระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน ระคายเคืองต่อผิวหนัง และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง

รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายคำสัญญาณ และข้อความแสดงความเป็นอันตรายจะปรากฏอยู่บนฉลาก (Label) ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ตัวอย่างของการใช้รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย คำสัญญาณ และข้อความแสดงความเป็นอันตราย

โดยที่องค์ประกอบของฉลากตามระบบ GHS จะรวมถึงข้อความและรูปสัญลักษณ์แสดงข้อควรระวัง (Precautionary Statements and Pictograms) ที่เป็นข้อความคำเตือนเพื่อป้องกันอันตราย การจัดเก็บ การกำจัด และการจัดการกรณีการรั่วไหล หรือได้รับสัมผัส หรือเกิดอุบัติเหตุขึ้น ตัวบ่งชี้ผลิตภัณฑ์ (Product Identifier) ที่ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ชื่อสารเคมีที่เป็นสาระสำคัญหรือสารอันตรายในผลิตภัณฑ์และปริมาณความเข้มข้น การระบุผู้จัดจำหน่าย (supplier identification) โดยต้องมีชื่อที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ผลิตหรือผู้จำหน่าย หรือหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉินบนฉลากและข้อมูลเพิ่มเติมอื่น ๆซึ่งสามารถหาอ่านได้และไม่ว่าจะแปลเป็นภาษาใดจะสื่อความหมายเดียวกัน

2) เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

เอกสารข้อมูลความปลอดภัยคือเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีเป็นเอกสารสำคัญในการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์เคมี โดยให้ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับข้อมูลทางกายภาพ ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและมาตรการเพื่อความปลอดภัยในการใช้การเก็บรักษา การขนส่ง การกำจัด และการจัดการอื่น ๆ เพื่อให้การปฏิบัติงาน และการจัดการสารเคมีเป็นไปอย่างถูกต้องปลอดภัย และสามารถตอบโต้เหตุฉุกเฉินกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือเกิดการรั่วไหลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ตามระบบ GHS กำหนดข้อมูลที่ต้องระบุในเอกสาร 16 หัวข้อ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องและเป็นระบบเดียวกันทั่วโลก

2.1) การบ่งชี้สารเดี่ยวหรือสารผสม และผู้ผลิต

2.2) การบ่งชี้ความเป็นอันตราย

2.3) องค์ประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม

2.4) มาตรการปฐมพยาบาล

2.5) มาตรการผจญเพลิง

2.6) มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหลของสาร

2.7) การขนถ่าย เคลื่อนย้าย ใช้งาน และเก็บรักษา

2.8) การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันส่วนบุคคล

2.9) คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

2.10) ความเสถียรและการเกิดปฏิกิริยา

2.11) ข้อมูลด้านพิษวิทยา

2.12) ข้อมูลด้านนิเวศวิทยา

2.13) ข้อพิจารณาในการกำจัด

2.14) ข้อมูลการขนส่ง

2.15) ข้อมูลด้านกฎข้อบังคับ

2.16) ข้อมูลอื่น ๆ รวมทั้งข้อมูลการจัดทำและการปรับปรุงแก้ไขเอกสารข้อมูลความปลอดภัย

2.2 ห้องปฏิบัติการ

2.2.1 ความหมาย

ห้องปฏิบัติการ คือ สถานที่ที่อยู่ในสภาวะที่สามารถควบคุมได้ และเป็นที่สำหรับการวิจัย การทดลอง และการวัดทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ประเภทห้องปฏิบัติการ

สามารถแบ่งห้องปฏิบัติการตามลักษณะการดำเนินการได้ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.2.2.1 ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เภสัชวิทยาและทันตกรรม

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เภสัชวิทยาและทันตกรรม รวมทั้งห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล โรงพยาบาลและสถานพยาบาลเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายหลายชนิด ซึ่งบริเวณโดยรอบสามารถเกิดของเสียอันตรายได้เกือบทุกที่ไม่เพียงแต่ห้องปฏิบัติการเท่านั้น ของเสียอันตรายดังกล่าว ได้แก่ ของเสียจากสารเคมีที่ใช้ในการบำบัด รักษาโรค ฟอร์มาลดีไฮด์ สารเคมีในกระบวนการถ่ายรูป ตัวทำละลาย ปรอท สารเคมีเป็นพิษ สารที่มีสมบัติกัดกร่อนและสารเคมีอื่น ๆ สารกัมมันตรังสีก๊าซยาสลบ ของเสียติดเชื้อ และวัสดุที่ปนเปื้อนของเสียติดเชื้อ เป็นต้น

2.2.2.2 ห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษา

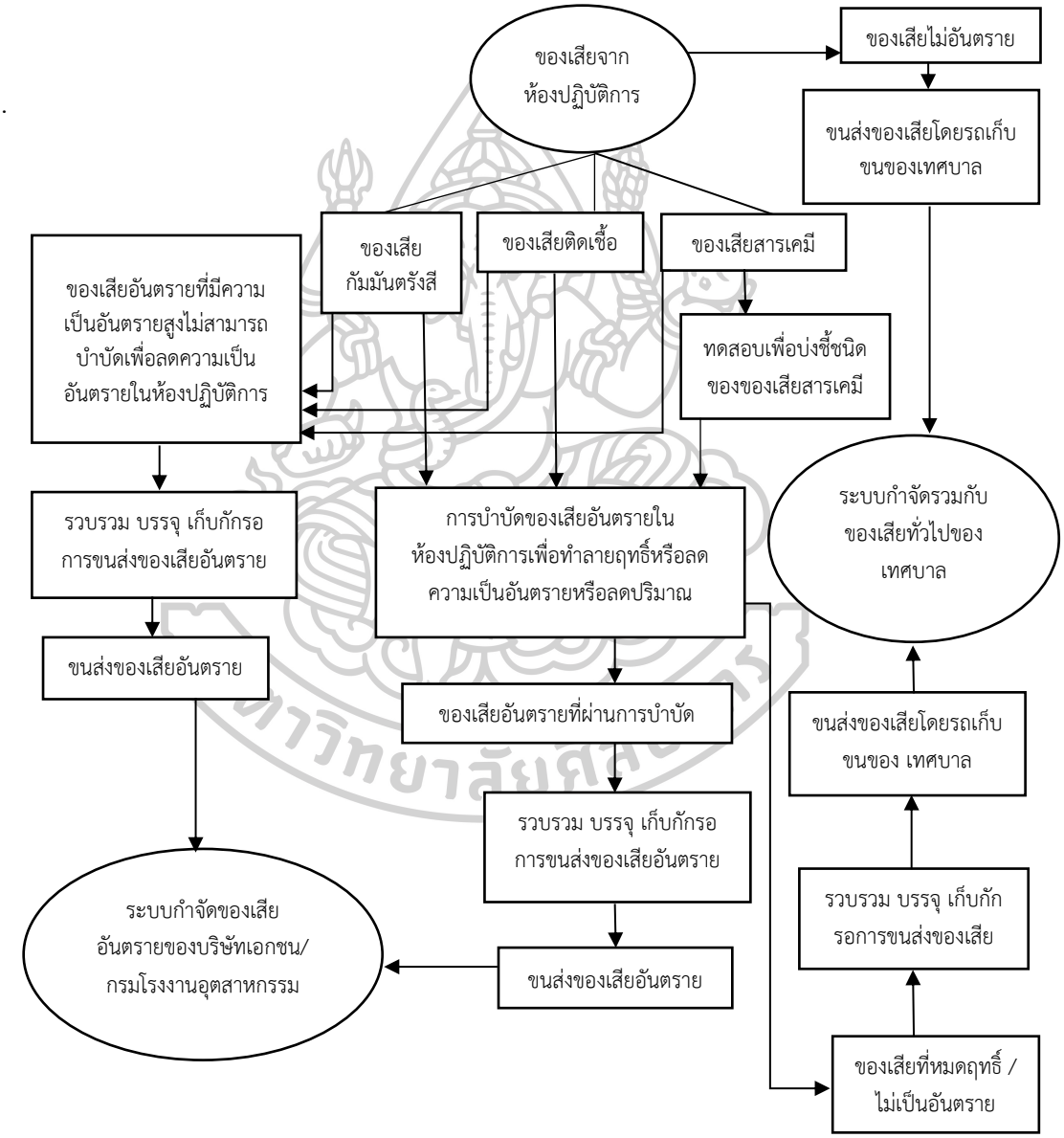
ห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษา เช่น ห้องทดลองของ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และโรงเรียนรวมทั้งห้องปฏิบัติการของหน่วยงานด้านการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ของเสียจากห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษาส่วนมากเกิดจากห้องปฏิบัติการทดลอง โดยมีแหล่งกำเนิดหลักของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนคือภาควิชาเคมีส่วนภาควิชาอื่น ๆ ที่มีการทดลองได้แก่ภาควิชาธรณีวิทยา ฟิสิกส์ วิศวกรรม เป็นต้น โรงเรียนมัธยมและอาชีวะศึกษาก่อให้เกิดของเสียประเภทสารเคมีด้วยเช่นกัน โดยเกิดจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในวิชาศิลปะ และชั้นเรียนในชั่วโมงฝึกปฏิบัติการ

2.2.2.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์/ปฏิบัติการพัฒนาและวิจัย (Research and Development Laboratory)

ของเสียจากหน่วยงานพัฒนาและวิจัยเป็นสารเคมีอินทรีย์จำพวกกรด-ด่าง ตัวทำละลายอินทรีย์ โลหะสารเคมีที่ยังไม่ได้ใช้วิเคราะห์ สารเหลือจากปฏิกิริยาเคมี และของเสียจากกระบวนการล้าง อัดขยายภาพ ตลอดจนของเสีย ประเภทน้ำมันจากอุปกรณ์ เครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อการพัฒนาและวิจัย เป็นต้น โดยห้องปฏิบัติการประเภทนี้มักก่อให้เกิดของเสียที่มีความหลากหลายและปริมาณมากกว่าของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน

2.2.3 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทุกประเภท ต้องสำรวจข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นตามกิจกรรมการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการที่รับผิดชอบ เพื่อคัดแยกและแบ่งกลุ่มของเสียเป็นของเสียทั่วไปกับของเสียอันตราย (ของเสียเคมี) ของเสียทั่วไปสามารถส่งกำจัดตามจุดรับของเสียทั่วไป ซึ่งจะช่วยลดปริมาณและลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียอันตราย ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ

ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.3 กฎหมายและข้อกำหนดด้านการจัดการของเสียเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการ

โดยเหตุที่ของเสียจากห้องปฏิบัติการเป็นของเสียที่สามารถจำแนกออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ ของเสียเสียอันตราย (Hazardous Waste) และของเสียไม่เสี่ยงอันตราย (Non Hazardous Waste) ซึ่งกฎหมายและข้อกำหนดค้านการจัดการของเสียนั้นจะมุ่งเน้นไปยังของเสียเสี่ยงอันตรายเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันกฎหมายและข้อกำหนดด้านการจัดการของเสียเคมีอันตรายจากห้องปฏิบัติการในประเทศไทยยัง ไม่ได้มีการบัญญัติไว้เนื่องจากของเสียที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการมีปริมาณน้อยไม่เข้าข่ายของเสียที่กกำหนดให้ ต้องควบคุมและรายงาน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อได้พิจารณาถึงกฎหมายและข้อกำหนดด้านการจัดการของเสีย อันตรายในห้องปฏิบัติการจะพบว่ากฎหมายและข้อกำหนดด้านการจัดการของเสียเคมีอันตรายใน ห้องปฏิบัติการนั้นได้ถูกสอดแทรกเข้าไปในกฎหมายและประกาศตามพระราชบัญญัติของกระทรวงต่าง ๆ ที่มีการบังคับใช้อยู่ถึงห้าฉบับ ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญในประกาศตามพระราชบัญญัติที่มีการบังคับใช้ในแต่ละฉบับเป็นดังนี้

2.3.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ตามความในมาตราของพระราชบัญญัตินี้ได้มีการกำหนดเกณฑ์และมาตรฐานและวิธีการ ควบคุมการกำจัดของเสียมลพิษหรือสารปนเปื้อนซึ่งเกิดจากกิจการของโรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ซึ่งได้ให้นิยาม “ของเสียอันตราย” หมายความถึงสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนสารอันตราย หรือมีคุณสมบัติที่เป็นอันตรายตามที่กำหนดในภาคผนวกที่ 2 ท้ายประกาศ ดังนี้

ภาคผนวกที่ 2 ลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตราย ประกอบด้วย

2.3.1.1 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทสารไวไฟ (Ignitable substances)

2.3.1.2 สารกัดกร่อน (Corrosive substances)

2.3.1.3 สารที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย (Reactive substances)

2.3.1.4 สารพิษ (Toxic substances)

2.3.1.5 สารที่มีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์อันตรายและสารอินทรีย์อันตราย

2.3.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2546 บัญชี ข หมวดของเสียเคมีวัตถุ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัตินี้ได้กำหนดเกณฑ์ควบคุมวัตถุอันตราย โดยการนำเข้าผลิตขนส่งใช้งาน การ กำจัดและส่งออก ไม่ให้มีผลกระทบและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช สมบัติหรือสิ่งแวดล้อม โดยพรบ. ฉบับนี้ได้ให้นิยามคำว่าวัตถุอันตราย หมายความว่า วัตถุดังต่อไปนี้ วัตถุระเบิดได้, วัตถุไวไฟ,

วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ, วัตถุที่ทำให้เกิดโรค, วัตถุกัมมันตรังสี, วัตถุที่ก่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม, วัตถุกัดกร่อน, วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง, วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใด ที่อาจทำให้เกิดอันตราย แก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม และตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย 2546 บัญชี ข หมวดของเสียเคมีวัตถุ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ซึ่งประกอบด้วยของเสียเคมีวัตถุ ได้แก่

2.3.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

2.3.2.2 ของเสียประเภทโลหะและที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ เช่น สารหนู ปรอท ตะกั่ว เป็นต้น

2.3.2.3 ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งอาจมีโลหะและสารอินทรีย์

2.3.2.4 ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งอาจมีโลหะ และสารอนินทรีย์

ซึ่งตัวอย่างของเสียอันตราย ที่เป็นของเสียที่มีองค์ประกอบอนินทรีย์หรืออินทรีย์ นั้นได้ถูกระบุไว้ดังนี้

1) ลำดับที่ 52 ของเสียที่สามารถระเบิดได้ (Explosive nature)

2) ลำดับที่ 53 ของเสียประเภทสารละลายกรดหรือด่าง (Acidic or basic solutions) ที่มี pH ต่ำกว่า 2 และสูงกว่า 11.5

3) ลำดับที่ 56 ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยเปอร์ออกไซด์ (Peroxides)

4) ลำดับที่ 57 ของเสียบรรจุภัณฑ์ (Packages) หรือภาชนะบรรจุ (Containers) ที่ปนเปื้อนด้วยของเสียเคมี วัตถุทุกประเภทยกเว้นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

5) ลำดับที่ 58 ของเสียที่มีสารเคมีที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนดหรือหมดอายุ (Off specification or outdated chemicals)

6) ลำดับที่ 59 ของเสียประเภทสารเคมีที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) หรือ กิจกรรมการเรียนการสอนที่ยังไม่ได้จำแนกชนิดและ/หรือเป็นสารใหม่หรือยังไม่เคยพบ ในสิ่งแวดล้อมแต่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

2.3.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัตินี้ได้มีการกำหนด

2.3.3.1 ขนาด“ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย” ที่ต้องปฏิบัติตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายโดยผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายขนาดใหญ่หมายถึงผู้มีไว้ในครอบครองของเสีย อันตราย มากกว่า 1,000 กก.ต่อเดือน ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายขนาดกลางหมายถึงผู้มีไว้ในครอบครองของเสียอันตราย มากกว่า 100 กก.ต่อเดือน แต่น้อยกว่า1,000 กก./เดือน ยกเว้นผู้มี ไว้ใน

ครอบครองของเสียอันตราย น้อยกว่า 100 กก./เดือน ที่ถือเป็นผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ขนาดเล็ก ซึ่งไม่ต้องปฏิบัติตามระบบดังกล่าว

2.3.3.3 กำหนดลักษณะการกักเก็บ ข้อกำหนดการครอบครอง

2.3.3.4 จัดทำใบกำกับการขนส่ง การตรวจสอบ และการแจ้งการรับมอบ

2.3.3.5 จัดทำรายงานประจำปี

2.3.4 พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัตินี้ได้กำหนดเรื่องการกำจัดของเสีย และกำหนดเกณฑ์ควบคุมเหตุเดือดร้อน รำคาญของส่วนรวมที่เกิดจากกลิ่น แสงรังสี เสียง ความร้อน สารอันตราย ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ขี้เถ้าพิษ ที่ มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ตามความในพระราชบัญญัตินี้ได้มีบทบัญญัติเรื่องเหตุรำคาญ ซึ่ง กำหนดให้

2.3.4.1 โรงงานหรือสถานที่ประกอบการใดไม่มีการระบายอากาศ การระบายน้ำ การกำจัดสิ่งปฏิกูล หรือการควบคุมสารเป็นพิษหรือมีแต่ไม่มีการควบคุมให้ปราศจากกลิ่นเหม็นหรือละอองสาร เป็นพิษอย่างพอเพียงจนเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2.3.4.2 การกระทำใด ๆ อันเป็นเหตุให้เกิดกลิ่น แสงรังสี เสียง ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ละออง เขม่า เถ้า

2.3.4.3 กรณีอื่นใด จนเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่ต้องประสบเหตุนั้น ถือว่าเป็นเหตุรำคาญอย่างหนึ่ง

ซึ่งเหตุรำคาญเหล่านี้ได้มีการระบุถึงการรับโทษของผู้ที่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญไว้ในดังนี้

มาตรา 26 ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจห้ามผู้หนึ่งผู้ใดมิให้ก่อเหตุรำคาญในที่หรือทาง สาธารณะหรือสถานที่เอกชน รวมทั้งการระงับเหตุรำคาญด้วยในนี้ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจออกคำสั่ง เป็นหนังสือเพื่อระงับ กำจัดและควบคุมเหตุรำคาญต่าง ๆ ได้

มาตรา 28 ในกรณีที่มีเหตุรำคาญเกิดขึ้นในสถานที่เอกชน ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจ ออกคำสั่งเป็นหนังสือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองสถานที่นั้นระงับเหตุรำคาญภายในเวลาอันสมควรตามที่ ระบุไว้ในคำสั่งและถ้าเหตุรำคาญเกิดขึ้นจากการกระทำ การละเลย หรือการยินยอมของเจ้าของ หรือผู้ครอบครองสถานที่นั้น เจ้าของหรือผู้ครอบครองสถานที่ดังกล่าวต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายสำหรับการ นั้น การปลดปล่อยของเสียที่เป็นสารพิษที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อน แก่ผู้อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงถือเป็นเหตรำคาญที่ต้องได้รับโทษอย่างหนึ่ง

2.3.5 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2561)

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2561) ซึ่งในพระราชบัญญัติฉบับนี้ได้ให้นิยาม

ของเสีย หมายความถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสาร หรือวัตถุอันตรายอื่น ใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลวหรือก๊าซ

วัตถุอันตราย หมายความถึง วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม โดยได้กำหนดมาตราการดังต่อไปนี้

1) มาตรการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากโครงการ เช่น สถานที่กำจัดของเสียอันตราย

2) กำหนดอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และราชการส่วนท้องถิ่นให้เกิดการประสานงานและมีหน้าที่ร่วมกันในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม กำหนดแนวทางปฏิบัติในส่วนที่ไม่มีหน่วยงานใดรับผิดชอบโดยตรง

3) กำหนดมาตรการควบคุมมลพิษด้วยการจัดให้มีระบบบำบัดอากาศเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดของเสีย และเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับมลพิษ

4) กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดมลพิษให้เป็นไปโดยชัดเจน

5) กำหนดความรับผิดชอบของผู้ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้

กำหนดบทบัญญัติเกี่ยวกับการควบคุมและจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายดังนี้

1) มาตรา 78 การเก็บรวบรวม การขนส่งและการกระทำใด ๆ เพื่อบำบัด และขจัดมูลฝอย และของ เสียที่อยู่ในสภาพเป็นของแข็ง ฯลฯ ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น

2) มาตรา 79 ในกรณีที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้เฉพาะให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของเสียอันตราย การใช้สารเคมี หรือวัตถุอันตราย ฯลฯ พร้อมหลักเกณฑ์ มาตรการ และวิธีการควบคุมการเก็บรวบรวม การจัดการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายดังกล่าว

3) มาตรา 57 ในกรณีที่ส่วนราชการอื่นที่มีอานาจหน้าที่โดยตรง แต่ไม่ใช้อำนาจตาม กฎหมาย กำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว ให้ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรและ สิ่งแวดล้อม มีอำนาจกำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวได้และถือเป็นมาตรฐานตามกฎหมายในเรื่องนั้น

จากกฎหมายและประกาศข้อกำหนดตามพระราชบัญญัติของกระทรวงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ จัดการของเสียเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการและมีการบังคับใช้ในปัจจุบันทั้งห้าฉบับนั้นพบว่ากฎหมาย และข้อกำหนดเหล่านี้ได้ให้นิยามและความหมายของคำว่าของเสียอันตราย พร้อมกำหนดคุณสมบัติและลักษณะของเสียอันตรายและของเสียเคมีวัตถุอันตรายที่ต้องมีการจัดการอย่างถูกต้องและเหมาะสมไว้ พร้อม กำหนดบทบัญญัติเกี่ยวกับการควบคุมและจัดการสารเคมีและของเสียอันตราย รวมถึงการปลดปล่อยของ เสียที่เป็นสารพิษที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยบริเวณ ใกล้เคียงถือเป็นเหตุรำคาญที่ต้องได้รับโทษตามกฎหมาย ซึ่งหมายรวมถึงของเสียจากห้องปฏิบัติการที่มี คุณสมบัติและลักษณะเป็นของเสียอันตรายและของเสียเคมีวัตถุอันตรายดังกล่าว แต่เนื่องจากห้องปฏิบัติการ แต่ละแห่งมีการผลิตของเสียที่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อเดือนจึงถือเป็นผู้ก่อกำเนิดของเสียขนาดเล็กที่ได้รับการยกเว้นและไม่ต้องปฏิบัติตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายซึ่งจัดให้ต้องมีการรายงาน การกักเก็บ การครอบครอง การตรวจสอบ การแจ้งการรับมอบและการทำรายงานประจำปีดังกล่าว

2.4 การจัดการของเสียที่เป็นอันตราย

อนามัย และความปลอดภัยของมนุษย์ ทั้งโดยทางตรง และทางอ้อม ภาวการณ์เช่นนี้ได้เกิดขึ้นแล้วในปัจจุบัน และมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงขึ้นในอนาคต จึงควรจัดการของเสียที่เป็นอันตรายอย่างเหมาะสม เริ่มตั้งแต่เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาจนกระทั่งของเสียดังกล่าวได้รับการกำจัดในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนในการจัดการควรทำเป็นระบบครบวรจร ดังนี้ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 17)

2.4.1 การลดปริมาณการผลิตของเสีย

การลดปริมาณการผลิตของเสียที่เป็นอันตราย นับเป็นการจัดการที่ต้นเหตุ ซึ่งทำให้เกิดปัญหา การทำให้มีปริมาณของเสียที่เป็นอันตรายเกิดขึ้นน้อยลง อาจทำได้หลายวิธี คือ

2.4.1.1 เปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตให้ มีสารอันตรายน้อยที่สุด

2.4.1.2 เปลี่ยนแปลงวัสดุ และขนาดของภาชนะ หีบห่อ

2.4.1.3 เปลี่ยนแปลงขบวนการผลิต ให้มีของเสียจากการผลิตน้อยที่สุด

2.4.1.4 ใช้สารที่ไม่เป็นอันตราย หรือมีอันตรายน้อยกว่า แต่ให้ผลไม่แตกต่างกัน แทนการใช้สารที่เป็นอันตรายในการผลิต

2.4.1.5 แยกของเสียกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่

2.4.2 การเก็บกักของเสียการเก็บขนและการขนส่ง

2.4.2.1 การเก็บกักของเสียที่เป็นอันตราย หมายถึง การเก็บรวบรวมของเสียที่เป็นอันตราย ณ จุดกำเนิด ในระหว่างเวลาที่รอการเก็บขนไปกำจัด หรือทำลาย การเก็บกักของเสียที่เป็น

อันตราย นิยมเก็บไว้ในถัง ซึ่งมีทั้งที่ทำด้วยโลหะ พลาสติก ไฟเบอร์กลาสส์ และแก้ว แต่ถ้ามีปริมาณมาก ๆ อาจเก็บไว้ในบ่อก็ได้ แต่ต้องทำคันดินล้อมรอบ และต้องบุพื้นบ่อและผนังโดยรอบบ่อด้วยวัสดุกันซึม และมีท่อสำหรับรวบรวมน้ำเสียที่อาจ เกิดการรั่วไหลออกไปบำบัดด้วย หลักการสำคัญในการเก็บกักของเสียที่เป็นอันตราย ได้แก่

1) ไม่นำของเสียที่เป็นอันตรายและของเสียที่ไม่เป็นอันตราย มาเก็บกักไว้ในภาชนะเดียวกัน

2) ไม่นำของเสียที่เป็นอันตรายที่อาจทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรงต่อกันมาเก็บกักไว้ในภาชนะเดียวกัน เพราะอาจทำให้เกิดระเบิด ไฟไหม้ หรือทำให้เกิดควันพิษขึ้นได้ เช่น ของเสียที่เป็นกรด ไม่ควรเก็บไว้ภาชนะเดียวกันกับของเสียที่เป็นด่าง หรือของเสียที่เป็นสารติดไฟ เช่น โพแทสเซียม คลอรีน แอลกอฮอล์ เป็นต้น

3) เลือกชนิดของวัสดุที่ใช้ทำภาชนะเก็บกัก โดยคำนึงถึงลักษณะคุณสมบัติของของเสียที่จะบรรจุด้วย เช่น ของเสียที่เป็นกรดหรือด่าง ไม่ควรเก็บในถังที่ทำด้วยโลหะ เพราะจะเกิดการกัดกร่อนของถัง ควรเก็บไว้ในถังที่ทำด้วยไฟเบอร์กลาสส์ แก้ว หรือพลาสติกชนิดที่ทนการกัดกร่อนได้แทน แต่ถ้าเป็นของเสียที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนอาจเก็บในถังโลหะได้ สำหรับของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสีควรเก็บในถังที่ทำด้วยตะกั่ว และหุ้มด้วยคอนกรีตอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการรั่วไหลของรังสี

4) ทำลายฤทธิ์หรือลดพิษของเสียที่มีความเป็นพิษลงก่อน

5) จัดสถานที่ที่เก็บกักของเสียที่เป็นอันตรายให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย และเหมาะสม เช่น มีการระบายอากาศที่ดี ไม่อบอ้าว อยู่ห่างจากบ้านพักอาศัย หรือที่เก็บเชื้อเพลิง เป็นต้น

2.4.2.2 การเก็บขน และการขนส่งของเสียที่เป็น อันตราย หมายถึง การเก็บรวบรวมของเสียที่เป็นอันตราย ที่เก็บกักไว้ ณ จุดกำเนิด เพื่อลำเลียง หรือเคลื่อนย้ายไปทำการบำบัดและกำจัดทำลาย การเก็บขน และขนส่งของเสียที่เป็นอันตราย สามารถทำได้ทั้งโดยการใช้รถยนต์ เรือ หรือ รถไฟ การบรรทุกของเสียไปกำจัดอาจทำได้ 2 วิธี คือ สูบของเสียใส่ในตัวถังบรรทุกของพาหนะ ซึ่งปกปิดมิดชิดทุกด้าน และใส่ของเสียในถังที่ มีฝาปิดมิดชิดและตั้งวางเรียงในตัวถังบรรทุกของพาหนะ

พาหนะที่ใช้เก็บขนของเสียที่เป็นอันตราย ควรจะมีลักษณะแตกต่างจากพาหนะทั่วไป เช่น ต้องแข็งแรง สามารถป้องกันการรั่วซึมไหลของของเสีย ในกรณีอุบัติเหตุมีสัญลักษณ์ หรือคำเตือนให้รู้ว่าเป็นของเสียที่เป็นอันตราย ต้องมีระบบควบคุมไม่ให้ของเสียหกหล่นระหว่างการขนส่ง

2.4.3 การบำบัดหรือทำลายฤทธิ์

การบำบัดของเสียที่เป็นอันตราย หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพหรือทางเคมีของของเสีย หรือสารพิษที่เจือปนอยู่ในของเสีย เช่น ลดปริมาตรให้น้อยหรือหมดความเป็นพิษ หรือมีความเป็นพิษน้อยลง หรืออยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถแสดงความเป็นพิษออกมาได้ เพื่อสะดวกต่อการกำจัดทำลายในขั้นต่อไป การบำบัดของเสียสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

2.4.3.1 ทำให้เป็นก้อน

โดยนำของเสียมาผสมกับซีเมนต์ หรือคอนกรีต ทำให้เป็นก้อน หรือนำมาเก็บในภาชนะ และหุ้มด้วยซีเมนต์ หรือคอนกรีต ป้องกันไม่ให้ของเสียถูกชะล้างหลุดออกมาได้ วิธีนี้ส่วนใหญ่ใช้กับของเสียที่มีลักษณะเป็นของแข็ง หรือกึ่งของแข็ง เช่น กากตะกอนของของเสียที่มีสารโลหะหนักเจือปนอยู่ ตัวอย่างของเสียที่นิยมบำบัดด้วยวิธีนี้ ได้แก่

1) ของเสียที่มีสารปรอทเจือปน เช่น ซากหลอดฟลูออเรสเซนซ์ ให้นำมาบดให้มีขนาดเล็กลง แล้วเติมสารละลายของโซเดียมซัลไฟด์ เพื่อให้ได้สารประกอบของปรอทที่คงตัว จากนั้นจึงนำไปผสมกับซีเมนต์ หล่อให้เป็นก้อน นำเก็บรวมไว้ หรือไปฝังดิน

2) ของเสียที่มีสารแมงกานีสเจือปน เช่น ซากแบตเตอรี่ ซากถ่านไฟฉาย ให้นำมาบดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วเติมสารละลายด่าง เช่น ปูนขาว ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปผสมกับซีเมนต์ทำให้เป็นก้อน

2.4.3.2 ทำให้แห้ง

โดยการนำมาผึ่ง กรอง ปั่น หรือบีบเอาน้ำออก วิธีนี้เป็นการทำให้ปริมาตรของเสียลดลง นิยมใช้สำหรับการบำบัดของเสียที่มีลักษณะกึ่งของแข็ง หรือกากตะกอน เช่น กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

2.4.3.3 ให้เป็นกลาง

ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดจะสามารถกัดกร่อนวัสดุต่าง ๆ ได้ จึงต้องทำให้มีฤทธิ์เป็นกลาง โดยการเติมด่างลงไป ในทำนองเดียวกัน ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะเติมกรดลงไป เพื่อทำให้มีฤทธิ์เป็นกลาง

2.4.3.4 ใช้สารเคมีทำลายฤทธิ์

โดยการเติมสารเคมี เพื่อให้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารพิษเจือปนอยู่ในของเสีย เพื่อทำให้สารพิษนั้นอยู่ในรูปของสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งไม่เป็นพิษ ตัวอย่างเช่น ของเสียจำพวกยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช และยากำจัดเชื้อรา จะใช้สารละลายด่าง เช่น ปูนขาว เพื่อทำลายฤทธิ์ของตัวยาแต่ละชนิด

2.4.3.5 ใช้สารเคมีทำให้ตกตะกอน

โดยการเติมสารเคมี เพื่อทำให้สารที่เจือปนอยู่ในของเสีย ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายแยกตัว และตกตะกอนออกมา สารเคมีที่นิยมใช้ในการตกตะกอน ได้แก่ ปูนขาว

2.4.3.6 ใช้ขบวนการชีววิทยา

เป็นการบำบัดของเสีย เพื่อลดปริมาณของเสีย ที่สามารถกำจัดได้ด้วยจุลินทรีย์ เช่น สารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลาย และเปลี่ยนสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปเป็นก๊าซ และได้เซลล์ของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น หรือโดยการใช้เอนไซม์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นในการย่อยสลายสารต่าง ๆ

2.4.3.7 ใช้เตาเผา

เตาเผาที่ใช้เผาของเสียที่เป็นอันตราย จะต้องเป็นเตาเผาที่มีอุณหภูมิการเผาสูง และมีระบบควบคุมสารมลพิษ ที่เกิดจากการเผาด้วย เช่น ระบบดักฝุ่นและก๊าซ ระบบบำบัดน้ำเสีย วิธีนี้นิยมใช้บำบัดของเสีย จำพวกกากน้ำมัน และของเสียอื่น ๆ ที่มีสารอันตรายเจือปนอยู่ในปริมาณไม่สูงมากนัก ตลอดจนของเสียที่ผ่านการทำลายฤทธิ์มาบ้างแล้ว

2.4.4 การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์

การนำของเสียมาใช้ประโยชน์ สามารถทำได้หลายลักษณะ

2.4.4.1 คัดแยกนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธีบางอย่าง เช่น ตกตะกอน กลั่นแยกด้วยไฟฟ้าในสารตัวทำละลาย ใช้สารเคมีทำปฏิกิริยา ของเสียที่นิยมคัดแยกนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ กากน้ำมัน สารตัวทำละลายใช้แล้ว สารตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้แล้ว และของเสียที่มี โลหะหนักเจือปน เป็นต้น

2.4.4.2 นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในขบวนการผลิตอื่น

2.4.4.3 แปรสภาพของเสียไปใช้ประโยชน์ ในรูปพลังงาน เช่น นำของเสียไปเผาเพื่อนำความร้อนไปใช้ประโยชน์

การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ นอกจากจะช่วยลดปริมาณของเสียที่ต้องนำมากำจัดแล้ว ยังเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ ที่จะต้องนำมาใช้ในขบวนการผลิต ตลอดจนประหยัดพลังงานที่ใช้ในการผลิต และการกำจัดอีกด้วย

2.4.5 การกำจัดของเสียในขั้นตอนสุดท้าย

การกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายในขั้นสุดท้าย หมายถึง การทำให้ของเสียนั้นหมดไปโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัย และความปลอดภัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของระบบการจัดการของเสีย วิธีการกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายที่นิยมใช้ ได้แก่

2.4.5.1 ฝังดิน คือ การนำของเสียไปฝังในบ่อดินที่ขุดเตรียมไว้ ต้องบุก้นบ่อและผนังโดยรอบ ด้วยวัสดุกันซึม เช่น ดินเหนียว หรือแผ่นพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสีย หรือน้ำเสีย

จากของเสียไหลซึมออกไปปนเปื้อนภายนอก โดยที่ก้นบ่อจะมีท่อรับน้ำเสีย เพื่อนำไปบำบัดด้วย และเมื่อฝังของเสียจนเต็มบ่อแล้ว จะต้องปิดบ่อด้วยแผ่นพลาสติก หรือดินเหนียวด้วย

2.4.5.2 ทิ้งทะเล โดยบรรจุของเสียใส่ภาชนะที่ปิดมิดชิด ป้องกันการรั่วไหลของของเสีย แล้วนำไปทิ้งในทะเลลึก ไม่น้อยกว่า 2,000 – 4,000 เมตร ให้ภาชนะที่บรรจุของเสียนั้นวางอยู่บนชั้นดิน หรือชั้นทรายของทะเล หรือให้ภาชนะนั้น ฝังลงในชั้นดิน หรือชั้นทรายของทะเลที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 10 – 30 เมตร

2.4.5.3 ปล่อยให้ซึมในชั้นดิน โดยอัดฉีดของเสียลงในบ่อที่มีระดับความลึกกว่าระดับน้ำใต้ดิน และน้ำบาดาล เพื่อให้ของเสียนั้นซึม และกระจายอยู่ในชั้นดิน โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วภัคธีมา ตาลประสาท (2558) พัฒนาระบบการจัดการของเสียสารเคมีและวัตถุอันตรายของโรงพยาบาลเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ทัศนคติและพฤติกรรมที่แตกต่างกันจึงไปสู่แนวทางในการ พัฒนาระบบการจัดการของเสียสารเคมีและวัตถุอันตรายของโรงพยาบาลโดยมีการดำเนินการพัฒนาระบบตั้งแต่กระบวนการนำเข้า จนถึงกระบวนการจัดทำลาย ส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรให้ความรู้ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านการจัดการของเสียสารเคมีและวัตถุอันตราย มีการขับเคลื่อน และเผยแพร่นโยบายที่เป็นแนวทางปฏิบัติเดียวกัน หน่วยงานที่รับผิดชอบมีการดำเนินงานและปฏิบัติงานด้านการจัดการที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม มีการติดตาม ควบคุม และตรวจสอบผลการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงปรับปรุงอาคารสถานที่ให้ถูกต้องเพื่อให้ระบบการจัดการของเสียสารเคมีและวัตถุอันตรายของโรงพยาบาลเป็นไปตามมาตรฐานและนโยบายหลัก

วรินธร ชาติสุภาพ (2560) ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่พบว่าการพัฒนาคู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ข้อบังคับ ระเบียบกำกับ จะทำให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจัง

สุกจิตต์ ภูมิ, เมตตา เก่งชูวงศ์ และชมพู่ เหนือศรี (2561) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และพบว่าแนวทางที่ควรดำเนินการในเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คือการตั้งข้อกำหนดกฎระเบียบการใช้ห้องให้ชัดเจน ชี้แจงให้ผู้ใช้บริการรับทราบ จัดอบรมให้ความรู้ความเข้าใจในการใช้และดูแลเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จัดสรรงบประมาณการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี ให้เพียงพอกับความต้องการในด้านการเรียนการสอน รวมถึงการพัฒนาด้านจิตใจสร้างความตระหนักให้เกิดขึ้นเพื่อเป็นการพัฒนาระบบการจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิษณุพงษ์ ห้วยกรดวัฒนา และพัชรา สินลอยมา (2563) ซึ่งทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หน่วยงานและเจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจในการคัดแยกประเภทของเสียแต่ละชนิดไม่เพียงพอ กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในปัจจุบันให้อำนาจเจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอ ทำให้ดำเนินการล่าช้า แนวทางในการพัฒนาการจัดการของเสียคือ ควรมีการจัดอบรมสำหรับประชาชนและเจ้าหน้าที่ ให้หน่วยงานของรัฐหางบประมาณในการดำเนินการ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการและพิจารณาบทลงโทษหากมีการฝ่าฝืนกระทำการเก็บและกำจัดขยะอย่างไม่ถูกวิธี

