

การประเมินและการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการความปลอดภัย
ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
Assessment and Development of Safety Management Models for Environmental
Science Laboratories in the Department of Environmental Technology and
Management

ณัฐพงษ์ เอียดเต็ม¹, สิริภพ อบแพทย², พัชรวิทย์ คล้ายคลึง² และ พงษ์ธร แสงชุติ^{3*}

Natthapong Iadtem¹, Siraphob Obpat², Pattarawadee Klaiklung and Phongthon Saengchuti^{3*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย และพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยประชากรและการสุ่มตัวอย่างจากการศึกษารั้งนี้ คือ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มีวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 35 คน ซึ่งจะใช้แบบสอบถามศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นองค์ประกอบความปลอดภัย 3 ด้าน ได้แก่ (1) การจัดการสารเคมีและของเสีย (2) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ และ (3) ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาพบว่า การจัดการสารเคมีและของเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.52 ± 1.01 อยู่ในระดับดี ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 ± 1.03 อยู่ในระดับปานกลาง และระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 ± 1.12 อยู่ในระดับดี ซึ่งจากการศึกษาสภาพปัญหาในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ นำมาวิเคราะห์ช่องว่างความปลอดภัย เพื่อให้มีมาตรฐานรับรองการปฏิบัติงาน และเข้าสู่กระบวนการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ 3 ลำดับ คือ 1st Priority มีความสำคัญเร่งด่วนและความเป็นไปได้ในการดำเนินการ 2nd Priority มีความสำคัญเร่งด่วนปานกลางและความเป็นไปได้ในการดำเนินการภายในระยะเวลา 6-12 เดือน และ 3rd Priority มีความสำคัญไม่เร่งด่วน แต่ต้องมีพัฒนาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ; รูปแบบการจัดการ; ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

¹ ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

³ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี 34190

¹ Environmental Research and Academic Services Center, Faculty of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900

² Department of Environment Technology and Management, Faculty of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900

³ Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

* Corresponding Author E-mail: Phongthon.s@ubu.ac.th

Abstracts

This research aims to investigate the safety management issues and develop a safety management model for environmental science laboratories within the Department of Environmental Technology and Management. The study population consisted of 35 graduate students actively working in the department's laboratories, selected through purposive sampling. A structured questionnaire was employed to assess the safety management issues, focusing on three key safety components: (1) chemical and waste management; (2) the physical characteristics of the laboratory, equipment, and tools; and (3) hazard prevention systems and basic safety knowledge in the laboratory.

The results indicated that chemical and waste management had an average score of 3.52 ± 1.01 , categorized as good; the physical characteristics of the laboratory, equipment, and tools had an average score of 3.34 ± 1.03 , categorized as moderate; and the hazard prevention systems and basic safety knowledge in the laboratory had an average score of 3.56 ± 1.12 , categorized as good. The study further analyzed the safety management gaps to establish standardized procedures and initiate tangible improvements in laboratory safety. Prioritization of safety management issues was conducted at three levels: 1st Priority-urgent and feasible actions; 2nd Priority-moderately urgent actions to be implemented within 6-12 months; and 3rd Priority-non-urgent actions requiring enhanced safety management practices.

Keywords: Laboratory Safety; Management Model; Environmental Science Laboratory

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ มีหน้าที่สนับสนุนด้านการเรียนการสอน และการทำวิจัยของนิสิต นักวิจัย และคณาจารย์ภายในภาควิชาฯ โดยในการทำปฏิบัติการแต่ละครั้งผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับความเสี่ยง อันเกิดจากการใช้งานเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ความเป็นอันตรายและความเป็นพิษจากสารเคมี การระเบิดหรือไฟไหม้ รวมถึงอุบัติเหตุต่างๆ ที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งมีผลมาจากลักษณะของห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้มาตรฐานและระบบการจัดการความปลอดภัยที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานยังขาดความรู้ความ

เข้าใจและทักษะในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง เช่น การจัดเก็บสารเคมีในพื้นที่หรือภาชนะไม่เหมาะสม ความไม่แม่นยำในวิธีปฏิบัติการ ความประมาท เป็นต้น รวมถึงห้องปฏิบัติการขาดมาตรการและระบบบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม และไม่เน้นการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยอย่างจริงจังจนเกิดเป็นวัฒนธรรมและจริยธรรมในการปฏิบัติงาน (สุชาติา ชินะจิตร, 2557) ในสภาวะที่ห้องปฏิบัติการไม่ได้รับการจัดการความปลอดภัยอย่างถูกต้อง หากเกิดอุบัติเหตุขึ้น เจ้าหน้าที่หน้าจะไม่สามารถให้คำอธิบายได้ว่ามีความพยายามอย่างยิ่งแล้วที่จะป้องกันอุบัติเหตุเช่นนั้นๆ ในทางตรงกันข้าม หากหน่วยงานได้มีการพัฒนาห้องปฏิบัติการให้มีความปลอดภัยขึ้น ก็จะช่วยลดอันตรายที่จะเกิดต่อสุขภาพ ชีวิตของ

ผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนความสูญเสียที่จะเกิดต่อทรัพย์สินได้

สำหรับการบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของสถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนในประเทศไทยยังพบว่า ความรู้ ความตระหนัก และการสำนึกของผู้เกี่ยวข้องในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการจัดการเชิงระบบของสถาบันหรือองค์กร เพื่อให้ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่ปลอดภัยสำหรับการทำงานของผู้ที่เกี่ยวข้องนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาขั้นตอนการบริหารจัดการและกำหนดหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ภาควิชาฯ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญเกี่ยวกับการดำเนินงานทุกกิจกรรมด้วยความปลอดภัย โดยเฉพาะการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการนั้น ได้มีการกำหนดแนวทางในการพัฒนาความปลอดภัย ในด้านการจัดการสารเคมีและของเสีย ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการตามแนวปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ตามคู่มือการประเมินความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการด้วย ESPReL Checklist ของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย, 2558) การพัฒนารูปแบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความอันตรายและความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน จะช่วยลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งต่อตัวผู้ปฏิบัติงานและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม จึงควรมีมาตรการหรือนโยบายกระตุ้นให้เกิดความตระหนักในการทำงานอย่างปลอดภัยให้นิสิตและบุคลากรทุกระดับอย่างต่อเนื่อง (เพ็ญญา ทองประไพ และอมรรัตน์ หวลกะสิน, 2564) ดังนั้นผู้วิจัยเห็นถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจึงนำไปพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถใช้งานห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

