

Received: 20 เม.ย. 2569

Revised: 10 มิ.ย. 2569

Accepted: 12 มิ.ย. 2569

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการคลังสารเคมี

ห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Development of an Information System for Managing Chemical Inventory

Pharmaceutical Sciences Laboratory, University of Phayao, Thailand

ดารุณี วังเสาร์*, อองอาจ มณีใหม่ และ อภิญญา บุญเป็ง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Darunee Wangsao*, Ong-art Maneemai and Apinya Boonpeng

School of Pharmaceutical Sciences, University of Phayao

*Corresponding author: darunee.wa@up.ac.th

ABSTRACT

Systematic chemical inventory management is a critical responsibility of pharmaceutical laboratories in higher education institutions to ensure continuity in teaching and learning activities, efficient resource management, and compliance with safety standards and regulatory requirements. The existing online chemical requisition system of the School of Pharmaceutical Sciences, University of Phayao, exhibited five major operational limitations: inadequate tracking of chemical usage, insufficient control of chemical withdrawal and distribution, lack of real-time inventory monitoring, insufficient data for budget planning, and limited reporting capabilities.

This study aimed to develop and evaluate a cloud-based chemical inventory management system for eight laboratories using a four-phase Research and Development (R&D) framework, consisting of system analysis, system development, pilot implementation, and deployment. The system was developed using Google Apps Script as the primary development platform, with Google Sheets serving as the database for data storage and management. HTML, CSS, and JavaScript were utilized to design and develop a user-friendly and efficient interface employed for the user interface. Content validity was assessed by three experts, yielding an Index of Item-Objective Congruence (IOC) of ≥ 0.50 . The overall reliability of the research instrument

was found to be excellent (Cronbach's $\alpha = 0.96$). The study participants consisted of 42 individuals, including 38 general users and 4 system administrators.

The results demonstrated that the developed system, which comprised nine modules, achieved performance ratings ranging from good to very good among general users (mean = 4.26–4.53). Cross-device usability received the highest evaluation score (mean = 4.53 ± 0.60), while overall user satisfaction was rated at a good level (mean = 4.34 ± 0.63). System administrators evaluated both system performance and satisfaction across all aspects at a very good level (mean = 5.00 ± 0.00). The developed system effectively enhanced systematic management processes, data integrity, and real-time inventory tracking within resource-limited pharmaceutical education settings.

Keywords: *Chemical Inventory Management; Google Apps Script; Laboratory Information System; Pharmaceutical Sciences Education; User Satisfaction*

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการคลังสารเคมีอย่างเป็นระบบถือเป็นภารกิจสำคัญของห้องปฏิบัติการทางเภสัชศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษา เพื่อรับประกันความต่อเนื่องของการจัดการเรียนการสอน การบริหารทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยตามข้อกำหนดระบบเบิกสารเคมีออนไลน์เดิมของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีข้อบกพร่องเชิงปฏิบัติการ 5 ประการ ได้แก่ การติดตามการใช้สารเคมีที่ขาดระบบการควบคุมการเบิกจ่ายที่ไม่เพียงพอ การขาดระบบติดตามคงคลังแบบเรียลไทม์ ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการวางแผนงบประมาณ และข้อจำกัดในการจัดทำรายงาน งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและประเมินระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีบนระบบคลาวด์ สำหรับห้องปฏิบัติการ 8 แห่ง ใช้กรอบวิจัยและพัฒนา (R&D) 4 ระยะ ได้แก่ การวิเคราะห์ระบบ การพัฒนาระบบ การทดลองใช้งานระบบ และการติดตั้งเพื่อใช้งานระบบ โดยใช้ Google Apps Script ร่วมกับ Google Sheets เป็นฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บและจัดการข้อมูลภายในระบบ และใช้ HTML, CSS, JavaScript ในการออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ให้มีความสะดวกและเหมาะสมต่อการใช้งาน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้วยค่า IOC ≥ 0.50 พบความเที่ยงรวมของเครื่องมืออยู่ในระดับดีเยี่ยม ($\alpha = 0.96$) กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เข้าร่วม 42 คน แบ่งเป็น ผู้ใช้ทั่วไป 38 คน และผู้ดูแลระบบ 4 คน ผลการศึกษาพบว่า ระบบซึ่งประกอบด้วย 9 โมดูลได้รับการประเมินประสิทธิภาพในระดับดีถึงดีมากจากผู้ใช้

ทั่วไป (mean = 4.26–4.53) โดยด้านความสามารถใช้งานข้ามอุปกรณ์ได้รับคะแนนสูงสุด (mean = 4.53 ± 0.60) และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ดี (mean = 4.34 ± 0.63) ในขณะที่ผู้ดูแลระบบประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจทุกด้านระดับดีมาก (mean = 5.00 ± 0.00) ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยยกระดับการบริหารจัดการที่เป็นระบบ ความสมบูรณ์ของข้อมูล และการติดตามคงคลังแบบเรียลไทม์ในบริบทการศึกษาเภสัชศาสตร์ที่มีทรัพยากรจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการคลังสารเคมี; ภูเก็ตแอปสคริปต์; ระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการ; การศึกษาเภสัชศาสตร์; ความพึงพอใจของผู้ใช้