Elizabeth de Souza Nascimento and Alfredo Tenuta Filho (2010) ทำการวิจัยเรื่อง การลดความเสี่ยงของเสียทางเคมีและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมห้องปฏิบัติการในสถาบันวิจัยและการสอน และเสนอให้มีการระบุกฎหมาย คำสั่งและแนวทางที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดการสร้างของเสีย เช่น การลด การใช้ซ้ำ และการรีไซเคิลสารเคมี เพื่อให้การแก้ปัญหาเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม

นิวรณ์รณ อินทรมนตรี (2543) ศึกษาของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลา ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทและวิธีการบำบัดที่ใช้ ได้แก่ ของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี ของเสียจากการวิเคราะห์ทีเคเอ็น ของเสียที่มีองค์ประกอบเป็นปรอท ของที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีธาตุฮาโลเจน พบว่าของเสียที่มีปริมาณมากที่สุด ได้แก่ ของสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี จึงเป็นของเสียที่ควรให้ความสำคัญในการจัดการเป็นอันดับแรก แนวทางในการกำจัดประกอบด้วย การแยกประเภท, การเก็บ, การกักเก็บ, การบำบัด และการกำจัด ควรนำมาใช้ในระบบการดำเนินงานของหน่วยงาน รวมทั้งคำนึงถึงการลดปริมาณของการเกิดของเสียอันตราย และการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่

เสาวนีย์ สัตยดิษฐ์ และนิรวรรณ แสนโพธิ์ (2556) ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิจัยวิทยาศาสตร์ทางสัตวแพทย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ใช้วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงคุณภาพ ปริมาณการเกิดและประเภทของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมี แนวทางการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมซึ่งได้จากการนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับหลักวิชาการในการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ และนำมาจัดทำเป็นร่างแนวทางการจัดการของเสียที่เหมาะสมเสนอต่อกลุ่มประชากรศึกษาเพื่อรับฟังข้อคิดเห็น และร่วมพิจารณาความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา

เสรีย์ ตู้ประกาย และ สิรวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย. (2556). ศึกษาปริมาณ และแนวทางการจัดการขยะอันตรายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงสำรวจมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจปริมาณ ชนิดของเสียอันตราย การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ ในการเก็บข้อมูล 9 ภาควิชา พบขยะอันตรายที่เป็นกรดมากที่สุดร้อยละ

65.74 และในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาทิ้งของเสียอันตรายมากที่สุด คือ ถ่านไฟฉาย และขวดน้ำยาทำความสะอาด รองลงมาคือ หลอดไฟแบบต่าง ๆ ตัวแทนจากหน่วยงานเห็นด้วยที่มหาวิทยาลัยควรมีหน่วยจัดการส่วนกลางเพื่อดำเนินการเรื่องของเสียอันตราย และมหาวิทยาลัยควรมีการกำหนดนโยบาย มาตรการ กฎระเบียบ ข้อบังคับ และงบประมาณในด้านการจัดการของเสียอันตรายเพื่อบังคับใช้ในแนวทางเดียวกัน

Lara, E.R., Rosa, J.R., Castillo, A.I.R, Cerino - Cordova, F.J, Chuken, U.J.L, Delgadillo, S.S.F and Rivas – García. (2017) ได้ทำการศึกษาการจัดการของเสียอันตราย จุดประสงค์เพื่อกำจัดและลดปริมาณของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วยกรดในสถานะของเหลวมากที่สุด ซึ่งเป็นพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อน ผลการศึกษา พบว่าการจัดการของเสียอันตรายด้วยการจัดหมวดหมู่และวิธีการกำจัดของเสียอันตรายสามารถนำไปสู่ผลดีต่อสภาพแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาเพื่อลดปริมาณของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารเคมีในการเรียนการสอนยังคงเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นที่ยอมรับมากกว่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยการจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาและห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณของเสียโดยใช้แบบสำรวจและแบบบันทึกข้อมูล แยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น และยึดแนวทางการดำเนินงานการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการของกรมควบคุมมลพิษเป็นแม่แบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้และแนวทางในการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยจะมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้การวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งสิ้น 188 คน แบ่งเป็น

3.1.1.1 นักศึกษา สาขาวิชาเคมี จำนวน 28 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 6 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 5 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 16 คน
4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน

3.1.1.2 นักศึกษา สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 75 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 21 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 27 คน
4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 18 คน

3.1.1.3 นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 85 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 29 คน
2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน
3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 25 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 11 คน

3.1.1.4 เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี จำนวน 1 คน

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 1 คน

3) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 1 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษา กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณสัดส่วนประชากร (Cluster Random Sampling) ซึ่งสามารถระบุกลุ่มตัวอย่างได้ ดังนี้

3.1.2.1 สาขาวิชาเคมี จำนวน 22 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 4 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 10 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน

3.1.2.2 สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 47 คน ประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1 จำนวน 9 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 7 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 18 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 13 คน

3.1.2.3 สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 28 คนประกอบด้วย

1) ชั้นปีที่ 1จำนวน 14 คน

2) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 11 คน

3) ชั้นปีที่ 3 จำนวน 13 คน

4) ชั้นปีที่ 4 จำนวน 6 คน

3.1.2.4 เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 คน

1) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี จำนวน 1 คน

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 1 คน

3) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 1 คน

ภาพที่ 5 นักศึกษากลุ่มตัวอย่างในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 3 รายละเอียดห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะ	**สาขาวิชา**	**ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์**	**หมายเลขห้อง**	**กิจกรรม**
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เคมี	ห้องปฏิบัติการทางเคมี	1012	การเรียนการสอนและการวิจัย
			1013	
			1016	
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชีววิทยา	ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	13409	การเรียนการสอนและการวิจัย
			13461	
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	30308	การเรียนการสอนและการวิจัย
รวม	**3 สาขาวิชา**	**3 ห้องปฏิบัติการ**	**6 ห้อง**	**1 กิจกรรม**

จากตารางที่ 3 ผลของการสำรวจการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า สาขาวิชาที่ใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 3 สาขาวิชา ซึ่งใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน คือ สาขาวิชาเคมี ใช้ห้องปฏิบัติการทางเคมี จำนวน 3 ห้อง สาขาวิชาชีววิทยา ใช้ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา จำนวน 2 ห้อง

และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 1 ห้อง ตามลำดับเพื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนและการวิจัย โดยมีผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชาจำนวน สาขาวิชาละ 1 คน เมื่อทำการสำรวจห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม กิจกรรมส่วนใหญ่มาจากการเรียนการสอนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย ผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลรายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาที่มีปฏิบัติการทั้งหมดจากนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2562 (1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 – 25 เมษายน พ.ศ. 2563) ดังแสดงในตารางที่ 4 – 9

ตารางที่ 4 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ชั้นปี	สาขาวิชา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนการทดลอง (ครั้ง)
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	2	ชีววิทยา	9	3
		4	ชีววิทยา	1	1
2	รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2	2	เคมี	5	5
3	รายวิชาปฏิบัติการชีวเคมี 1	4	เคมี	1	1
4	รายวิชาปฏิบัติการชีวเคมี 2	4	เคมี	1	1
5	รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์	2	เคมี	5	5
6	รายวิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1	3	เคมี	16	4
7	รายวิชาปฏิบัติการเคมีเบื้องต้น	1	เคมี	6	6
			ชีววิทยา	21	7
			วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	29	6
8	รายวิชาปฏิบัติการเคมีอนินทรีย์ 2	3	เคมี	16	4
9	รายวิชาปริมาณวิเคราะห์	3	ชีววิทยา	27	9
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาปฏิบัติการเคมีอนินทรีย์ 1	2	เคมี	5	5
2	รายวิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 2	3	เคมี	16	4

ตารางที่ 4 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ชั้นปี	สาขาวิชา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนการทดลอง (ครั้ง)
3	รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	1	เคมี	6	6
4	รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์	2	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	20	5
รวม	**13 รายวิชา**	**4 ชั้นปี**	**3 สาขาวิชา**	**184**	**72**

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเก็บจากจำนวนการทดลองของแต่ละรายวิชา เนื่องจากการทดลองแต่ละครั้งได้ทำการแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม โดยนักศึกษาแต่ละชั้นปีของแต่ละสาขาวิชาเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเข้าใช้ห้องปฏิบัติซ้ำในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 4 ผลของการใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมี พบว่า ในปีการศึกษา 2562 การใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษา มีการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 13 รายวิชา จากนักศึกษา 4 ชั้นปี ใน 3 สาขาวิชา โดยสาขาวิชาเคมีมีการใช้ห้องปฏิบัติการเป็นอันดับที่ 1 (นักศึกษา จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 41.85) สาขาวิชาชีววิทยามีการใช้ห้องปฏิบัติการเป็นอันดับที่ 2 (นักศึกษา จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 31.52) และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีการใช้ห้องปฏิบัติการน้อยที่สุด (นักศึกษา จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 26.63)

ตารางที่ 5 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ชั้นปี	สาขาวิชา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนการทดลอง (ครั้ง)
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาปฏิบัติการจุลชีววิทยา	2	ชีววิทยา	9	3
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาการวิทยาแบคทีเรีย	3	ชีววิทยา	27	6
2	รายวิชาจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	3	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	25	5
รวม	**3 รายวิชา**	**2 ชั้นปี**	**2 สาขาวิชา**	**61**	**14**

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเก็บจากจำนวนการทดลองของแต่ละรายวิชา เนื่องจากการทดลองแต่ละครั้งได้ทำการแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม โดยนักศึกษาแต่ละชั้นปีของแต่ละสาขาวิชาเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเข้าใช้ห้องปฏิบัติซ้ำในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 5 ผลของการใช้งานห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบว่า ในปีการศึกษา 2562 การใช้งานห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาของนักศึกษา มีการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 3 รายวิชาจากนักศึกษา 2 ชั้นปี ใน 2 สาขาวิชา โดยสาขาวิชาชีววิทยามีการใช้ห้องปฏิบัติการเป็นอันดับที่ 1 (นักศึกษา จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 59.02) และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีการใช้ห้องปฏิบัติการรองลงมา (นักศึกษาจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 40.98)

ตารางที่ 6 รายละเอียดการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ชั้นปี	สาขาวิชา	จำนวนนักศึกษา (คน)	จำนวนการทดลอง (ครั้ง)
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	3	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	25	10
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562					
1	รายวิชาการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล	3	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	25	10
รวม	**2 รายวิชา**	**1 ชั้นปี**	**1 สาขาวิชา**	**50**	**20**

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเก็บจากจำนวนการทดลองของแต่ละรายวิชา เนื่องจากการทดลองแต่ละครั้งได้ทำการแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม โดยนักศึกษาแต่ละชั้นปีของแต่ละสาขาวิชาเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเข้าใช้ห้องปฏิบัติซ้ำในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 6 ผลของการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบว่า ในปีการศึกษา 2562 การใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา มีการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 2 รายวิชาจากนักศึกษา 1 ชั้นปี ใน 1 สาขาวิชา คือ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีนักศึกษา จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00)

3.2 พื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล

พื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อเก็บข้อมูลของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย

3.2.1 ห้องปฏิบัติการทางเคมี หมายเลขห้อง 1012, 1013 และ 1016

3.2.2 ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา หมายเลขห้อง 13409 และ 13461

3.2.3 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หมายเลขห้อง 30308

ภาพที่ 6 อาคารห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

3.3 ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการเก็บข้อมูลและวิจัยปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตราย ในช่วงปีการศึกษา 2562 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2563

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสำรวจและแบบสอบถาม จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

3.4.1 ชุดที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตราย เป็นแบบสำรวจข้อมูลจากแบบบันทึกมาตรฐานของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (2554) เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3.4.2 ชุดที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ เป็นแบบสอบถามประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ (2553) เพื่อใช้ในการประเมินการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ

3.4.3 ชุดที่ 3 ทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ เป็นแบบสอบถามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย จากรายงานโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (2558) เพื่อใช้ในการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ระหว่างระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 – 25 เมษายน พ.ศ. 2563 มีดังนี้

3.5.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

3.5.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการก่อนอบรมให้ความรู้ โดยใช้แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตราย (ชุดที่ 1) ที่ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และปริมาณและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 7 แสดงให้เห็นการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการก่อนดำเนินการวิจัย ซึ่งขาดการจัดการของเสีย ส่งผลให้เกิดปะปนกันของของเสียอันตรายประเภทต่างๆ เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ

3.5.1.3 เข้าพบเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ นักศึกษา เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการ

3.5.1.4 ประเมินระดับพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการและทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการก่อนดำเนินการวิจัย โดยใช้แบบประเมินกับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ก่อนดำเนินการวิจัย

3.6 การดำเนินการทดลอง

3.6.1 ประเมินข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นเบื้องต้นโดยการคำนวนปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบปฏิบัติการ (Direction Lab) และบันทึกข้อมูลปริมาณของเสียจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา โดยการจำแนกของเสียตามระบบ Chemtrack & wastetrack จากการใช้แบบสำรวจ ชุดที่ 1 (หัวข้อ 3.5.1.2) แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตราย

3.6.2 จัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการแก่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาโดยใช้คู่มือการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ ซึ่งดัดแปลงและปรับจากคู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ของสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548) และคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2558) ในส่วนของ ESPREL Checklist ด้านที่ 3 เรื่อง ระบบการจัดการของเสีย สำหรับประเมินสถานภาพการจัดการของเสียภายในห้องปฏิบัติการทั้งระบบข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาในกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ โดยดำเนินการอบรมเป็นเวลา 1 วัน ในวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 (ต้นภาคการศึกษาที่ 1/2562)

3.6.3 ดำเนินการหลังการอบรมให้ความรู้ โดยการสำรวจรายการสารเคมีในห้องปฏิบัติการรวบรวมฐานข้อมูลสารเคมี จัดกลุ่มสารเคมีตามระบบ GHS (Globally Harmonised System for

Classification and labeling of Chemicals) ติดฉลาก และแสดงรายละเอียดบนเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet : SDS) โดยสร้าง QR – Code เพื่อสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี

ภาพที่ 8 QR – Code เอกสารข้อมูลความปลอดภัย *(*Safety Data Sheet *:* SDS*)*
ที่มา: Qrcodemonkey, 2019.

3.6.4 ดำเนินการแยกของเสียประเภทที่อันตรายออกเป็นกลุ่มและดำเนินการจัดการของเสียอันตรายโดยนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ผ่านการอบรม ดังนี้

3.6.4.1 แยกของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste)

1) แยกของแข็ง ได้แก่ สารเคมีหมดอายุ ตัวอย่างดิน ตัวอย่างฝุ่น (จากการเก็บอากาศ) ที่มีความเป็นพิษ หรือมีความเข้มข้นของโลหะเกินเกณฑ์มาตรฐาน นำไปรวบรวมเพื่อส่งกำจัด โดยภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมของเสียอันตรายทุกใบ ต้องปิดฉลากแสดงให้เห็นชัดเจน

2) แยกของเหลว ได้แก่ สารละลายกรด–ด่าง ที่มีโลหะผสมปริมาณสูง (Acidic Aqueous with Metals) โดยภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมของเสียอันตรายทุกใบ ต้องปิดฉลากแสดงให้เห็นชัดเจน

3) แยกของเสียทางชีวภาพ ได้แก่ การทดสอบแบคทีรีย ดำเนินการเก็บรวบรวมและฆ่าเชื้อภายใน 3 วันแล้วกำจัดทิ้ง โดยภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมของเสียอันตรายทุกใบต้องปิดฉลากแสดงให้เห็นชัดเจน

ภาพที่ 9 การดำเนินการจัดการของเสียอันตราย

ภาพที่ 10 การดำเนินการแยกของเสียประเภทที่อันตรายออกเป็นกลุ่ม

3.6.5 ประเมินระดับทัศนะคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการหลังการดำเนินการวิจัย (Postest) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 3 แบบสอบถามทัศนะคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

3.6.6 สรุปผลเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และประเมินผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อการประมวลผลข้อมูลโดยใช้สถิติที่เหมาะสม

3.6.7 สรุปประเด็นปัญหาและนำข้อมูลที่รวบรวมและดำเนินการทดลองที่ได้วิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 11 การดำเนินติดตามผลหลังการกำจัดของเสียก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบาย

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.7.1.1 ผลการประเมินปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายใน

ห้องปฏิบัติการ ซึ่งแสดงผลเป็นร้อยละของแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมของทุกองค์ประกอบเปรียบเทียบตามช่วงเวลาที่ดำเนินการปรับปรุงก่อนและหลังการจัดอบรม

3.7.1.2 ผลคะแนนการประเมินพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งแสดงผลเป็นร้อยละของแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมของทุกองค์ประกอบเปรียบเทียบตามช่วงเวลาที่ดำเนินการปรับปรุงก่อนและหลังการจัดอบรม ข้อมูลความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลที่มีความหมายในกลุ่มการจัดการของเสียอันตรายมาจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ แล้วจึงสรุป ประเด็นหลัก

3.7.1.3 ผลคะแนนการประเมินทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งแสดงผลเป็นร้อยละของแต่ละองค์ประกอบและคะแนนรวมของทุกองค์ประกอบเปรียบเทียบตามช่วงเวลาที่ดำเนินการปรับปรุงก่อนและหลังการจัดอบรม ข้อมูลความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยและพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ

3.7.1.4 เปรียบเทียบผลคะแนนการประเมินทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ โดยและพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ

3.7.1.5 พิจารณาการประเมินนำผลการตรวจประเมินมาชี้บ่งอันตราย เพื่อหาแนวทางจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่อาจเกิดขึ้น

3.7.1.6 การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี What if analysis ดำเนินการโดยรวบรวมคำถามต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ตามลำดับขั้นตอน จากนั้นทำการชี้บ่งความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย จากรายงานโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (2558) ข้อเสนอแนะและสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษา การวิเคราะห์ และการประเมินความเสี่ยง เพื่อหาแนวทางจัดการ

ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่อาจเกิดขึ้น

3.7.2 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.2.1 เกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้คะแนนคำตอบในแต่ละข้อคำถาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ เพื่อหาจำนวน และร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นหาคะแนนรวมความรู้ของแต่ละคน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายของเกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน
ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน
ปฏิบัติบ้างบางครั้ง มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน
ไม่ปฏิบัติ มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน

และใช้การ โดยใช้ช่วงคะแนนตามเกณฑ์ประเมินของ likert Scale ดังนี้

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึงปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึงปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่
คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ปฏิบัติบ่อยครั้ง
คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง ปฏิบัติบ้างบางครั้ง
คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่ปฏิบัติ

3.7.2.2 เกณฑ์การให้ระดับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้คะแนนคำตอบในแต่ละข้อคำถาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ เพื่อหาจำนวน และร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นหาคะแนนรวมความรู้ของแต่ละคน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าต่าสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายของเกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน
เห็นด้วย มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน

และใช้การ โดยใช้ช่วงคะแนนตามเกณฑ์ประเมินของ likert Scale ดังนี้

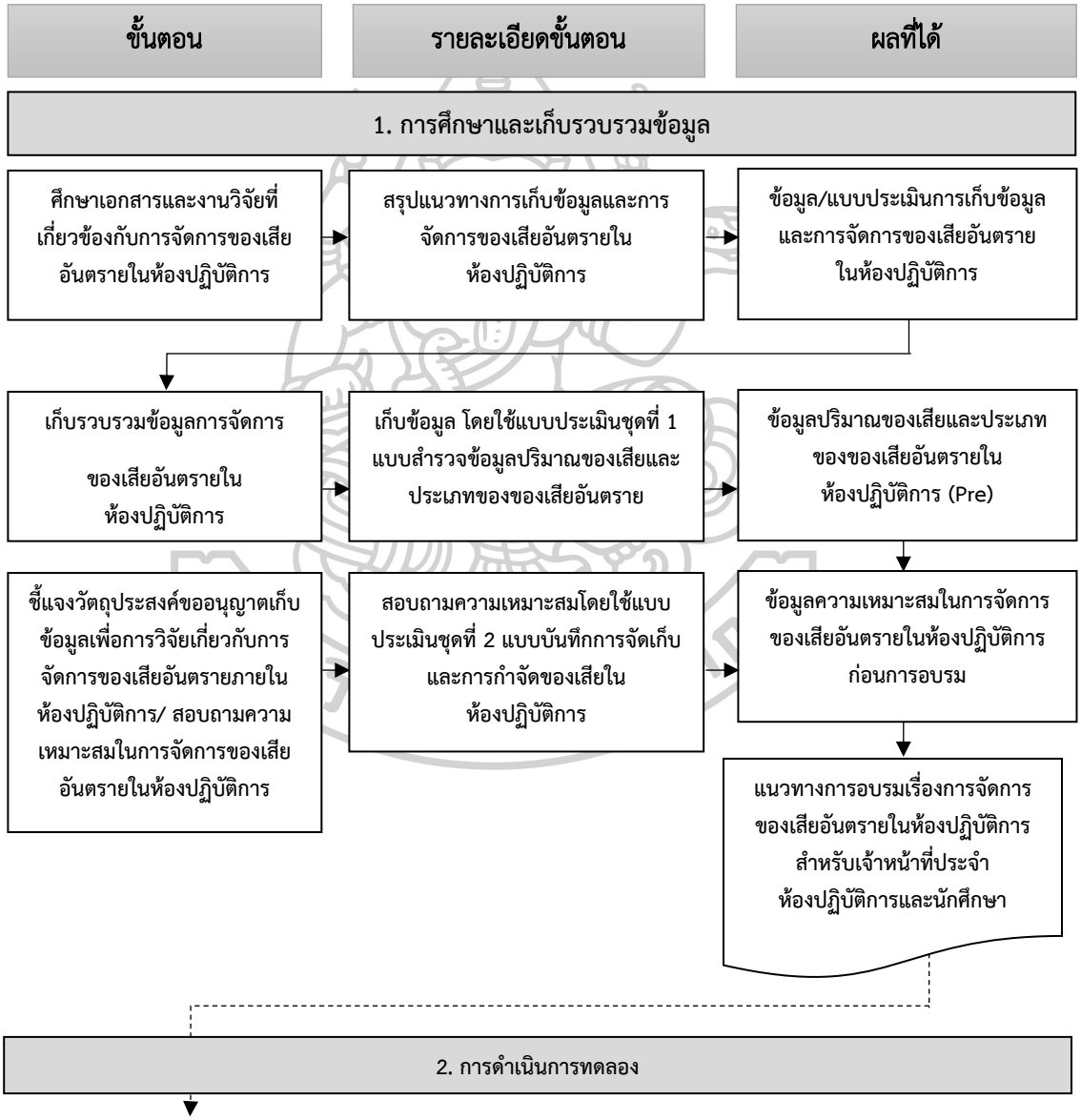
คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

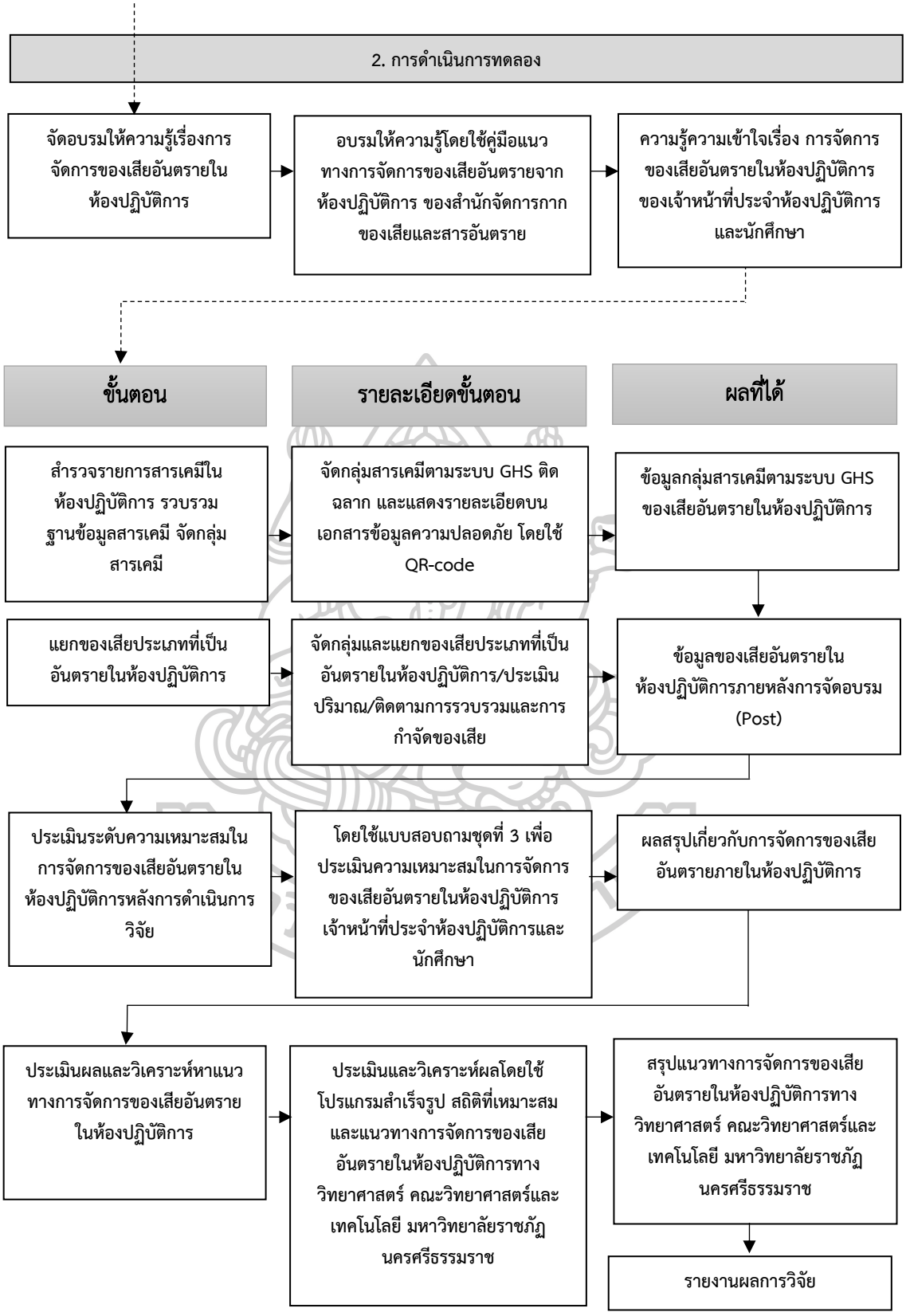
คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วย

คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ

คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง





ภาพที่ 12 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการจัดการของเสียอันตรายและการหาแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สามารถแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการและกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

4.3 พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

4.4 ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

4.5 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

4.1 ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ และกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการสำรวจของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยห้องปฏิบัติการทางเคมีตั้งอยู่ภายในอาคาร 10 (ภาพที่ 13) ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ตั้งอยู่ภายในอาคาร 13 (ภาพที่ 14) และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตั้งอยู่ภายในอาคาร 30 (ภาพที่ 15) สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 ตารางที่ 15

ภาพที่ 13 ห้องปฏิบัติการทางเคมี 1016 อาคาร 10

ภาพที่ 14 ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา 13409 อาคาร 13

ภาพที่ 15 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 30308 อาคาร 30

ตารางที่ 7 สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	ปริมาณ (จำนวน)						ร้อยละของจำนวนนักศึกษา	อันดับ
	ห้องปฏิบัติการ	รายวิชา	จำนวนชั้นปี	สาขาวิชา	นักศึกษา (คน)	การทดลอง (ครั้ง)		
1	ห้องปฏิบัติการทางเคมี	13	4	3	184	72	62.37	1
2	ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	3	2	2	61	14	20.68	2
3	ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	2	1	1	50	20	16.95	3
รวม	**3**	**18**	**–**	**–**	**295**	**106**	**100**	**–**

จากตารางที่ 7 สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 การใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษาพบว่าใช้เพื่อทำการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 13 รายวิชา โดยมีนักศึกษาทั้ง 4 ชั้นปี ของ 3 สาขาวิชา รวมจำนวนศึกษา 184 คน (จำนวน 72 ครั้ง) คิดเป็นร้อยละ 62.37 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ใช้ห้องปฏิบัติการ คือเป็นอันดับ 1 ของห้องปฏิบัติการที่มีการใช้งาน ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาใช้เพื่อการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 3 รายวิชาของนักศึกษา 2 ชั้นปี ใน 2 สาขาวิชา โดยมีจำนวนศึกษาใช้งาน 61 คน (จำนวน 14 ครั้ง) คิดเป็นร้อยละ 20.68 ของจำนวนนักศึกษา อยู่ในอันดับที่ 2 ของห้องปฏิบัติการที่ใช้งาน และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมใช้เพื่อการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 2 รายวิชาของนักศึกษา 1 ชั้นปี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยมีจำนวนนักศึกษาใช้งาน 50 คน (จำนวน 20 ครั้ง) คิดเป็นร้อยละ 16.95 ของจำนวนนักศึกษา เป็นอันดับสุดท้ายของการใช้ห้องปฏิบัติการ

4.2 ปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย ประเภทของเสียได้ดังตารางที่ 8 – 11 และสรุปผลปริมาณตารางที่ 11

ตารางที่ 8 สรุปปริมาณของเสียในการปฏิบัติการทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 พบว่า มีของเสียอันตรายเกิดขึ้นรวมทั้งสิ้น 169,465 มิลลิลิตร จากการทดลองทั้งสิ้น 82 รายการ ในช่วงก่อนดำเนินการจัดการอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการให้กับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ของสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นรวมทั้งสิ้น 146,700.50 มิลลิลิตร ภายหลังการจัดอบรมฯ ซึ่งพบว่ามีปริมาณลดลง จำนวน 22,764.50 มิลลิลิตร คิดเป็นปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 13.43

ตารางที่ 9 ข้อมูลสรุปปริมาณของเสียใน ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 พบว่า มีของเสียอันตรายเกิดขึ้นรวมทั้งสิ้น 5,000 มิลลิลิตร จากการทดลองทั้งสิ้น 12 รายการ ในช่วงก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการให้กับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ของสำนักจัดการกากของเสีย และสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีของเสียอันตรายหลังจัดการอบรมฯ รวมทั้งสิ้น 4,175 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณลดลง จำนวน 825 มิลลิลิตร คิดเป็นปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 16.50 โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณที่ลดลงต่อรายการทดลองเท่ากับ 68.75 มิลิลิตร

ตารางที่ 10 ข้อมูลสรุปปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 พบว่า มีของเสียอันตรายเกิดขึ้นรวมทั้งสิ้น 80,858 มิลลิลิตร จากการทดลองทั้งสิ้น 11 รายการ ในช่วงก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการให้กับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ของสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีของเสียอันตรายหลังจัดการอบรมฯ รวมทั้งสิ้น 69,267 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณลดลง จำนวน 11,591 มิลลิลิตร คิดเป็นปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 14.34 โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงต่อรายการทดลองเท่ากับ 1,054 มิลลิลิตร

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1						
1	การทดลองการจัดกลุ่มสารอินทรีย์ โดยการแยกตามสมบัติของการละลาย	Oxygenated	416	342	74	17.79
2	การทดลองการสกัดด้วยกรวยแยก Benzoic acid และ p–nitroaniline	Oxygenated	685	616	69	10.07
3	การทดลองโครมาโทกราฟีแผ่นบาง	Oxygenated	100	80	20	20.00
4	การทดลองการทดสอบหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์	Oxygenated	153	117	36	23.53
5	การทดลองการตกผลึก	Oxygenated	442	376	66	14.93
6	การทดลองกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์	Oxygenated	192	14	178	92.71
7	การทดลองแอลกอฮอล์และฟีนอล	Oxygenated	421	352	69	16.39
8	การทดลองแอลดีไฮด์และคีโตน	Oxygenated	2,486	2,425	61	2.45
		ผลรวม	4,895	4,322	573	11.71
รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2						
9	การทดลองสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว	ไฮโดรคาร์บอน	66	40	26	39.39
		ผลรวม	66	40	26	39.39

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
รายวิชาปฏิบัติการชีวเคมี 1						
10	การทดลองโครมาโตกราฟีกระดาษ	Oxygenated	18	17	1	5.56
11	การทดลองคาร์โบไฮเดรต	ของเสียที่เป็นกรด	76	55	21	27.63
12	การทดลองไขมัน	Halogenated	163	163	0	0.00
13	การทดลองโปรตีน	ของเสียทั่วไป	12	12	0	0.00
14	การทดลองการสกัด DNA	Oxygenated	180	160	20	11.11
		ผลรวม	449	407	42	9.35
รายวิชาปฏิบัติการชีวเคมี 2						
15	การทดลองการละลายของโปรตีน	ของเสียทั่วไป	16	12	4	25.00
16	การทดลองการหา isoelectric point ของโปรตีน	ของเสียทั่วไป	22	18	4	18.18
17	การทดลองการหาโปรตีนในขาว	ของเสียทั่วไป	32	15	17	53.13
18	การทดลองปฏิกิริยาของโปรตีนกับเกลือของโลหะหนักกับไอออนเชิงซ้อน	ของเสียที่มีโลหะหนัก	17	15	2	11.76
		ผลรวม	87	60	27	31.03
รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์						
19	การทดลองปริมาณซัลเฟตในน้ำ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	1,848	1,340	508	27.49
20	การทดลองปริมาณคลอไรด์ในสารตัวอย่าง	ของเสียที่มีโลหะหนัก	4,813	4,260	553	11.49
21	การทดลองหาสภาพด่างรวมของโซดาแอช	ของเสียที่เป็นกรด	5,907	5,138	769	13.02

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
22	การทดลองหา Ka และความเข้มข้นของกรดอ่อน	ของเสียอัลคาไลน์	2,364	1,802	562	23.77
23	การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายสารซิลเวอร์ไนเตรตโดยวิธีแอดซอร์พชันอินดิเคเตอร์	ของเสียที่มีโลหะหนัก	862	529	333	38.63
24	การทดลองหาปริมาณซิลเวอร์ไนเตรต โดยวิธีแอดซอร์พชันอินดิเคเตอร์	ของเสียที่มีโลหะหนัก	2,353	1,671	682	28.98
25	การทดลองหาปริมาณคลอไรด์โดยวิธีโวลฮาร์ด	ของเสียที่มีโลหะหนัก	1,937	1,185	752	38.82
26	การทดลองวิเคราะห์วิตามินซีในน้ำผลไม้	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	2,376	1,890	486	20.45
27	การทดลองหาปริมาณของแคลเซียมในแคลเซียมคาร์บอเนตตัวอย่าง	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	2,482	2,226	256	10.31
28	การทดลองความกระด้างของน้ำ	ของเสียทั่วไป	7,363	6,637	726	9.86
29	การทดลองหาปริมาณซัลเฟตโดยไทเทรตกับอีดีทีเอ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	2,081	1,650	431	20.71
		ผลรวม	34,386	28,328	6,058	17.62
รายวิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1						
30	การทดลองหาค่าคงที่ของแก๊สอุดมคติและแก๊สจริง	ของเสียที่มีโลหะหนัก	1,030	689	341	33.11
31	การทดลองหามวลโมเลกุล	ของเสียทั่วไป	0	0	0	0
32	การทดลองกฎของเฮสส์	ของเสียที่มีโลหะหนัก	10	6	4	40.00
		ผลรวม	1,040	695	345	33.17

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
รายวิชาปฏิบัติการเคมีเบื้องต้น						
34	การทดลองการสกัดสารด้วยกรวยแยก	ของเสียทั่วไป	0	0	0	0
35	การทดลองการทำเบนโซอิกให้บริสุทธิ์โดยการตกผลึก	Oxygenated	2,120	1,653	467	22.03
36	การทดลองการกลั่น	Oxygenated	7,447	5,700	1,747	23.46
37	การทดลองการเตรียมสารละลาย	ของเสียอัลคาไลน์	4,275	4,275	0	0
38	การทดลองธาตุและการเตรียมแก๊สต่าง ๆ	ของเสียทั่วไป	0	0	0	0
39	การทดลองการไทเทรตเพื่อหาความเข้มข้นของอะซิติกในน้ำส้มสายชู	ของเสียที่เป็นกรด	6,008	4,004	2,004	33.36
40	การทดลองสมดุลเคมี	ของเสียที่มีโลหะหนัก	2,875	1,970	905	31.48
41	การทดลองการแยกหมวดหมู่ของสารอินทรีย์โดยใช้ความสามารถในการละลาย	Oxygenated	124	97	27	21.77
		ผลรวม	22,849	17,699	5,150	22.54
รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2						
42	การทดลองสมบัติสารประกอบโควาเลนต์และสารประกอบเชิงซ้อน	ของเสียที่มีไซยาไนด์	246	183	63	25.61
43	การทดลองไอโซเมอร์เรขาคณิต	ไฮโดรคาร์บอน	1,039	939	100	9.62
44	การทดลองผลกระทบจาห์น – เทลเลอร์ของทองแดง	ของเสียที่มีโลหะหนัก	566	500	66	11.66
45	การทดลองการเตรียมและวิเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน	ของเสียที่มีโลหะหนัก	384	300	84	21.88

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
46	การทดลองการเตรียมและวิเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน	ของเสียที่มีโลหะหนัก	47	37	10	21.28
		ผลรวม	2,282	1,959	323	14.15
รายวิชาปริมาณวิเคราะห์						
47	การทดลองปริมาณซัลเฟตในน้ำ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	3,470	2,412	1,058	30.49
48	การทดลองปริมาณคลอไรด์ในสารตัวอย่าง	ของเสียที่มีโลหะหนัก	8,432	7,668	764	9.06
49	การทดลองหาสภาพด่างรวมของโซดาแอช	ของเสียที่เป็นกรด	10,765	9,249	1,516	14.08
50	การทดลองหา Ka และความเข้มข้นของกรดอ่อน	ของเสียอัลคาไลน์	3,973	3,244	729	18.35
51	การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายสารซิลเวอร์ไนเตรตโดยวิธีแอดซอร์พชันอินดิเคเตอร์	ของเสียที่มีโลหะหนัก	1,465	952	513	35.02
52	การทดลองหาปริมาณซิลเวอร์ไนเตรต โดยวิธีแอดซอร์พชันอินดิเคเตอร์	ของเสียที่มีโลหะหนัก	3,756	3,008	748	19.91
53	การทดลองหาปริมาณคลอไรด์โดยวิธีโวลฮาร์ด	ของเสียที่มีโลหะหนัก	3,132	2,133	999	31.90
54	การทดลองวิเคราะห์วิตามินซีในน้ำผลไม้	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	3,953	3,402	551	13.94
55	การทดลองหาปริมาณของแคลเซียมในแคลเซียมคาร์บอเนตตัวอย่าง	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	4,697	4,006	691	14.71
56	การทดลองความกระด้างของน้ำ	ของเสียทั่วไป	12,781	11,946	835	6.53