และสร้างมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย และพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

วิธีการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยประชากรและการสุ่มตัวอย่างจากการศึกษาครั้งนี้ คือนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มีวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 35 คน ซึ่งจะใช้แบบสอบถามศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นองค์ประกอบความปลอดภัย 3 ด้าน ได้แก่ (1) การจัดการสารเคมีและของเสีย (2) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ และ (3) ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้นจำนวน 25 ข้อ เป็นเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามโดยศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจากหน่วยงานต่างๆ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนสอดคล้องของประเด็นปัญหาและนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของ

แบบสอบถาม (Index of Item Objective Congruence; IOC) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.93 ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สุวิมล ติรกันันท์, 2549) นอกจากนี้การสร้างแบบสอบถามทำการทดสอบความเที่ยงตรง (Cronbach's Alpha Values: α) ของข้อคำถามก่อนนำไปใช้จริงในกลุ่มตัวอย่าง ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าการทดสอบความเที่ยงตรง (α) ของข้อคำถามทั้ง 3 ส่วน ประกอบด้วย 25 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.938 และค่าความเที่ยงตรงของแต่ละข้อคำถามมีค่าอยู่ในช่วง 0.931-0.945 ซึ่งเป็นค่าเข้าใกล้ค่า 1 และอยู่ในช่วงค่าแนะนำที่สามารถนำไปใช้ในกลุ่มตัวอย่างได้ ($\alpha \geq 0.70$) (Ali et al., 2009; Isa et al., 2021)

การวิเคราะห์ผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ผ่านโปรแกรม Google Form และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นตารางข้อมูลซึ่งผู้วิเคราะห์ได้สร้างขึ้นมา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ซึ่งจะศึกษาสภาพปัญหาและคุณภาพของรูปแบบ โดยใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean; $\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) และการแปลความหมายของคะแนน โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และ บุญส่ง นิลแก้ว, 2535)

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง คุณภาพตามมาตรฐานดีเยี่ยม

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง คุณภาพตามมาตรฐานดี

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง คุณภาพตามมาตรฐานปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง คุณภาพตามมาตรฐานควรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง คุณภาพตามมาตรฐานวิกฤต

การพิทักษ์สิทธิ

การพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัย การวิจัยได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หนังสือรับรองจริยธรรมเลขที่ KUREC-SSR66/108 ลงวันที่ 18 กันยายน พ.ศ.2566 และได้ดำเนินการตามจริยธรรมในมนุษย์ทุกขั้นตอน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจากนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาจำนวน 35 คน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นองค์ประกอบความปลอดภัยไว้ 3 ด้าน แสดงดังตารางที่ 1 และสภาพปัญหาในห้องปฏิบัติการ แสดงดังรูปที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การจัดการสารเคมีและของเสีย จาก

ผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านการจัดการสารเคมีและของเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.52 ± 1.01 อยู่ในระดับดี โดยพบปัญหามากที่สุดคือ การแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี รองลงมาคือ ตู้เก็บสารเคมีมีระบบระบายอากาศ เพื่อระบายไอของสารที่มีอันตราย ทำให้ไม่มีไอสารระเหยตกค้างภายในห้องปฏิบัติการ และจัดเก็บสารเคมีทุกชนิดอย่างปลอดภัยตามตำแหน่งที่แน่นอน และไม่วางสารเคมีบริเวณทางเดิน ตามลำดับ โดยจากการสำรวจพบว่าระบบการจัดเก็บสารเคมีไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีการแยกสถานะของสาร วางสารเคมีไว้นานโดยไม่ปฏิบัติตามและบริเวณทางเดิน

1.2 ลักษณะทางกายภาพของ

ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ จากผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 ± 1.03 อยู่ในระดับปานกลาง โดยปัญหาที่พบมากที่สุดคือ บริเวณทางเดินและบริเวณพื้นที่ติดกับโถงทางเข้า-ออก ปราศจากสิ่งกีดขวาง รองลงมาคือ ระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการเพียงพอ ทำให้ไม่เกิดอันตรายระหว่างปฏิบัติงาน และขนาดพื้นที่และความสูงของห้องปฏิบัติการ มีความเหมาะสมและเพียงพอกับการใช้งานช่องเปิด (ประตู-หน้าต่าง) มีขนาดและจำนวนที่เหมาะสม โดยสามารถควบคุมการเข้าออกและเปิดออกได้ง่ายในกรณีฉุกเฉิน ตามลำดับ โดยจากการสำรวจพบว่า บริเวณทางเดินทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการมีการนำสารเคมีหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวางขวางทางเดิน และช่องประตู-หน้าต่าง รวมถึงการตรวจสอบระบบทางกายภาพไม่มีการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีข้อมูลการตรวจสอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันความเป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ

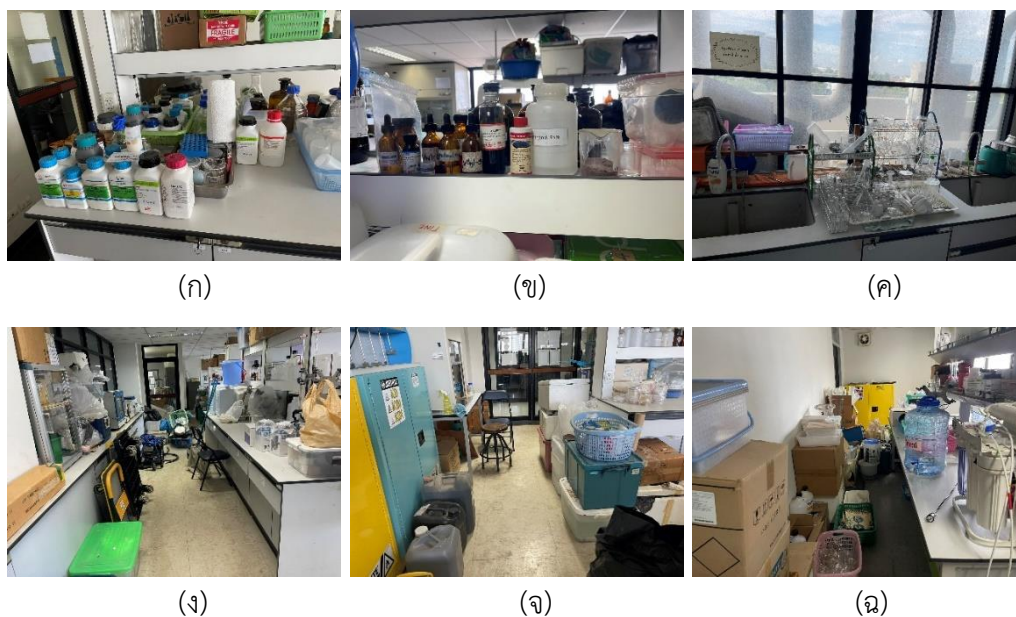
1.3 ระบบการป้องกันภัยอันตราย และ

การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จากผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 ± 1.12 อยู่ในระดับดี โดยปัญหาที่พบมากที่สุดคือ มีคำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการติดไว้ให้เห็นชัดเจน รองลงมาคือ มีเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) เห็นชัดเจน โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะเน้นงานปฏิบัติการวิจัยและผลลัพธ์ของการทดลองเป็นหลัก โดยไม่มีการประเมินความเสี่ยงจากกิจกรรมที่ทำในห้องปฏิบัติการ และระบบการทำงานของห้องปฏิบัติการให้เกิดความปลอดภัย เพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกันและช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการได้ รวมถึงยังไม่มีจัดการเอกสารด้านความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดชี้แนวปฏิบัติในการจัดการกับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นได้

ตารางที่ 1 ผลระดับคะแนนการจัดการด้านการปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

การจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ	$\bar{X} \pm S.D.$	การแปลความหมายคะแนน
1. การจัดการสารเคมีและของเสีย		
1.1 การจัดเก็บสารเคมีเป็นไปตามหมวดหมู่ถูกต้องตามหลักการ	3.31 ± 1.08	ดี
1.2 ตู้เก็บสารเคมีมีระบบระบายอากาศ เพื่อระบายไอของสารที่มีอันตราย ทำให้ไม่มีไอสารระเหยตกค้างภายในห้องปฏิบัติการ	2.69 ± 0.96	ปานกลาง
1.3 มีการแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี	2.63 ± 0.91	ปานกลาง
1.4 มีคู่มือคว้น ใช้สำหรับสารระเหยและกรดที่มีความเข้มข้นสูง เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	4.29 ± 0.75	ดี
1.5 มีการจัดเก็บสารไวไฟไว้ในที่ปลอดภัย	3.29 ± 1.15	ปานกลาง
1.6 จัดเก็บสารเคมีทุกชนิดอย่างปลอดภัยตามตำแหน่งที่แน่นอน และไม่วางสารเคมีบริเวณทางเดิน	2.97 ± 1.32	ปานกลาง
1.7 ปิดฝาภาชนะที่บรรจุสารเคมีทุกครั้งก่อนการเคลื่อนย้ายให้สนิท	4.09 ± 0.70	ดี
1.8 ถังแก๊สมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรงและมีฝารอบหัวถังหรือมี Guard ป้องกันหัวถัง	3.94 ± 1.08	ดี
1.9 ถังแก๊สมีที่วางปลอดภัยห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเส้นทางสัญจรหลัก	3.86 ± 1.31	ดี
1.10 มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม และแยกของเสียตามประเภทที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง	3.74 ± 0.85	ดี

การจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ	$\bar{X} \pm S.D.$	การแปลความหมายคะแนน
1.11 มีภาชนะแยกสำหรับใส่เครื่องแก้วที่แตกก่อนนำไปกำจัด	3.91±1.04	ดี
	3.52±1.01	ดี
2. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ		
2.1 มีพื้นที่หรือบริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน	3.83±1.15	ดี
2.2 ขนาดพื้นที่และความสูงของห้องปฏิบัติการ มีความเหมาะสมและเพียงพอกับการใช้งานของเปิด (ประตู-หน้าต่าง) มีขนาดและจำนวนที่เหมาะสม โดยสามารถควบคุมการเข้าออกและเปิดออกได้ง่ายในกรณีฉุกเฉิน	2.54±0.98	ปานกลาง
2.3 มีหน้าต่างที่สามารถเปิดออกเพื่อระบายอากาศได้ สามารถปิดล็อคได้และสามารถเปิดออกได้ในกรณีฉุกเฉิน	3.77±1.21	ดี
2.4 บริเวณทางเดินและบริเวณพื้นที่ติดกับโถงทางเข้า-ออก ปราศจากสิ่งกีดขวาง	2.23±1.06	ควรปรับปรุง
2.5 ระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการเพียงพอ ทำให้ไม่เกิดอันตรายระหว่างปฏิบัติงาน	2.26±1.04	ควรปรับปรุง
2.6 ปริมาณแสงสว่างเหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการ	3.83±1.12	ดี
2.7 มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสมกับการทำงานและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ	3.54±1.17	ดี
2.8 มีฝักบัวล้างตัวในห้องปฏิบัติการ ล้างอ่างล้างหน้า หากเกิดอุบัติเหตุ	3.63±0.91	ดี
2.9 มีอุปกรณ์ปฐมพยาบาล เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ	3.40±1.01	ปานกลาง
2.10 มีทางหนีไฟและป้ายบอกทางหนีไฟ	4.34±0.64	ดี
	3.34±1.03	ปานกลาง
3. ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ		
3.1 มีระเบียบการใช้งานห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยอยู่ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน	4.03±0.86	ดี
3.2 มีคำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการติดไว้ให้เห็นชัดเจน	3.23±1.17	ปานกลาง
3.3 มีเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) เห็นชัดเจน	3.31±1.13	ปานกลาง
3.4 มีการให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้ปฏิบัติงาน ในด้านความปลอดภัย	3.69±1.35	ดี
	3.56±1.12	ดี



รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

(ก) และ (ข) การจัดเก็บสารเคมี (ค) การจัดเก็บอุปกรณ์เครื่องแก้ว

(ง) (จ) และ (ฉ) การจัดเก็บอุปกรณ์บริเวณทางเดิน

2. การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ

ด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาสภาพปัญหาในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นในการพัฒนาองค์ประกอบความปลอดภัย 3 ด้าน นำมาวิเคราะห์ช่องว่างความปลอดภัย (Gap Analysis) เพื่อให้มีมาตรฐานรับรองการปฏิบัติงาน และเข้าสู่กระบวนการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถจัดลำดับความสำคัญ (Set Priority) ได้ 3 ลำดับ แสดงดังตารางที่ 2 (บุญชม ศรีสะอาด และ บุญส่ง นิลแก้ว, 2535) ดังนี้

1st Priority ความปลอดภัยที่มีคะแนน

เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.51–2.50 มีความสำคัญเร่งด่วนและความเป็นไปได้ในการดำเนินการ

2nd Priority ความปลอดภัยที่มีคะแนน

เฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51–3.50 มีความสำคัญเร่งด่วนปานกลางและความเป็นไปได้ในการดำเนินการภายในระยะเวลา 6-12 เดือน

3rd Priority ความปลอดภัยที่มีคะแนน

เฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51–4.50 มีความสำคัญไม่เร่งด่วน แต่ต้องมีพัฒนาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 2 กระบวนการการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

ปัญหาที่พบ	กระบวนการ/กิจกรรม	ผลลัพธ์/ผลผลิตที่เป็นรูปธรรม
1 st Priority		
2.4 บริเวณทางเดินและบริเวณพื้นที่ติดกับโถงทางเข้า-ออกปราศจากสิ่งกีดขวาง	1. ทำการเคลื่อนย้าย ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อส่งผลให้บริเวณเส้นทางเดินสู่ทางออก ไม่มีสิ่งกีดขวาง และเพื่อเป็นการเพิ่มระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ	1. มีพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานและเส้นทางเดินสู่ทางออก ไม่มีสิ่งกีดขวาง

ปัญหาที่พบ	กระบวนการ/กิจกรรม	ผลลัพธ์/ผลผลิตที่เป็นรูปธรรม
2.5 ระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการเพียงพอ ทำให้ไม่เกิดอันตรายระหว่างปฏิบัติงาน	2. จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ในตู้ใต้โต๊ะปฏิบัติการ ไม่นำไปวางบริเวณพื้นที่ทางเดิน 3. มีการปรับปรุงและจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสมตามเงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่มีอยู่ของแต่ละห้องปฏิบัติการ ให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัย	1. ขวาง และเป็นการเพิ่มระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ 2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการและลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุ
2nd Priority		
1.2 ตู้เก็บสารเคมีมีระบบระบายอากาศ เพื่อระบายไอของสารที่มีอันตราย ทำให้ไม่มีไอสารระเหยตกค้างภายในห้องปฏิบัติการ 1.3 มีการแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี 1.5 มีการจัดเก็บสารไวไฟไว้ในที่ปลอดภัย 1.6 จัดเก็บสารเคมีทุกชนิดอย่างปลอดภัยตามตำแหน่งที่แน่นอนและไม่วางสารเคมีบริเวณทางเดิน	1. การจัดทำระบบการจัดการสารเคมี ทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย โดยการนำระบบการจัดการข้อมูลสารสนเทศด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (Smart Lab) เพื่อจัดการสารเคมีในหน่วยงานมาใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลสารเคมี 2. การแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี (Chemical Incompatibility) ตามระบบ Globally Harmonized System for Classification and labeling of Chemicals (GHS) 3. จัดทำข้อมูลรายชื่อสารเคมีและเจ้าของชื่อผู้รับผิดชอบดูแลตู้ และติดสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย 4. จัดภาชนะรองรับและวัสดุกันกระแทกในขณะเคลื่อนย้าย 5. ใช้รายงานข้อมูลสารเคมีจากระบบ Smart Lab ในการประเมินความเสี่ยง และการจัดสรรงบประมาณ	1. มีระบบสารเคมี ที่สามารถรายงานความเคลื่อนไหวของสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้ 2. สารเคมี ถูกจัดเก็บ ตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการ 3. มีข้อมูลสำหรับสำหรับประเมินความเสี่ยงจากสารเคมี
2.2 ขนาดพื้นที่และความสูงของห้องปฏิบัติการ มีความเหมาะสมและเพียงพอกับการใช้งานช่องเปิด (ประตู-หน้าต่าง) มีขนาดและจำนวนที่เหมาะสม โดยสามารถควบคุมการเข้าออกและเปิดออกได้ง่ายในกรณีฉุกเฉิน	1. จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ในตู้ใต้โต๊ะปฏิบัติการ ไม่นำไปวางบริเวณพื้นที่ทางเดิน และเคลื่อนย้าย ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อส่งผลให้บริเวณเส้นทางเดินสู่ทางออก ไม่มีสิ่งกีดขวาง และเพื่อเป็นการเพิ่มระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ	1. มีพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานและเส้นทางเดินสู่ทางออก ไม่มีสิ่งกีดขวาง และเป็นการเพิ่มระยะทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ 2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการและลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุ
2.9 มีอุปกรณ์ปฐมพยาบาล เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการ หากเกิดอุบัติเหตุ ภายในห้องปฏิบัติการ	1. จัดซื้อเวชภัณฑ์ ชุดอุปกรณ์สำหรับสารเคมีหกั่วไหล และอุปกรณ์ทำความสะอาดให้เพียงพอ และติดป้ายบอกตำแหน่งที่จุดวาง หรือการติดป้ายสัญลักษณ์ต่าง ๆ	1. มีชุดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ
3.2 มีคำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติ การติดไว้ให้เห็นชัดเจน 3.3 มีเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) เห็นชัดเจน	1. จัดทำระเบียบการใช้งานห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์อย่างปลอดภัย คำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ และเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (Safety Data Sheet; SDS) ที่เข้าถึงและใช้งานได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ 2. สร้างความตระหนักและการให้ความรู้พื้นฐานที่เหมาะสม จำเป็นและอย่างต่อเนื่องแก่ผู้ปฏิบัติงาน 3. จัดทำขั้นตอนการประเมินความพร้อมของผู้ปฏิบัติงานก่อนทำวิจัย (Standard Operating Procedure; SOP) 4. มีการนำรายงานอุบัติเหตุมาอภิปรายและวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อทำให้เกิดการปรับปรุง	1. มีระเบียบปฏิบัติและป้ายเตือนเพื่อความปลอดภัยติดประกาศไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน 2. มีข้อมูล SOP สำหรับประเมินความพร้อมผู้เข้ามาใช้บริการในห้องปฏิบัติการ 3. มีการประเมินความเสี่ยง ซึ่งนำไปใช้ในการวางแผนและใช้เพื่อการเรียนรู้