1. บทนำ

การบริหารจัดการคลังสารเคมีอย่างเป็นระบบและรัดกุมถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ขาดไม่ได้สำหรับการดำเนินงานห้องปฏิบัติการในสถาบันอุดมศึกษาเพื่อให้เกิดความปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และตรวจสอบได้ (Hill & Finster, 2010) ภายใต้กรอบกำกับดูแลสากลที่กำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้สารเคมีที่เป็นปัจจุบันและตรวจสอบได้ อาทิ มาตรฐานของสำนักงานความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA) (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2012) และสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NIST) (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2016) ซึ่งกำหนดให้การติดตามคลังสารเคมีอย่างครบถ้วนเป็นองค์ประกอบหลักของการปฏิบัติตามมาตรฐานสุขอนามัยเคมีระดับสถาบัน โดยหากไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดดังกล่าวเพิ่มความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุทางเคมี บกพร่องทางกฎหมาย และความรู้ประสิทธิภาพในการบริหารงบประมาณจากการจัดซื้อแบบขาดการวางแผน

ปัจจุบันคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา บริหารหลักสูตรระดับปริญญาที่ได้รับการรับรอง 4 หลักสูตร ครอบคลุม 28 รายวิชาภาคปฏิบัติการ ซึ่งมีกลุ่มผู้ใช้หลากหลายประกอบด้วย คณาจารย์ นักวิจัย บุคลากรสายสนับสนุนห้องปฏิบัติการ และนิสิต ที่ผ่านมาระเบิดสารเคมีดำเนินการผ่านแบบฟอร์มออนไลน์พื้นฐานที่มีข้อบกพร่องเชิงปฏิบัติการ 5 ประการ ได้แก่ (1) ขาดระบบติดตามคงคลังแบบเรียลไทม์ (2) กลไกการกำกับดูแลและตรวจสอบการเบิกสารเคมีไม่เพียงพอ (3) ไม่มีการแจ้งเตือนขั้นตอนการอนุมัติอัตโนมัติ (4) ข้อมูลเชิงวิเคราะห์ไม่เพียงพอสำหรับการวางแผนงบประมาณเชิงประจักษ์ และ (5) ข้อจำกัดในการประมวลผลรายงานสรุปผล จากข้อบกพร่องเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนสารเคมีจำเป็นในช่วงการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการซ้ำซากต่อเนื่อง จึงได้นำปัญหาดังกล่าวมารวบรวมโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ความต้องการเพื่อพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ (Information System: IS) ในการบริหารทรัพยากร ห้องปฏิบัติการบนระบบคลาวด์ (Cloud Computing) โดยใช้ Google Apps Script ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ช่วยลดข้อจำกัดด้านการจัดเก็บข้อมูล สามารถติดตามข้อมูลสารเคมีแบบเรียลไทม์ เพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูลและทำให้ข้อมูลมีความเป็นระบบมากขึ้น เหมาะสำหรับหน่วยงานที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ อีกทั้งยังสนับสนุนการทำงานร่วมกันของบุคลากรภายในหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินงาน ความสมบูรณ์ของข้อมูล และการควบคุมต้นทุนการจัดซื้ออย่างมีนัยสำคัญ (Laudon & Laudon, 2020) แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) ของ Davis ระบุว่า การรับรู้ถึงประโยชน์ใช้สอย (Perceived Usefulness) และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) เป็นตัวแปรนำสู่ความตั้งใจนำระบบสารสนเทศไปใช้งาน (Davis, 1989) ซึ่งได้รับการยืนยันอย่างกว้างขวางในบริบทเทคโนโลยีสุขภาพและการศึกษา แบบจำลองความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศ (IS) เป็นโครงสร้างหลายมิติครอบคลุมคุณภาพของระบบ คุณภาพข้อมูล คุณภาพการบริการ การใช้งาน ความพึงพอใจผู้ใช้ และประโยชน์สุทธิต่อองค์กร (DeLone & McLean, 1992, 2003)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากสภาพปัญหาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีบนระบบคลาวด์ที่ตอบสนองความต้องการของห้องปฏิบัติการของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อย่างครอบคลุม
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้อย่างเป็นระบบ โดยใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามกรอบแนวคิด TAM และแบบจำลอง DeLone-McLean

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัยและสถานที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) (Borg & Gall, 2007) โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ระบบและรวบรวมความต้องการ (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ (3) การทดสอบนำร่องแบบมีโครงสร้างและการประเมินผล และ (4) การปรับปรุงคุณภาพและติดตั้งระบบในหน่วยงานจริง โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา (เลขที่ HREC-UP-HSS 2.1/010/68) โดยก่อนเริ่มกระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมทุกรายได้ลงนามให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรตามหลักการของปฏิญญาเฮลซิงกิ