ตารางที่ 8 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
57	การทดลองหาปริมาณซัลเฟตโดยไทเทรตกับอีดีทีเอ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	3,547	2,988	559	15.76
		ผลรวม	59,971	51,008	8,963	14.95
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1						
58	การทดลองสมบัติของสารประกอบไอออนิก สารประกอบโควาเลนต์และสารประกอบเชิงซ้อน	Oxygenated	905	875	30	3.31
59	การทดลองปฏิกิริยาทองแดงและสารประกอบของทองแดง	ของเสียที่มีโลหะหนัก	385	343.50	42	10.78
60	การทดลองกรด – เบสของระบบตัวทำละลาย	ของเสียที่มีโลหะหนัก	1,120	1,000	120	10.71
		ผลรวม	2,410	2,218.5	191.5	7.95
รายวิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 2						
61	การทดลองจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างไอโอไดด์กับเปอร์ซัลเฟตไอออน	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	2,105	2,040	65	3.09
62	การทดลองจลนพลศาสตร์ของการสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อน	ของเสียที่มีไซยาไนด์	1,105	1,000	105	9.50
63	การทดลองการดูดซับตัวทำละลายโดยของแข็ง	ของเสียที่เป็นกรด	1,872	1,824	48	2.56
		ผลรวม	5,082	4,864	218	4.29

ตารางที่ 9 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาปฏิบัติการจุลชีววิทยา						
1	การทดลองการเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานอาหารโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	217	180	37	17.05
2	การทดลองการย้อมสีแกรม	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	122	90	32	26.23
3	การทดลองการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์จากหลอดหนึ่งไปยังหลอดหนึ่งโดยห่วงเขี่ยเชื้อและเข็มเขี่ยเชื้อด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	217	180	37	17.05
4	การทดลองการใช้ปิเปตในการถ่ายเชื้อด้วยวิธีปลอดเชื้อ	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	318	270	48	15.09
		ผลรวม	874	720	154	17.62
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาการวิทยาแบคทีเรีย						
5	การทดลองการทดสอบความไวของเชื้อต่อยาโดยวิธี disk diffusion method (Kirby – bauer method)	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	441	360	81	18.37
6	การทดลองการทดสอบความไวของเชื้อต่อยาปฏิชีวนะโดยวิธี tube dilution method	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	245	210	35	14.29
7	การทดลองการกำจัดและการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	1105	1000	105	9.50

ตารางที่ 9 ปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562						
8	การทดลองการใช้ปิเปตในการถ่ายเชื้อด้วยวิธีปลอดเชื้อ	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	1212	1040	172	14.19
9	การทดลองการย้อมสีแกรม	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	298	200	98	32.89
		ผลรวม	3301	2810	491	14.87
รายวิชาจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม						
10	โคลีฟอร์มแบคทีเรีย โดยวิธีมาตรฐาน Standard Multiple-Tube (MPN) tests	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	385	300	85	22.08
11	E.coli โดยวิธีการ Streak Plate	ของเสียพิเศษ (ติดเชื้อ)	371	300	71	19.14
		ผลรวม	825	645	180	21.82
		ผลรวมทั้งสิ้น	5,000	4,175	825	16.50
		ผลรวมเฉลี่ย	416.67	347.92	68.75	16.50

ตารางที่ 10 รายละเอียดปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ						
1	การทดลองสภาพกรดของน้ำ	ของเสียที่เป็นกรด	12,450	9,600	2,850	22.89
2	การทดลองความกระด้าง	ของเสียทั่วไป	3,960	3,750	210	5.30

ตารางที่ 10 รายละเอียดปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ปีการศึกษา 2562 (ต่อ)

ลำดับ	การทดลอง	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียหลังอบรมฯลดลง (ร้อยละ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง	
3	การทดลองหาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	4,890	4,500	390	7.98
4	การทดลองหาปริมาณเหล็กในน้ำ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	10,562	9,000	1,562	14.79
5	การทดลองหาปริมาณออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ	ของเสียที่มีโลหะหนัก	11,198	9,630	1,568	14.00
6	การทดลองหาความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	ของเสียที่มีโลหะหนัก	11,665	9,630	2,035	17.45
7	การทดลองหาความต้องการออกซิเจนทางเคมี	ของเสียที่มีโครเมต	361	300	61	16.90
8	การทดลองหาไขมันและน้ำมันในน้ำ	ของเสียทั่วไป	5,010	4,870	140	2.79
9	การทดลองหาปริมาณแอมโมเนีย	ของเสียที่มีปรอท	6,412	4,860	1,552	24.20
		ผลรวม	66,508	56,140	10,368	15.59
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562						
รายวิชาการจัดการขยะ						
10	การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในขยะ	ของเสียที่มีโครเมต	11752	10,640	1,112	9.46
11	การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในขยะ	ไฮโดรคาร์บอน	2598	2,487	111	4.27
		ผลรวม	14,350	13,127	1,223	8.52
		ผลรวมทั้งสิ้น	80,858	69,267	11,591	14.34
		ผลรวมเฉลี่ย	7,351	6,297	1,054	14.34

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562

ที่	ห้องปฏิบัติการ	ประเภทของเสีย (ชนิด)	ปริมาณของเสียเฉลี่ย (มิลลิลิตร)			ปริมาณของเสียลดลง (ร้อยละ)	ผลประเมิน (ลำดับ)
			ก่อนการอบรม	หลังการอบรม	ความแตกต่าง		
1	เคมี	8	169,465	146,700.5	22,764.5	13.43	3
2	ชีวภาพ	1	5,000	4,175	825	16.50	1
3	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	4	80,858	69,267	11,591	14.34	2
รวม		15	255,323	220,143	35,181	–	
เฉลี่ยร้อยละ		–	100.00	86.22	13.78	–	

ตารางที่ 11 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562 ของนักศึกษา พบว่าก่อนการจัดอบรมฯ มีของเสียอันตรายรวมทั้งสิ้น 255,323 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของของเสียที่ถูกระบายทิ้งลงสู่ท่อน้ำทิ้งของอาคาร และหลังการจัดอบรมฯ มีของเสียอันตรายรวมทั้งสิ้น 220,143 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 86.22 ของสภาพเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียอันตรายหลังการจัดอบรมลดลงจากก่อนจัดอบรม 35,181 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 13.78 ซึ่งปริมาณที่ลดลงดังกล่าวนั้นเป็นผลมาจากการแยกประเภทของเสียอันตรายก่อนระบายทิ้งลงท่อน้ำทิ้งของอาคาร โดยของเสียที่จัดอยู่ในประเภทของเสียทั่วไป เช่น สารละลายที่เหลือใช้และเป็นสารที่ไม่มีความเป็นอันตราย สามารถระบายทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งได้ (คือปริมาณของเสียที่ลดลง) ในขณะที่ของเสียอันตรายประเภทของเสียที่มีโลหะหนัก ,ของเสีย oxygenated และของเสียที่เป็นกรด เป็นต้น ถูกคัดแยกและรวบรวมไว้ในภาชนะรองรับที่เหมาะสมตามประเภท

ผลการสำรวจประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจริงจากห้องปฏิบัติการทั้งหมด พบว่าประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมีและห้องปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน (ตารางที่ 4.6) คือ พบประเภทของเสียอันตรายดังนี้ 1) ของเสียติดเชื้อ 2) ของเสียที่มีไซยาไนด์ 3) ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ 4) ของเสียที่มีปรอท 5) ของเสียที่มีสารโครเมต 6) ของเสียที่มีโลหะหนัก 7) ของเสียที่เป็นกรด 8) ของเสียอัลคาไลน์ 9) Oxygenated 10) Halogenated โดยประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากการทดลองสูงสุดเป็นอันดับ 1 คือ ของเสียที่มีโลหะหนัก อันดับรองลงมาคือ ของเสียประเภท oxygenated และอันดับสุดท้ายคือของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	รายการ	ประเภทของเสียอันตราย												จำนวน (ประเภทของเสีย)
		ของเสียติดเชื้อ	ของเสียที่มีไซยาไนด์	ของเสียที่มีสารออกซ	ของเสียที่มีปรอท	ของเสียที่มีสารโครเมต	ของเสียที่มีโลหะหนัก	ของเสียที่เป็นกรด	ของเสียอัลคาไลน์	ของเสียไฮโดรคาร์บอน	Oxygenated	NPS Containing	Halogenated	
1	ห้องปฏิบัติการทางเคมี		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
2	ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	✓												1
3	ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม				✓	✓	✓	✓						4

4.3 พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย สามารถปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ ได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ก่อนการจัดอบรม			หลังการจัดอบรม		
		คะแนน	$\overline{X}$	S.D.	คะแนน	$\overline{X}$	S.D.
สถานที่เก็บรวบรวมของเสียอันตรายก่อนนำส่งไปกำจัด/ทำลาย							
1	ห้องปฏิบัติมีการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายอย่างสม่ำเสมอ	363	3.73	0.66	442	4.55	0.50
2	ห้องปฏิบัติการแบ่งพื้นที่พักของเสียอันตรายในพื้นที่เก็บรวบรวมเฉพาะ	429	4.40	0.51	441	4.53	0.50

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ (ต่อ)

สถานที่เก็บรวบรวมของเสียอันตรายก่อนนำส่งไปกำจัด/ทำลาย							
3	ห้องปฏิบัติการมีการแบ่งพื้นที่ขยะมูลฝอยทั่วไปแยกจากของเสียอันตราย	381	3.92	0.71	445	4.56	0.50
ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการคัดแยกของเสียอันตราย							
4	การคัดแยกและการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและเป็นไปตามกฎหมาย	433	4.43	0.52	442	4.51	0.50
5	การคัดแยกและการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายปฏิบัติตามระบบการประเมินและรับรองคุณภาพ	430	4.39	0.55	442	4.51	0.50
6	มีการจัดกลุ่มสารเคมีและการคัดแยกของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ	427	4.33	0.57	444	4.52	0.50
การเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย							
7	มีระบบการปิดภาชนะใส่ของเสียอันตรายมิดชิด	434	4.40	0.57	445	4.52	0.50
8	มีการหีบห่อภาชนะก่อนการขนย้ายอย่างเป็นระบบ	429	4.34	0.52	446	4.51	0.50
9	มีการเคลื่อนย้ายโดยรถเข็น/ยานภาหนะเฉพาะ	433	4.37	0.54	441	4.45	0.50
การกำจัด/ทำลายของเสียอันตราย							
10	มีการปรับสภาพของเสียอันตรายก่อนการกำจัดทำลาย	434	4.37	0.54	444	4.48	0.50
11	มีการแยกชนิดของเสียอันตรายก่อนการกำจัดทำลาย	434	4.37	0.53	444	4.47	0.50

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ (ต่อ)

12	มีสถานที่กำจัดทำลายเฉพาะและเป็นระบบ	435	4.36	0.52	455	4.57	0.50
การจัดการปริมาณของสารอันตรายและของเสียอันตราย							
13	มีการใช้สารทดลองในปริมาณพอเหมาะ	437	4.36	0.50	451	4.52	0.50
14	มีความเข้าใจและใช้สารทดลองถูกต้องไม่เหลือทิ้ง	439	4.38	0.53	451	4.51	0.50
15	มีระบบค้นหา/การเบิกสารทดลองและควบคุมปริมาณทำให้สารทดลองไม่ผิดประเภทจนเป็นขยะ	434	4.33	0.55	450	4.49	0.50
มาตรฐานห้องปฏิบัติการ							
16	มีระบบการร้องเรียนอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ	439	4.37	0.51	452	4.49	0.50
17	ห้องปฏิบัติการมีการบันทึกประเภทและปริมาณสารเคมี (Inventory Control) / ของเสียอันตราย	371	3.68	1.05	455	4.51	0.50
18	ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองมาตรฐาน	431	4.27	0.75	455	4.51	0.50

หมายเหตุ

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่

คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ปฏิบัติบ่อยครั้ง

คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง ปฏิบัติบ้างบางครั้ง

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่ปฏิบัติ

ตารางที่ 13 สรุปผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ใน 18 ข้อคำถาม จาก 6 ประเด็น พบว่า การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คือ ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ ($\overline{X}$ = 4.27, S.D. = 0.59) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.50) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 โดยประเด็นคำถามที่มีการพัฒนาหลังจากจัดอบรมฯ คือหัวข้อ ห้องปฏิบัติมีการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายอย่างสม่ำเสมอ ก่อนอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 3.73 ,S.D. = 0.66 หลังจัดอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 4.55, S.D. = 0.50 รองลงมาคือหัวข้อห้องปฏิบัติการมีการแบ่งพื้นที่ขยะมูลฝอยทั่วไปแยกจากของเสียอันตราย ก่อนอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 3.92 ,S.D. = 0.71 หลังจัดอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.50 และสุดท้ายคือหัวข้อ ห้องปฏิบัติการมีการบันทึกประเภทและปริมาณสารเคมี (Inventory Control)/ของเสียอันตราย ก่อนอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 3.68 ,S.D. = 1.05 หลังจัดอบรมได้ค่า $\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.50

ภาพที่ 16 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 2 การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้

ภาพที่ 17 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 2 การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดอบรมให้ความรู้

4.4 ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สามารถแบ่งตามประเภทการให้บริการจากห้องปฏิบัติการ 3 สาขาวิชา ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบว่าปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือห้องปฏิบัติการทางเคมี จากปริมาณของเสียอันตรายที่มีสูงขึ้นทุกปี ผู้วิจัยจึงมองเห็นปัญหาที่จะเกิดมากยิ่งขึ้นในอนาคตของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย การเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย การกำจัด/ทำลาย การจัดการปริมาณ และมาตรฐานห้องปฏิบัติการ โดยสำรวจและจัดเก็บข้อมูลขั้นตอนในการคัดแยกและการตระหนักถึงพฤติกรรมเพื่อปรับทัศนคติของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาที่เข้ามาใช้บริการห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจัดการกับของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในกระบวนการและขั้นตอนในการทดลองตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการผ่านการจัดอบรมโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมขึ้น เพื่อลดปริมาณของเสียอันตรายให้น้อยลงอย่างยั่งยืน ซึ่งภายหลังการจัดอบรมฯ พบว่าปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทั้ง 3 สาขาวิชาลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ห้องปฏิบัติการทางเคมี ลดลงร้อยละ 13.43 ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ลดลงร้อยละ 16.50 และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลดลงร้อยละ 14.34 จึงเป็นการบรรลุเป้าหมายประการหนึ่งของการนำ

แนวทางในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดภาชนะหรือถุงที่ใช้รองรับของเสียในการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการติดฉลากรายละเอียดสัญลักษณ์ระบุแสดงประเภทของเสียอันตรายไว้ที่ภาชนะรองรับของเสียทั้งหมด 11 ประเภท (ภาพที่ 18 ภาพถังในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช) และได้กำหนดให้ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ใส่ถุงหรือภาชนะที่มีสัญลักษณ์ระบุว่าของเสียอันตราย (Hazardous Waste) ซึ่งพนักงานประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาผู้เข้าไปเรียนได้จัดการกับของเสียที่ทำการทดลอง และทำความสะอาดแต่ละพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน โดยมีพนักงานประจำห้องปฏิบัติการของอาคารเป็นผู้เก็บรวบรวมของเสียอันตรายตามรอบเวลาในการเก็บรวบรวมประจำวัน คือ 2 รอบ ต่อ 1 วัน และทำการตรวจสอบถุงและถังให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพื่อรอการเคลื่อนย้ายภาชนะ ซึ่งเป็นขั้นตอนการเก็บของเสียอันตรายไปในพื้นที่ที่กำหนด สำหรับห้องปฏิบัติการที่ของเสียอันตรายถูกรวบรวมไว้ในถุง ให้ดำเนินการรวบปากถุงแล้วผูกปากถุง และเคลื่อนย้ายไปที่โรงพักของเสียเป็นประจำทุกวันตามรอบเวลาในการเปิด – ปิดอาคารปฏิบัติการ ทั้งนี้ได้ตรวจสอบพื้นที่ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ว่ามีของเสียตกค้างในพื้นที่หรือไม่ โดยโรงพักของเสียของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สามารถเก็บรวบรวมของเสียต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา ตามขนาดของพื้นที่ที่สามารถรองรับของเสียได้ซึ่งต้องพิจารณาเพิ่มขนาดของพื้นที่เพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมต่อปริมาณการจัดเก็บของเสียอันตราย

ปัญหาและอุปสรรคก่อนการจัดอบรมให้ความรู้พบว่านักศึกษาไม่ทราบว่าภาชนะหรือถุงใส่ของเสียอันตรายนั้นใส่อะไร ชนิดใด ไว้กับอะไร และสิ่งใดไม่สามารถใส่ร่วมกันได้ หรือปฏิบัติอย่างไรต่อสารเคมีแต่ละประเภท อีกทั้งไม่ทราบข้อมูลชนิด ปริมาณและการจัดวางสารเคมีต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ทำให้ขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการบางครั้งใช้สารเคมีขาดหรือเกินกว่าจำนวนที่เหมาะสม ภายหลังเมื่อเกิดปริมาณเกินกว่าจำนวนที่ต้องใช้จึงทิ้งโดยตรงลงในท่อระบายน้ำเสียของมหาวิทยาลัย

ภาพที่ 18 ภาพถังในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ภาพที่ 19 สัญลักษณ์แสดงชนิดของเสียต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.), 2562.