ปัญหาที่พบ	กระบวนการ/กิจกรรม	ผลลัพธ์/ผลผลิตที่เป็นรูปธรรม
3rd Priority		
1.1 การจัดเก็บสารเคมีเป็นไปตามหมวดหมู่ถูกต้องตามหลักการ	1. การจัดทำระบบการจัดการสารเคมี ทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย โดยการนำระบบ Smart Lab เพื่อจัดการสารเคมีในหน่วยงาน มาใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลสารเคมี 2. การแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมีตามระบบ GHS	1. มีระบบสารเคมี ที่สามารถรายงานความเคลื่อนไหวของสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้ 2. สารเคมี ถูกจัดเก็บตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการ
1.4 มีตู้ดูดควัน ใช้สำหรับสารระเหยและกรดที่มีความเข้มข้นสูง เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน 1.7 ปิดฝาภาชนะที่บรรจุสารเคมี ทุกครั้งก่อนการเคลื่อนย้ายให้สนิท	1. ปฏิบัติงานในตู้ดูดควันทุกครั้งที่มีการใช้สารระเหยและกรดที่มีความเข้มข้นสูง 2. ตรวจสอบตู้ดูดควันให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง 3. การเคลื่อนย้ายสารเคมีต้องปิดฝาภาชนะที่บรรจุสารเคมีทุกครั้งให้สนิท และจัดภาชนะรองรับและวัสดุกันกระแทกขณะเคลื่อนย้าย	1. ลดความเสี่ยงในการทำงาน 2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการและลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุ
1.8 ถังแก๊สมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง และมีฝาครอบหัวถังหรือมี Guard ป้องกันหัวถัง 1.9 ถังแก๊สมีที่วางปลอดภัยห่างจากความร้อน แหล่ง กำเนิดไฟ และเส้นทางสัญจรหลัก	1. ตรวจสอบถังแก๊สเป็นประจำ 2. ตรวจสอบฝาครอบหัวถัง	1. ลดความเสี่ยงในการทำงาน 2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการและลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุ
1.10 มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม และแยกของเสียตามประเภทที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง 1.11 มีภาชนะแยกสำหรับใส่เครื่องแก้วที่แตกก่อนนำไปกำจัด 2.1 มีพื้นที่หรือบริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน	1. จัดทำแนวปฏิบัติการจัดการสารเคมีที่ไม่ใช่แล้ว โดยห้องปฏิบัติการมีการสำรวจและบันทึกข้อมูลของเสียทั้งหมด จำแนกตามชนิดอย่างชัดเจนและเก็บอย่างถูกวิธี เพื่อรอการกำจัดโดยไม่มีการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงการประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของของเสีย และตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะอย่างสม่ำเสมอ 2. มีการบันทึกข้อมูลของเสียอันตราย ประกอบด้วย ผู้รับผิดชอบ กลุ่มสารเคมี ปริมาณบรรจุ วันที่บันทึกข้อมูล เป็นต้น 3. ป้ายติดฉลากภาชนะบรรจุของเสีย มีการระบุข้อมูลเบื้องต้นครบถ้วนและชัดเจน 4. มีพื้นที่หรือบริเวณสำหรับจัดเก็บของเสียอันตรายที่แน่นอน และทำสัญลักษณ์พื้นที่จัดวางของเสีย สำหรับของเสียอันตรายประเภทไวไฟ ครวราของเสียให้ห่างจากปลั๊กไฟ หรือแหล่งกำเนิดประกายไฟ 5. จัดหามาตรการลดการเกิดของเสียในห้องปฏิบัติการ	1. มีแนวปฏิบัติการจัดเก็บของเสีย ห้องปฏิบัติการ ลดความเสี่ยงในการทิ้งของเสียอันตรายผิดประเภท และลดอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของของเสีย 2. มีการแบ่งโซนพื้นที่สำหรับวางของเสีย และมีสัญลักษณ์พื้นที่จัดวางของเสียที่แน่นอน 3. ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงของเสียที่อยู่ในภาชนะ สามารถทำงานได้สะดวกมากขึ้น และสามารถประเมินการส่งกำจัดในแต่ละปีได้ง่ายขึ้น ทราบระดับความเสี่ยง และมีแนวทางจัดการความเสี่ยง
2.3 มีหน้าต่างที่สามารถเปิดออกเพื่อระบายอากาศได้ สามารถปิดล็อกได้และสามารถเปิดออกได้อัตโนมัติ 2.6 ปริมาณแสงสว่างเหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการ	1. จำนวนประตู หน้าต่างเพียงพอสำหรับการถ่ายเทอากาศภายในห้องปฏิบัติการและด้านนอกห้องอย่างเหมาะสม โดยห้องปฏิบัติการที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศ เพื่อช่วยระบายไอของสารเคมีออกจากห้อง ปฏิบัติการ และควรใช้ตู้ดูดควันสำหรับสารเคมีอันตราย จะทำให้อากาศภายในห้องปฏิบัติการไม่อับและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง	1. ห้องปฏิบัติการมีผังแสดงตำแหน่ง เส้นทางหนีไฟ และตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ฉุกเฉิน 2. เกิดระบบตรวจสอบ และบำรุงรักษาอย่างป็นรูปธรรม

