

## การบูรณาการพื้นฐานเคมีและวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา: การจัดการช่องว่าง ทางการเรียนรู้ผ่านกระบวนการซ่อมเสริมเชิงรุก

### INTEGRATING CHEMISTRY AND SCIENCE FOUNDATIONS IN HIGHER EDUCATION: MANAGING LEARNING GAPS THROUGH PROACTIVE REMEDIATION

ฐิตินันท์ ธรรมโสม<sup>1</sup>, บุษาวดี พุทธานุ<sup>2</sup>, มัลลิกา หล้าพันธุ์<sup>3</sup> และนภัสสร วงเปรี๊ยะ<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

**Thitinan Thammasom<sup>1</sup>, Bussabavadee Puttanu<sup>2</sup>, Mallika Lapunt<sup>3</sup>  
and Napatsorn Wongpriaw<sup>4\*</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand

\*Corresponding Author E-mail: napatsorn.won@lru.ac.th

#### บทคัดย่อ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐานทางเคมีในระดับอุดมศึกษากำลังเผชิญความท้าทายสำคัญจากความแตกต่างของพื้นฐานผู้เรียน ความซับซ้อนของเนื้อหาทางเคมี ภาระทางการรู้คิด ความวิตกกังวลทางวิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแข่งขันมากกว่าการพัฒนา ส่งผลให้ผู้เรียนจำนวนมากประสบปัญหาความเข้าใจเชิงนิทัศน์ การเรียนรู้แบบผิวเผิน และการถอนตัวจากการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทความปริทัศน์เชิงวิพากษ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ร่วมสมัยเกี่ยวกับช่องว่างทางการเรียนรู้ในเคมีศึกษา พร้อมเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการซ่อมเสริมเชิงรุกในบริบทอุดมศึกษาไทย โดยใช้การวิเคราะห์วรรณกรรมด้านเคมีศึกษา จิตวิทยาการเรียนรู้ การเรียนรู้เชิงรุก และการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ในช่วงปี ค.ศ. 2020–2025 ผลการวิเคราะห์พบว่า ช่องว่างทางการเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากความสามารถเฉพาะบุคคลเพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างหลักสูตร วิธีการสอน ระบบประเมินผล ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา และปัจจัยทางอารมณ์ของผู้เรียน นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายและการสอบแข่งขันยังส่งเสริมการจดจำเชิงกลมากกว่าการสร้างความเข้าใจเชิงลึก บทความนี้เสนอแนวคิด “ระบบนิเวศการเรียนรู้เคมีเชิงรุก” ซึ่งบูรณาการการประเมินวินิจัย การเรียนรู้เชิงรุก การสนับสนุนด้านอารมณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ และการสะท้อนคิดอย่างต่อเนื่อง เพื่อเปลี่ยนบทบาทของการซ่อมเสริมจากการแก้ปัญหาปลายทางไปสู่การออกแบบการเรียนรู้เชิงป้องกัน ในเชิงวิพากษ์ บทความชี้ให้เห็นว่าการปฏิรูปเคมีศึกษาในระดับอุดมศึกษาควรมุ่งสร้างความเสมอภาคทางการเรียนรู้มากกว่าการคัดกรองผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิดวิเคราะห์ สร้างองค์ความรู้ และเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** เคมีศึกษา; ช่องว่างทางการเรียนรู้; การซ่อมเสริมเชิงรุก; การเรียนรู้เชิงรุก; อุดมศึกษา;

## Abstract

Chemistry foundation courses in higher education face critical challenges arising from differences in students' prior knowledge, the abstract nature of chemistry content, cognitive load, science anxiety, and competitive learning cultures that emphasize academic performance over meaningful understanding. These issues contribute to low conceptual understanding, surface learning, and disengagement from science learning among many students. In this critical review article, contemporary knowledge regarding learning gaps in chemistry education was analyzed and synthesized, and Proactive Remediation for Thai higher education contexts were proposed. A critical synthesis of literature in chemistry education, learning psychology, active learning, and learning analytics published during 2020–2025 was employed. It was found that learning gaps are not solely caused by individual ability but are shaped by interactions among curriculum structures, teaching approaches, assessment systems, educational inequality, and emotional factors. Furthermore, rote memorization rather than deep conceptual understanding was shown to be promoted by lecture-dominated instruction and examination-oriented systems. A “Proactive Chemistry Learning Ecosystem” framework was proposed, integrating diagnostic assessment, active learning, emotional support, learning analytics, and reflective feedback to transform remediation from reactive intervention into preventive learning design. Critically, it is argued that chemistry education reform in higher education should emphasize educational equity rather than academic filtering to develop learners capable of scientific reasoning, knowledge construction, and lifelong learning.

**Keywords:** Chemistry Education; Learning Gaps; Proactive Remediation; Active Learning; Higher Education;

## บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐานทางเคมีในระดับอุดมศึกษาเริ่มเผชิญความท้าทายมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในมหาวิทยาลัยที่มีผู้เรียนมาจากบริบททางการศึกษาหลากหลาย ผู้เรียนบางคนผ่านการเรียนในโรงเรียนที่มีห้องปฏิบัติการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ขณะที่ผู้เรียนอีกจำนวนไม่น้อยอาจมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด หรือเคยเรียนรู้ผ่านการท่องจำเพื่อสอบเป็นหลัก ความแตกต่างดังกล่าวอาจไม่ใช่เรื่องใหม่ในระบบอุดมศึกษาไทย แต่สิ่งที่น่าสนใจคือ เมื่อผู้เรียนเข้าสู่รายวิชาพื้นฐานทางเคมี ความแตกต่างเหล่านั้นกลับปรากฏชัดขึ้นจนกลายเป็น “ช่องว่างทางการเรียนรู้” ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ ความมั่นใจ และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากประสบการณ์การสอนของผู้เขียนในรายวิชาเคมีพื้นฐาน พบว่า ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยสามารถแทนค่าสมการหรือแก้โจทย์เชิงคำนวณได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดปรากฏการณ์ทางเคมีจึงเกิดขึ้นในระดับอนุภาค ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนบางคนสามารถคำนวณค่าเพื่อจะได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการแตกตัวของกรด ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน และสมดุลเคมีเข้าด้วยกันได้อย่างสมเหตุสมผล ปรากฏการณ์เช่นนี้สะท้อนให้เห็นว่า “การสอบผ่าน” อาจไม่ได้หมายถึง “การเข้าใจ” เสมอไปข้อค้นพบลักษณะเดียวกันนี้ปรากฏในงานวิจัย