3.2 ขนาดตัวอย่างและผู้เข้าร่วม

ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างล่วงหน้าด้วยโปรแกรม G*Power 3.1 (Faul et al., 2007) สำหรับการออกแบบเปรียบเทียบแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Matched Pairs) โดยกำหนดอำนาจสถิติ $(1-\beta) = 0.80$ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $(\alpha) = 0.05$ และขนาดผลกระทบปานกลาง ($d_z = 0.50$) (Cohen, 1988) ซึ่งคำนวณได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ 27 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับเพิ่มร้อยละ 10 เพื่อชดเชยการสูญหายของข้อมูล (Attrition Rate) ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายตามเกณฑ์ขั้นต่ำรวม 30 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกผู้เข้าร่วมแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามสัดส่วนประชากร ประกอบด้วยอาจารย์ ($n = 7$) นิสิตระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา ($n = 19$) และบุคลากรสายสนับสนุน ($n = 4$) เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion Criteria) ได้แก่ ปฏิบัติงานหรือศึกษาอยู่ที่คณะเกษตรศาสตร์ มีประสบการณ์ใช้งานระบบเบกสารเคมีเดิม และให้ความยินยอมเข้าร่วมโดยสมัครใจ โดยสามารถจำแนกผู้เข้าร่วมตามบทบาทในระบบ ได้แก่ ผู้ใช้ทั่วไป (ผู้เบกสารเคมี) และผู้ดูแลระบบ (นักวิทยาศาสตร์ผู้รับผิดชอบการบริหารคลัง)

3.3 การพัฒนาระบบ

ภายหลังการวิเคราะห์ความต้องการในระยะที่ 1 ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้างกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ระบบมีการดำเนินการในระยะที่ 2 คือการออกแบบและพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ Google Apps Script (GAS) ทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมสคริปต์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side scripting) ร่วมกับ Google Sheets ในฐานะชั้นจัดเก็บข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และใช้ HTML/CSS/JavaScript ในการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) การเลือกใช้ GAS มีเหตุผลสนับสนุนหลัก 3 ประการ ได้แก่ (1) การบูรณาการเข้ากับโครงสร้างพื้นฐาน Google Workspace เดิมของสถาบันได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (2) ความเข้ากันได้ข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-platform compatibility) ที่รองรับการเข้าถึงผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย และ (3) การลดภาระด้านงบประมาณโครงสร้างพื้นฐานเซิร์ฟเวอร์ ผู้วิจัยได้กำหนดฟังก์ชันการทำงาน 9 โมดูลตามความต้องการของผู้ใช้ (ตารางที่ 1) ก่อนระยะทดลองที่ 3 ได้ดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบ ทั้งในระดับหน่วย (Unit Testing) และระดับบูรณาการ (Integration Testing) นอกจากนี้ยังดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bi-directional Synchronization) กับระบบจัดการสารสนเทศการบริหารวัสดุคลัง (IMS) ของมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นระบบเพื่อความสอดคล้องของข้อมูลและความโปร่งใสในการตรวจสอบ

ตารางที่ 1 การออกแบบโมดูลและคำอธิบายการใช้งานของระบบ

โมดูล (Module)	ฟังก์ชันการทำงาน (Functional Description)	ผู้ใช้งาน (User Role)
1.การลงทะเบียนและการตรวจสอบสิทธิ์	ลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ผ่านระบบยืนยันตัวตน (Authentication)	ผู้ใช้ทุกกลุ่ม
2.การจัดการโครงการวิจัย	ระบบอนุมัติโครงการผ่านอีเมลแบบลำดับขั้น (Workflow Automation) และออกรหัสโครงการเพื่อใช้ในการเบิกจ่าย	ผู้ดูแลระบบ / ผู้บริหาร
3.การสืบค้นข้อมูลสารเคมี	ค้นหาฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-Time search) ตามชื่อสารเคมี หมายเลขแคตตาล็อก หรือประเภทของสาร	ผู้ใช้ทั่วไป
4.การส่งคำขอเบิกจ่าย	บันทึกคำขอเบิกจ่ายที่เชื่อมโยงกับรหัสโครงการและระบบจะตัดยอดคงคลังชั่วคราว (Pending Stock) โดยอัตโนมัติ	ผู้ใช้ทั่วไป
5.การบริหารจัดการคำขอเบิก	ตรวจสอบและอนุมัติรายงานการเบิกจ่ายพร้อมอัปเดตยอดคงคลังจริงแบบเรียลไทม์เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ	ผู้ดูแลระบบ
6.การจัดการคลังและรับเข้า	เชื่อมโยงข้อมูลกับระบบจัดการสารสนเทศ (IMS) กลางของมหาวิทยาลัยเพื่อปรับปรุงยอดรับและลงทะเบียนรายการสารเคมีใหม่	ผู้ดูแลระบบ
7.การติดตามสถานะคงคลัง	แสดงผลผ่านแดชบอร์ด (Dashboard) และระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อปริมาณสารเคมีต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ (Re-order point)	ผู้ดูแลระบบ
8.การประมวลผลรายงานและสถิติ	สร้างรายงานสรุปผลการรับเข้า-เบิกจ่ายและการวิเคราะห์การใช้งานตามโครงการเพื่อใช้ในการวางแผนงบประมาณ	ผู้ดูแลระบบ / ผู้บริหาร
9.ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ	ส่งการแจ้งเตือนผ่านอีเมล (Email Notification) ในทุกสถานะของกระบวนการเพื่อความรวดเร็วในการติดตามงาน	ผู้ใช้ทุกกลุ่ม