ปัญหาที่พบ	กระบวนการ/กิจกรรม	ผลลัพธ์/ผลผลิตที่เป็นรูปธรรม
2.7 มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสมกับการทำงานและสภาพแวดล้อมของห้อง ปฏิบัติการ	2. ห้องปฏิบัติการต้องมีแสงสว่างเพียงพอในการทำงานทั้งจากภายนอกและภายใน โดยต้องมีจำนวนหน้าต่างและประตูอย่างเหมาะสม และติดตั้งหลอดไฟให้เพียงพอ หากพบหลอดไฟภายในห้องปฏิบัติการหลอดใดกระพริบหรือดับลง ต้องเปลี่ยนหลอดใหม่ทันที	3. การจัดวางและติดตั้งครุภัณฑ์อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดอันตราย
2.8 มี ผักบัวล้างตัวในห้องปฏิบัติการ และอ่างล้างหน้า หากเกิดอุบัติเหตุ	3. จัดทำแผนผังแสดงตำแหน่งและเส้นทางหนีไฟและตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ฉุกเฉินของห้องปฏิบัติการ	4. อุปกรณ์มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอและพร้อมใช้งานตลอดเวลา
2.10 มีทางหนีไฟและป้ายบอกทางหนีไฟ	4. จัดทำป้ายชื่อห้องปฏิบัติการ และจัดทำข้อมูลสำหรับการติดต่อสื่อสารของห้องปฏิบัติการในกรณีภาวะฉุกเฉิน โดยปรับปรุงเบอร์โทรศัพท์ให้เป็นปัจจุบัน	5. มีข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ ช่วยลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงานได้
	5. จัดทำป้ายข้อมูลของห้องปฏิบัติการติดไว้หน้าห้องปฏิบัติการ	6. มีอุปกรณ์สำหรับรับเหตุฉุกเฉินติดตั้งอย่างถูกต้องและใช้งานได้จริง
	6. รวบรวมข้อมูลการตรวจสอบอุปกรณ์ความปลอดภัย และเส้นทางหนีไฟ	
	7. จัดซื้อวัสดุสเปรย์ดับชนิดโฟมติดตั้งไว้ภายในห้อง ปฏิบัติการ และในส่วนภายนอกห้องปฏิบัติการปรับการติดตั้งถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ให้อยู่ในระดับมาตรฐานกำหนด	
	8. จัดทำบันทึกการใช้งานเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการจัดทำแบบฟอร์มตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ เช่น ความเข้มแสงสว่างภายในห้องปฏิบัติการ น้ำประปา ระบบปรับอากาศ ระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร เป็นต้น	
	9. มีการประเมินผลและวางแผนการดำเนินงาน เพื่อปรับปรุงการบริหารความเสี่ยง	
	10. อุปกรณ์มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอและพร้อมใช้งานตลอดเวลา	
3.1 มีระเบียบการใช้งานห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยอยู่ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน	1. จัดทำระเบียบการใช้งานห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์อย่างปลอดภัย คำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ และเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) วางไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน	1. มีระเบียบปฏิบัติและป้ายเตือนเพื่อความปลอดภัยติดประกาศไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน
3.4 มีการให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้ปฏิบัติงาน ในด้านความปลอดภัย	2. สร้างความตระหนักและการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสม จำเป็น และอย่างต่อเนื่องแก่ผู้ปฏิบัติงาน	2. มีแผนการให้ความรู้ และกระบวนการกระตุ้นจิตสำนึกแก่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับความปลอดภัย
	3. มีการอบรมของหน่วยงานอยู่เป็นประจำ	

การอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจากนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาจำนวน 35 คน เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นองค์ประกอบความปลอดภัยไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1.1 การจัดการสารเคมีและของเสีย จาก

ผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านการจัดการสารเคมีและของเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.52 ± 1.01 อยู่ในระดับดี โดยพบปัญหามากที่สุดคือ ไม่มีการแยกเก็บ

สารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี ระบบการจัดเก็บสารเคมีไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีการแยกสถานะของสาร และมีการวางสารเคมีไว้บนโต๊ะปฏิบัติการ สอดคล้องกับงานวิจัยของวาทีศ วารายานนท์ (2566) ได้ทำการวิเคราะห์ความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการคลินิก พบว่า การจัดการข้อมูลสารเคมีห้องปฏิบัติการ ควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสาร โดยทำการพิมพ์เอกสารจากระบบอิเล็กทรอนิกส์และจัดเก็บในห้องปฏิบัติการ นอกเหนือจากการจัดเก็บข้อมูลสารเคมีในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการควรมีการปรับปรุงข้อมูลในโปรแกรมการจัดการสารเคมีและของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยระบุความเป็นอันตรายของสารเคมี ราคา วันที่เปิดใช้ขวดสารเคมี วันหมดอายุของสารเคมี รวมทั้งใช้ประโยชน์ข้อมูลรายงานจากโปรแกรมการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการสำหรับการบริหารจัดการ ความเสี่ยงและการจัดสรรงบประมาณที่เกี่ยวข้อง โดยการประเมินสถานภาพการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ควรมีการจัดระบบการจัดการสารเคมีทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายสารเคมี และการจัดการสารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว

1.2 ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ จากผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 ± 1.03 อยู่ในระดับปานกลาง โดยปัญหาที่พบมากที่สุดคือ บริเวณทางเดินทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ มีการนำสารเคมีหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวางขวางทางเดิน และช่องประตู-หน้าต่าง รวมถึงการตรวจสอบระบบทางกายภาพไม่มีการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีข้อมูลการตรวจสอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันยืนยันความเป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ

1.3 ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จากผลการสำรวจความคิดเห็นสภาพปัญหาด้านระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยใน

ห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 ± 1.12 อยู่ในระดับดี โดยปัญหาที่พบมากที่สุดคือ คำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการติดไว้ให้เห็นไม่ชัดเจน ซึ่งลักษณะงานที่ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะเน้นงานปฏิบัติการวิจัยและผลลัพธ์ของการทดลองเป็นหลัก โดยไม่มีการประเมินความเสี่ยงจากกิจกรรมที่ ทำในห้องปฏิบัติการ และระบบการทำงานของห้องปฏิบัติการให้เกิดความปลอดภัย เพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกันและช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการได้ (Karapantsios et al., 2008) รวมถึงยังไม่มีจัดการเอกสารด้านความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้แนวปฏิบัติในการจัดการกับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจจรรย์ ว่องไว-รัตนกุล (2565) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมี 1 พบว่า ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการจัดทำ การประเมินความเสี่ยงให้ครอบคลุมทุกด้าน ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีในบุคลากรทุกตำแหน่งที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ความเป็นอันตรายของสารเคมีดูจากระบบการจัดการสารเคมี โอกาสความเป็นอันตรายดูจากระยะเวลาที่สัมผัสสารเคมี และความรุนแรงดูจากระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีในแต่ละตัว รวมทั้งหน่วยงานต้องมีการจัดทำแผนการโต้ตอบ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละกิจกรรม และมีการประกาศกฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัยและแจ้งให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

2. การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาสภาพปัญหาในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดประเด็นในการพัฒนาองค์ประกอบความปลอดภัย 3 ด้าน นำมาวิเคราะห์ช่องว่างความปลอดภัย เพื่อให้มีมาตรฐานรับรองการปฏิบัติงาน และเข้าสู่กระบวนการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถจัดลำดับความสำคัญได้ 3 ลำดับ คือ 1st Priority มีความสำคัญเร่งด่วนและความเป็นไปได้ในการดำเนินการ 2nd Priority มีความสำคัญเร่งด่วนปานกลางและความเป็นไปได้ในการดำเนินการภายในระยะเวลา 6-

12 เดือน และ 3rd Priority มีความสำคัญไม่เร่งด่วน แต่ต้องมีพัฒนาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบด้านความปลอดภัยจากการประเมินตามองค์ประกอบด้วย ESPReL Checklist เพื่อวิเคราะห์หาช่องว่างความปลอดภัย (Gap Analysis) และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนาและยกระดับห้องปฏิบัติการให้สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

การจัดการสารเคมีและของเสีย ยังมีปัญหาที่ต้องแก้ไข ได้แก่ การไม่แยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ ระบบการจัดเก็บสารเคมีที่ไม่มีประสิทธิภาพ การจัดการสารเคมีที่ไม่ใช้งานแล้ว และการวางสารเคมีไว้นบนโต๊ะปฏิบัติการ สิ่งเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูลสารเคมีทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายสารเคมี การจัดการสารที่ไม่ใช่แล้ว ที่สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของข้อมูลสารเคมี และควบคุมความเสี่ยงของอันตรายจากสารเคมี ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการ การประเมินความเสี่ยงจากอันตราย ตลอดจนการจัดสรรงบประมาณและบริหารจัดการความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการ

ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ปัญหาที่พบมากที่สุดคือ การวางสารเคมีหรือวัสดุอุปกรณ์ขวางทางเดิน ประตู หน้าต่างในห้องปฏิบัติการ โดยโครงสร้างทางกายภาพภายในห้องปฏิบัติการมีพื้นที่จำกัด และมีวัสดุอุปกรณ์จำนวนมาก จึงควรมีมาตรการตรวจสอบระบบทางกายภาพอย่างสม่ำเสมอ แยกส่วนที่เป็นพื้นที่ห้องปฏิบัติการออกจากพื้นที่อื่น ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันความ เป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ อีกทั้งควรคำนึงถึงความจำเป็นและความสำคัญขององค์ประกอบทางกายภาพทางด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมระบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ เช่น ระบบโครงสร้าง ระบบไฟฟ้า ระบบระบายอากาศ เป็นต้น (รัตนา ใจบุญ, 2565) ควรมีการตรวจสอบสภาพเป็น

ประจำทุกปี และจัดทำรายงานการตรวจสอบสภาพประจำปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการต่อไป

ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ปัญหาที่พบมากคือ คำแนะนำหากเกิดอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการติดไวให้เห็นไม่ชัดเจน นอกจากนี้ยังไม่มี การประเมินความเสี่ยงจากกิจกรรมในห้องปฏิบัติการอย่างครอบคลุม ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายหากเกิดเหตุฉุกเฉิน จึงจำเป็นต้องมีการจัดการเอกสารด้านความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ การประเมินความเสี่ยงที่ครอบคลุมทุกด้าน และการจัดทำแผนการโต้ตอบในกรณีฉุกเฉินเพื่อให้การใช้งานห้องปฏิบัติการปลอดภัยมากขึ้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการสร้างแนวทาง เพื่อบริหารจัดการสิ่งที่พบว่ามีปัญหา จะทำให้สามารถปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงานตามรูปแบบที่กำหนดไว้ โดยการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการต้องครอบคลุมทุกด้าน โดยเฉพาะในเรื่องการจัดการสารเคมี ระบบทางกายภาพ และการป้องกันภัยอันตราย จะช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานในห้องปฏิบัติการได้ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา สุรีย์พิศาล (2564) ได้ทำการศึกษาระดับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมีตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย พบว่า การวิเคราะห์ช่องว่างของความปลอดภัยและการจัดทำแผนยกระดับความปลอดภัย โดยการจัดลำดับความสำคัญการพัฒนาองค์ประกอบความปลอดภัย ประกอบด้วย การบริหารระบบจัดการความปลอดภัย ระบบการจัดการสารเคมี ระบบการจัดการของเสีย ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ระบบป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย และการจัดการข้อมูลและเอกสาร โดยห้องปฏิบัติการมีสถานภาพความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 97 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของทัศนีย์ บุตรราช และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษารูปแบบการ

บริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า การบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีปัญหาในหลายด้านที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข และนำไปกำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ โดยผลการสร้างรูปแบบประกอบด้วยการบริหารจัดการ 5 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการจัดการของเสียอันตราย (2) ด้านการจัดการ อุปกรณ์ที่ชำรุด (3) ด้านสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ (4) ด้านการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ และ (5) ด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โดยการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบปฏิบัติตามได้ ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการสามารถ ดำเนินการได้อย่างถูกต้องและส่งผลให้มีความปลอดภัยในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการศึกษาของปวีณา เครือนิล และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการโลหะและธาตุปริมาณน้อย พบว่า การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการไม่สามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมตามแนวทางปฏิบัติของเอกสารคู่มือฯ ได้ทั้งหมด การปรับปรุงห้องปฏิบัติการให้ได้ตามมาตรฐานนั้นจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานและงบประมาณจำนวนมาก

การสรุปผลการวิจัยและประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยกำหนดประเด็นองค์ประกอบความปลอดภัยไว้ 3 ด้าน ดังนี้ (1) การจัดการสารเคมีและของเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.52 ± 1.01 อยู่ในระดับดี (2) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 ± 1.03 อยู่ในระดับปานกลาง และ (3) ระบบการป้องกันภัยอันตราย และการให้

