



Management of Quality Chemistry Science Laboratories in School

Sutasinee Saitong

ChiangMai Rajabhat University

E-mail: cl124.kwan@gmail.com

Suphattra Sakulsriprasert

ChiangMai Rajabhat University

E-mail: suphattrasakulsriprasert@gmail.com

Received	Reviewed	Revised	Accepted
18/09/2025	05/01/2026	10/02/2026	27/02/2026

Abstract

Background and Aims: The effective management of chemistry laboratories in educational institutions is a crucial process that supports practical learning, enhances students' analytical thinking and experimental skills, and ensures systematic operations with safety standards and efficient use of resources. This is essential to achieve optimal learning outcomes while ensuring safety for all stakeholders. The objectives of this research are: (1) to study and analyze the current conditions and developmental needs of chemistry laboratory management plans, and (2) to develop and validate guidelines for effective management of quality chemistry laboratories in educational institutions.

Methodology: This research is a qualitative study conducted in three phases: Phase 1 involved analyzing the developmental needs of chemistry laboratory management; Phase 2 focused on developing guidelines for quality management of chemistry laboratories in educational institutions; and Phase 3 examined the validity of the proposed management guidelines. The sample consisted of one school administrator, two academic teachers, five science teachers, one chemistry laboratory supervisor, and one school board member. The research instruments included expert-based discussion records, workshop agendas and minutes, as well as a checklist for verifying the validity and feasibility of the chemistry laboratory management guidelines. Quantitative data analysis was conducted using percentage analysis, while qualitative data were analyzed through content analysis.



Results: 1) The study of current conditions and developmental needs for establishing guidelines in managing chemistry laboratories in schools revealed three key aspects: Physical aspect: Insufficient equipment and space, which negatively affect instructional efficiency. Social aspect: Lack of communication and collaboration between teachers and laboratory staff. Educational aspect: The curriculum does not sufficiently emphasize microscale chemistry techniques, and training on laboratory safety is limited. The developmental needs identified include establishing clear guidelines for resource management, ensuring safe use of equipment, implementing environmentally friendly chemical management systems, and integrating microscale chemistry techniques into the curriculum to promote safe and effective learning. 2) The development of management guidelines for quality chemistry laboratories in educational institutions was structured around four areas: (1) Laboratory management measures ensuring adequate, safe, and learning-conducive spaces and resources, while integrating microscale chemistry techniques and green chemistry concepts. (2) Management processes based on POSDCoRB principles to enhance efficiency and sustainability in laboratory operations. (3) Prudent resource management covering equipment, chemicals, safety systems, and budgeting. (4) Stakeholder engagement encouraging administrators, teachers, staff, and students to collaborate in creating a safe and high-quality learning environment. Expert evaluations of the guidelines indicated the highest level of validity ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.28) and feasibility ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.32).

Conclusion: The management of chemistry laboratories in educational institutions still faces limitations in terms of equipment, personnel, and curriculum. The developed guidelines emphasize safe and efficient resource management. Integrating microscale chemistry techniques and green chemistry concepts promotes safe, environmentally friendly learning. The guidelines cover laboratory administration, resource management processes, and the roles of all stakeholders. Evaluation results indicate that the guidelines are both valid and practically applicable in schools.

Keyword: Management of Chemistry Laboratories; Microscale Chemistry; Green Chemistry; Laboratory Safety



การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

สุรธานี สายทอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

อีเมล: cl124.kwan@gmail.com

สุพัตรา สกุลศรีประเสริฐ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

อีเมล: suphatrasakulsriprasert@gmail.com

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีอย่างมีคุณภาพในสถานศึกษา เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติจริง ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการทดลองของผู้เรียน ทั้งนี้จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีมาตรฐานด้านความปลอดภัยและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ที่สูงสุดและปลอดภัยต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี 2) เพื่อจัดทำและตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ดำเนินการศึกษาแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี ระยะที่ 2 จัดทำแนวปฏิบัติการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา ระยะที่ 3 ตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้บริหารสถานศึกษา 1 คน, ครูวิชาการ 2 คน, ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 คน, ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเคมี 1 คน, กรรมการสถานศึกษา 1 คน เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบบันทึกการสนทนา อิงผู้เชี่ยวชาญ วาระการประชุมเชิงปฏิบัติการและแบบบันทึกการประชุมปฏิบัติการ และแบบตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติฯ ใช้การวิเคราะห์คำร้อยละ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย: 1) การศึกษาสภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในโรงเรียน แบ่งเป็น องค์ประกอบด้านกายภาพ ซึ่งมีอุปกรณ์และพื้นที่ไม่เพียงพอโดยส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน องค์ประกอบด้านสังคม บุคลากรขาดการสื่อสารและการให้ความร่วมมือระหว่างครูและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ องค์ประกอบด้านการศึกษา หลักสูตรยังไม่เน้นการใช้เทคนิคการทดลองเคมีมีส่วนร่วมและขาดการอบรมด้านความปลอดภัยอย่างทั่วถึง