3.4 เครื่องมือการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (Self-report questionnaires) เพื่อประเมิน 2 โครงสร้างหลัก คือ (1) ประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 7 ข้อ สำหรับผู้ใช้ทั่วไป และ 11 ข้อสำหรับผู้ดูแลระบบ โดยเพิ่มข้อคำถาม 4 ข้อ สำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อประเมินฟังก์ชันการบริหารจัดการระดับสูงที่จำกัดสิทธิ์เฉพาะผู้ดูแลระบบเท่านั้น และ (2) ความพึงพอใจในการใช้งานประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ข้อ สำหรับผู้เข้าร่วมทุกกลุ่ม โดยทุกข้อคำถามใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับของ Likert (5-point Likert scale) (Likert, 1932) เครื่องมือดังกล่าวได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) อย่างเข้มงวดโดยผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศและการบริหารห้องปฏิบัติการเภสัชศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) และคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่า IOC ≥ 0.50 ตามหลักที่ยอมรับ (Rovinelli & Hambleton, 1977) สำหรับการหาความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Internal Consistency Reliability) ของเครื่องมือฉบับสมบูรณ์ประมวลด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha: α) พบว่าได้ค่า $\alpha = 0.96$ ซึ่งบ่งชี้ถึงความเที่ยงในระดับยอดเยี่ยมและเกินเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ ($\alpha \geq 0.70$) (Nunnally & Bernstein, 1994)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean: M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) มัธยฐาน (Median: Mdn) และพิสัยควอไทล์ (Interquartile: IQR) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics ตามข้อเสนอแนะเชิงระเบียบวิธีสำหรับข้อมูลประเภทมาตราอันดับ (Ordinal Scale) ของ Likert (Norman, 2010) ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดให้ค่า Mdn และ IQR เป็นมาตรวัดหลักในการพิจารณาแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและการกระจายตัวทางข้อมูล สำหรับการแปลผลข้อมูลใช้เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ย ดังนี้ 4.51–5.00 หมายถึง ดีมาก, 3.51–4.50 หมายถึง ดี, 2.51–3.50 หมายถึง ปานกลาง, 1.51–2.50 หมายถึง พอใช้, 1.00–1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

4. ผลการวิจัย

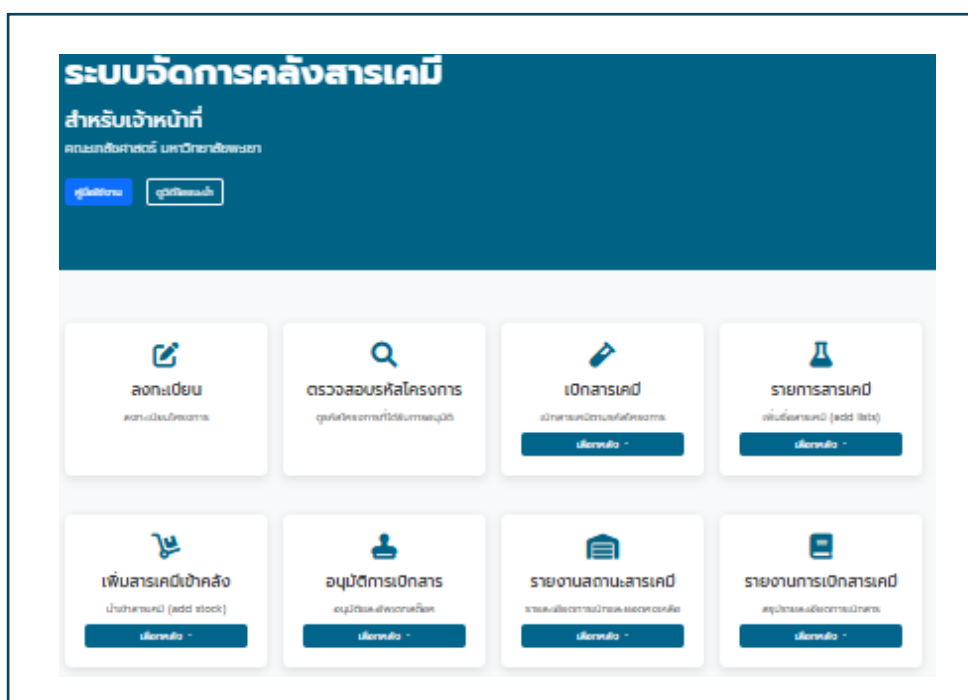
4.1 ลักษณะของผู้เข้าร่วม

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลมีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งสิ้น 42 คน ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายขั้นต่ำ 30 คน ประกอบด้วยนิสิต 37 คน (ร้อยละ 88.10) และนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ 5 คน (ร้อยละ 11.90) เมื่อจำแนกตามบทบาทในระบบพบว่าเป็น ผู้ใช้ทั่วไป 38 คน (ร้อยละ 90.48) และผู้ดูแล

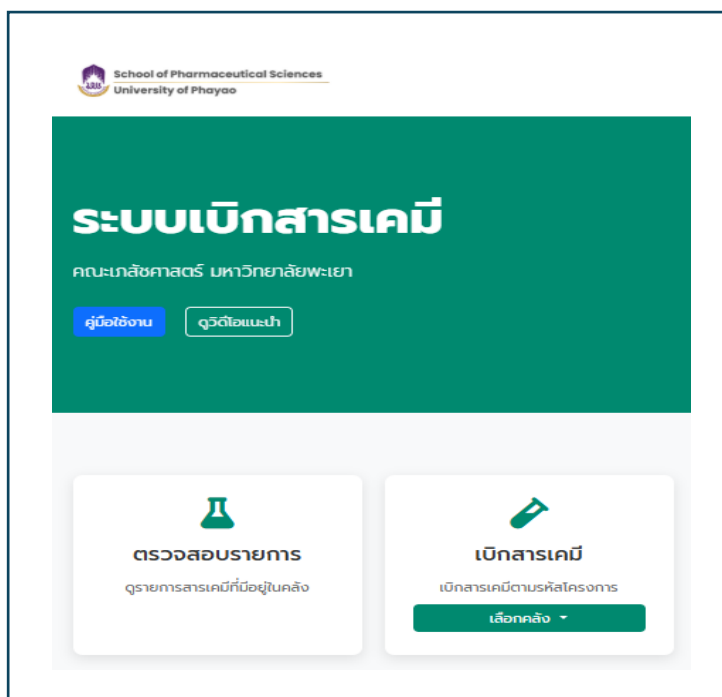
ระบบ 4 คน (ร้อยละ 9.52) ทั้งนี้แบบสอบถามทั้ง 42 ฉบับมีความสมบูรณ์และสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ครบถ้วน คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 100