ในการวิจัยครั้งนี้ได้สำรวจและประเมินแต่ละห้องปฏิบัติการพบว่ายังมีพื้นที่วางภาชนะเก็บของเสียอันตรายที่ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติเท่าที่ควร คือ อยู่ติดรางระบายน้ำแบบเปิดของอาคาร ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่ภายนอกได้ และเป็นบริเวณที่เชื่อมสู่พื้นที่สาธารณะของอาคาร ทั้งนี้ลักษณะของพื้นที่ที่เหมาะสมนั้น สามารถเทของเสียอันตรายได้อย่างสะดวก ไม่มีสิ่งใด ๆ กีดขวาง มีการป้องกันการหกของของเสียอันตราย และมีภาชนะที่เหมาะสมประกอบกับรายละเอียดของชนิดของเสียอันตรายที่จะทิ้งบนภาชนะ หรือมีป้ายบอกสถานที่หรือวิธีการจัดเก็บให้ชัดเจน การให้ข้อมูลและทำรายละเอียดประกอบภาชนะจัดเก็บและมีระบบการขนย้ายของเสียอย่างสม่ำเสมอจึงเป็นแนว

ทางการจัดการของเสียก่อนนำไปกำจัดหรือบำบัดให้ปลอดภัยต่อไป โดยผู้จัดเก็บของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการควรต้องปฏิบัติดังนี้

1) ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย เช่น ใส่ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปากและจมูกและถุงมือยางทั้ง 2 ข้าง ทุกครั้งขณะปฏิบัติงานหรือจัดเก็บของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

2) ตรวจถุงหรือภาชนะบรรจุก่อนเคลื่อนย้ายว่าไม่พบการรั่ว ผูกไว้แน่น ยกและวางด้วยความนุ่มนวล ห้ามอุ้มหรือห้ามลาก

3) ใช้รถขนของเสียในการเคลื่อนย้ายจากชั้นต่าง ๆ ลงสู่โรงพักของเสีย โดยของเสียสารเคมีและวัตถุอันตรายของอาคาร จะแยกส่วนไม่ปะปนกับรถขนของเสียทั่วไป

4) ขณะที่ทาการเคลื่อนย้ายลงมาให้พนักงานถอดถุงมือออกเพียงข้างเดียว แล้วใช้มือเปล่าหรือที่ไม่ได้ใส่ถุงมือ จับลูกบิดประตู หรือ กดลิฟท์เมื่อถึงหน้าโรงพักของเสียจะมีพนักงานประจำมารอรับเพื่อทาการ

5) เคลื่อนย้ายเข้าไปยังโรงพักของเสีย ทำการยกถุงหรือภาชนะบรรจุออกจากถังหรือภาชนะ ที่เคลื่อนย้ายมาจากพื้นที่ต่าง ๆ ชั่งน้ำหนัก ลงบันทึกและใส่ลงไปในภาชนะพักขนาดใหญ่ที่จัดเตรียมไว้เพื่อรอส่งกำจัดทำลายต่อไป

4.5 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย ทำให้เห็นว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นไม่มีการจัดการที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเพื่อนำเสนอแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายที่เหมาะสมภายหลังการอบรมการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการให้แก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยแนวทางการจัดการของเสียอันตรายที่ดำเนินการแนะนำโดยผู้วิจัย ได้แก่ “ โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเสนอแนวปฏิบัติในการยกระดับมาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย มาปรับใช้เป็นแนวทางมีดัชนีชี้วัด (Checklist) ซึ่งมีรายละเอียดตาม ESPREL Checklist ทั้งหมด 7 ระบบ โดยระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอันตราย คือ ระบบการจัดการของเสีย ซึ่งมี 4 หัวข้อ ได้แก่

1) การจัดการข้อมูลของเสีย

2) การเก็บของเสีย

3) การลดการเกิดของเสีย

4) การบำบัดและกำจัดของเสีย

ก่อนจัดทำระบบการจัดการของเสียอันตรายได้มีการใช้แบบสอบถามทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้ดำเนินการอบรมโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการฯ ให้ความรู้นักศึกษา เจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบใช้ระบบการจัดการของเสียเป็นต้นแบบในด้านนี้ เมื่อดำเนินการจัดระบบห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานแล้ว หลังจากนั้นให้นักศึกษาและผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการทำการตอบแบบสอบถาม (ภาพที่ 14 – 15) เพื่อให้ได้ข้อมูลความคิดเห็นต่อการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ ได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความคิดเห็นต่อการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรม ฯ

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ก่อนการจัดอบรม			หลังการจัดอบรม		
		คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.
1. การจัดการข้อมูลของเสียอันตราย							
1	มีการบันทึกข้อมูลของเสียอันตรายในรูปแบบอีเลคทรอนิกส์	290	2.89	0.75	448	4.47	0.50
2	มีโครงการสร้างการบันทึกข้อมูลของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ เช่น ผู้รับผิดชอบ, รหัสของภาชนะบรรจุ, ประเภทของเสีย, ปริมาณของเสีย, ห้องเก็บของเสีย ฯลฯ	299	2.97	0.76	446	4.44	0.50
3	มีการรายงานข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น	298	2.95	0.78	449	4.46	0.50
4	มีรูปแบบการรายงานที่ชัดเจนเพื่อรายงานความเคลื่อนไหวข้อมูลของเสียอันตราย	303	2.99	0.78	449	4.45	0.50
5	มีการรายงานข้อมูลของเสียที่กำจัดทิ้ง	306	3.01	0.77	449	4.44	0.50
6	มีการปรับข้อมูลเป็นปัจจุบันสม่ำเสมอ เช่น ความถี่หรือหรือวันเดือนปีที่ปรับข้อมูลล่าสุด	301	2.95	0.76	447	4.41	0.49

ตารางที่ 14 ความคิดเห็นต่อการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ก่อนการจัดอบรม			หลังการจัดอบรม		
		คะแนน	$\overline{X}$	S.D.	คะแนน	$\overline{X}$	S.D.
7	มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลของเสียเพื่อการประเมินความเสี่ยงและการจัดเตรียมงบประมาณในการกำจัด	308	3.01	0.78	453	4.46	0.50
2. การเก็บของเสียอันตราย							
8	มีการแยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป ระบุ ตัวอย่างของเสียที่แยก	306	3.05	0.76	443	4.42	0.50
9	มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม ระบุ ชื่อเกณฑ์ที่ใช้	304	3.02	0.78	446	4.44	0.50
10	แยกของเสียตามการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม	308	3.05	0.76	450	4.47	0.50
11	ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท ระบุตัวอย่างของเสียที่แยก และภาชนะที่ใช้	308	3.04	0.78	448	4.44	0.50
12	ติดฉลากภาชนะบรรจุของเสียทุกชนิดอย่างถูกต้องและเหมาะสม	308	3.03	0.76	445	4.40	0.49
13	ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ	309	3.03	0.77	450	4.44	0.50
14	บรรจุของเสียในปริมาณไม่เกิน 80% ของความจุของภาชนะ	314	3.07	0.76	451	4.44	0.50
15	มีพื้นที่/บริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน	316	3.08	0.76	451	4.43	0.50
16	มีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เหมาะสม ระบุ ตัวอย่างภาชนะที่ใช้	312	3.03	0.76	456	4.47	0.50

ตารางที่ 14 ทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ก่อนการจัดอบรม			หลังการจัดอบรม		
		คะแนน	$\overline{X}$	S.D.	คะแนน	$\overline{X}$	S.D.
17	มีการแยกภาชนะรองรับขวดของเสียที่เข้ากันไม่ได้	312	3.02	0.77	457	4.47	0.50
18	วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากบริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน	311	3.00	0.78	456	4.45	0.50
19	วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อนแหล่ง กำเนิดไฟและเปลวไฟ	316	3.04	0.76	459	4.47	0.50
20	เก็บของเสียประเภทไวไฟในห้องปฏิบัติการ ไม่เกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ถ้ามีเกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ต้องจัดเก็บไว้ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ	317	3.04	0.76	458	4.45	0.50
21	กำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ในห้องปฏิบัติการ ระบุ ปริมาณสูงสุดของของเสียที่เก็บ	315	3.01	0.76	461	4.47	0.50
22	กำหนดระยะเวลาเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ระบุระยะเวลาเก็บของเสียที่กำหนด	319	3.04	0.75	459	4.44	0.50
3. การลดการเกิดของเสียอันตราย							
23	มีแนวปฏิบัติหรือมาตรการในการลดการเกิดของเสียในห้องปฏิบัติการ	313	3.12	0.77	446	4.45	0.50
24	มีการลดการใช้สารตั้งต้น (Reduce) ระบุ ตัวอย่างการลดการใช้สารตั้งต้น	314	3.12	0.81	448	4.46	0.50

ตารางที่ 14 ทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ก่อนการจัดอบรม			หลังการจัดอบรม		
		คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.
25	มีการใช้สารทดแทน (Replace) ระบุ ตัวอย่างการใช้สารทดแทน	313	3.10	0.77	448	4.45	0.50
26	ลดการเกิดของเสีย ด้วยการ Reuse และ Recovery/ Recycle	307	3.03	0.77	451	4.47	0.50
4. การบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย							
27	มีการบำบัดของเสียก่อนทิ้ง	303	3.02	0.78	441	4.40	0.49
28	มีการบำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด	303	3.01	0.76	446	4.44	0.50
29	มีการส่งของเสียไปกำจัดโดยบริษัทที่ได้รับใบอนุญาต ระบุ บริษัทรับกำจัด	305	3.02	0.79	447	4.44	0.50
รวม			–	–	–	–	–
ค่าเฉลี่ย			3.03	0.77	–	4.45	0.50

หมายเหตุ

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วย

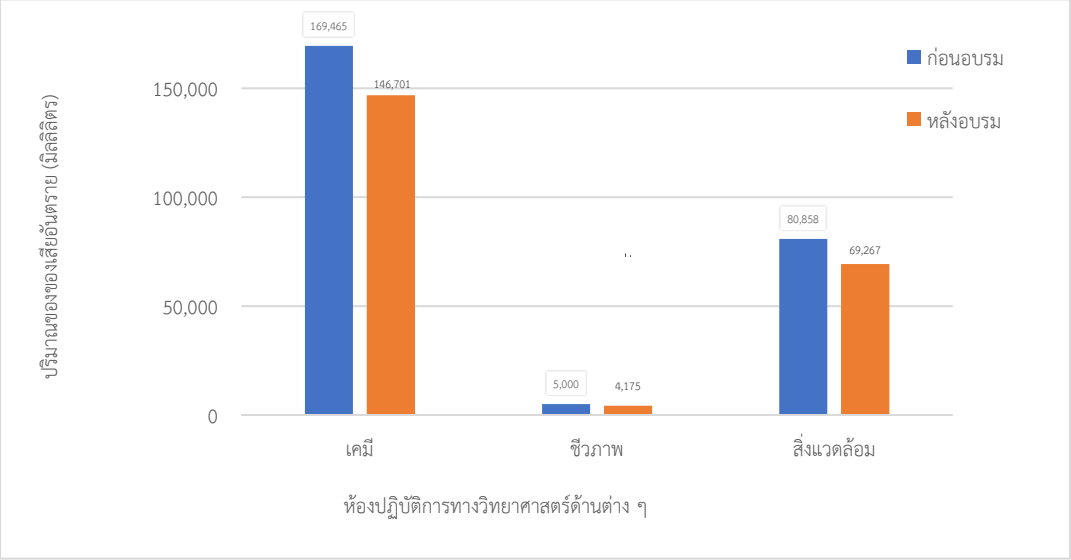
คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ

คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 14 สรุปผลเปรียบเทียบทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ใน 29 ข้อคำถาม จาก 4 ประเด็น พบว่า ทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในที่ไม่แน่ใจความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 3.03, S.D. = 0.77) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ เห็นด้วยกับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 4.45, S.D. = 0.50) สอดคล้องกับปริมาณของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อน – หลังอบรม พบว่า ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ห้อง มีปริมาณของของเสียอันตรายลดลงภายหลังจากมีระบบการจัดการของเสียอันตราย โดยห้องปฏิบัติการทางชีววิทยามีปริมาณร้อยละของเสียลดลงมากที่สุด รองลงมาคือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการทางเคมี ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 16.50, 14.34 และ 13.43 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นถึงทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจที่มีมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของของเสียอันตรายจากแต่ละห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีค่าลดลง



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562 ก่อนและหลังได้รับการอบรม

ภาพที่ 21 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 3 ทัศนคติเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

ภาพที่ 22 นักศึกษาร่วมกันตอบแบบสอบถาม ชุดที่ 3 ทัศนคติเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

การหาแนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในช่วงเวลาเพียง 1 ปีการศึกษานั้น ไม่ใช่เป็นเรื่องง่ายเนื่องจากต้องอาศัยระยะเวลาการทำความเข้าใจและความร่วมมือจากทุกฝ่าย อีกทั้งมีปัญหาอุปสรรคหลายประการ ได้แก่ ความพร้อมในด้านงบประมาณ กำลังคนปฏิบัติงาน นโยบายของผู้บริหาร เป็นต้น ในความคิดเห็นของผู้วิจัยมี

ความเห็นว่าหากไม่มีระเบียบข้อบังคับที่เหมาะสม ชัดเจน หรือมีการออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดการของเสียอันตรายสำหรับส่วนราชการหรือมหาวิทยาลัยแล้ว ย่อมเป็นไปได้ยากที่มหาวิทยาลัยจะประสบความสำเร็จในการดำเนินการจัดการของเสียอันตรายได้อย่างเป็นรูปธรรม และหากหน่วยงานในระดับห้องปฏิบัติการ ได้ริเริ่มดำเนินการจัดการของเสียอันตรายของตนเองก่อน หรือมีการรวมกลุ่มกันในแต่ละแผนก หรือสาขาวิชา โดยจัดให้มีการจัดการของเสียอันตรายและมีการวิจัยในการบำบัดร่วมกัน และของบประมาณสนับสนุนจากผู้บริหารระดับคณะ หรือแหล่งงบประมาณต่าง ๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องรองบประมาณจากส่วนกลางหรือทำโครงการของบประมาณแต่ละปี ก็อาจจะทำให้การจัดการเป็นรูปธรรมได้ยิ่งขึ้น และอาจมีนักศึกษาที่ตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นกำลังพื้นฐานที่จะร่วมกันจัดการของเสียอันตราย จากการเริ่มต้นที่ตัวเองสู่การดำเนินการในภาพรวมระดับมหาวิทยาลัยต่อไปได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สามารถสรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ ซึ่งได้จากผลสำรวจปริมาณของเสียโดยใช้แบบสำรวจข้อมูล และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมถึงการประเมินผลการอบรมเรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และนำเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เกิดจากห้องปฏิบัติการทางเคมีมากที่สุด รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และน้อยสุดคือห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยก่อนจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา มีปริมาณของเสียอันตรายรวม 255,323 มิลลิลิตร และหลังอบรมฯ ลดลงเหลือ 220,143 มิลลิลิตร โดยลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.78

2.การสำรวจประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีลักษณะคล้ายคลึงกัน 12 ชนิด โดยในห้องปฏิบัติการทางเคมี พบของเสียอันตราย 8 ชนิด ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบของเสียอันตราย 1 ชนิด และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบของเสียอันตราย 4 ชนิด และของเสียอันตราย 3 อันดับที่พบปริมาณมากที่สุดคือ ของเสียที่มีโลหะหนัก รองลงมาคือ Oxygenated และอันดับที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นกรด

3. พฤติกรรมการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษามีค่าแตกต่างกัน โดยพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนอบรม คือ ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ ($\overline{X}$ = 4.27, S.D. = 0.59) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.50)

4. ทัศนคติในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา คือ ไม่แน่ใจความเหมาะสมในการจัดการของเสีย

อันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 3.03, S.D. = 0.77) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ เห็นด้วยกับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 4.45, S.D. = 0.50)

5. แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยพิจารณาพฤติกรรมและทัศนคติในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ รวมถึงปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติ สรุปดังนี้

5.1 ผู้บริหารระดับคณะควรมอบนโยบายที่นำไปสู่การปฏิบัติที่จริงจัง โดยกำหนดเป็นภาระงานหนึ่งของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและภาควิชาที่ต้องดำเนินการรายงานผลและประเมินการปฏิบัติงานนี้ ซึ่งจัดเป็นแนวทางที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมที่ควรดำเนินการเป็นลำดับแรก

5.2 การกำหนดพื้นที่และภาชนะจัดเก็บของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ควรมีการกำหนดพื้นที่ที่สามารถเทของเสียอันตรายได้อย่างสะดวก และมีภาชนะที่เหมาะสมประกอบกับรายละเอียดของชนิดของเสียอันตรายที่จะทิ้งบนภาชนะ หรือมีป้ายบอกสถานที่หรือวิธีการจัดเก็บให้ชัดเจน การให้ข้อมูลและทำรายละเอียดประกอบภาชนะจัดเก็บและมีระบบการขนย้ายของเสียอย่างสม่ำเสมอจะเป็นแนวทางในการทำให้ของเสียอันตรายลดจำนวนลงได้และสามารถกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกวิธีกับสารเคมีแต่ละประเภทก่อนนำไปกำจัดหรือบำบัดให้ปลอดภัย

5.3 แนวทางการควบคุมการเก็บและเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย ควรให้ผู้ควบคุมการเก็บรวบรวม เคลื่อนย้ายของเสียแต่ละประเภทของพนักงานประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาทุกคนให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามขั้นตอน รวมถึงการส่งกำจัดทำลายได้อย่างถูกต้อง มีการจัดเตรียมภาชนะขนย้ายที่เหมาะสมและง่ายต่อการขนย้าย มีการตรวจดูฉลากของสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ ทำฉลากใหม่ให้สมบูรณ์ จัดระบบการบันทึกแบบอีเล็คทรอนิกส์ให้ทันสมัย มีการติดป้ายเตือนการทิ้งของเหลวจากการทดลองลงในท่อระบายน้ำในห้องปฏิบัติการและส่งเสริมจรรยาบรรณของนักศึกษาในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

5.4 การจัดเตรียมคู่มือจัดอบรมการจัดการของเสียอันตรายควรให้ตรงกับแนวทางการปฏิบัติที่ใช้กันทั่วไปซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานกลาง คือ กรมควบคุมมลพิษ ที่จะแยกของเสียออกจากกัน เพราะว่าหากใช้เนื้อหาการจัดอบรมวิธีการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการไม่เหมือนกันจะมีผลแตกต่างกันไปได้ ที่สำคัญควรปลูกจิตสำนึกของนักศึกษาและผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งร่วมกับการอบรมให้ความรู้

5.5 การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีการรณรงค์เกี่ยวกับการคัดแยกของเสียอันตราย และการทิ้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

5.6 การสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดการของเสียอันตรายอย่างบูรณาการ เช่น การส่งเสริมหรือให้รางวัลหน่วยงานภายในที่มีการจัดการของเสียอันตรายได้ดี และสนับสนุนอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายจากของเสียอันตรายให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อหรือได้รับสารพิษ

5.7 มีการตั้งกองทุนจากการจัดการให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับผลประโยชน์จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิล โดยกระบวนการจัดการของเสียอันตรายเหล่านี้

รายการอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2535). **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พุทธศักราช 2535 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง**. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

วราพรรณ ด่านอุตรา. (2545). **ฐานข้อมูลอ้างอิงบัญชีวัตถุอันตราย.** กรุงเทพมหานคร: ศรีเมืองการพิมพ์.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2547). **พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 พรอมด้วยกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548). **แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ.** กรุงเทพมหานคร: หจก.มีเดีย เพรส.

สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548). **แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ.** กรุงเทพมหานคร: หจก.มีเดีย เพรส.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย. (2551). **รายงานสถานการณปญหาขยะมูลฝอยและกากของเสียอันตราย.** กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

เพ็ญจันท์ สุวรรณแสง โมไนยพงศ์. (2551). **การวิเคราะห์ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ: สำหรับพยาบาล.** กรุงเทพมหานคร: วี.เจ.พริ้นติ้ง.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). มารู้จัก GHS กันเถอะ. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.** 60(190), 24-28.

ทัศนีย์วรรณ นวลหนู. (2556). **“การจัดการของเสียอันตรายจากชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.

เสรีย์ ตู้ประกาย และ สิรวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย. (2556). การศึกษาปริมาณและแนวทางการจัดการขยะอันตรายสำหรับมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก. **วารสารวิจัยรามคำแหง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 16(2), 43-49.

เสาวนีย์ สัตยดิษฐ์ และนิรวรรณ แสนโพธิ์. (2556). การจัดการของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิจัยวิทยาศาสตร์ทางสัตวแพทย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ. 23(6), 15– 23.

จินดาวัลย์ เพ็ชรสูงเนิน และคณะ. (2558). การชี้บ่งอันตรายห้องปฏิบัติการเคมี: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม. **Hazard Identification in Laboratory Chemistry: Case Study of Laboratory.** 9 (1), 21-33.

วภัคธีมา ตาลประสาท. (2558). **"การพัฒนาระบบการจัดการของเสียสารเคมีและวัตถุอันตรายของโรงพยาบาลเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร".** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาตรมหาบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จิราภรณ์ สังข์ผุด และคณะ. (2559). **สรุปผลโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี บีโอดี ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และซีโอดี".** นครศรีธรรมราช: ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). **รายงานสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2561/กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

ธีรยุทธ วิไลวัลย์ สุชาดา ชินะจิตร และจุฑามาศ ทรัพย์ประดิษฐ์. (2560). **ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่นักเคมี(มัก) มองข้าม.** กรุงเทพมหานคร: กลุ่มภารกิจด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม หน่วยพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำ นักบริหารระบบกายภาพ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส.).