ด้านเคมีศึกษาร่วมสมัย ซึ่งตั้งข้อสังเกตว่า ผู้เรียนจำนวนมากสามารถแก้ปัญหาเชิงขั้นตอนได้ แต่ยังมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่เปราะบาง โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สังเกตได้จริงกับระดับอนุภาคและสัญลักษณ์ทางเคมี (Seery, 2022) ประเด็นนี้น่าสนใจ เพราะสะท้อนว่าปัญหาการเรียนรู้ทางเคมีอาจไม่ได้เกิดจาก “ความยากของเนื้อหา” เพียงอย่างเดียว แต่สัมพันธ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยังให้ความสำคัญกับการถ่ายทอดข้อมูลมากกว่าการสร้างความหมายของผู้เรียนแม้งานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่า Active Learning สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนได้ (Theobald et al., 2020) แต่ในทางปฏิบัติ การนำ Active Learning มาใช้ในมหาวิทยาลัยไทยกลับไม่ได้ให้ผลในลักษณะเดียวกันเสมอไป ผู้สอนบางรายเพิ่มกิจกรรมกลุ่มหรือเกมการศึกษาเข้าไปในชั้นเรียน แต่ระบบประเมินผลยังคงวัดความจำและการคำนวณเป็นหลัก สุดท้ายผู้เรียนจึงกลับไปใช้กลยุทธ์ “เรียนเพื่อสอบ” เหมือนเดิม ประเด็นนี้อาจสะท้อนว่า การเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ หากวิธีคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างคงอยู่ภายใต้กรอบเดิมอีกประเด็นหนึ่งที่ถูกกล่าวถึงค่อนข้างน้อยในบริบทเคมีศึกษาไทย คือ “ความวิตกกังวลทางเคมี” ผู้เรียนจำนวนมากรู้สึกว่าการเป็นรายวิชาที่ยาก เต็มไปด้วยสูตร การคำนวณ และศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกเช่นนี้ทำให้ผู้เรียนบางส่วนเริ่มหลีกเลี่ยงการมีส่วนร่วมทางวิชาการ หรือเชื่อว่าตนเอง “ไม่เหมาะกับวิทยาศาสตร์” แม้ในความเป็นจริง ผู้เรียนอาจมีศักยภาพที่จะพัฒนาได้ หากได้รับการสนับสนุนที่เหมาะสม งานวิจัยของ Villafañe et al. (2021) พบว่า ความเชื่อมั่นของผู้เรียนต่อความสามารถทางเคมีมีความสัมพันธ์กับการคงอยู่ของผู้เรียนในสายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ประเด็นที่ควรถูกตั้งคำถามคือ เหตุใดระบบการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาจึงยังคงผลิตผู้เรียนจำนวนมากที่ “กลัววิทยาศาสตร์” ทั้งที่เป้าหมายของการศึกษาควรเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและพัฒนาศักยภาพของตนเองมากกว่าการใช้ระบบการเรียนรู้เป็นเครื่องมือคัดกรองทางวิชาการ

บทความนี้จึงต้องการชวนกลับมาพิจารณาปัญหาช่องว่างทางการเรียนรู้ในเคมีศึกษาใหม่อีกครั้งผ่านมุมมองของเคมีศึกษาร่วมสมัย โดยมุ่งอภิปรายทั้งมิติทางปัญญา อารมณ์ และบริบททางสังคมของผู้เรียนพร้อมเสนอว่า “การซ่อมเสริมเชิงรุก” อาจไม่ใช่เพียงเครื่องมือช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน แต่คือกระบวนการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ที่มีความสำคัญกับความเสมอภาคและการพัฒนาผู้เรียนอย่างแท้จริง

## ธรรมชาติของการเรียนรู้ทางเคมีกับปัญหาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

หนึ่งในประเด็นสำคัญของเคมีศึกษาที่ถูกอภิปรายอย่างต่อเนื่อง คือ ธรรมชาติขององค์ความรู้ทางเคมีมีลักษณะนามธรรมสูง ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกระบวนการหรืออนุภาคที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรงผ่านแบบจำลอง สมการ และสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ผู้เรียนจำนวนมากสามารถจดจำสูตรหรือขั้นตอนการคำนวณได้ แต่ไม่สามารถสร้างภาพแทนทางความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในระดับอนุภาคได้จริง Dood & Watts (2023) ตั้งข้อสังเกตว่า ผู้เรียนในรายวิชาเคมีพื้นฐานมักเผชิญปัญหาในการเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยเฉพาะเมื่อการเรียนรู้ในห้องเรียนมุ่งเน้นการแก้โจทย์เชิงขั้นตอนมากกว่าการอภิปรายเชิงมโนทัศน์ ประเด็นนี้น่าสนใจ เพราะอาจอธิบายได้ว่าเหตุใดผู้เรียน

จำนวนมากจึงสามารถ “ทำโจทย์ได้” แต่ไม่สามารถ “อธิบายความหมาย” ของสิ่งที่กำลังคำนวณอยู่ได้ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในอีกมุมหนึ่ง ปัญหาดังกล่าวอาจไม่ได้เกิดจากตัวผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่สัมพันธ์กับวัฒนธรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ให้คุณค่ากับ “คำตอบที่ถูกต้อง” มากกว่า “กระบวนการคิด” ห้องเรียนจำนวนมากยังคงใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการอธิบายเนื้อหาและเฉลยโจทย์ ขณะที่พื้นที่สำหรับการตั้งคำถามหรืออภิปรายกลับมีค่อนข้างจำกัด ผู้เรียนจึงค่อย ๆ พัฒนาความเชื่อว่า การเรียนเคมีคือการจดจำสูตรและฝึกทำข้อสอบ มากกว่าการทำความเข้าใจธรรมชาติของสารและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

### ช่องว่างทางการเรียนรู้: ปัญหาของผู้เรียน หรือปัญหาของระบบการเรียนรู้

เมื่อกล่าวถึงผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในรายวิชาเคมี ระบบการศึกษาไทยมักอธิบายปัญหาผ่านกรอบคิดเรื่อง “ผู้เรียนอ่อนพื้นฐาน” หรือ “ผู้เรียนไม่พร้อม” อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในเชิงเคมีศึกษาอย่างจริงจัง คำอธิบายลักษณะดังกล่าวอาจง่ายเกินไป และอาจทำให้ปัญหาที่แท้จริงถูกลดทอนเหลือเพียงข้อจำกัดเฉพาะตัวของผู้เรียน งานวิจัยร่วมสมัยจำนวนมากเริ่มเสนอว่า ช่องว่างทางการเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับ “โครงสร้างโอกาสทางการศึกษา” มากพอ ๆ กับความสามารถทางวิชาการ ผู้เรียนที่มาจากโรงเรียนขนาดเล็กหรือพื้นที่ชนบทมักมีโอกาสดำเนินถึงห้องปฏิบัติการ สื่อการเรียนรู้ หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่าผู้เรียนในเมือง แม้จะเรียนในหลักสูตรเดียวกัน แต่ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเข้าสู่มหาวิทยาลัยกลับแตกต่างกันอย่างมาก ในบริบทมหาวิทยาลัยราชภัฏหรือมหาวิทยาลัยภูมิภาค ปรากฏการณ์ดังกล่าวยังเห็นได้ชัด ผู้เรียนบางคนไม่เคยใช้เครื่องแก้วพื้นฐานในห้องปฏิบัติการจริงมาก่อน ขณะที่ผู้เรียนอีกกลุ่มอาจเคยผ่านการเรียนพิเศษ การแข่งขันวิทยาศาสตร์ หรือค่ายโอลิมปิกมาแล้ว เมื่อผู้เรียนทั้งสองกลุ่มต้องเรียนในห้องเดียวกันด้วยจังหวะการสอนเดียวกัน ช่องว่างทางการเรียนรู้จึงแทบหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประเด็นที่น่าสนใจคือระบบอุดมศึกษาจำนวนมากกลับออกแบบการเรียนรู้โดยตั้งสมมติฐานว่า “ผู้เรียนทุกคนเริ่มต้นใกล้เคียงกัน” ทั้งที่ในความเป็นจริง ผู้เรียนมีต้นทุนทางการศึกษาต่างกันตั้งแต่แรก เมื่อใช้วิธีสอนเดียวกัน ประเมินผลแบบเดียวกัน และกำหนดความคาดหวังแบบเดียวกัน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจึงอาจไม่ใช่ “ความยุติธรรม” แต่เป็นการผลิตซ้ำความเหลื่อมล้ำในรูปแบบใหม่ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานของ Stets et al. (2020) ที่พบว่าความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนวิทยาศาสตร์ (Sense of belonging) มีผลต่อการคงอยู่ของผู้เรียนในสายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ผู้เรียนที่รู้สึกว่าตนเอง “ไม่เก่งพอ” หรือ “ตามเพื่อนไม่ทัน” มักค่อย ๆ ลดการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน แม้ในหลายกรณี ผู้เรียนไม่ได้ขาดศักยภาพ แต่ขาดพื้นที่ปลอดภัยในการเรียนรู้ ในเชิงวิพากษ์ ปัญหาสำคัญอาจไม่ใช่เพียงการที่ผู้เรียน “ไม่เข้าใจเคมี” แต่คือการที่ผู้เรียนเริ่มเชื่อว่าตนเอง “ไม่มีสิทธิ์เข้าใจเคมี” ต่างหาก ความรู้สึกเช่นนี้เกิดขึ้นอย่างเงียบ ๆ ผ่านการเปรียบเทียบคะแนน การตอบคำถามหน้าชั้นเรียน การสอบย่อย หรือแม้แต่ปฏิกิริยาของผู้สอนต่อความผิดพลาดของผู้เรียน แม้งานวิจัยด้าน Active Learning จะชี้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยลด Achievement gap ได้ (Theobald et al., 2020) แต่ก็มีข้อถกเถียงที่สำคัญว่า Active Learning ไม่ได้ให้ผลเชิงบวกโดยอัตโนมัติในทุกบริบท ห้องเรียนบางแห่งเพิ่มกิจกรรมกลุ่ม แต่ผู้เรียนที่มีพื้นฐานอ่อนกลับกลายเป็น “ผู้สังเกตการณ์เงียบ” ขณะที่ผู้เรียนเก่งเป็นผู้ควบคุม

การอภิปรายเกือบทั้งหมด หากผู้สอนไม่ออกแบบกระบวนการมีส่วนร่วมอย่างระมัดระวัง การเรียนรู้เชิงรุกอาจกลายเป็นการขยายความเหลื่อมล้ำในรูปแบบใหม่เช่นกัน ประเด็นนี้ทำให้เกิดคำถามที่น่าสนใจต่อวงการเคมีศึกษาไทยว่า เรากำลังเข้าใจ Active Learning ในฐานะ “เทคนิคการสอน” หรือ “ปรัชญาการเรียนรู้” กันแน่ เพราะหากผู้สอนเพียงเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรม แต่ยังคงให้คุณค่ากับการแข่งขัน ความเร็ว และคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ห้องเรียนก็อาจยังคงเป็นพื้นที่ที่ผู้เรียนบางคนรู้สึก “ถูกทิ้งไว้ข้างหลัง” เหมือนเดิม ผู้เขียนจึงมองว่า การจัดการช่องว่างทางการเรียนรู้ไม่ควรเริ่มต้นจากคำถามว่า “จะสอนผู้เรียนอ่อนอย่างไร” แต่ควรเริ่มจากคำถามว่า “จะออกแบบระบบการเรียนรู้อย่างไรให้ผู้เรียนที่แตกต่างกันสามารถเติบโตไปด้วยกันได้” ซึ่งเป็นคำถามที่ยากกว่า แต่มีความสำคัญต่ออนาคตของเคมีศึกษาไทยมากกว่าเช่นกัน

### ความวิตกกังวลทางเคมีกับวัฒนธรรม “ความกลัวความผิดพลาด”

แม้รายวิชาเคมีจะถูกมองว่าเป็นศาสตร์ที่อาศัยเหตุผลและกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหลัก แต่ในทางปฏิบัติ การเรียนรู้ทางเคมีของผู้เรียนจำนวนมากกลับถูกขับเคลื่อนด้วย “ความกลัว” มากกว่าความอยากรู้อยากเห็น ผู้เรียนบางคนกลัวการตอบคำถามผิด กลัวการคำนวณผิด กลัวการสอบตก หรือแม้กระทั่งกลัวการถูกมองว่า “ไม่เก่งวิทยาศาสตร์” ความรู้สึกเหล่านี้อาจดูเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ในความเป็นจริงกลับสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับวัฒนธรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จากประสบการณ์การสอน ผู้เขียนพบว่าผู้เรียนจำนวนไม่น้อยเลือกที่จะ “เงียบ” มากกว่าถามคำถาม แม้จะไม่เข้าใจเนื้อหา เพราะกังวลว่าคำถามของตนอาจถูกมองว่าเป็นคำถามพื้นฐานเกินไป หรือกลัวว่าคำตอบที่ผิดจะทำให้ตนเองเสียความมั่นใจต่อหน้าชั้นเรียน ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นบ่อยโดยเฉพาะในชั้นเรียนขนาดใหญ่ที่ผู้เรียนแทบไม่มีพื้นที่ปลอดภัยในการทดลองคิดหรือแสดงความไม่เข้าใจประเด็นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยด้าน Chemistry anxiety ที่ชี้ว่า ความวิตกกังวลทางเคมีไม่ได้เกี่ยวข้องกับเฉพาะ “ความยากของวิชา” แต่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทางอารมณ์ของผู้เรียนในห้องเรียนด้วย ผู้เรียนที่รู้สึกว่าคุณครูตัดสินจากคะแนนหรือคำตอบเพียงอย่างเดียว มักมีแนวโน้มหลีกเลี่ยงการมีส่วนร่วมทางวิชาการ และพัฒนาการเรียนรู้แบบป้องกันความล้มเหลว เช่น การท่องจำสูตรหรือฝึกทำข้อสอบซ้ำ ๆ มากกว่าการสร้างความเข้าใจเชิงลึก (Villafañe et al., 2021) อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าสนใจคือ ระบบการเรียนรู้จำนวนมากกลับมองความวิตกกังวลเป็น “ปัญหาของผู้เรียน” มากกว่าจะตั้งคำถามต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลนั้น ตัวอย่างเช่น ห้องเรียนที่ให้รางวัลเฉพาะผู้ตอบถูก ห้องเรียนที่ใช้คะแนนสอบเป็นตัวชี้วัดคุณค่าของผู้เรียน หรือห้องเรียนที่ตีความความผิดพลาดว่าเป็นสัญญาณของความไม่สามารถ ล้วนมีส่วนสร้างวัฒนธรรมแห่งความกลัวโดยไม่รู้ตัว ในอีกด้านหนึ่ง แม้งานวิจัยร่วมสมัยจะสนับสนุนการสร้าง Learner-centered classroom แต่ก็มีข้อถกเถียงที่น่าสนใจว่า ห้องเรียนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบางแห่งอาจสร้างแรงกดดันในอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น การบังคับให้ผู้เรียนอภิปรายตลอดเวลา การประเมินการมีส่วนร่วมแบบต่อเนื่อง หรือการใช้ Peer instruction โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างด้านบุคลิกภาพและความมั่นใจของผู้เรียน ผู้เรียนบางคนอาจรู้สึกว่าคุณครู “ต้องแสดงออกตลอดเวลา” จนเกิดความเหนื่อยล้าทางอารมณ์แทนที่จะเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ดังนั้น ประเด็นสำคัญอาจไม่ได้อยู่ที่การเลือก

ระหว่าง “ห้องเรียนแบบบรรยาย” หรือ “ห้องเรียนเชิงรุก” เพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่การสร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าความผิดพลาดเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้มากกว่าเป็นเครื่องยืนยันความล้มเหลวในบริบทเคมีศึกษา ผู้เขียนมองว่า การเรียนรู้ที่ดีอาจไม่ได้หมายถึงห้องเรียนที่ผู้เรียนตอบถูกทุกคำถาม แต่คือห้องเรียนที่ผู้เรียนกล้าตั้งคำถาม แม้ยังไม่มั่นใจในคำตอบของตนเอง เพราะในท้ายที่สุด วิทยาศาสตร์ไม่ได้เติบโตจาก “ความถูกต้องตั้งแต่แรก” หากแต่เติบโตจากกระบวนการตั้งข้อสงสัย ทดลอง และเรียนรู้จากความคลาดเคลื่อนอย่างต่อเนื่อง ประเด็นนี้สำคัญอย่างมากสำหรับมหาวิทยาลัยไทย โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไม่เท่ากัน หากห้องเรียนยังคงทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มรู้สึกว่าคุณ “ตามไม่ทัน” หรือ “ไม่เก่งพอ” ผู้เรียนจำนวนหนึ่งอาจค่อย ๆ ถอนตัวออกจากการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเงียบ ๆ แม้จะยังคงนั่งอยู่ในห้องเรียนก็ตาม ผู้เขียนจึงมองว่า การลด Chemistry anxiety ไม่ใช่เพียงการทำให้ผู้เรียน “รู้สึกสบายใจ” แต่คือการสร้างเงื่อนไขที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดทางวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนจะไม่สามารถคิดวิเคราะห์ หรือสร้างความเข้าใจเชิงลึกได้อย่างแท้จริง หากยังต้องใช้พลังงานจำนวนมากไปกับการป้องกันตนเองจากความกลัวความผิดพลาด

### การเรียนรู้เชิงรุกระหว่าง แนวทางปฏิรูป กับ ความคาดหวังที่เกินจริง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แนวคิด Active Learning ได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางในวงการอุดมศึกษาไทย โดยเฉพาะในกลุ่มรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่พยายามปรับเปลี่ยนจากการสอนแบบบรรยายไปสู่การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น หลายมหาวิทยาลัยเริ่มส่งเสริมการใช้การอภิปรายกลุ่ม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา การเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการใช้กรณีศึกษาในห้องเรียนเคมี อย่างไรก็ตาม แม้แนวคิดดังกล่าวจะถูกนำเสนอในฐานะ “ทางออก” ของปัญหาการเรียนรู้ แต่ในทางปฏิบัติ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกลับไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันเสมอไป งานวิจัยของ Theobald et al. (2020) ชี้ว่า Active Learning สามารถช่วยลดช่องว่างทางผลสัมฤทธิ์ระหว่างผู้เรียนได้จริง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มักถูกมองว่าเสียเปรียบทางการศึกษา อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าสนใจคือ งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้เสนอว่า Active Learning เป็น “สูตรสำเร็จ” หากแต่ชี้ให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงรุกขึ้นอยู่กับวิธีออกแบบปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนอย่างมาก ในบริบทมหาวิทยาลัยไทย ผู้เขียนพบว่า Active Learning บางครั้งถูกลดทอนเหลือเพียง “รูปแบบกิจกรรม” มากกว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ ผู้สอนบางรายเพิ่มกิจกรรมกลุ่ม เกม หรือคำถามระหว่างเรียน แต่ยังคงคาดหวังคำตอบที่ถูกต้องรวดเร็วเช่นเดิม ผู้เรียนจึงเรียนรู้ว่า แม้รูปแบบห้องเรียนจะเปลี่ยนไป แต่เป้าหมายที่แท้จริงยังคงเป็น “การตอบให้ถูก” มากกว่า “การคิดอย่างมีความหมาย” ประเด็นนี้ทำให้เกิดข้อสงสัยที่น่าสนใจว่า บางครั้ง Active Learning อาจกำลังถูกใช้เป็น “ภาพแทนของความทันสมัยทางการศึกษา” มากกว่าการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมการเรียนรู้จริงหรือไม่ เพราะแม้ผู้เรียนจะถูกจัดให้เป็นกลุ่มหรือร่วมกิจกรรม แต่หากผู้เรียนยังไม่กล้าตั้งคำถาม ยังกลัวความผิดพลาด และยังคงมองว่าการเรียนคือการแข่งขันเพื่อคะแนน ห้องเรียนก็อาจยังคงทำงานภายใต้โครงสร้างอำนาจแบบเดิม นอกจากนี้ ยังมีอีกประเด็นหนึ่งที่ถูกถูกละเลย คือ Active Learning ต้องการ “เวลา” มากกว่าการสอนแบบบรรยาย ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการ

อภิปราย ทดลองอธิบาย และสร้างความเชื่อมโยงทางความคิด แต่ในความเป็นจริง รายวิชาเคมีพื้นฐานจำนวนมากกลับมีเนื้อหาค่อนข้างหนาแน่น ผู้สอนจำนวนไม่น้อยจึงเผชิญภาวะล้นแรงแห้ว “สอนให้ครบ” กับ “สอนให้เข้าใจ” และในหลายกรณี การเร่งสอนเนื้อหาให้ทันตามแผนการสอนมักกลายเป็นสิ่งที่ถูกให้ความสำคัญมากกว่า ข้อจำกัดนี้สะท้อนปัญหาเชิงโครงสร้างของอุดมศึกษาไทยอย่างชัดเจน เพราะแม้จะมีนโยบายสนับสนุนการเรียนรู้เชิงรุก แต่ระบบประเมินคุณภาพจำนวนมากยังคงให้ความสำคัญกับปริมาณเนื้อหา ผลคะแนนสอบ และอัตราการสำเร็จการศึกษา มากกว่าคุณภาพของกระบวนการเรียนรู้จริงในห้องเรียน ผู้สอนจึงอยู่ในสถานะที่ต้องพยายามสร้างการเรียนรู้เชิงลึก ภายใต้ระบบที่ยังวัดความสำเร็จด้วยตัวชี้วัดเชิงปริมาณเป็นหลักในอีกด้านหนึ่ง ผู้เขียนมองว่า Active Learning ที่มีคุณภาพอาจไม่จำเป็นต้องเป็นกิจกรรมที่ซับซ้อนเสมอไป บางครั้งการเปลี่ยนคำถามจาก “สูตรนี้ใช้คำนวณอะไร” เป็น “เหตุใดปรากฏการณ์นี้จึงเกิดขึ้น” หรือการเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจของตนเอง แม้จะยังไม่สมบูรณ์ ก็อาจมีคุณค่าต่อการเรียนรู้มากกว่าการเฉลยโจทย์จำนวนมากในเวลาจำกัด ประเด็นนี้สอดคล้องกับข้อเสนอของ Galloway และ Bretz (2020) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้ทางเคมีควรให้ความสำคัญกับการสร้างความหมายและการสะท้อนคิด มากกว่าการฝึกกระบวนการเชิงขั้นตอนเพียงอย่างเดียว เพราะผู้เรียนที่เข้าใจ “เหตุผล” ของแนวคิดทางเคมี มักสามารถถ่ายโอนความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ดีกว่าผู้เรียนที่จดจำเพียงสูตรหรือวิธีทำโจทย์

ดังนั้น คำถามสำคัญอาจไม่ใช่เพียงว่า “จะใช้ Active Learning อย่างไร” แต่คือ “จะสร้างห้องเรียนที่ผู้เรียนกล้าคิด กล้าสงสัย และกล้าผิดพลาดได้อย่างไร” เพราะในท้ายที่สุด การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้เริ่มต้นจากการมีคำตอบที่ถูกต้อง แต่เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณเองมีสิทธิ์ตั้งคำถามต่อโลกทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน

### การซ่อมเสริมเชิงรุก: การแก้ปัญหาปลายทางสู่ การออกแบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้

เมื่อกล่าวถึงการซ่อมเสริมในระดับอุดมศึกษา ภาพจำของหลายคนมักเป็นการจัดติวเพิ่มเติมหลังสอบกลางภาค การสอนซ้ำให้ผู้เรียนที่สอบไม่ผ่าน หรือการเปิดชั่วโมงพิเศษสำหรับผู้เรียนที่มีผลการเรียนต่ำ แนวทางลักษณะนี้สะท้อนว่า ระบบการศึกษาจำนวนมากยังคงมองการซ่อมเสริมในฐานะ “มาตรการเยียวยา” หลังเกิดความล้มเหลว มากกว่าจะมองเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบการเรียนรู้ตั้งแต่ต้น อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในบริบทของเคมีศึกษา ปัญหาน่าสนใจคือ เมื่อผู้เรียนเริ่ม “ตามไม่ทัน” ในช่วงต้นภาคการศึกษา ช่องว่างทางความเข้าใจมักสะสมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากองค์ความรู้ทางเคมีมีลักษณะเชื่อมโยงต่อเนื่อง ผู้เรียนที่ไม่เข้าใจโครงสร้างอะตอมอาจมีปัญหาในการเรียนพันธะเคมี และเมื่อไม่เข้าใจพันธะเคมี ก็อาจส่งผลกระทบต่อเรียนสมดุลเคมีหรืออุณหพลศาสตร์ในลำดับต่อไป ผู้เขียนพบว่า ผู้เรียนจำนวนมากไม่ได้ “ล้มเหลวทันที” หากแต่ค่อย ๆ ถอนตัวออกจากการเรียนรู้ทางวิชาการอย่างเงียบ ๆ ผู้เรียนบางคนเริ่มหยุดถามคำถาม หยุดจดบันทึก หรือเลือกนั่งเฉยๆระหว่างกิจกรรมกลุ่ม แม้ยังเข้าเรียนตามปกติ แต่ในทางปฏิบัติ ผู้เรียนอาจกำลังรู้สึกว่าคุณ “หลุดออกจากบทเรียนไปแล้ว” ซึ่งเป็นภาวะที่เกิดขึ้นก่อนคะแนนสอบตก ประเด็นนี้ทำให้แนวคิดเรื่อง “การซ่อมเสริมเชิงรุก” เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในงานวิจัยด้านอุดมศึกษา

แนวคิดดังกล่าวเสนอว่า การช่วยเหลือผู้เรียนไม่ควรรอจนเกิดความล้มเหลว แต่ควรเริ่มตั้งแต่การตรวจจับสัญญาณเล็ก ๆ ของการหลุดจากการเรียนรู้ เช่น การมีส่วนร่วมลดลง การขาดความมั่นใจ หรือความเข้าใจคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์ตั้งแต่ช่วงต้นของรายวิชางานของ Ifenthaler และ Yau (2020) เสนอว่า Learning analytics สามารถช่วยระบุผู้เรียนกลุ่มเสี่ยงได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น ผ่านข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าเรียน การส่งงาน หรือการมีส่วนร่วมในระบบออนไลน์ อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนมองว่า ในบริบทมหาวิทยาลัยไทย การใช้ข้อมูลเพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอ เพราะปัญหาการเรียนรู้อาจมีจำนวนมากไม่ได้แสดงออกผ่านตัวเลขเสมอไป ผู้เรียนบางคนยังส่งงานครบ เข้าเรียนสม่ำเสมอ แต่ภายในกลับรู้สึกหมดหวังกับการเรียนไปแล้ว

ดังนั้น การซ่อมเสริมเชิงรุกในมุมมองของผู้เขียนจึงไม่ควรจำกัดอยู่เพียง “ระบบติดตามผลการเรียน” แต่ต้องรวมถึงการสร้างความสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนด้วย ผู้สอนจำเป็นต้องสังเกตสัญญาณทางอารมณ์และพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนมากขึ้น เช่น ผู้เรียนที่เริ่มเงียบผิดปกติ ผู้เรียนที่หลีกเลี่ยงการอภิปราย หรือผู้เรียนที่พยายามจดจำทุกอย่างโดยไม่กล้าตั้งคำถาม เพราะพฤติกรรมเหล่านี้อาจสะท้อนความไม่มั่นคงทางการเรียนรู้ที่กำลังก่อตัวขึ้นในอีกด้านหนึ่ง แม้แนวคิดการซ่อมเสริมเชิงรุกจะดูเหมือนเป็นแนวทางที่มีศักยภาพ แต่ก็มีข้อถกเถียงสำคัญว่า มหาวิทยาลัยไทยจำนวนมากอาจยังไม่มีเงื่อนไขเชิงโครงสร้างที่เอื้อต่อการดำเนินการดังกล่าวจริง ผู้สอนจำนวนไม่น้อยต้องรับผิดชอบผู้เรียนจำนวนมาก ภาระงานเอกสารงานวิจัย และภารกิจประกันคุณภาพ ทำให้การติดตามพัฒนาการของผู้เรียนรายบุคคลเป็นเรื่องที่ทำได้ยากในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ ยังมีคำถามสำคัญว่า ระบบอุดมศึกษาควรให้ความรับผิดชอบต่อ “การปรับตัวของผู้เรียน” มากเพียงใด เพราะในบางมุมมอง มหาวิทยาลัยไม่ควรทำหน้าที่แทนการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งหมด ขณะที่อีกมุมมองหนึ่งมองว่า หากมหาวิทยาลัยเปิดโอกาสทางการศึกษาให้ผู้เรียนจากบริบทที่หลากหลาย ระบบการเรียนรู้ก็ควรถูกออกแบบให้รองรับความแตกต่างนั้นด้วยเช่นกัน ผู้เขียนมองว่า ประเด็นนี้อาจไม่มีคำตอบที่ตายตัว แต่สิ่งสำคัญคือ การยอมรับก่อนว่า “ความแตกต่างของผู้เรียนมีอยู่จริง” และการใช้ระบบการเรียนรู้แบบเดียวกับผู้เรียนทุกคนอาจไม่ได้หมายถึงความยุติธรรมเสมอไป ในบางสถานการณ์ ความเท่าเทียมอาจไม่ใช่การปฏิบัติกับทุกคนเหมือนกัน แต่คือการจัดเงื่อนไขที่ทำให้ผู้เรียนที่แตกต่างกันสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายใกล้เคียงกันมากกว่า ในบริบทเคมีศึกษา การซ่อมเสริมเชิงรุกจึงอาจไม่ได้เป็นเพียง “กิจกรรมเสริม” แต่เป็นการเปลี่ยนวิธีคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด กล่าวคือ เปลี่ยนจากการรอให้ผู้เรียนล้มเหลวแล้วค่อยช่วย ไปสู่การออกแบบห้องเรียนที่ลดโอกาสการหลุดออกจากการเรียนรู้ตั้งแต่แรกเริ่ม

### การประเมินผลการเรียนรู้: เมื่อ “คะแนน” อาจไม่สะท้อน “ความเข้าใจ”

ความสัมพันธ์ระหว่าง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” กับ “ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์” เพราะในทางปฏิบัติ ระบบประเมินผลจำนวนมากยังคงใช้คะแนนสอบเป็นตัวแทนของคุณภาพการเรียนรู้ ทั้งที่ในหลายกรณี ผู้เรียนอาจทำข้อสอบได้ดีโดยยังไม่เข้าใจแนวคิดทางเคมีอย่างแท้จริง จากประสบการณ์การสอน ผู้เขียนพบว่า ผู้เรียนบางคนสามารถแก้โจทย์สมดุลเคมีหรือการคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ (Stoichiometry) ได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อเปลี่ยนบริบทของคำถาม หรือให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในระดับอนุภาค กลับไม่สามารถ

เชื่อมโยงแนวคิดได้อย่างสมเหตุสมผล ปรากฏการณ์ลักษณะนี้อาจสะท้อนว่า ผู้เรียนกำลังใช้ “ความจำเชิงขั้นตอน” มากกว่าความเข้าใจเชิงโมทัศน์ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานของ Bretz (2021) ที่เสนอว่า การประเมินผลในห้องปฏิบัติการเคมีจำนวนมากยังคงมุ่งวัดการปฏิบัติตามขั้นตอน มากกว่าการประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือความสามารถในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลที่ได้จริง กล่าวอีกนัยหนึ่ง ผู้เรียนอาจเรียนรู้ว่า “ทำอย่างไรให้ได้คะแนน” มากกว่าการเรียนรู้ว่า “ทำไมปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้นเช่นนั้น” ในเชิงวิพากษ์ ประเด็นที่น่ากังวลคือ เมื่อระบบการประเมินให้คุณค่ากับคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจำนวนมากจึงพัฒนากลยุทธ์การเรียนรู้เพื่อความอยู่รอดทางวิชาการ เช่น การท่องจำสูตร การฝึกทำข้อสอบซ้ำ หรือการคาดเดารูปแบบข้อสอบ มากกว่าการพยายามสร้างความเข้าใจเชิงลึก และเมื่อผู้เรียนใช้วิธีเหล่านี้จนสามารถสอบผ่านได้ ระบบก็ยิ่งตอกย้ำว่าการเรียนรู้ลักษณะดังกล่าว “เพียงพอแล้ว” อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าสนใจคือ แม้ผู้สอนจำนวนมากจะตระหนักถึงข้อจำกัดของการสอบแบบเดิม แต่การเปลี่ยนรูปแบบการประเมินกลับเกิดขึ้นได้ค่อนข้างช้า ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะข้อจำกัดด้านเวลา จำนวนผู้เรียน และภาระงานของอาจารย์ การประเมินเชิงโมทัศน์หรือการให้ข้อเสนอแนะรายบุคคลต้องใช้เวลาและพลังงานมากกว่าการตรวจข้อสอบปรนัยอย่างมีนัยสำคัญ ในอีกด้านหนึ่ง ยังมีข้อถกเถียงที่สำคัญว่า การประเมินแบบเปิดหรือการประเมินที่เน้นการอธิบาย อาจสร้างความไม่มั่นใจให้ผู้เรียนบางกลุ่ม โดยเฉพาะผู้เรียนที่คุ้นชินกับการเรียนรู้แบบมี “คำตอบที่ถูกต้องชัดเจน” ผู้เรียนบางคนรู้สึกว่าการตอบเชิงอธิบายทำให้ตนเองเสี่ยงต่อการผิดพลาดมากขึ้น ขณะที่ข้อสอบคำนวณแบบเดิมอย่างน้อยยังมีสูตรหรือขั้นตอนที่พอคาดเดาได้ ประเด็นนี้สะท้อนว่าการเปลี่ยนแปลงระบบประเมินผลไม่ใช่เพียงการเปลี่ยน “เครื่องมือวัด” แต่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมการเรียนรู้ทั้งหมด หากผู้เรียนเติบโตมากับระบบที่ให้คุณค่ากับคะแนน ความเร็ว และคำตอบที่ถูกต้อง การเปลี่ยนผ่านไปสู่การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อาจต้องใช้เวลาและการสร้างความเข้าใจร่วมกันทั้งในระดับผู้สอนและผู้เรียน ผู้เขียนจึงมองว่า การประเมินผลในเคมีศึกษาอาจควรถูกออกแบบใหม่ให้ทำหน้าที่มากกว่า “การตัดสินผลการเรียน” กล่าวคือ การประเมินควรเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นข้อจำกัดทางความคิดของตนเอง กล้าทบทวนความเข้าใจเดิม และค่อย ๆ พัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีอย่างมีเหตุผล ในบางครั้ง คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์แต่สะท้อนกระบวนการคิดของผู้เรียน อาจมีคุณค่าต่อการเรียนรู้มากกว่าคำตอบที่ถูกต้องจากการจดจำเพียงอย่างเดียว เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ได้เติบโตจากการหลีกเลี่ยงความผิดพลาด หากแต่เติบโตจากการตรวจสอบ ตั้งคำถาม และปรับเปลี่ยนความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากเคมีศึกษาต้องการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์จริง ระบบประเมินผลอาจต้องเปลี่ยนจากการถามว่า “ผู้เรียนจำอะไรได้บ้าง” ไปสู่คำถามที่สำคัญกว่า คือ “ผู้เรียนกำลังเข้าใจโลกทางเคมีอย่างไร”

### นัยเชิงนโยบายต่อการปฏิรูปเคมีศึกษาไทย: ระหว่าง “ความเสมอภาค” กับ “ระบบคัดกรอง”

เมื่ออภิปรายถึงปัญหาช่องว่างทางการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา ประเด็นหนึ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากคือความสัมพันธ์ระหว่างระบบการเรียนรู้กับโครงสร้างเชิงนโยบายของอุดมศึกษาไทย เพราะแม้มหาวิทยาลัย

จำนวนมากจะประกาศนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียน การจัดการเรียนรู้เชิงรุก หรือ Outcome-Based Education อย่างชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติ ระบบจำนวนไม่น้อยยังคงทำงานภายใต้ตรรกะของ “การคัดกรองทางวิชาการ” มากกว่าการสร้างเงื่อนไขให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้อย่างแท้จริงในรายวิชาพื้นฐานทางเคมี ปรากฏการณ์นี้เห็นได้ค่อนข้างชัด รายวิชาบางรายวิชามีอัตราการสอบตกสูงต่อเนื่องจนกลายเป็นเรื่อง “ปกติ” ในวัฒนธรรมองค์กร ผู้สอนบางคนมองว่าการมีผู้เรียนสอบตกจำนวนมากสะท้อน “มาตรฐานทางวิชาการ” ขณะที่อีกมุมหนึ่งกลับตั้งคำถามว่า หากผู้เรียนจำนวนมากไม่สามารถเรียนรู้ได้จริง ปัญหาอาจไม่ได้อยู่ที่ตัวผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่รวมถึงวิธีออกแบบระบบการเรียนรู้ด้วยข้อถกเถียงนี้สำคัญมากในบริบทมหาวิทยาลัยไทย โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยที่มีพันธกิจด้านการลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา เพราะหากสถาบันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนจากบริบทที่หลากหลายเข้าถึงอุดมศึกษา แต่กลับใช้ระบบการเรียนรู้ที่ออกแบบมาสำหรับผู้เรียนกลุ่มเดียว ระบบดังกล่าวอาจกำลังผลิตซ้ำความเหลื่อมล้ำในรูปแบบใหม่โดยไม่รู้ตัว ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของไทยพยายามผลักดันแนวคิด Outcome-Based Education (OBE) และกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้มหาวิทยาลัยออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะและผลลัพธ์การเรียนรู้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่น่าสนใจคือ ในหลายกรณี OBE กลับถูกตีความในลักษณะ “การเขียนเอกสารผลลัพธ์การเรียนรู้” มากกว่าการเปลี่ยนวัฒนธรรมการเรียนรู้จริงในห้องเรียน ผู้เขียนมองว่า นี่อาจเป็นข้อจำกัดสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาหลายครั้งในประเทศไทย กล่าวคือ ระบบมักให้ความสำคัญกับ “การเปลี่ยนรูปแบบเชิงเอกสาร” เร็วกว่าการเปลี่ยนความสัมพันธ์ทางการเรียนรู้จริง ผู้สอนจำนวนมากจึงต้องรับผิดชอบทั้งการจัดการเรียนรู้ การประเมินผล การประกันคุณภาพ และภาระงานเชิงระบบอื่น ๆ พร้อมกัน จนบางครั้งการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้เชิงลึกกลายเป็นสิ่งที่ทำได้ยากในชีวิตการทำงานจริงอีกประเด็นหนึ่งที่ควรถูกอภิปรายคือ ความสัมพันธ์ระหว่าง SDG4 กับเคมีศึกษาในระดับอุดมศึกษา SDG4 ไม่ได้หมายถึงเพียงการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาเท่านั้น แต่ยังรวมถึง “การศึกษาที่มีคุณภาพและเท่าเทียม” ด้วย หากผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังคงถูกผลักออกจากระบบการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านความรู้สึกด้อยคุณค่า ความวิตกกังวล หรือความไม่เข้าใจเชิงมนทัศน์ เป้าหมายเรื่องความเท่าเทียมทางการศึกษาอาจยังไม่เกิดขึ้นจริง แม้ผู้เรียนจะสามารถเข้าสู่มหาวิทยาลัยได้มากขึ้นก็ตามในเชิงวิพากษ์ ผู้เขียนเห็นว่า ระบบอุดมศึกษาไทยยังคงมีแนวโน้มให้คุณค่ากับ “ผู้เรียนที่ปรับตัวเข้ากับระบบได้” มากกว่าการตั้งคำถามว่า “ระบบควรปรับอย่างไรเพื่อรองรับผู้เรียนที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นวิธีคิดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพราะแนวคิดแบบแรกทำให้ความล้มเหลวถูกผลักไปเป็นภาระของผู้เรียน ขณะที่แนวคิดแบบหลังเริ่มมองความล้มเหลวเป็นข้อมูลสะท้อนข้อจำกัดของระบบการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนไม่ได้เสนอว่า มหาวิทยาลัยควรลดมาตรฐานทางวิชาการลงเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนผ่านรายวิชาได้ง่ายขึ้น เพราะในท้ายที่สุด วิทยาศาสตร์ยังต้องการความเข้มงวดทางวิชาการและความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่สิ่งที่ควรถูกตั้งคำถามคือ เราจะรักษามาตรฐานทางวิชาการไว้ได้อย่างไร โดยไม่ทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มถูกผลักออกจากระบบการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นในมุมมองของผู้เขียน การปฏิรูปเคมีศึกษาไทยอาจต้องเริ่มจากการเปลี่ยนวิธีคิดพื้นฐานเกี่ยวกับ “ความสามารถทางวิทยาศาสตร์” เสียก่อน กล่าวคือ แทนที่จะมอง

ความสามารถเป็นคุณสมบัติคงที่ของผู้เรียน อาจต้องเริ่มมองว่า ความสามารถสามารถพัฒนาได้ภายใต้เงื่อนไข การเรียนรู้ที่เหมาะสม และหน้าที่สำคัญของมหาวิทยาลัยไม่ใช่เพียงการคัดเลือกผู้เก่งที่สุด แต่คือการสร้าง ระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่มีมากกว่า

## บทสรุป

ตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา เคมีศึกษาในระดับอุดมศึกษามักถูกวางอยู่ภายใต้กรอบคิดของ “ความเข้มงวดทางวิชาการ” จนในบางครั้ง ความเข้มงวดดังกล่าวค่อย ๆ ถูกตีความเท่ากับการมีข้อสอบยาก การมีอัตราการสอบตกสูง หรือการรักษามาตรฐานผ่านการแข่งขันทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง แม้แนวคิดเหล่านี้ จะมีเจตนารักษาคุณภาพทางวิทยาศาสตร์ แต่คำถามสำคัญคือ ระบบลักษณะดังกล่าวกำลังสร้าง “การเรียนรู้” หรือกำลังสร้าง การคัดกรอง บทความนี้พยายามชี้ให้เห็นว่า ปัญหาช่องว่างทางการเรียนรู้ในเคมีศึกษาไม่ได้เกิด จากตัวผู้เรียนเพียงอย่างเดียว หากแต่เป็นผลลัพธ์ร่วมกันของหลายปัจจัย ทั้งความแตกต่างของทุนทาง การศึกษา วัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแข่งขัน ระบบประเมินผลที่ให้คุณค่ากับคำตอบมากกว่ากระบวนการ คิด ตลอดจนความวิตกกังวลทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนบางคนสูญเสียความเชื่อมั่นต่อศักยภาพ ของตนเองในเชิงเคมีศึกษา ประเด็นที่น่ากังวลคือ ผู้เรียนจำนวนมากอาจไม่ได้ “ไม่สามารถเรียนรู้เคมีได้” แต่ กำลังอยู่ในระบบที่ทำให้พวกเขาเชื่อว่าตนเอง “ไม่เหมาะกับเคมี” ต่างหาก และเมื่อความรู้สึกเช่นนี้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ผ่านคะแนนสอบ การเปรียบเทียบ หรือประสบการณ์ในห้องเรียน ผู้เรียนบางส่วนจึงค่อย ๆ ถอนตัวออกจาก การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเงียบ ๆ แม้จะยังคงอยู่ในระบบการศึกษาก็ตาม ผู้เขียนจึงมองว่า การซ่อม เสริมเชิงรุกไม่ควรถูกมองเป็นเพียงกิจกรรมช่วยเหลือผู้เรียนอ่อนหลังเกิดความล้มเหลว แต่ควรถูกทำความเข้าใจใหม่ในฐานะ “ระบบสนับสนุนการเรียนรู้” ที่ออกแบบขึ้นเพื่อลดโอกาสการหลุดออกจากกระบวนการ เรียนรู้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น แนวคิดดังกล่าวไม่ได้หมายถึงการลดมาตรฐานทางวิชาการ หากแต่คือการสร้าง เงื่อนไขที่ทำให้ผู้เรียนที่แตกต่างกันสามารถพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมายมากขึ้น ใน อีกด้านหนึ่ง บทความนี้ยังพยายามตั้งข้อสังเกตว่า การปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาอาจไม่สามารถ เกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยน “เทคนิคการสอน” เพียงอย่างเดียว เพราะแม้ห้องเรียนจะใช้ Active Learning หรือ เทคโนโลยีสมัยใหม่มากขึ้น แต่หากวัฒนธรรมการเรียนรู้ยังคงให้คุณค่ากับการแข่งขัน ความเร็ว และการ คัดเลือกผู้เรียนเป็นหลัก ห้องเรียนก็อาจยังคงผลิตความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ในรูปแบบเดิมต่อไป

ดังนั้น ประเด็นสำคัญอาจไม่ใช่เพียงคำถามว่า “จะสอนอย่างไรให้ผู้เรียนเข้าใจเคมีมากขึ้น” แต่คือ คำถามที่ลึกกว่านั้น คือ “มหาวิทยาลัยต้องการสร้างผู้เรียนแบบใด” หากอุดมศึกษามีหน้าที่เพียงคัดเลือกผู้ ที่เก่งที่สุด ระบบเดิมอาจเพียงพอแล้ว แต่หากมหาวิทยาลัยต้องการเป็นพื้นที่แห่งการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ ระบบการเรียนรู้ทางเคมีอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนจากวัฒนธรรมแห่งการพิสูจน์ตนเอง ไปสู่วัฒนธรรมแห่งการ เติบโตทางปัญญามากขึ้น ในท้ายที่สุด ผู้เขียนเชื่อว่า การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงอาจไม่ได้เริ่มต้นจาก การที่ผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด แต่เริ่มต้นจากช่วงเวลาที่คุณรู้สึกว่า ตนเองสามารถตั้งคำถาม

ทดลองคิด และเรียนรู้จากความผิดพลาดได้โดยไม่ถูกตัดสิน และบางที “พื้นที่ปลอดภัยทางปัญญา” เช่นนี้อาจเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดต่ออนาคตของเคมีศึกษาไทยมากกว่าสิ่งใดทั้งหมด

## องค์ความรู้ที่ได้รับ

บทความนี้เสนอองค์ความรู้สำคัญว่า “ช่องว่างทางการเรียนรู้” ในเคมีศึกษาระดับอุดมศึกษาไม่ควรถูกอธิบายผ่านกรอบคิดเรื่องความสามารถเฉพาะบุคคลเพียงอย่างเดียว แต่ควรถูกทำความเข้าใจในฐานะผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ระบบการเรียนรู้ วัฒนธรรมทางวิชาการ และโครงสร้างเชิงนโยบายของอุดมศึกษาองค์ความรู้อีกประการหนึ่งคือ การซ่อมเสริมเชิงรุกควรถูกพัฒนาในฐานะ “ระบบสนับสนุนเชิงโครงสร้าง” มากกว่ากิจกรรมเสริมหลังการสอบตก โดยควรบูรณาการการประเมินวินิจฉัย การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัย การเรียนรู้เชิงรุก และการติดตามพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยลดโอกาสที่ผู้เรียนจะหลุดออกจากกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากนี้ บทความยังชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้เชิงรุกและการประเมินผลเชิงมนทัศน์จะมีความหมายก็ต่อเมื่อเกิดขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนวัฒนธรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน กล่าวคือ เปลี่ยนจากระบบที่ให้คุณค่ากับการแข่งขันและคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ไปสู่ระบบที่ให้คุณค่ากับการตั้งคำถาม การสะท้อนคิด และการพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องในเชิงวิพากษ์ บทความเสนอว่า หากระบบอุดมศึกษาไทยยังคงทำหน้าที่ “คัดเลือก” มากกว่า “สนับสนุน” ผู้เรียน ช่องว่างทางการเรียนรู้อาจยังคงถูกผลิตซ้ำ แม้จะมีการปฏิรูปหลักสูตรหรือเพิ่มเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างต่อเนื่องก็ตาม ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Theobald et al. (2020) ที่ชี้ว่า การออกแบบห้องเรียนที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียนสามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับ Villafañe et al. (2021) ที่เสนอว่า ความเชื่อมั่นของผู้เรียนต่อความสามารถทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อการคงอยู่ในระบบการเรียนรู้ระยะยาวท้ายที่สุด บทความนี้เสนอว่า อนาคตของเคมีศึกษาไทยอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การเพิ่มเนื้อหาหรือเทคโนโลยีการสอนเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับว่า ระบบการเรียนรู้จะสามารถทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่า “ตนเองมีศักยภาพที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้” มากน้อยเพียงใด ซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการสร้างความเสมอภาคทางการศึกษาอย่างแท้จริง

## เอกสารอ้างอิง

- Bretz, S. L. (2021). Evidence for the importance of laboratory courses. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 193–195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- Dood, A. J. & Watts, F. M. (2023). Students' Strategies, Struggles, and Successes with Mechanism Problem Solving in Organic Chemistry: A Scoping Review of the Research Literature. *Journal of Chemical Education*, 100(1), 53-68. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00572>

- Galloway, K. R., & Bretz, S. L. (2020). Measuring meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory: A national, cross-sectional study. *Journal of Chemical Education*, 92(12), 2006–2018. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00754>
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y. K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Seery, M. K. (2022). Establishing the laboratory as the place to learn how to do chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(1), 1–13. <https://doi.org/10.1039/D1RP00233A>
- Stets, J. E., Brenner, P. S., Burke, P. J., & Serpe, R. T. (2020). The science identity and entering a science occupation. *Social Science Research*, 64, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.10.016>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., & Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Villafañe, S. M., Garcia, C. A., & Lewis, J. E. (2021). Exploring diverse students' trends in chemistry self-efficacy throughout a semester of college-level preparatory chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(1), 136–155. <https://doi.org/10.1039/D0RP00222D>