ด้านความต้องการพัฒนานั้น ควรเน้นแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการจัดการทรัพยากร การใช้อุปกรณ์ที่ปลอดภัย ระบบจัดการสารเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการบูรณาการเทคนิคการทดลองเคมีย่อยส่วนในหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ 2) การจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา โดยกำหนดประเด็นพัฒนา 4 ด้าน ได้แก่ (1) มาตรการการบริหารห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การจัดพื้นที่และทรัพยากรให้เหมาะสม ปลอดภัย และเอื้อต่อการเรียนรู้ พร้อมบูรณาการเทคนิคเคมีย่อยส่วนและแนวคิดเคมีสีเขียว (2) กระบวนการบริหารตามหลัก POSDCoRB เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการจัดการ (3) การบริหารทรัพยากรอย่างรอบคอบ ครอบคลุมอุปกรณ์ สารเคมี ระบบความปลอดภัย และงบประมาณ และ (4) การส่งเสริมบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าที่ และนักเรียน ในการร่วมกันสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ การประเมินความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.28) และความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.32)

สรุปผล: การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษายังมีข้อจำกัดทั้งด้านอุปกรณ์ บุคลากร และหลักสูตร การพัฒนาแนวปฏิบัติเน้นการจัดการทรัพยากรอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ การบูรณาการเทคนิคเคมีย่อยส่วนและแนวคิดเคมีสีเขียวช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แนวปฏิบัติที่จัดทำขึ้นครอบคลุมการบริหารห้องปฏิบัติการ กระบวนการบริหารทรัพยากร และบทบาทของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผลการประเมินพบว่าแนวปฏิบัติมีความถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานศึกษา

คำสำคัญ : การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี; เคมีย่อยส่วน; เคมีสีเขียว; ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ โดยผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมและกระตุ้นให้มีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติรอบตัว และมีความมุ่งมั่นพร้อมความสุขในการศึกษาค้นคว้าและหาคำตอบ ผู้เรียนจะได้ฝึกการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล ตอบคำถาม อย่างมีเหตุผล สามารถใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบและวิเคราะห์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) การเรียนวิทยาศาสตร์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึก ตื่นเต้นและท้าทายผ่านการเผชิญหน้ากับสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ร่วมกันคิด วิเคราะห์ และปฏิบัติจริง รวมถึงการมองเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นๆ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย ทำนาย และคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์นี้จะสร้างแรง



บันดาลใจให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นในการสังเกต สำนวจ และค้นคว้าหาความรู้ที่มีคุณค่าอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงควรสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดที่แตกต่างกันของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) แต่ในปัจจุบันการเรียนการสอนไม่สามารถพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ เนื่องจากหลายปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบนอกเหนือจากหลักสูตรและครูผู้สอนแล้วนั้น งานด้านอาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อม ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในลำดับต้นๆของสถานศึกษาที่จะช่วยให้การบริหาร การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญส่ง งามอาจและคณะ, 2565) เพื่อประสิทธิภาพการจัดการศึกษาในยุคดิจิทัล

การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน ปฏิบัติกิจกรรมเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เคมีโดยกระบวนการเรียนรู้จากการทดลองและการสืบค้นข้อมูล ผ่านการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีมาตรฐาน มีการบริหารจัดการที่เป็นระบบเพื่อประสิทธิภาพประสิทธิผล การบริหารจัดการ ห้องปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก การสร้างความพร้อมและการอำนวยความสะดวกต่างๆที่จัดเตรียมไว้จะช่วยให้ นักเรียนทำการทดลอง ด้วยความมั่นใจและได้ผลการทดลองที่ดี ทั้งนี้การจัดห้องปฏิบัติการ ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้นั้นต้องคำนึงถึงความสะดวกในการลงมือปฏิบัติการและความปลอดภัยของ นักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) เพื่อจัดการห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์เคมีในโรงเรียนตามหลักปฏิบัติสากล การจัดเตรียมห้องปฏิบัติการและใช้อุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์เพื่อจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีสำหรับนักเรียนผ่านกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานนั้นเทคนิคการปฏิบัติการทดลองโดยใช้เทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วน (small-scale chemistry laboratory) เป็นชุดการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์เคมีในชุดการทดลองขนาดเล็ก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์เคมี ชุดการทดลองเคมีนี้จะลดปัญหา การใช้สารเคมีในปริมาณมากและลดการกำจัดสารเคมีที่อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (สมาคมเคมีแห่งประเทศไทย, 2565)

สภาพปัจจุบันของการจัดการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเทพารีนันั้น ควรจะต้องเพิ่มความ พร้อมในด้านอุปกรณ์การจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์เคมี ควรจะต้องเพิ่มระบบการบริหารจัดการเกี่ยวกับสารเคมีและอันตรายของสารเคมีตาม หลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และหลักความปลอดภัยในสถานศึกษา การป้องกัน อันตรายจากผลกระทบที่จะเกิดจากการใช้สารเคมี การกำจัดสารเคมีก่อนจะออกสู่สิ่งแวดล้อม การ ทดลองทางวิทยาศาสตร์เคมีที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากนั้น จะมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอันตราย จากการใช้สารเคมีในปริมาณสูง รวมถึงปัญหาจากการใช้สารเคมีไม่ถูกต้องและเหมาะสมเพียงพอ ดังนั้น



จึงควรพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาโดยนำเทคนิคการทดลองเคมีแบบย่อส่วน (small-scale chemistry laboratory) มาประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ฝ่ายงานบริหารวิชาการได้เพิ่มศักยภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการบริหารจัดการทรัพยากร การใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองในปริมาณน้อยลงแต่ยังคงความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเทคนิคการทดลองเคมีแบบย่อส่วนนี้จะทำให้การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการเคมีทำได้ง่ายมากกว่าเดิมและสามารถควบคุมการใช้สารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีโดยนำมาใช้แทนกระบวนการเดิม และฝ่ายงานบริหารวิชาการส่งเสริมสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นไปตามหลักการเคมีสีเขียว

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี
- 2) เพื่อจัดทำและตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

การพัฒนาแผนปฏิบัติการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา โดยใช้เทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วน (small-scale chemistry laboratory) ในโรงเรียนเทพนารี อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่อย่างเป็นระบบนั้น ส่งผลให้การบริหารจัดการในสถานศึกษาเกิดประสิทธิผลต่อการจัดการทรัพยากรตามหลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา เป็นการศึกษาคุณภาพ มีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

- 1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสนทนากลุ่มจำนวน 10 คน คัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยคัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ



วิทยาศาสตร์เคมี จำนวน 10 คน ประกอบด้วย 1.ผู้บริหารสถานศึกษา 1 คน 2.ครูวิชาการ 2 คน 3.ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 คน 4.ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเคมี 1 คน 5.กรรมการสถานศึกษา 1 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (expert-based discussion) เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี โดยมีการจัดทำแนวคำถามที่ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับความต้องการและข้อเสนอแนะในการพัฒนา

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวัดความเที่ยงตรงของแบบบันทึกการสนทนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (expert-based discussion) เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี (Validity) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และข้อคำถาม เพื่อหาค่าดัชนี Item Objective Consequence Index: IOC โดยค่า IOC ที่ได้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกการสนทนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (expert-based discussion) เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสนทนาในกลุ่มจำนวน 10 คน จากนั้นรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลและสรุปผล

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี ข้อมูลที่ได้จากการสนทนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (expert-based discussion) โดยใช้ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

ระยะที่ 2 จัดทำแนวปฏิบัติการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา โรงเรียนเทพนารี อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

1) ผู้ให้ข้อมูล

การจัดทำแนวปฏิบัติการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา ประกอบด้วยผู้ให้ข้อมูลจำนวน 10 คน ประกอบด้วย 1.ผู้บริหารสถานศึกษา 1 คน 2.ครูวิชาการ 2 คน 3.ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 คน 4.ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเคมี 1 คน 5.กรรมการสถานศึกษา 1 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 2 คือ วาระการประชุมเชิงปฏิบัติการหัวข้อการจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีเพื่อจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการ



ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี และแบบบันทึกการประชุมปฏิบัติการถูกนำมาใช้สำหรับบันทึกความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมประชุมในการพัฒนาแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวัดความเที่ยงตรงของแบบตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และข้อความ เพื่อหาค่าดัชนี Item Objective Consequence Index: IOC โดยค่า IOC ที่ได้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีกับผู้ให้ข้อมูลหลักจำนวน 10 คน จากนั้นรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลและสรุปผล

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี ข้อมูลที่ได้จากการประชุมเชิงปฏิบัติการจะถูกนำมาวิเคราะห์เนื้อหา (Contents analysis) เพื่อสรุปแนวทางในการจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

ระยะที่ 3 ตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา

1) ผู้ตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

สำหรับการตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีใช้แบบตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี (Check List) ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมและประสิทธิภาพของแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น

การตรวจสอบแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้มีความรู้โดยเฉพาะเจาะจง ผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1. ศึกษานิเทศก์สายงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน 2. ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีที่มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 3 ปี จำนวน 1 คน 3. ผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์คุณภาพ 1 คน 4. ครูวิทยาศาสตร์ต้นแบบ 1 ท่าน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 3 คือ แบบตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี



การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวัดความเที่ยงตรงของแบบตรวจสอบแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี (Validity) ให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และข้อคำถาม เพื่อหาค่าดัชนี Item Objective Consequence Index: IOC โดยค่า IOC ที่ได้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลโดยนำแบบตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษากับผู้ตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีจำนวน 5 คน ตรวจสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา มาวิเคราะห์ผลและสรุปผล

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการพัฒนาแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา ผลจากการตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์คำร้อยละ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้น และใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Contents analysis) มาสรุปเป็นความเรียงเพื่อจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการบริหารงานของสถานศึกษาต่อไป

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

ผลการศึกษาข้อมูลโดยรวบรวมผ่านการสนทนาของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วยครูวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ ผู้บริหารโรงเรียน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พบว่ามีปัญหาหลัก 3 ประเด็นในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีใน โรงเรียนเทพนารี จังหวัดแพร่ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยได้ผลการศึกษาจำแนกตามองค์ประกอบการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้



1. องค์ประกอบด้านกายภาพ เมื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันเกี่ยวกับทรัพยากรและอุปกรณ์ พบว่า ห้องปฏิบัติการเคมีมีอุปกรณ์และสารเคมีที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน, ห้องปฏิบัติการเคมีมีพื้นที่จำกัด ส่งผลให้การจัดวางอุปกรณ์และการใช้งานพื้นที่ไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังพบ ปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนอุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมสำหรับการใช้งานกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งทำให้การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเกิดความล่าช้าและไม่สามารถจัดการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. องค์ประกอบด้านสังคม พบว่า การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนและนักเรียนในรูปแบบต่างๆ ควรเพิ่มการสื่อสารที่ชัดเจนและการสื่อสารผ่านช่องทางที่หลากหลาย, ควรเสริมสร้างความร่วมมือ ระหว่างครูวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเพื่อให้การบริหารจัดการเป็นระบบมากขึ้น

3. องค์ประกอบด้านการศึกษา พบว่า หลักสูตรการเรียนวิทยาศาสตร์เคมีในปัจจุบันยังไม่เน้น การใช้เทคนิคการทดลองเคมีอย่างเพียงพอ, การให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการยังไม่ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย ในห้องปฏิบัติการไม่มีระบบการจัดการสารเคมีที่เพียงพอ เช่น การจัดเก็บสารเคมีอันตรายหรือการป้องกันการสัมผัสสารเคมีโดยตรงจากนักเรียน อีกทั้งยังพบปัญหาการขาดแคลนการฝึกอบรมด้านความปลอดภัยสำหรับครูและนักเรียนในการใช้งานห้องปฏิบัติการ รวมถึงการกำจัดสารเคมีบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม

ความต้องการในการพัฒนาแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในโรงเรียนนั้น บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องแสดงความต้องการให้มีการพัฒนาแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ ทั้งในด้านการจัดสรรทรัพยากร การใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและความปลอดภัย การพัฒนาระบบการกำจัดสารเคมีให้ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม รวมถึงการพัฒนาแนวทางการสอนการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนวิทยาศาสตร์เคมีให้บูรณาการเทคนิคการทดลองเคมีอย่างเพียงพอเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

2. ผลการศึกษาการจัดทำและตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษาต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและรอบคอบ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ แนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษามีดังนี้

ส่วนที่ 1 มาตรการด้านการจัดการและการบริหารห้องวิทยาศาสตร์เคมีในสถานศึกษา

เป็นกระบวนการที่มุ่งสร้างมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน เพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจขั้นตอนและสามารถบริหารจัดการตาม



แผนงานได้อย่างเป็นระบบ มาตรการครอบคลุมการจัดการพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น การออกแบบห้องและติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัย การจัดการทรัพยากรโดยดูแลสารเคมีและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้ รวมถึงการวางแผนงบประมาณ มีการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ด้านความปลอดภัย การวางแผนตารางการใช้งานและควบคุมความปลอดภัย การจัดการของเสียตามแนวคิดเคมีสีเขียว และบูรณาการการทดลองย่อยส่วนเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีการติดตามประเมินผล ปรับปรุงแนวปฏิบัติ และจัดทำแผนฉุกเฉิน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างยั่งยืนและปลอดภัย

ส่วนที่ 2 กระบวนการบริหาร

กระบวนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาเป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการอย่างมีระบบ เพื่อให้การใช้งานห้องปฏิบัติการมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และสนับสนุนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ รวมถึงการสร้างความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แนวปฏิบัติที่น่าเสนอนี้ อิงตามหลักการบริหารจัดการองค์กร POSDCoRB ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาห้องปฏิบัติการให้ตอบโจทย์มาตรฐานคุณภาพการศึกษาแห่งชาติได้อย่างเป็นระบบ

การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีในโรงเรียนเทพนารีสามารถเชื่อมโยงกับหลักการ POSDCoRB เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยเริ่มจาก การวางแผน (Planning) กำหนดยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยและการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน พร้อมบูรณาการแนวคิดเคมีสีเขียวและเคมีย่อยส่วน การจัดองค์การ (Organizing) กำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้เกี่ยวข้อง จัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัย และออกแบบโครงสร้างการบริหารที่ชัดเจน การจัดบุคลากร (Staffing) พัฒนาครูและเจ้าหน้าที่ด้วยการอบรมต่อเนื่อง และสนับสนุนสื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ การอำนวยความสะดวก (Directing) กำกับดูแลการปฏิบัติงานตามแผนและมาตรการความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด การประสานงาน (Coordinating) สร้างความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน พร้อมทบทวนแนวปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ การรายงาน (Reporting) จัดทำรายงานผลการดำเนินงาน และพัฒนา Green Lab Report เพื่อติดตามความก้าวหน้า การงบประมาณ (Budgeting) จัดสรรงบประมาณเหมาะสมและนำหลักการ 3R มาประยุกต์ใช้ ผลลัพธ์ที่คาดหวังคือห้องปฏิบัติการปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมีอันตราย พัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และจิตสำนึกความปลอดภัยของผู้เรียน พร้อมสนับสนุนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานชาติ

ส่วนที่ 3 ทรัพยากรในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

การบริหารทรัพยากรในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีมีความสำคัญต่อความปลอดภัยและคุณภาพการเรียนการสอน โดยต้องจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อความราบรื่นและลดความเสี่ยง ทรัพยากรหลักประกอบด้วย สารเคมี ซึ่งต้องเก็บแยกตามประเภท ติดฉลากชัดเจน ใช้เทคนิคเคมีย่อยส่วนเพื่อลดของเสีย และจัดการของเสียตามมาตรฐาน อุปกรณ์ปฏิบัติการ ต้องจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ ตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ พร้อมสอนวิธีใช้อย่างถูกต้อง สื่อการเรียนการสอน ควรเตรียมคู่มือ ใบ



งาน และสื่อดิจิทัล พร้อมปรับปรุงให้สอดคล้องกับแนวคิดเคมีสีเขียว ระบบความปลอดภัย ต้องติดตั้ง อุปกรณ์ป้องกัน ตรวจสอบการทำงาน และอบรมการรับมือเหตุฉุกเฉิน งบประมาณและการจัดสรร ควรวางแผนอย่างเหมาะสม ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และประยุกต์แนวคิด 3R การจัดการที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดความเสี่ยง สนับสนุนการเรียนรู้ที่ยั่งยืน และสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม

ส่วนที่ 4 บทบาทของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อให้กระบวนการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) ผู้บริหารสถานศึกษา

ผู้บริหารสถานศึกษามีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางและสนับสนุนการบริหารห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และสอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษา โดยต้องวางนโยบายและแผนงานที่ชัดเจน จัดสรรงบประมาณและบุคลากรอย่างเหมาะสม พร้อมส่งเสริมการพัฒนาครูและเจ้าหน้าที่ ตลอดจนสร้างแรงจูงใจในการทำงาน อีกทั้งควบคุมและติดตามการดำเนินงานเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย รวมถึงการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกและผู้ปกครอง สนับสนุนแนวคิดเคมีย่อส่วนและเคมีสีเขียวเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และจัดให้มีอุปกรณ์ความปลอดภัย สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ รวมถึงสื่อสารประสานงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งหมดนี้ช่วยให้สถานศึกษาบรรลุเป้าหมายทางการศึกษา

2) ครูผู้สอน

ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการและใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี เพื่อให้การเรียนการสอนมีคุณภาพและปลอดภัย โดยครูต้องออกแบบแผนการสอนที่บูรณาการแนวคิดเคมีย่อส่วนและเคมีสีเขียว เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี ลดของเสีย และส่งเสริมความยั่งยืน รวมถึงจัดเตรียมทรัพยากรอย่างเหมาะสม ตรวจสอบอุปกรณ์และสารเคมีก่อนใช้งาน และสอนนักเรียนให้ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด ครูยังต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทดลองเชิงปฏิบัติ ควบคุมการดำเนินการเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และปลูกฝังความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ครูควรประเมินผลและปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และจิตสำนึกที่ดี แนวทางเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ

3) ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ

บทบาทของผู้ดูแลห้องปฏิบัติการมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนและความปลอดภัยภายในสถานศึกษา ผู้ดูแลทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ โดยจัดระเบียบพื้นที่ให้สะอาด ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการใช้งาน พร้อมทั้งจัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีตามมาตรฐานความ



ปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีหน้าที่จัดเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทดลอง ตรวจสอบ ปริมาณ คุณภาพ และความพร้อมใช้งานของเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งต้องดูแลและบำรุงรักษา อุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพดี เพื่อยืดอายุการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาใหม่

ในด้านความปลอดภัย ผู้ดูแลต้องควบคุมการจัดเก็บสารเคมีที่มีความเสี่ยง จัดให้มีอุปกรณ์ความปลอดภัยครบถ้วน และให้ความรู้แก่นักเรียนและครูเกี่ยวกับการปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อลดความเสี่ยงจาก อุบัติเหตุ รวมทั้งต้องจัดการของเสียจากการทดลองอย่างถูกวิธี แยกประเภทของเสีย และส่งต่อให้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ผู้ดูแลยังต้องบันทึกข้อมูลการใช้ สารเคมี อุปกรณ์ และรายงานการบำรุงรักษาเพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างเป็นระบบ

อีกบทบาทสำคัญคือการสนับสนุนการเรียนการสอน โดยช่วยครูในการจัดเตรียมและดูแลการ ทดลอง ให้คำแนะนำแก่นักเรียนเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์อย่างถูกวิธี รวมทั้งแนะนำเทคนิคที่สอดคล้องกับ แนวทางเคมีย่อส่วนและเคมีสีเขียว เพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายและส่งเสริมความปลอดภัยใน สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ผู้ดูแลยังมีส่วนร่วมในการพัฒนาและปรับปรุงห้องปฏิบัติการ โดยเสนอแนะการ จัดหาอุปกรณ์ใหม่ ติดตามเทคโนโลยีที่ทันสมัย และร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อยกระดับ คุณภาพของห้องปฏิบัติการให้ได้มาตรฐาน ซึ่งทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นว่าผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเป็นบุคคล สำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4) นักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีมีความสำคัญต่อการสร้าง สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและเอื้อต่อการเรียนรู้ นักเรียนควรเตรียมตัวก่อนการทดลองโดยศึกษาคู่มือ ขึ้นตอน และจุดประสงค์อย่างรอบคอบ รวมถึงปรึกษาครูเมื่อมีข้อสงสัย ระหว่างการทดลองต้องปฏิบัติ ตามกฎระเบียบและคำแนะนำของครูอย่างเคร่งครัด ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย และหลีกเลี่ยง พฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยง

นอกจากนี้ นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์และสารเคมีด้วยความระมัดระวังตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน และใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม พร้อมทั้งทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างมี ความรับผิดชอบ สื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และปฏิบัติเป็นทีมอย่างมีระเบียบ การสังเกตและ บันทึกผลการทดลองอย่างละเอียดและเป็นระบบเป็นอีกหน้าที่สำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับ การวิเคราะห์ผลภายหลัง

ในด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย นักเรียนต้องจัดการสารเคมีและของเสียตามคำแนะนำ ลดการใช้สารที่เกินจำเป็น และปฏิบัติตามแนวทางเคมีย่อส่วนและเคมีสีเขียวเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม รวมถึงการสอบถามและเรียนรู้จากข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงทักษะการคิดและการแก้ปัญหา หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดอุปกรณ์และพื้นที่ปฏิบัติงาน จัดเก็บให้เรียบร้อย พร้อม



รายงานความเสียหายหากพบ และสุดท้ายต้องทบทวนและสรุปผลการทดลองเพื่อเชื่อมโยงกับทฤษฎี และนำไปใช้ในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ผลการตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

ตารางที่ 1 การตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

ที่	ประเด็นพิจารณา	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1	ความถูกต้อง	4.92	.28	มากที่สุด
2	ความเป็นไปได้	4.88	.32	มากที่สุด
	รวม	4.90	.30	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 การตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา พบว่า แนวปฏิบัติมีคุณภาพตามมาตรฐานอยู่ในระดับ มากที่สุด ทั้งหมด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (\bar{X} = 4.92, S.D.= .28) รองลงมาคือความเป็นไปได้ (\bar{X} = 4.88, S.D.= .32) แปลผลว่าแนวปฏิบัติมีคุณภาพตามมาตรฐานความถูกต้องและความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษาสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาแผนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี

ผลการวิจัยพบว่า ห้องปฏิบัติการเคมีในสถานศึกษายังมีข้อจำกัดหลายด้าน โดยเฉพาะด้านกายภาพ อาทิ อุปกรณ์ไม่เพียงพอ พื้นที่จัดเก็บและใช้งานสารเคมีไม่เป็นระบบ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอน นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ ผลดังกล่าวชี้ว่าการพัฒนาแผนการบริหารจัดการจำเป็นต้องเน้นการจัดหาทรัพยากรที่เหมาะสม รวมทั้งปรับปรุงระบบการจัดการอุปกรณ์และพื้นที่ให้เอื้อต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กมลพร ภูมิพลัม และต้องลักษณะ บุญธรรม (2564) ที่พบว่าการบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้จำเป็นต้องวิเคราะห์สภาพจริงที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนพัฒนาอย่างเป็นระบบ



นอกจากนี้ ในด้านสังคมและบุคลากรยังสะท้อนให้เห็นถึงการขาดการสื่อสารและความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการสร้างบรรยากาศการทำงานที่ดีในห้องปฏิบัติการ สอดคล้องกับ จรีพร โชติพิบูลย์ทรัพย์ (2565) ที่ชี้ว่าการบริหารจัดการสถานศึกษาที่ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องสร้างการมีส่วนร่วมและการสื่อสารที่ชัดเจนในทุกระดับของบุคลากร ด้านหลักสูตรการสอน ผลวิจัยพบว่าการบูรณาการเทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วน (small-scale chemistry) และการอบรมความปลอดภัยยังมีน้อย ทั้งที่เป็นแนวทางสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้และลดความเสี่ยง สอดคล้องกับ จันทร์ฉาย ไกรสินธุ์ (2565) ที่ระบุว่า การจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริหารสถานศึกษาควรกำหนดเป็นนโยบายและมีมาตรการสนับสนุนอย่างเป็นรูปธรรม

2. ผลการศึกษาการจัดทำและตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษา

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แนวปฏิบัติที่จัดทำขึ้นมีโครงสร้างชัดเจน ครอบคลุม 4 มิติหลักของการบริหาร ได้แก่ (1) มาตรการการบริหารห้องปฏิบัติการ (2) กระบวนการบริหารตามหลัก POSDCoRB (3) การจัดการทรัพยากรทั้งอุปกรณ์ สารเคมี ระบบความปลอดภัย และงบประมาณ และ (4) การส่งเสริมบทบาทผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยกรอบคิดดังกล่าวเชื่อมโยงกับกรอบแนวคิดการวิจัยที่อธิบายบทบาทของ POSDCoRB ในการทำให้การวางแผน การจัดโครงสร้าง การประสานงาน และการรายงานผลเป็นระบบและตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นฐานให้การออกแบบแนวปฏิบัติ มีความเป็นเอกภาพและปฏิบัติการได้จริงภายใต้บริบทโรงเรียนไทย ในเชิงเนื้อหา นั้น แนวปฏิบัติฯ เน้นการบูรณาการ เทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วน และ หลักการเคมีสีเขียว เข้าไว้กับมาตรการความปลอดภัยและการจัดการทรัพยากรเพื่อบรรลุเป้าหมาย “เรียนรู้จริง ปลอดภัยจริง และคุ้มค่าจริง” สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา กลยุทธ์สำคัญครอบคลุม (ก) การออกแบบกิจกรรมทดลองที่ลดปริมาณสารเคมี น้ำ และพลังงาน (ข) การกำหนดขั้นตอนรับ-จ่าย-เก็บ-กำจัดสารเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ (ค) การมาตรฐานอุปกรณ์/พื้นที่ทำงานพร้อมป้ายเตือน อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) และเส้นทางอพยพฉุกเฉิน ซึ่งทั้งหมดนี้ช่วยลดความเสี่ยงเชิงระบบและทำให้ครู-นักเรียนสามารถทำงานในห้องปฏิบัติการได้อย่างมั่นใจมากขึ้น ผลการศึกษาดังกล่าว สอดคล้องกับ สมาคมเคมีแห่งประเทศไทยในพระอุปถัมภ์ (2567) ที่ระบุประโยชน์เชิงระบบของการทดลองเคมีแบบย่อส่วน ทั้งในมิติความปลอดภัย ต้นทุน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเป็นรากฐานให้สถานศึกษายกระดับคุณภาพห้องปฏิบัติการไปพร้อมกับการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในระยะยาว ในด้านการจัดการเชิงองค์การ แนวปฏิบัติฯ ยังกำหนดดลไกล “การมีส่วนร่วม” ของผู้เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ เช่น คณะทำงานห้องปฏิบัติการ (ครูวิทยาศาสตร์-ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ-งานอาคารสถานที่-พยาบาล/อนามัยโรงเรียน-ผู้แทนนักเรียน-ผู้แทนผู้ปกครอง/ชุมชน) ที่มีหน้าที่



กำหนดแผนประจำปี กำกับกับการปฏิบัติ และทบทวนผลลัพธ์ตามรอบเวลา ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างการมีส่วนร่วมที่ชัดเจนทำให้มาตรการด้านความปลอดภัยและการใช้ทรัพยากรมีความสอดคล้องต่อเนื่องไม่ขึ้นกับตัวบุคคล และเกิด “ความเป็นเจ้าของร่วม” ในระดับโรงเรียน ซึ่ง สอดคล้องกับ ขวัญจิรา จำปา (2566) ที่ชี้ว่าการบริหารจัดการโรงเรียนคุณภาพของชุมชนต้องตั้งอยู่บนฐานการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน จึงจะเกิดความยั่งยืนทั้งมิติวิชาการและมิติสังคม ในด้านการจัดการสารเคมีนั้น แนวปฏิบัติที่จัดทำขึ้นได้ระบุการมีระบบเพื่อตัดสินใจและปรับปรุงงาน เช่น บันทึกการใช้-คงคลังสารเคมี บันทึกอุบัติเหตุการณ์และเหตุการณ์เกือบพลาด (near miss) ใ้บตรวสภาพพื้นที่/อุปกรณ์ การทบทวนหลักสูตร-หน่วยการเรียนรู้ที่ผนวกเคมีย่อบส่วน และผลสะท้อนกลับจากผู้เรียน โดยข้อมูลเหล่านี้ถูกนำเข้าสู่วงจรคุณภาพ PDCA ควบคู่กับ POSDCoRB เพื่อให้เกิดกระบวนการ “ควบคุมคุณภาพระหว่างทำงาน” และ “ปรับปรุงคุณภาพหลังการประเมิน” ซึ่ง สอดคล้องกับ จรีพร โชติพิบูลย์ทรัพย์ (2565) ที่เน้นการพัฒนาการบริหารจัดการสถานศึกษาด้วยการวางระบบงานที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ มีข้อมูลอิงเหตุผลและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2555) ที่ย้ำว่า การจัดการเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีโครงสร้างองค์กรที่ชัดเจน พร้อมกำหนดหน่วยงานและผู้รับผิดชอบเฉพาะด้าน เพื่อกำกับดูแลความปลอดภัยในการทำงานอย่างจริงจัง

ในขั้นการตรวจสอบแนวปฏิบัติเพื่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมีคุณภาพในสถานศึกษานั้น แนวปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นถูกประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ความปลอดภัย และการบริหารสถานศึกษา โดยพิจารณาความ “ถูกต้องตามหลักวิชาการ” และ “ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง” ผลการตรวจสอบภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนว่าองค์ประกอบเชิงระบบ ด้านมาตรการด้านกายภาพ ด้านความปลอดภัย ไปจนถึงกระบวนการบริหาร การจัดการทรัพยากร และบทบาทผู้เกี่ยวข้อง ล้วนมีความครบถ้วนและเหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา สอดคล้องกับ ศุภวรรณ การุญญะวีร์ (2564) ที่ได้ศึกษาการบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้ภายในสถานศึกษาตามหลักสัปปายะ 7 วิธีใหม่ พบว่า ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนคุณภาพ โดยต้องกำหนดทิศทาง ติดตาม ประเมิน และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ระบบเดินหน้าได้ ด้านระบบความปลอดภัยและการจัดการความเสี่ยงนั้น แนวปฏิบัติที่กำหนดโครงสร้างความปลอดภัย ตั้งแต่ระดับนโยบายจนถึงชั้นเรียน เช่น การประเมินความเสี่ยงรายหน่วยการทดลอง, รายการตรวจ, การซ่อมฉุกเฉิน, การจัดเก็บ การกำจัดสารเคมีตามมาตรฐาน และการทบทวนเหตุเกือบพลาด (near miss) อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ สุพักตร์ เลยกกลาง (2566) ที่ได้ศึกษา การบริหารด้านความปลอดภัยในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา พบว่าการบริหารด้านความปลอดภัยในสถานศึกษาต้องมีการรับรอง ทบทวนสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อสร้างความเชื่อมั่นต่อมาตรการก่อนนำไปใช้จริงในระดับสถานศึกษา



ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำผลวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) การขยายขอบเขตของการวิจัยไปยังสถาบันอื่นๆ เพื่อทำการเปรียบเทียบและปรับปรุงแนวปฏิบัติให้เหมาะสมกับบริบทต่าง ๆ

1.2) โรงเรียนมีการติดตามผลและการปรับใช้แผนในระยะยาว เพื่อติดตามผลลัพธ์ทั้งในด้านการจัดการทรัพยากร การพัฒนาความปลอดภัย และความยั่งยืน ทั้งนี้ฝ่ายบริหารมีบทบาทในการสนับสนุนการทดลองเคมีแบบย่อส่วนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดต้นทุน

1.3) การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรต่อเนื่อง ฝ่ายบริหารวิชาการควรมีการฝึกอบรมบุคลากรทั้งครูและเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้พวกเขาประยุกต์เทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วนและการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4) การบูรณาการเทคนิคเคมีย่อส่วนกับการจัดการสิ่งแวดล้อม แนะนำให้มีการบูรณาการเทคนิคการทดลองเคมีย่อส่วนกับการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งต่อไปควรเน้นการศึกษาผลกระทบของการใช้เทคนิคเคมีย่อส่วนต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสนใจในการเรียนรู้ การวัดผลในด้านนี้จะช่วยเสริมความเข้าใจถึงประโยชน์ของการใช้เทคนิคการทดลองแบบย่อส่วนต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในห้องปฏิบัติการเคมี

2.2) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินแผนปฏิบัติการ แนะนำให้ในงานวิจัยครั้งถัดไปมีการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานที่หลากหลายกลุ่ม เช่น ครูวิทยาศาสตร์ นักเรียน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่ครอบคลุมในด้านต่าง ๆ เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

2.3) การวิจัยในครั้งต่อไปควรเน้นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างการใช้เทคนิคเคมีแบบดั้งเดิมและเทคนิคเคมีย่อส่วนในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบในด้านประสิทธิภาพ การใช้ทรัพยากร ความปลอดภัย และการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการเปรียบเทียบนี้จะช่วยเสริมความรู้ในการพัฒนาเทคนิคการจัดการห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสมมากขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กมลพร ภูมิพลับ และต้องลักษณ์ บุญธรรม. (2564). ความต้องการจำเป็นของการบริหาร แหล่งเรียนรู้ เพื่อการศึกษา สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา พระนครศรีอยุธยา. *วารสารศิลปศาสตร์ราชชมงคลสุวรรณภูมิ*, 3 (2), 103-117.
- ขวัญจิรา จำปา. (2566). การบริหารจัดการโรงเรียนคุณภาพของชุมชน. *วารสารรัชต์ภาคย์*, 17 (21), 205-21
- จันทร์ฉาย ไกรสินธุ์. (2565). การบริหารจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ. *วารสารเทคนิคการแพทย์*. 50(2). 8158-8173.
- จรีพร โชติพิบูลย์ทรัพย์. (2565). การพัฒนาการบริหารจัดการสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 1. *Journal of Modern Learning Development*, 7(6), 359 - 366.
- บุญส่ง งามอาจ, เกียรติศักดิ์ ศรีสมบัติ, และคันททรัพย์ ชมพูพาทย์. (2565). องค์ประกอบของโรงเรียนคุณภาพและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นโรงเรียนคุณภาพสำหรับสถานศึกษาขนาดเล็กของรัฐ. *วารสารรัชต์ภาคย์*, 16(46), 544 - 559.
- ศุภวรรณ การุญญะวีร์. (2564). การบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้ภายในสถานศึกษาตามหลักสัปปายะ 7 วิธีใหม่. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย*, 3 (2), 76-82.
- สมาคมเคมีแห่งประเทศไทยในพระอุปถัมภ์. (2567). *การทดลองเคมีแบบย่อส่วน*. สมาคมเคมีแห่งประเทศไทยในพระอุปถัมภ์. <https://chemsocthai.org/ดาวเคมี>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *คู่มือการจัดการห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). <https://sa.ipst.ac.th/?p=699>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2555). *แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สุพักตร์ เลยกกลาง. (2566). การบริหารด้านความปลอดภัยในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ*, 3 (1), 465-474.