วรินธร ชาติสุภาพ. (2560). **"การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี".** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

สุกจิตต์ ภูมิ เมตตา เก่งชูวงศ์ และชมพู่ เหนือศรี. (2561). **การพัฒนาการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อำนาจ วงศ์บัณฑิต. (2562). **กฎหมายสิ่งแวดล้อม.** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปิติพร มโนคุ้น และ ภัทรมาศ เทียมเงิน. (2562). การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. **Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi.** 19(2), 95-104.

ภัทรมาศ เทียมเงิน. (2562). **"การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ",** รายงานฉบับสมบูรณ์ กองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ปริศนา พันธ์งาม. (2563). "**การจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ESPREL**

กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการไมโครเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรรณภา บุตรโคตร. (2563). แนวทางการพัฒนาระบบการบริหารจัดการ ของเสีย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. **วารสารวิชาการ ปชมท.** 9(2), 91-101.

วราภรณ์ บุญโต จิตมณี พ่วงปิ่น และโกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2563). ทำการวิจัยเรื่อง การใช้มาตรฐาน มอก. **2677-2558** เพื่อยกระดับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน: กรณีศึกษาอาคารเก็บสารเคมี คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มจพ. **J Sci Technol MSU.** 39(6), 702-711.

วิษณุพงษ์ ห้วยกรดวัฒนา และพัชรา สินลอยมา. (2563). แนวทางการพัฒนาการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. **วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.** 16(3), 127-142.

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร. (2536). **"ของเสียอันตราย", สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 17.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=17&chap=5&page=chap5.htm

กรมควบคุมมลพิษ. (2552). **น้ำเสียอุตสาหกรรม.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.pcd.go.th/waters/

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **มาตรฐานคุณภาพน้ำผิว มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/index.cfm.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2554). **รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันออก ปี 2554.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://www.reo16.mnre.go.th/reo16/doc_announce/detail/184

กรมควบคุมมลพิษ. (2557). **แนวทางการจัดการของเสียและสารอันตราย.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery.htm.

เกรียงศักดิ์ บัวช้าง. (2557). **สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ NFPA**. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://202.129.59.73/spt/know/300957spt/26-08-2014%20.pdf.

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2558). **คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2**. เข้าถึงเมื่อ 6 สิงหาคม

2562. เข้าถึงได้จาก http://ESPREL.labsafety.nrct.go.th/files/ ESPREL-Book2.pdf

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. (2561). **มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยสีเขียว.** เข้าถึงเมื่อ 21 มิถุนายน 2562. เข้าถึงได้จากhttp://greenu.nstru.ac.th/th/#about

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). **ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_manifest.htm#s1

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.). (2562). **สัญลักษณ์บนฉลากวัตถุอันตราตามระบบ GHS.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://oryor.com/%E0%B8%AD%E0%B8% A2/detail/media_printing/1758

ฐิติพรรณ ฉิมสุข. (2562). **การจัดการสารเคมี ของเสียอันตราย และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://planning2.mju.ac.th/blog.aspx?bid=802

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) ในพระราชูปถัมภ์ฯ. (2563). **ป้ายแสดงถึงอันตรายของสารเคมี ตามมาตรฐาน NFPA.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=200:---nfpa&catid=47:-m---m-s&Itemid=201

LaGrega, Michale D., Buckingham, Philip L. and Evans, Jeffry C. (1994). **Hazardous Waste Management, New York** : McGraw-Hill.

Sithisarankul, P. (2009). System management of occupational and safety with health risk assessment. **Journal of Health Systems Research** 3, (4): 519-523. (in Thai)

Elizabeth de Souza Nascimento and Alfredo Tenuta Filho. (2010). **"Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions." Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** 46, 2 (June): 187-198.

Sirijaroowong, U. (2011) . What if analysis: Hazard identification techniques for prevention work accidents. **RMUTP Research Journal** 5, (1): 153-164. (in Thai)

EvangelinaRamírez Lara., and others. (2017). "A comprehensive hazardous waste management program in a Chemistry School at a Mexican university." **Journal of Cleaner Production** 142, 4 (January): 1489-1491.

Lara, E.R., Rosa, J.R., Castillo, A.I.R, Cerino - Cordova, F.J, Chuken, U.J.L, Delgadillo, S.S.F and Rivas – García, P. (2017) **A comprehensive hazardous waste management program in a Chemistry School at a**

Mexican university. Journal of Cleaner Production (2017)., 142 : 1486 – 1491

Qrcodemonkey. (2019). **The 100% Free Code Gennerator.** Acessed April 10. Available from https://www.qrcode-monkey.com/

Sohair I. Abou-Elela & Hanan S Ibrahim. (2019). "Management of Laboratory Hazardous Wastes: Experience from Egypt." **4th International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management 2nd - 5th September 2014 Chania, Crete, Greece.** Available from ProQuest https://www.researchgate.net/publication/332980844_ANAGEMENT_OF_LABORATORY_HAZARDOUS_WASTES_EXPERIENCE_FROM_EGYPT

ภาคผนวก

	แบบสำรวจปริมาณสารเคมี และประเภทสารเคมี	**แบบฟอร์มชุดที่ 1 : สำหรับนักศึกษา**
		วันที่เริ่มใช้ :
		หน้าที่ :

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง การจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อสำรวจปริมาณของเสียสารเคมี และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

ข้อมูลทั่วไปของตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสภาพเป็นจริงของท่าน

1. สาขาวิชา ☐ เคมี ☐ ชีววิทยา ☐ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
2. นักศึกษาชั้นปีที่ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
3. ห้องปฏิบัติการเคมี ☐ 1012 ☐ 1013 ☐ 1016 ☐30303
   ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ☐ 13416 ☐ 13417 ☐13418 ☐13419 ☐13420 ☐ 1032
   ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ☐ 30308

ข้อมูลปริมาณของสารเคมีและของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น

1. สาขาวิชา ☐ เคมี ☐ ชีววิทยา ☐ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2. การทดลอง.....

3. จำแนกของเสียอันตราย 14 ประเภท ในระบบ WASTETRACK

ลำดับ	ประเภทของเสียอันตราย	สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
1	ประเภทที่ 1 ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้	
2	ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด	
3	ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิไดซ์	
4	ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท	
5	ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต	
6	ประเภทที่ 6 ของเสียที่มีโลหะหนัก	
7	ประเภทที่ 7 ของเสียที่เป็นกรด	
8	ประเภทที่ 8 ของเสียที่เป็นเบส	
9	ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑ์ปโตรเลียม	
10	ประเภทที่ 10 ของเสียที่เป็นสารไวไฟ	
11	ประเภทที่11 NPS ของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรียที่มีสววนประกอบของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, ซัลเฟอร	
12	ประเภทที่ 12 ของเสียที่เป็นฮาโลเจน	
13	ประเภทที่13 ของเสียที่เผาไหม้ได้	
14	ประเภทที่ 14 ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ	
15	ของเสียที่มีจุลินทรีย์	

4. ปริมาณของเสียที่เกิดจากการทดลอง

☐ 10 – 50 ml ☐ 51 – 100 ml ☐ 101 – 150 ml ☐ 151 – 200 ml

☐ 201 – 250 ml ☐ 251 – 300 ml ☐ 301 – 350 ml ☐ 351 – 400 ml

☐ อื่น ๆ .....

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ดเนินการโดยนักศึกษาภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อสำรวจปริมาณของเสีย และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

แบบสอบถามชุดนี้ใช้ในการกำหนดเป็น “เกณฑ์การประเมิน” เพื่อวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสภาพเป็นจริงของท่าน

พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
สถานที่เก็บรวบรวมของเสียอันตรายก่อนนำส่งไปกำจัด/ทำลาย					
ห้องปฏิบัติมีการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายอย่างสม่ำเสมอ					
ห้องปฏิบัติการแบ่งพื้นที่พักของเสียอันตรายในพื้นที่เก็บรวบรวมเฉพาะ					
ห้องปฏิบัติการมีการแบ่งพื้นที่ขยะมูลฝอยทั่วไปแยกจากของเสียอันตราย					
ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการคัดแยกของเสียอันตราย					

ประเด็นคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
การคัดแยกและการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและเป็นไปตามกฎหมาย					
การคัดแยกและการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายปฏิบัติตามระบบการประเมินและรับรองคุณภาพ					
มีการจัดกลุ่มสารเคมีและการคัดแยกของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ					
การเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย					
มีระบบการปิดภาชนะใส่ของเสียอันตรายมิดชิด					
มีการหีบห่อภาชนะก่อนการขนย้ายอย่างเป็นระบบ					
มีการเคลื่อนย้ายโดยรถเข็น/ยานภาหนะเฉพาะ					
การกำจัด/ทำลายของเสียอันตราย					
มีการปรับสภาพของเสียอันตรายก่อนการกำจัดทำลาย					
มีการแยกชนิดของเสียอันตรายก่อนการกำจัดทำลาย					
มีสถานที่กำจัดทำลายเฉพาะและเป็นระบบ					
การจัดการปริมาณของสารอันตรายและของเสียอันตราย					
มีการใช้สารทดลองในปริมาณพอเหมาะ					
มีความเข้าใจและใช้สารทดลองถูกต้องไม่เหลือทิ้ง					
มีระบบค้นหา/การเบิกสารทดลองและควบคุมปริมาณทำให้สารทดลองไม่ผิดประเภทจนเป็นขยะ					
มาตรฐานห้องปฏิบัติการ					
มีระบบการร้องเรียนอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ					
ห้องปฏิบัติการมีการบันทึกประเภทและปริมาณสารเคมี (Inventory Control)/ของเสียอันตราย					
ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองมาตรฐาน					

หมายเหตุ เกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการจัดการของเสียอันตรายเชิงบวก		**พฤติกรรมการจัดการของเสียอันตรายเชิงลบ**	
ทำทุกครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน	ทำทุกครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน
ครั้งเว้นครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน	ครั้งเว้นครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน
บางครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน	บางครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน
นานๆ ครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน	นานๆ ครั้ง	มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน
ไม่ปฏิบัติ	มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน	ไม่ปฏิบัติ	มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง การจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ดเนินการโดยนักศึกษาภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อสำรวจปริมาณของเสีย และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

แบบสอบถามชุดนี้ใช้ในการกำหนดเป็น “เกณฑ์การประเมิน” เพื่อวิเคราะห์ระดับทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับสภาพเป็นจริงของท่าน

1. การจัดการข้อมูลของเสีย

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
1.1 ระบบบันทึกข้อมูล					
1. มีการบันทึกข้อมูลของเสียในรูปแบบ					
2. โครงสร้างของข้อมูลของเสียที่บันทึก ประกอบด้วย					
1.2 การรายงานข้อมูล					
1. มีการรายงานข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น					
2. มีรูปแบบการรายงานที่ชัดเจน เพื่อรายงานความเคลื่อนไหวข้อมูลในรายงานอย่างน้อยประกอบด้วยทุกหัวข้อต่อไปนี้					
3. มีการรายงานข้อมูลของเสียที่กำจัดทิ้ง					
4. มีการปรับข้อมูลเป็นปัจจุบันสม่ำเสมอ					

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
1.3 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ					
1. มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลของเสียเพื่อ					

2. การเก็บของเสีย

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
1. มีการแยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป					
2. มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม					
3. แยกของเสียตามเกณฑ์ ที่ระบุในข้อ 2					
4. ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท					
5. ติดฉลากภาชนะบรรจุของเสียทุกชนิดอย่างถูกต้องและเหมาะสม					
6. ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ					
7. บรรจุของเสียในปริมาณไม่เกิน 80% ของความจุของภาชนะ					
8. มีพื้นที่/บริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน					
9. มีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เหมาะสม					
10. แยกภาชนะรองรับขวดของเสียที่เข้ากันไม่ได้					
11. วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากบริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน					
12. วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟและเปลวไฟ					
13. เก็บของเสียประเภทไวไฟในห้องปฏิบัติการ ไม่เกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ถ้ามีเกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ต้องจัดเก็บไว้ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ					
14. กำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ในห้องปฏิบัติการ					
15. กำหนดระยะเวลาเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ					

3. การลดการเกิดของเสีย

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
1. มีแนวปฏิบัติหรือมาตรการในการลดการเกิดของเสียในห้องปฏิบัติการ					
2. ลดการใช้สารตั้งต้น (Reduce)					
3. ใช้สารทดแทน (Replace)					
4. ลดการเกิดของเสีย ด้วยการ					

4. การบำบัดและการกำจัดของเสีย

หัวข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน				
	1	2	3	4	5
1. บำบัดของเสียก่อนทิ้ง					
2. บำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด					
3. ส่งของเสียไปกำจัดโดยบริษัทที่ได้รับใบอนุญาต					

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ทัศนคติการจัดการของเสียอันตรายเชิงบวก		ทัศนคติการจัดการของเสียอันตรายเชิงลบ	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน
เห็นด้วย	มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน	เห็นด้วย	มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน	ไม่แน่ใจ	มีระดับคะแนนเป็น 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	มีระดับคะแนนเป็น 2 คะแนน	ไม่เห็นด้วย	มีระดับคะแนนเป็น 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับคะแนนเป็น 1 คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีระดับคะแนนเป็น 5 คะแนน

แยกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS

ห้องปฏิบัติการเคมี

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
ของแข็ง		
A1	Acetanilide	ระวัง
A2	Acetylacetone	ไวไฟ
A3	DL – Alanin	ระวัง
A4	Albumin aus eiern	ทั่วไป
A5	Aluminium hydroxide	ทั่วไป
A6	Ammonium acetate	ระวัง
A8	Ammonium carbonate	กัดกร่อน
A9	Ammonium chloride	ระวัง
A10	Ammonium Iron(II) sulphate	ระวัง
A11	Ammonium Fluoride	สารพิษ
A12	Ammonium molybdate	ระวัง
A13	Ammonium metavanadate	สารพิษ
A14	Ammonium oxalate	ระวัง
A15	Ammonium thiocyanane	ระวัง
A16	Ammonium sulfate	ระวัง
A17	Arsenic (II) Oxide	สารพิษ
A18	L + Arabinose	ทั่วไป
A19	L + ascorbic acid	ทั่วไป
A20	L – aspartic acid	ทั่วไป
A21	Ammonium peroxidesulfate	สารออกซิไดซ์
A22	Ammonium (Aurintricarboxylic acid Ammonium salt)	ทั่วไป
A23	Ammonium dichromate crystal	สารออกซิไดซ์
A24	Albumin bovine	ทั่วไป
A25	Acrylamine	สารพิษ
A26	Ammonium nitrate nonahydrate	สารออกซิไดซ์
A29	Ammonium ceric nitrate	สารออกซิไดซ์

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
A31	O – acetyl salicylic acid	ระวัง
A32	Ammonium nitrate	สารออกซิไดซ์
A33	Aluminium chloride	กัดกร่อน
A34	Ammonium hydrogen sulphate	กัดกร่อน
A35	Aluminium potassium sulphate	ทั่วไป
A36	Ammonium Iron(III) sulphate 12hydrate	ระวัง
A37	Anthracene	ระวัง
A38	Ammonium ferric sulfate dodecahydrate	ระวัง
A39	Antimony trichloride	กัดกร่อน
A40	Acetamide	สารพิษ
B1	Barium chloride-2-hydrate	สารพิษ
B2	Barium peroxide	สารออกซิไดซ์
B3	Barium hydroxide	กัดกร่อน
B4	Benzoyl peroxide	ไวไฟ
B5	Bismuth Chloride	กัดกร่อน
B6	Bismuth(III) nitrate basic	สารออกซิไดซ์
B7	Biphenyl	ระวัง
B8	Boric acid	สารพิษ
B9	Benzoin	ทั่วไป
B10	Benzoic acid	สารพิษ
B11	3,5-Dinitrobenzoic acid	ระวัง
B12	Benzophenone	สารพิษ
B13	Brucine sulphate hydrate	สารพิษ
B14	2,2 Bipyridyl	สารพิษ
C1	Cadmium dichloride dihydrate	สารพิษ
C2	Calcium carbonate	ระวัง
C3	Calcium nitrate trihydrate	สารออกซิไดซ์
C4	Calcium chloride	ระวัง
C5	Calcium chloride dihydrate	ระวัง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
C6	Calcium hydroxide	กัดกร่อน
C7	Calcium phosphate monobasique	ระวัง
C8	Calcium sulphate	ทั่วไป
C9	Cascina L-Cascin hydrochloride monohydrate	ระวัง
C10	Cholesterol	ทั่วไป
C11	Citric acid 1-hydrate	ระวัง
C12	Cobalt chloride	สารพิษ
C13	Copper (II) acetate 1-hydrate	ระวัง
C14	Copper (II) nitrate 3-hydrate	สารออกซิไดซ์
C15	Copper (II) sulphate 5-hydrate	สารพิษ
C16	Cupric chloride dihydrate	สารพิษ
C17	L- cystine	ระวัง
C18	Coomassie brilliant blue R250	ทั่วไป
C19	Cobalt (II) nitrate	สารออกซิไดซ์
C20	Copper	สารพิษ
C21	Cadmium iodide	สารพิษ
C22	Charcoal activated	ไวไฟ
D1	Dimethylglyoxime Disodium salt	ระวัง
D2	P-Dichlorobenzene	สารพิษ
D3	Dextran Blue From Leuconostoc ssp.	ทั่วไป
D4	Dimethylglyoxime	ระวัง
D5	1,4 - Dithio - DL - Threitol	ระวัง
D6	Diphenylamine	สารพิษ
D7	2,2 - Diphenyl - 1 - picrylhydrazyl	สารพิษ
D8	2,7-Dichlorofluoreseein	ระวัง
D9	2,4 - Dinitro phenyl Hydrazine	ไวไฟ
E1	Ethylenediminetetra Acetic Acid Disodium Salt (EDTA)	ระวัง
E2	Ethylenediminetetra Acetic Acid Manesium	สารพิษ

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
	Disodium Salt	
E3	Eosin Yellowish	ระวัง
F1	Iron (II) Chloride -6- Hydrate	กัดกร่อน
F2	Iron (II) Sulfate - 7 - Hydrate	ระวัง
F3	Ferric Chloride	กัดกร่อน
F4	D (-) Fructose	ทั่วไป
F5	Fuchsin acid	กัดกร่อน
F6	Iron(III) Nitrate,Ferric Nitrate	สารออกซิไดซ์
F7	Ferrous Sulfide	ทั่วไป
G1	Gelatin	ระวัง
G2	D (+) - Glucose Anhydrous	ทั่วไป
H1	Hydroxylammonium Chloride	กัดกร่อน
H2	Hydro Quinol	กัดกร่อน
H3	4 - Hydroxybenzoic Acid	กัดกร่อน
I1	Iodine	กัดกร่อน
I2	35% Isopropyl Alcohol	ไวไฟ
I3	Iodine Trichloride	สารออกซิไดซ์
L1	D(+)-Lactose Monohydrate	ทั่วไป
L2	Lead(II)nitrate	สารออกซิไดซ์
L3	L-Leucine	ทั่วไป
L4	3-Indolylacetic Acid	สารพิษ
L5	Lanolin	ทั่วไป
M1	Mangnesium Carbonate	ทั่วไป
M2	Mangnesium Chloride	ทั่วไป
M3	Mangnesium Nitrate	สารออกซิไดซ์
M4	Mangnesium Sulfate	ทั่วไป
M5	Mangnesium Oxide	ทั่วไป
M6	Manganese(II)Chloride	ระวัง
M7	Manganese(II)Sulfate	สารพิษ