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 ± 1.12 อยู่ในระดับดี ซึ่งจากการศึกษาสภาพปัญหาในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ นำมาวิเคราะห์ช่องว่างความปลอดภัย เพื่อให้มีมาตรฐานรับรองการปฏิบัติงาน และเข้าสู่กระบวนการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรมสามารถจัดลำดับความสำคัญได้ 3 ลำดับ คือ 1st Priority มีความสำคัญเร่งด่วนและความเป็นไปได้ในการดำเนินการ 2nd Priority มีความสำคัญเร่งด่วนปานกลางและความเป็นไปได้ในการดำเนินการภายในระยะเวลา 6-12 เดือน และ 3rd Priority มีความสำคัญไม่เร่งด่วนแต่ต้องมีพัฒนาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามกิจกรรมในตารางที่ 2 และจากผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบความปลอดภัยให้กับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของภาควิชาฯ และห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ของคณะ และสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำคู่มือมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการนำรูปแบบไปใช้งาน ดังนี้

1. การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัยของภาควิชาฯ ยังไม่มียุทธศาสตร์ความปลอดภัยที่จริงจัง ขาดแผนงานการดำเนินงานด้านความปลอดภัย รวมทั้งโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัย ดังนั้นภาควิชาฯ จึงควรพิจารณากำหนดนโยบายความปลอดภัย แผนการดำเนินงาน และโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยให้ครอบคลุมห้องปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม

2. ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำระบบดิจิทัลอัจฉริยะ เพื่อการบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (Smart Lab) ด้วยการยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการอย่างยั่งยืน โดยเชื่อมโยงฐานข้อมูลองค์ประกอบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกและติดตามข้อมูลที่สำคัญในด้านความปลอดภัย ได้แบบ Realtime เพื่ออำนวยความสะดวกของการบริหารจัดการข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์และเฝ้าต่อการขยายผลการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัย

3. ห้องปฏิบัติการควรจัดทำแบบสำรวจและจัดให้มีการสำรวจด้านต่าง ๆ คือ ด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้าง ไฟฟ้า สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ระบบระบายอากาศและปรับอากาศ และระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร โดยให้มีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และกำหนดให้มีความถี่ในการตรวจสอบทุกด้าน และนำผลที่ได้จากการตรวจสอบรายงานต่อผู้บริหารภาควิชา รวมถึงห้องปฏิบัติการ ควรจัดทำรายงานการบริหารความเสี่ยงในระดับห้องปฏิบัติการ และการใช้ประโยชน์จากกรายงานการบริหารความเสี่ยงดังกล่าว เพื่อจัดสรรงบประมาณในการบริหารความเสี่ยงของห้องปฏิบัติการ

4. ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการจัดทำการประเมินความเสี่ยงให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมี ความเป็นอันตรายของสารเคมี โอกาสความเป็นอันตรายจากระยะเวลาที่สัมผัสสารเคมี และความรุนแรงดูจากระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิด

5. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ ทักษะ และพฤติกรรมของนิสิตหรือผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ เพื่อที่จะนำข้อมูลมาพัฒนาคุณภาพของรูปแบบให้สามารถใช้งานได้อย่างครอบคลุมมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา สุรีย์พิศาล. (2564). การยกระดับความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการเคมี L-210 มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี ตาม

มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. *Mahidol R2R e-Journal*, 8(1), 49-62.

กาญจจรี ว่องไวรัตนกุล. (2565). การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมี 1 ตามมาตรฐานการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPreL). *วารสารวิชาการ ปชมท*, 11(2), 110 – 123.

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2558, 1 สิงหาคม). *คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2*.

<http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPreL-Book2.pdf>

ทัศนีย์ บุตรราช, พิรพงศ์ บุญฤกษ์, และ ธงิภา วันแก้ว. (2564). การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ. *Journal of Modern Learning Development*, 7(2), 280-300.

บุญชม ศรีสะอาด และ บุญส่ง นิลแก้ว. (2535). การอ้างอิงประชากรเมื่อใช้เครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่ากลุ่มตัวอย่าง. *การวัดผล การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหสารคาม*, 3(1), 22-25.

ปวีณา เครือนิล, ดวงกมล เชาวน์ศรีหุมต, และ เบญจพร บริสุทธิ์. (2556). การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการโลหะและธาตุปริมาณน้อย. *Bulletin of Applied Science*, 2(2), 55-61.

เพ็ญภา ทองประไพ และ อมรรัตน์ หวลกะสิน. (2565). ทักษะและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนออนไลน์ในภาคปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกรรม

- สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
วารสารวิชาการ ปชมท, 11(3), 129-139.
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2550). *การสร้างเครื่องมือวิจัย*. ศูนย์
สื่อเสริมกรุงเทพมหานคร.
- วาทีศ วารายานนท์. (2566). การวิเคราะห์ผลการ
ประเมินตนเองตามมาตรฐานความปลอดภัย
ของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก คณะสหเวชศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *วารสารวิชาการ ปชมท*,
12(2), 134-143.
- รัตนา ใจบุญ. 2565. การวิเคราะห์ผลการประเมินตนเอง
ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
โภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
มหาวิทยาลัยพะเยา. *วารสารวิชาการ ปชมท*.
11(3): 24-31.
- สุวิมล ตีรกันันท์. (2549). *การใช้สถิติในงานวิจัยทาง
สังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ*. (พิมพ์
ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุชาติา ชินะจิตร. (2555). *ความปลอดภัยของ
ห้องปฏิบัติการ : พัฒนาได้อย่างไร ใช้
จริยธรรมสร้างความตระหนักรู้สู่วัฒนธรรม*.
(พิมพ์ครั้งที่ 1). ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติ
ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสีย
อันตราย.
- Ali, H., Abdullah, N. A. C., & Subramaniam, C.
(2009). Management practice in safety
culture and its influence on workplace
injury: An industrial study in Malaysia.
*Disaster Prevention and Management:
An International Journal*, 18(5), 470-477.
- Isa AA, Wahab WA, Omar RC, Nordin MZ, Taha
H, Roslan R. (2021). Factors influencing
the compliance of workplace safety
culture in the government linked
company (GLC). *InE3S Web of
Conferences*, 325, 06005.
- T.D. Karapantsios, E.I. Boutskou, E.
Touliopoulou and P. Mavros. (2008).
Evaluation of chemical laboratory
safety based on student
comprehension of chemicals
labelling. *education for chemical
engineers*, 3, 66-73.