4.2 ผลการพัฒนาระบบ

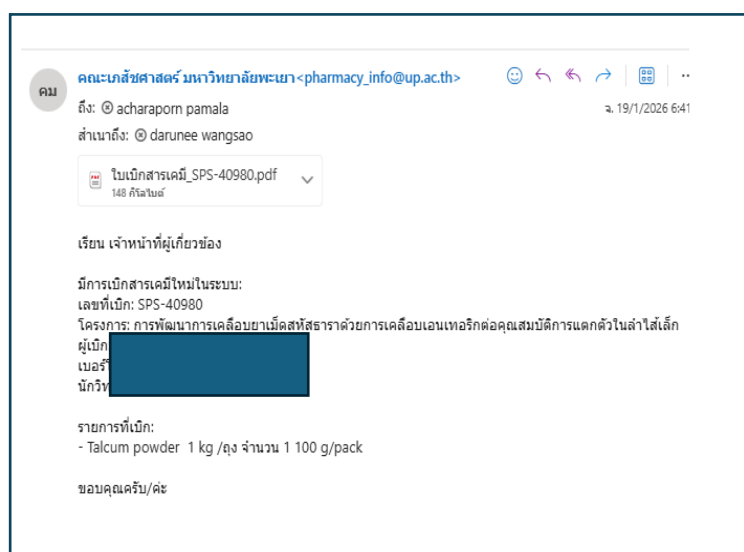
ผลจากการดำเนินการในระยะที่ 1 ส่งผลให้สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ประกอบด้วย 9 โมดูลหลัก (ตารางที่ 1) ซึ่งสามารถใช้งานได้เต็มรูปแบบและได้รับการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการทั้ง 8 แห่ง ระบบที่พัฒนาขึ้นรองรับการบริหารจัดการวงจรชีวิตการเบิกจ่ายสารเคมี (Chemical Requisition) อย่างครบวงจร ตั้งแต่กระบวนการลงทะเบียนผู้ใช้ การอนุมัติโครงการ ไปจนถึงการประมวลผลรายงานเชิงวิเคราะห์และการส่งการแจ้งเตือนอัตโนมัติ สรุปลักษณะเด่นของระบบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการ ได้แก่ (1) ระบบอนุมัติตามลำดับขั้น (Workflow Automation) อนุมัติผ่านอีเมล (2) การปรับปริมาณคงคลังแบบเรียลไทม์ (Real-Time inventory Update) (3) การจัดทำรายงานเชิงวิเคราะห์สามารถปรับแต่งและส่งข้อมูล (Report) เพื่อสนับสนุนวางแผนงบประมาณเชิงประจักษ์และ (4) ระบบแจ้งเตือนปริมาณสารเคมีต่ำกว่าเกณฑ์อัตโนมัติเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจจัดซื้อล่วงหน้า



ภาพที่ 1 หน้าจอการแสดงผลระบบที่พัฒนาสำหรับผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 2 หน้าจอการแสดงผลระบบที่พัฒนาสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป



ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงระบบการแจ้งเตือนผ่านอีเมล


สร้างรายงานสรุปสารเคมี

ช่วงเวลาที่ต้องการดูรายงาน:
วันที่เริ่มต้น: 01/01/2026 วันที่สิ้นสุด: 05/17/2026

เอกสารแบบ (เลือกได้):
☐ เอกสารแบบ 1: สรุปการเบิกแยกตามโครงการ
☒ เอกสารแบบ 2: รายละเอียดการเบิกทุกรายการ

 **สร้างรายงาน PDF**

 **สร้างรายงานสำเร็จ!**

 **รายงานหลัก**

 **เอกสารแบบ 2 (รายละเอียดทุกรายการ)**

รูปที่ 4 หน้าจอแสดงหน้าการสร้างรายงานสรุปสารเคมี

4.3 ประสิทธิภาพระบบและความพึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในระยะที่ 3 (ตารางที่ 2) พบว่ากลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ($n = 38$) ให้คะแนนการประเมินประสิทธิภาพทั้ง 7 ข้ออยู่ในช่วงค่าเฉลี่ย (M) ระหว่าง 4.26 ถึง 4.53 โดยข้อความถามความสามารถใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม ได้รับคะแนนประสิทธิภาพสูงสุด ($M = 4.53 \pm 0.60$; $Mdn = 5$, $IQR = 1$) อยู่ในระดับดีมาก ส่วนข้อที่เหลือทั้งหมดจัดอยู่ในระดับดี ($Mdn = 4$, $IQR = 1$) สำหรับความพึงพอใจทั้ง 6 ข้อนั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับดี ($Mdn = 4$, $IQR = 1$) โดยข้อระบบมีประโยชน์และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน ($S5$) ได้คะแนนสูงสุด ($M = 4.39 \pm 0.67$) ในขณะที่กลุ่มผู้ดูแลระบบ ($n = 4$) ให้คะแนนประสิทธิภาพทั้ง 11 ข้อและความพึงพอใจทั้ง 6 ข้อในระดับดีมากอย่างเป็นเอกฉันท์ ($M = 5.00 \pm 0.00$; $Mdn = 5$, $IQR = 0$) ซึ่งการไม่มีความแปรปรวน ($SD = 0.00$) ในทุกข้อความถามเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับเชิงประจักษ์ต่อประสิทธิภาพของระบบทั้งในด้านความถูกต้องของข้อมูล ความรวดเร็วในการอนุมัติ ความเสถียร การเข้าถึงข้อมูลย้อนหลัง การจัดทำรายงานและความปลอดภัยของข้อมูล

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ จำแนกตามกลุ่มผู้ใช้ (N = 42)

ประเด็นการประเมิน	ผู้ใช้งานทั่วไป (n=38) Mean ± SD	มัธยฐาน (IQR)	ระดับ	ผู้ดูแลระบบ (n=4) Mean ± SD	มัธยฐาน (IQR)	ระดับ
ด้านประสิทธิภาพของระบบ						
1. ความรวดเร็วในการเข้าถึงและค้นหาข้อมูล	4.45 ± 0.64	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
2. ความง่ายในการทำความเข้าใจฟังก์ชันของระบบ	4.39 ± 0.63	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
3. ความครบถ้วนของข้อมูลที่ตอบสนองความต้องการผู้ใช้	4.26 ± 0.66	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
4. การเข้าถึงระบบได้จากหลายอุปกรณ์ (Cross-platform)	4.53 ± 0.60	5 (1)	ดีมาก	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
5. การตอบสนองและความเสถียรของระบบ	4.26 ± 0.62	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
6. ความถูกต้องของข้อมูลที่แสดงในระบบ	4.34 ± 0.68	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
7. ระบบแจ้งเตือนทางอีเมลอัตโนมัติ	4.32 ± 0.69	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
8. ความรวดเร็วในการตรวจสอบ/อนุมัติคำขอ	-	-	-	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ จำแนกตามกลุ่มผู้ใช้ (N = 42) (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้ใช้งานทั่วไป (n=38) Mean ± SD	มัธยฐาน (IQR)	ระดับ	ผู้ดูแลระบบ (n=4) Mean ± SD	มัธยฐาน (IQR)	ระดับ
9.ความสะดวกใน การจัดเก็บ/เรียกดู ประวัติการเบิก	-	-	-	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
10.ความสามารถใน การสร้างรายงานการ เบิก สารเคมีคงเหลือ หรือประวัติการใช้ งาน (Report) ได้ อย่างมี ประสิทธิภาพ	-	-	-	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
11.ความปลอดภัย ของข้อมูลในระบบ	-	-	-	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
ด้านความพึงพอใจในการใช้งานระบบ						
1. สะดวกรวดเร็ว มากกว่าระบบเดิม	4.29 ± 0.71	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
2. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ทันสมัย	4.26 ± 0.72	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
3. การจัดรูปแบบใช้ งานง่าย	4.32 ± 0.65	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
4. ภาษาเข้าใจง่าย	4.32 ± 0.73	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก
5. คุณสมบัติช่วย ส่วนงานและองค์กร	4.39 ± 0.67	4 (1)	ดี	5.00 ± 0.00	5 (0)	ดีมาก

5. อภิปรายผล

ผลการประเมินประสิทธิภาพในระดับดี จากกลุ่มผู้ใช้ทั้งสองกลุ่มช่วยยืนยันถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) และประสิทธิผลเชิงปฏิบัติการของสถาปัตยกรรม Google Apps Script และ Google Sheets ในฐานะแพลตฟอร์มสำหรับระบบสารสนเทศ (IS) ในห้องปฏิบัติการของสถาบันการศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ (Greef et al., 2014; Saramüller et al., 2020) การที่กลุ่มผู้ดูแลระบบให้คะแนนดีมากอย่างเป็นเอกฉันท์ใน 11 มิติ สอดคล้องกับแนวคิดแบบจำลองความสำเร็จของระบบสารสนเทศ (D&M IS Success Model) (DeLone & McLean, 2003), (DeLone & McLean, 1992) ซึ่งระบุว่าคุณภาพของระบบ (System Quality) และคุณภาพของข้อมูล (Information Quality) เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลสู่ความพึงพอใจ (Success Model) และประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ต่อองค์กร

ผลการวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัยในประเทศไทยหลากหลายฉบับ อาทิ ชนิตา ศรีสาคร ได้รายงานว่าผู้ที่มีความพึงพอใจสูงต่อระบบบริหารครุภัณฑ์ที่พัฒนาด้วย Google Applications (ชนิตา ศรีสาคร, 2565) เช่นเดียวกับบังอร ละเอียดอง และธันยรัศม์ สุริจันทร์ ที่พบว่าระบบเบิกจ่ายสารเคมีด้วย PHP/MySQL ได้รับคะแนนประเมินสูงสุดจากทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน (บังอร ละเอียดองและธันยรัศม์ สุริจันทร์, 2567) สอดคล้องกับข้อค้นพบของ จรรยา ชื่นอารมณ และ วริญดา ประทุมวัลย์ ที่ระบุว่าการนำระบบสารสนเทศมาช่วยลดระยะเวลาดำเนินการและยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญ (จรรยา ชื่นอารมณ, 2565), (วริญดา ประทุมวัลย์, 2566) ขณะที่สเลียร บุญก้ำ และคณะแสดงให้เห็นความพึงพอใจระดับสูงของผู้ใช้และผู้ดูแลระบบต่อการใช้งานฐานข้อมูลคลังสารเคมี (สเลียร บุญก้ำ และคณะ, 2565) สอดคล้องกับ สมภัสสร บัวรอด และคณะ รวมถึง สุริยัน นิลทะราช และสมบุรณ์ ขาวชายโขง ที่ยืนยันว่าระบบบริหารจัดการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยลดเวลาในการทำและเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยมือ (สมภัสสร บัวรอด และคณะ, 2564), (สุริยัน นิลทะราช และ สมบุรณ์ ขาวชายโขง, 2563) ในระดับสากลผลการวิจัยนี้ยังได้รับการสนับสนุนจาก Greef และคณะ ที่แสดงให้เห็นว่าระบบบริหารคลังสารเคมีดิจิทัลช่วยลดความสูญเสียจากการจัดซื้อและยกระดับการปฏิบัติตามข้อกำหนดทางกฎหมาย (Greef et al., 2014) สอดคล้องกับ Saramüller และคณะ รายงานว่าการใช้ระบบบริหารจัดการห้องปฏิบัติการบนคลาวด์ (Cloud-based LIMS) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรได้ถึงร้อยละ 30 (Saramüller et al., 2020) คะแนนความพึงพอใจระดับดีของกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปมีความสอดคล้องในเชิงทฤษฎีกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) (Davis, 1989), (Holden & Karsh, 2010) ซึ่งระบุว่า การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived usefulness) และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use) เป็นตัวกำหนดเชิงพฤติกรรมต่อความ

ตั้งใจในการใช้งานระบบสารสนเทศโดยความพึงพอใจด้านที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือระบบมีประโยชน์ต่อส่วนรวมและองค์กร (S5; M = 4.39) ซึ่งถือเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) ที่สนับสนุนมติการรับรู้ถึงประโยชน์ของ TAM ได้อย่างชัดเจน สำหรับความแตกต่างของคะแนนระหว่างผู้ทั่วไปและผู้ดูแลระบบนั้นอาจสะท้อนถึงความแตกต่างในระดับการปฏิสัมพันธ์กับฟังก์ชันการทำงานของระบบผ่านชุดคำสั่งที่จำกัด ในขณะที่กลุ่มผู้ดูแลระบบต้องมีปฏิสัมพันธ์กับชุดฟังก์ชันการบริหารจัดการที่มีความกว้างและความซับซ้อน ซึ่งข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทอริกมาน (Meta-analysis) ของ Petter และคณะ(2008) ที่ระบุว่าคุณภาพระบบเป็นตัวพยากรณ์ความพึงพอใจที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีระบบการมีส่วนร่วมกับระบบสารสนเทศเข้มข้น (Petter et al., 2008)

การใช้เครื่องมือที่มีให้บริการโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมภายในระบบนิเวศ Google Workspace เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพถึง 9 โมดูล เป็นประจักษ์พยานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนสู่ยุคดิจิทัล (Digital Transformation) ในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการสามารถบรรลุผลสำเร็จได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ซับซ้อนและมีราคาสูง ข้อสังเกตนี้มีนัยเชิงนโยบาย (Policy Implication) โดยตรงสำหรับสถาบันการศึกษาเกษตรศาสตร์ที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณในประเทศไทยรวมถึงบริบทการศึกษาในภูมิภาคที่มีรายได้ต่ำถึงปานกลางที่ต้องการยกระดับมาตรฐานการดำเนินงานห้องปฏิบัติการสู่ระบบดิจิทัล นอกจากนี้การเชื่อมโยงข้อมูล (Integration) กับระบบจัดการสารสนเทศการบริหารวัสดุคงคลัง (IMS) ของมหาวิทยาลัย ยังช่วยสร้างห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) ที่มีความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ (Traceability) ตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อในระดับสถาบันไปจนถึงการเบิกจ่ายในระดับระดับห้องปฏิบัติการซึ่งสอดคล้องอย่างลงตัวกับข้อกำหนดการติดตามสารเคมีภายใต้มาตรฐาน OSHA และ NIST (OSHA, 2012; NIST, 2016)

งานวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ประการแรกจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ดูแลระบบมีเพียง 4 ท่าน ซึ่งจำกัดศักยภาพในการทดสอบด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังอาจเกิดปรากฏการณ์เพดาน (Ceiling Effect) เนื่องจากคะแนนประเมินไม่มีความแปรปรวนซึ่งส่งผลต่อการแปลผลในมิติความแตกต่างของผู้ใช้งาน ประการต่อมาการศึกษานี้จำกัดอยู่เพียงสถาบันเดียวซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถในการสรุปอ้างอิงหรือการถ่ายโอนผลการวิจัย (Generalizability) ไปสู่บริบทอื่นและการใช้การออกแบบวิจัยแบบประเมินหลังการทดลองเพียงอย่างเดียว (Post-test only Design) ทำให้ไม่สามารถระบุถึงปัจจัยเชิงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลเปรียบเทียบก่อนการดำเนินโครงการ (Baseline Data) นอกจากนี้การประเมินยังไม่ได้ครอบคลุมถึงตัวชี้วัดเชิงวัตถุวิสัย (Objective Indicators) เช่น การลดลงของระยะเวลาในการปฏิบัติงาน อัตรา

ความผิดพลาดในการบันทึกหรือปริมาณงานที่จัดการได้จริงซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการวัดประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรพิจารณาแก้ไขข้อจำกัดเหล่านี้โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลองที่มีกลุ่มการควบคุมหรือการวัดผลแบบก่อนและหลังการทดลอง (Pre-post test Design) รวมถึงการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างและขยายผลไปยังหลายสถาบันเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของข้อมูล ในเชิงเทคนิคควรมีการพัฒนาต่อยอดฟังก์ชันการทำงาน อาทิ การรวมระบบรหัสแท่ง (Barcode) หรือ QR Code เข้ากับระบบคลัง และการเชื่อมโยงข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheet : SDS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอย่างครบวงจร

6. บทสรุป

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาและประเมินระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีบนระบบคลาวด์ (Cloud-based chemical Inventory Management System) คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา เว็บแอปพลิเคชัน 9 โมดูลหลัก ซึ่งพัฒนาผ่าน Google Apps Script และ Google Sheets นี้ได้ถูกใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการจำนวน 8 แห่ง และสามารถแก้ไขข้อบกพร่องเชิงปฏิบัติการทั้ง 5 ประการของระบบเดิมได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการประเมินเชิงประจักษ์จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 42 ท่าน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก โดยกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีความพึงพอใจในระดับดี ในขณะที่กลุ่มผู้ดูแลระบบให้การยอมรับและประเมินคุณภาพในทุกมิติที่ระดับดีมากอย่างเป็นเอกฉันท์ ข้อค้นพบจากการวิจัยยืนยันว่าการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มคลาวด์ภายใต้ระบบนิเวศเครื่องมือของสถาบันที่มีความยืดหยุ่นและไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม สามารถยกระดับระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายและมีความคุณลักษณะที่ตรวจสอบได้ (Accountability) แม้ในบริบทของสถาบันการศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร งานวิจัยฉบับนี้ไม่เพียงแต่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ช่วยเติมเต็มองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการในระดับภูมิภาคแต่ยังถือเป็นต้นแบบการพัฒนา (Transferable Model) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถาบันการศึกษาอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกันทั้งในประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยา ภายใต้ทุนวิจัยจากงานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R) รุ่นที่ 12 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทางมหาวิทยาลัยที่ให้โอกาสและเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อการยกระดับการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา ชื่นอารมณ. (2565). การพัฒนาสารบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *Mahidol R2R e-Journal*, 9(1), 29–42.
<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/mur2r/article/view/251594>
- ชนิดา ศรีสาคร. (2565). การพัฒนารูปแบบการยืม-คืนอุปกรณ์เครื่องแก้วด้วยระบบออนไลน์: ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. ใน *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม* (น. 2610–2622).
<https://publication.npru.ac.th/bitstream/123456789/1827/1/npru-240.pdf>
- บังอร ละเอียดทอง, และ ธันยรัศมี สุริจันทร์. (2567). การพัฒนาระบบเบิกจ่ายสารเคมี สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *วารสารเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา*, 7(21), 68–79.
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/etcedumsujournal/article/view/268057>
- วริญดา ประทุมวัลย์. (2566). การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวัสดุ ภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 12(1), 185–195.
<https://www.council-uast.com/journal/journal-detail.php?id=38>
- สมภัสสร บัวรอด, และคณะ. (2564). การพัฒนาระบบการยืม-คืนวัสดุอุปกรณ์ของสาขาวิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 5(3).
<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sskrujournal/article/view/251520>
- สเถียร บุญก้ำ, และคณะ. (2565). *การพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดการบริการในห้องแล็บกลางสารเคมีและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่* [รายงานการวิจัย]. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
<https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:142200>
- สุริยัน นิลทะราช, และ สมบูรณ์ ชาวชายโง. (2563). การพัฒนาระบบสารสนเทศการบริหารงาน วัสดุเพื่อการควบคุมวัสดุ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 17(76), 191–201.
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/SNGSJ/article/view/182298>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (2007). *Educational research: An introduction* (8th ed.). Pearson Education.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60–95.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Hill, R. H., Jr., & Finster, D. C. (2010). *Laboratory safety for chemistry students*. Wiley.
- Holden, R. J., & Karsh, B.-T. (2010). The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health care. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.07.002>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson Education.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5), 625–632. <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Occupational Safety and Health Administration. (2011). *Laboratory safety guidance* (OSHA Publication No. 3404-11R). U.S. Department of Labor.
- Petter, S., DeLone, W., & McLean, E. (2008). Measuring information systems success: Models, dimensions, measures, and interrelationships. *European Journal of Information Systems*, 17(3), 236–263. <https://doi.org/10.1057/ejis.2008.15>
- Ross, R., & Johnson, L. (2010). *Guide for applying the risk management framework to federal information systems: A security life cycle approach* (NIST Special Publication No. 800-37 Rev. 1). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-37r1>

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, 49–60.