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
M8	Malachite Green	ระวัง
M9	D(+)-Mannose	ทั่วไป
M10	Mercury(I)Chloride	สารพิษ
M11	Mercury(II)Chloride	สารพิษ
M12	Mercury(II)Iodide	สารพิษ
M13	Mercury(II)Sulfate (Mercuric Sulfate)	สารพิษ
M14	D(+)-Maltose Monohydrate	ทั่วไป
M15	Dodeca-Molybdophosphric Acid (Phosphomolybdic Acid)	สารออกซิไดซ์
M16	Dimethylglyoxim disodium Salt Octhahydrate	ระวัง
M17	Magneson I (4-4-Nitrophenylazo)Resorcinol)	ระวัง
M20	N,N-Methylen-bis-Acrylamide	ระวัง
M21	Mercury (II) Nitrate Monohydrate	สารพิษ
M22	Molybdophosphoric Acid	สารออกซิไดซ์
M23	Mercaptoacetic Acid Sodium Salt	ระวัง
N1	Naphthalene	ไวไฟ
N2	1-Naphthol (เอลฟา)	สารพิษ
N3	2-Naphthol(เบต้า)	สารพิษ
N4	1-Naphthylamin	สารพิษ
N5	Ninhydrin	ระวัง
N6	4-Nitrophenyl Phosphate Disodium Salt	ทั่วไป
N7	2,4-Dinitro-anilin	สารพิษ
N8	2-Nitro-anilin	สารพิษ
N9	4-Nitro-anilin	สารพิษ
N10	2,4-Dinitrophenyl Hydrasine	ไวไฟ
N11	Nickel(II)chloride Hexahydrate	สารพิษ
N12	4-Nitrophenol	สารพิษ
N13	Natriumborhydrid	ไวไฟ
N14	N-1-Naphthylethylenediamine Dihydrochloride	ระวัง

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
N15	Nickel Sulphate	สารพิษ
N16	Nickel (II) Nitrate 6 Hydrate	สารออกซิไดซ์
O1	Orcine Monohydrate	สารพิษ
O2	Oxalic Acid	กัดกร่อน
P1	1,10 Phenanthroline monohydrate	สารพิษ
P2	Diphenylamine	สารพิษ
P3	L-Phenylalamin	ทั่วไป
P4	Phenylhydrazinium Hydrochlomde	สารพิษ
P5	Meta Phosphoric Acid in Pieces	กัดกร่อน
P6	Potassium Permanganaste	สารออกซิไดซ์
P7	Tri Potassium Citrate	ทั่วไป
P8	Potassium Antimony Tartrate	สารพิษ
P9	Potassium Bromate	สารพิษ
P10	Potassium Chlorate	สารออกซิไดซ์
P11	Potassium Hydrogen Sulphate	กัดกร่อน
P12	Potassium Cyanide	สารพิษ
P13	Potassium Thiocyanate	ระวัง
P14	Potassium Hexacyanoferrate(III)	ทั่วไป
P15	Potassium Dihydrogen Phosphate	ทั่วไป
P16	Potassium Hydrogen Phthalate (KHP)	ทั่วไป
P17	Potassium Hydroxide	กัดกร่อน
P18	Potassium Iodate	สารออกซิไดซ์
P19	Potassium Iodide	สารพิษ
P20	Potassium Sodiumtartrate Tetrahydrate	ทั่วไป
P21	Potassium Sulfate	ทั่วไป
P22	L-Proline	ทั่วไป
P23	Di-Potassium Hydrogen Phosphate	ทั่วไป
P24	Potassium Dichromate	สารออกซิไดซ์
P25	Potassium Hexacyanoferrate(II)	ทั่วไป

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
P26	Potassium Hydrogen Dilodate	ระวัง
P27	Pyridine	ไวไฟ
P29	Potassium Nitrite	สารออกซิไดซ์
P30	Phenol Crystals	กัดกร่อน
P31	Potassium Chromate	สารพิษ
P32	Potassium Persulphate	สารออกซิไดซ์
R1	Resorcinol	สารพิษ
S1	3,5-Dinitrosalicylic acid (DNS)	ระวัง
S2	Salicylic Acid Extrapure	สารกัดกร่อน
S3	Safranin T	สารพิษ
S4	Selenium Dioxide	สารพิษ
S5	Silica gel	ทั่วไป
S6	Silicone Anti-foaming Agent	ทั่วไป
S7	Silver Iodide	สารพิษ
S8	Silver Nitrate	สารออกซิไดซ์
S9	Sodium Ammonium Hydrogen Phosphate	ทั่วไป
S10	Sodium Azide	สารพิษ
S11	Sodium Bismuthate	ระวัง
S12	Sodium Hydrogen Carbonate	ระวัง
S13	Sodium Acetate Trihydrate	ทั่วไป
S14	Sodium Chloride	ทั่วไป
S15	Sodium Carbonate	ระวัง
S16	tri-Sodium Citrate Dihydrate	ทั่วไป
S17	Sodium Cyanide	สารพิษ
S18	Sodium Dicromate Dihydrate	สารออกซิไดซ์
S19	di-Sodium Hydrogen Phosphate	ระวัง
S20	Sodium Dihydrogen Phosphate	ทั่วไป
S21	Sodium Hydroxide	กัดกร่อน
S22	Sodium Iodide	สารพิษ

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
S23	Sodium Nitrite	สารออกซิไดซ์
S24	Sodium Oxalate Powder	ระวัง
S25	Sodium Sulfite	ระวัง
S26	Sodium Sulfate Anhydrous	ทั่วไป
S27	Sodium Tetraborate-10-Hydrate	สารพิษ
S28	Sodium Laury Sulphate	ไวไฟ
S29	Sodium Thiosulphate Pentahydrate	ทั่วไป
S30	Starch Soluble	ทั่วไป
S31	Stannous Chloride Dihydrate	กัดกร่อน
S32	Strontium Chloride Hexahydrate	กัดกร่อน
S33	Sulfamic Acid	กัดกร่อน
S34	Sulfanilic Acid	ระวัง
S35	Silica gel 60 G	กัดกร่อน
S38	di-Sodium Hydrogen Ortophosphate Anhydrous	ทั่วไป
S39	Silver Sulphate	กัดกร่อน
S40	Sodium Dodecyl Sulfate	กัดกร่อน
S42	Stearic Acid Magnesium Salt	สารพิษ
S43	Sodium thioglycolate	กัดกร่อน
S44	tri-Sodium Citrate -2-Hydrate	ทั่วไป
S45	Sodium Disulfite (Sodium Metabisulphite)	กัดกร่อน
S46	Sephadex G-75	ทั่วไป
S47	Sulfanilamide	ระวัง
S48	Sodium Nitrosopenta Cyanoferrate(III) (Sodium Nitroprussiate)	สารพิษ
S49	Sodium Hypochlorite Solution	กัดกร่อน
S50	Sodium Diphenylamine Sulfonate	ระวัง
S51	Sodium (Meta) Arsenite	สารพิษ
S52	Salicytamide	ระวัง
S54	Sodium Amide	ไวไฟ

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
S55	Sodium Hydrogen Sulphate	ระวัง
S56	Sodium Sulphide	กัดกร่อน
S57	Sodium (Meta) Vanadate	สารพิษ
S59	Selenium Powder	สารพิษ
S60	Sodium Metal	สารออกซิไดซ์
S61	Sodium Borohydride	ไวไฟ
S62	Saccinic Anhydride	สารพิษ
T1	Thioacetamide	สารพิษ
T2	Thiosemicarbazide	สารพิษ
T3	Thlourea	สารพิษ
T4	Toluol-4-Sulfonamide	ไวไฟ
T5	Trichloroacetic acid (TCA)	กัดกร่อน
T6	Tioglycolic acid 80%	กัดกร่อน
T8	Tris(Hydroxymeyhyl)Aminomethane	ระวัง
T9	Titriplex (III)	ทั่วไป
T10	Tannic Acid (Tannin)	ทั่วไป
T11	3-tert-Butyl-4-Hydroxyanisole	สารพิษ
T12	Tris(Hydroxymethyl)Aminomethane	ทั่วไป
U1	Urea	ทั่วไป
U2	Uracil	ทั่วไป
X1	D(+)-Xylose	ทั่วไป
ของเหลว		
A1	Acetaldehyde	ไวไฟ
A2	Acetone	ไวไฟ
A3	Acetonitrite	ไวไฟ
A4	Ammonia Solution	กัดกร่อน
A5	Amyl Alcohol(1-Propsnol)	ไวไฟ
A6	ISO-Amyl Alcohol	ไวไฟ
A7	N-Amyl Alcohol	ไวไฟ

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
A8	Ammonium Hydroxide	กัดกร่อน
A9	Acetyyaceton	ไวไฟ
A10	Almond Oil From Prunusdulcis	ทั่วไป
A11	Aniline	กัดกร่อน
B1	Benzene	ระวัง
B2	Buffer Solution pH 7.00	ทั่วไป
B3	Buthanol	ระวัง
B4	ISO-Butylb Alcohol	ไวไฟ
B5	2-Butanol	ไวไฟ
B7	Butylamin	ไวไฟ
B10	1-Bromobutane (Butylbromid)	ไวไฟ
B11	Benzen Sulfonyl Chloride	กัดกร่อน
B12	Di-Butylamine	ไวไฟ
B13	Butyraldehyde	ไวไฟ
B14	1-Chlorobutane (N-Butyl Chloride)	ไวไฟ
B15	Benzoyl chloride	กัดกร่อน
C1	Carbon Disulfide	ไวไฟ
C2	Carbontetrachloride	สารพิษ
C3	Dichloromethane (Methylene Chloride)	สารพิษ
C4	Cyclohexene	ไวไฟ
C5	Cyclohexanol	ระวัง
C6	Chloroform	สารพิษ
C8	2-Chlorobutane Sec-Butychloride	ไวไฟ
C9	2-Chloro-2-Methylpropane หรือ tert-Butyl Chlorid	ไวไฟ
C10	Tetra-Chloroethylene	สารพิษ
C11	Cyclohexane	ไวไฟ
C12	Caffeine Pure	สารพิษ
E1	Ethyl Alcohol (Etanol)	ไวไฟ
E2	Tri-Ethan Olamine Lauryl Sulphate	ระวัง

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
E3	Ethyl Acetate	ไวไฟ
E4	Ethyl Ocetoacetate	ระวัง
F1	Formaldehyde Solution 40%	ไวไฟ
H1	N-Hexane	ไวไฟ
H2	Hydrogenpexoide	สารออกซิไดซ์
I1	Iodomethane	สารพิษ
M1	Methyl Alcohol	ไวไฟ
M2	N-Methylaniline	สารพิษ
M3	N,N-Dimethyl Aniline	สารพิษ
M4	Methyl ISO - Butyl Ketone	ไวไฟ
M5	Methylamine Solution	ไวไฟ
M6	Dimethyl sulphoxide	ไวไฟ
N1	Nitrobenzene	สารพิษ
P1	Paraffin Oil	สารพิษ
P2	Petroleum Ether 40-60 oC	ไวไฟ
P4	Pyridine	ระวัง
P5	Phenyhydrazine	สารพิษ
P6	2-Propanol	ไวไฟ
S1	Sodium Hydrogen Sulfite Solution	ระวัง
S2	Sodium Silicate	ระวัง
T1	Toluene	ไวไฟ
T2	N,N,N,N'-Tetramethyl-Ethylendiamine	ไวไฟ
U1	Eucalitus	ไวไฟ
W1	White Beeswax	ทั่วไป
X1	Xylene	ไวไฟ
X2	O-Xylene	ไวไฟ

แยกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS

ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
A1	Ammonium sulfate	สารพิษ
A2	Aluminium ammonium sulfate dodecrahydrate	ระวัง
A3	Ammonium Molybdate powder	ระวัง
A4	Ammonium nitrate	สารออกซิไดซ์
A5	Ammonium oxalate monohydrate	ระวัง
B1	Bentonit	ทั่วไป
B2	Benedict’s solution	ระวัง
B3	Bengal Rose	ระวัง
C1	Calcium Hydroxide	กัดกร่อน
C2	Congo Red	สารพิษ
C3	Calcium Choride dihyrate	ระวัง
C4	Cadmium Chloride	สารพิษ
C5	Calcium Carbonate	ระวัง
C6	Crystal Violet	ไวไฟ
D1	di-sodium hydrogen orthophosphate	ระวัง
D2	Diphenylamine	สารพิษ
D3	3,5-Dinitrosalicylic acid	ระวัง
D4	Dimethyl Sulphoxide	ระวัง
E1	Ethanol	ไวไฟ
F1	Fructose	ทั่วไป
F2	Fast Green	สารพิษ
G1	Gelatine	ระวัง
G2	Gelatin	ทั่วไป
L1	Lactic acid 85%	กัดกร่อน
L2	Lactose	ทั่วไป
M1	Manitol	ทั่วไป

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
M2	Manganese (II) Sulphate, monohydrate	สารพิษ
M3	Magnesium sulfate-7 hydrate	ทั่วไป
M4	Malt extract	ทั่วไป
M5	Malachite oxalate	สารพิษ
M6	Methyl Red	ไวไฟ
M7	Methanol	ไวไฟ
N1	1-Naphthol (α- Naphthol)	สารพิษ
O1	Oxalic acid	กัดกร่อน
P1	Potassium hydroxide	กัดกร่อน
P2	Potassium Dihydrogen Orthophosphate	ทั่วไป
P3	Potassium Nitrate	สารออกซิไดซ์
P4	Potassium Sodium-Tartrate	ทั่วไป
P5	Paraplast plus	ทั่วไป
P6	Possium Metabisulphite	กัดกร่อน
P7	Pyruvic acid	กัดกร่อน
P8	Potassium Permanganate	สารออกซิไดซ์
P9	Potassium Chloride	ทั่วไป
P10	Potassium Phosphate Dibasic AR (anhydrous)	ทั่วไป
P11	Paraffin liquid	สารพิษ
P12	Ortho – Phosphoric acid	กัดกร่อน
P13	Phenol Red	ทั่วไป
S1	Safranin T	กัดกร่อน
S2	Sodium Azide	ทั่วไป
S3	Sodium Cholride	ทั่วไป
S4	Sodium Hydroxide	กัดกร่อน
S5	Sodium Hydrogen Carbonate	ระวัง
S6	Sodium Nitrate	สารออกซิไดซ์
S7	Sodium Sulphate Anhydrous	ทั่วไป
S8	Starch Soluble	ทั่วไป

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
S9	Sucrose	ทั่วไป
T1	Tartaric acid	กัดกร่อน
T2	Tween 80	ทั่วไป
T3	Titripex III (ethylenedinitrilotrtraacetic acid Salt dihydrate)	ทั่วไป
T4	Tri-Calcium dicitrate Tatrahydrate	ทั่วไป
Z1	Zinc Sulphate	สารพิษ

แยกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
A1	Ammonium Chloride	ระวัง
A2	Ammonium Ferrous Sulphate	ระวัง
A3	Ammonium Hydroxide	กัดกร่อน
A4	Ammonium Molybdate Powder	ระวัง
A5	n-Amyl alcohol	ไวไฟ
A6	Aluminium Potassium Sulphate	ทั่วไป
A7	L-Ascorbic acid	ทั่วไป
A8	Ammonium Sulphate	ทั่วไป
B1	Boric acid	สารพิษ
C2	Calcium Carbonate	ระวัง
C3	Copper (II) Sulphate 5 - hydrate	สารพิษ
C4	Chloroform	สารพิษ
D1	Di-Potassium Hydrogen Phosphate	ทั่วไป
D2	Di-Sodium Hydrogen Phosphate	ระวัง
D3	Diphenylamine	สารพิษ
E1	Ethylenediamine tetra acetic acid (EDTA)	ระวัง
E2	Eriochrome black-T	ระวัง
E3	Ethanol 95%	ไวไฟ
E4	Ethyl Alcohol 70%	ไวไฟ
F1	Iron (III) Chloride	กัดกร่อน
F2	Iron (II) Sulphate	ระวัง
F3	Iron (III) Chloride hexahydrate	กัดกร่อน
H1	Hydrochloric acid	กัดกร่อน
H2	Hydroxylamine Hydrochloride	กัดกร่อน
H3	Hydrogen peroxide 30%	สารออกซิไดซ์
H4	Hexane Fraction	ไวไฟ
H5	Hydrofluoric acid 48%	กัดกร่อน

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
H6	Hexamethylene tetramine	ไวไฟ
H7	Hydrazine Sulfate	สารพิษ
L1	Lead (II) nitrate	สารออกซิไดซ์
M1	Magnesium Sulphate	ทั่วไป
M2	Manganese Sulphate monohydrate	สารพิษ
M3	Methanol (Methy Alcohol)	ไวไฟ
M4	Magnesium Chloride	ทั่วไป
M5	Mercury (II) Chloride	สารพิษ
M6	Mercury (II) Sulphate	สารพิษ
M7	Methyl orange	สารพิษ
M8	Methylene blue	ระวัง
M9	Methyl red	ไวไฟ
M10	Mercury (II) Iodide (red)	สารพิษ
N1	Nitric acid 65%	สารออกซิไดซ์
N2	N-1-Naphthylethylenediamine	ระวัง
P1	1,10-Phenanthroline monohydrate	สารพิษ
P2	Phenolphthalein	สารพิษ
P3	Potassium Dichromate	สารออกซิไดซ์
P4	Potassium dihydrogen phosphate	ทั่วไป
P5	Potassium Sulphate	ทั่วไป
P6	Potassium Chromate	สารพิษ
P7	Potassium antimonyl tartrate trihydrate	สารพิษ
P8	Potassium Chloride	ทั่วไป
P9	Potassium Nitrate	สารออกซิไดซ์
P10	Potassium Iodide	สารพิษ
P11	Phenol	กัดกร่อน
S1	Sodium Acetate Trihydrate	ทั่วไป
S2	Sodium Azide	สารพิษ
S3	Salicylic acid	กัดกร่อน

รหัส	รายการ	ความเป็นอันตราย
S4	Sodium Hydroxide	กัดกร่อน
S5	Sodium Thiosulfate. 5 Hydrate	ทั่วไป
S6	Starch Soluble	ทั่วไป
S7	Sulfuric acid	กัดกร่อน
S8	Sodium Iodide	สารพิษ
S9	Sodium Chloride	ทั่วไป
S10	Sulphamic acid	กัดกร่อน
S11	Sodium Sulphite	ระวัง
S12	Sodium Nitrate	สารออกซิไดซ์
S13	Selenium Powder	สารพิษ
S14	Sodium Carbonate	ระวัง
S15	Silver Sulphate	กัดกร่อน
S16	Silver Nitrate	สารออกซิไดซ์
S17	Sodium Arsenite	สารพิษ
S18	Sodium Sulphate	ทั่วไป
S19	Sulphanilamide	ระวัง
S21	Sodium Nitrite	สารออกซิไดซ์
S22	Trisodiumcitratedihydrate	ทั่วไป
S24	Sodium Hydrogen Carbonate	ระวัง
S25	Sodium Nitroprusside	สารพิษ
Z1	Zinc Sulphate	สารพิษ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางพรรณทิพย์ ธานีรัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	16 สิงหาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม
ที่อยู่ปัจจุบัน	57/3 หมู่ 1 ซอยสันติ ถนนเทวบุรี ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช