

สื่อและนวัตกรรมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ของผู้เรียนไทยในศตวรรษที่ 21

เรียบเรียงโดย ผศ.ดร.มานิตย์ อาษานอก

1. บทนำ: การเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของความฉลาดรู้ในศตวรรษที่ 21

ในบริบทของโลกยุคดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเชื่อมโยงถึงกันอย่างไร้รอยต่อ การนิยามความหมายของ "ความฉลาดรู้" (Literacy) ได้กลายเป็นวาระสำคัญทางการศึกษา ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนไทยให้สามารถเผชิญกับความท้าทายและความซับซ้อนของสังคมร่วมสมัย ความเข้าใจในความฉลาดรู้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การอ่านออกเขียนได้อีกต่อไป แต่ได้ขยายขอบเขตสู่ชุดสมรรถนะที่ซับซ้อนและหลากหลายมิติ อันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็งในศตวรรษที่ 21

แนวคิดความฉลาดรู้แบบดั้งเดิมซึ่งเป็นรากฐานของการศึกษาในยุคอุตสาหกรรม มุ่งเน้นไปที่ทักษะพื้นฐานที่เรียกว่า "3 Rs" ได้แก่ การอ่าน (Reading), การเขียน (Writing), และการคำนวณ (Arithmetic) ทักษะเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับโลกที่มีลักษณะงานเป็นมาตรฐานและต้องการประสิทธิภาพในการปฏิบัติตามคำสั่ง อย่างไรก็ตาม กรอบแนวคิดนี้ไม่เพียงพออีกต่อไปสำหรับโลกยุคสารสนเทศที่ข้อมูลมีอยู่มากมาย เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นทั่วโลกกลายเป็นสิ่งจำเป็น แนวคิดความฉลาดรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงถือกำเนิดขึ้นในฐานะชุดสมรรถนะแบบองค์รวมที่จำเป็นต่อการรับมือกับโลกสมัยใหม่

จากการสังเคราะห์วรรณกรรม "ความฉลาดรู้แห่งศตวรรษที่ 21" (21st century literacy) จึงเป็นนิยามที่บูรณาการสมรรถนะหลากหลายมิติเข้าไว้ด้วยกัน ครอบคลุมตั้งแต่ **ความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล** (digital literacy), **ความฉลาดรู้ด้านสื่อ** (media literacy), **ความฉลาดรู้ด้านสารสนเทศ** (information literacy) และ **การคิดเชิงคำนวณ** (computational literacies) ควบคู่ไปกับทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งยวด ได้แก่ **การคิดเชิงวิพากษ์** (critical thinking), **ความคิดสร้างสรรค์** (creativity), **การสื่อสาร** (communication), **การทำงานร่วมกับผู้อื่น** (collaboration) และ **การให้เหตุผลเชิงจริยธรรม** (ethical reasoning) ซึ่งเป็นมิติที่สำคัญอย่างยิ่งในการตัดสินใจที่ซับซ้อน (Pratama & Widowati, 2022; Demirdis, 2024; Gretter & Yadav, 2016)

การเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ที่สำคัญที่สุดคือการเปลี่ยนเป้าหมายหลักของการศึกษา จากเดิมที่มุ่งเน้น **การเรียนรู้เพื่อจดจำเนื้อหา** (Content Acquisition) ซึ่งผู้เรียนเป็นเพียงผู้รับข้อมูล ไปสู่ **การประยุกต์ใช้ทักษะและการสร้างองค์ความรู้** (Skill Application and Knowledge Creation) ที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้สร้างสรรค์ความรู้และนำทักษะไปใช้แก้ปัญหาจริงในโลกแห่งความเป็นจริง หัวใจสำคัญที่ขับเคลื่อนกระบวนการนี้คือ **"อภิปญญา"** (Metacognition) หรือความสามารถในการคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำกับและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

กลายเป็นผู้เรียนรู้ที่คล่องแคล่วและปรับตัวได้ตลอดชีวิต การจะทำความเข้าใจกระบวนการทัศน์ใหม่นี้ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบของสมรรถนะที่จำเป็นเหล่านี้อย่างละเอียดในลำดับถัดไป

2. องค์ประกอบของความฉลาดรู้แห่งศตวรรษที่ 21: กรอบสมรรถนะที่จำเป็น

การจะนำแนวคิดความฉลาดรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมนั้น จำเป็นต้องมีกรอบการทำงานที่ชัดเจนเพื่อจำแนกและจัดกลุ่มสมรรถนะต่างๆ ให้ง่ายต่อการออกแบบหลักสูตร และการจัดการเรียนรู้ ในที่นี้จะใช้กรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills (P21) ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง มาเป็นโครงสร้างหลักในการอธิบายองค์ประกอบของสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน

2.1 ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills: The "4 Cs")

ทักษะกลุ่มนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญที่สร้างความแตกต่างระหว่างผู้เรียนที่พร้อมสำหรับโลกสมัยใหม่กับผู้ที่ยังยึดติดกับกรอบการเรียนรู้แบบเดิม ประกอบด้วย 4 สมรรถนะหลักที่เรียกว่า "4 Cs" ซึ่งแต่ละสมรรถนะมีความสำคัญและต้องได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ

การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) คือความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมิน ตีความ และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผลและแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้เรียนที่มีทักษะนี้จะไม่เพียงแค่วิเคราะห์ข้อมูล แต่จะตั้งคำถาม ตรวจสอบหลักฐาน และพิจารณาทางเลือกต่างๆ เพื่อตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ

การสื่อสาร (Communication) คือความสามารถในการถ่ายทอดความคิดและข้อมูลอย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพผ่านรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการพูด การเขียน และสื่ออื่นๆ รวมถึงทักษะการเป็นผู้ฟังที่ดี เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น

การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) คือความสามารถในการทำงานร่วมกับทีมที่มีความหลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพและให้ความเคารพซึ่งกันและกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยแสดงออกถึงความยืดหยุ่น การประนีประนอม และการรับผิดชอบต่องานของตนเองและเป้าหมายของกลุ่ม

ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity & Innovation) คือความสามารถในการคิดนอกกรอบ สร้างสรรค์แนวคิดใหม่ๆ และนำแนวคิดเหล่านั้นไปสู่การปฏิบัติให้เกิดเป็นผลงานหรือนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ ซึ่งรวมถึงการเปิดรับมุมมองใหม่ๆ และมองความล้มเหลวเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

2.2 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills - IMT)

ในยุคที่เทคโนโลยีและสื่อหลอมรวมเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต ทักษะกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีความรับผิดชอบ การบูรณาการทักษะทั้งสามด้านนี้เข้าด้วยกันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งยวด เนื่องจากการมีความสามารถทางดิจิทัลที่แท้จริงนั้นเป็นไปได้หากขาดความฉลาดรู้ด้านสารสนเทศและสื่อที่แข็งแกร่ง เพราะความสามารถในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีจะมีคุณค่าเพียงเล็กน้อยหากขาดวิจารณญาณในการประเมินเนื้อหาที่เครื่องมือเหล่านั้นนำเสนอ

- **ความฉลาดรู้ด้านสารสนเทศ (Information Literacy):** คือความสามารถในการตระหนักว่าเมื่อใดที่ต้องการข้อมูล และสามารถค้นหา ตีความ วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีจริยธรรม (Balint, 2016; Parrila & Georgiou, 2024)

- **ความฉลาดรู้ด้านสื่อ (Media Literacy):** คือความสามารถในการเข้าถึง วิเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์สื่อในรูปแบบต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ โดยเข้าใจว่าสื่อทุกชนิดถูกสร้างขึ้นด้วยวัตถุประสงค์บางอย่างและมีมุมมองที่แฝงอยู่ (Aulia & Utami, 2021)

- **ความฉลาดรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy):** คือความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เครื่องมือสื่อสาร และเครือข่าย เพื่อเข้าถึง จัดการ ประเมิน และสร้างสรรค์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Bin Bidin et al., 2021; Peshha, 2022)

2.3 ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills)

นอกเหนือจากทักษะทางวิชาการและเทคโนโลยี ความสำเร็จในชีวิตและการทำงานยังต้องอาศัยทักษะทางสังคมและอารมณ์ที่แข็งแกร่ง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนได้

ความยืดหยุ่นและการปรับตัว (Flexibility & Adaptability) คือความสามารถในการปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงและสถานการณ์ที่ไม่คาดคิด รวมถึงการเปิดรับมุมมองและแนวคิดใหม่ๆ เพื่อรับมือกับความท้าทายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การมีจิตสำนึกริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative & Self-Direction) คือความสามารถในการตั้งเป้าหมาย จัดการเวลา และทำงานให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องรอคำสั่ง ซึ่งสะท้อนถึงการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตที่มีความรับผิดชอบต่อการพัฒนาตนเอง

ทักษะทางสังคมและข้ามวัฒนธรรม (Social & Cross-Cultural Skills) คือความสามารถในการทำงานและสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับผู้คนจากพื้นเพทางวัฒนธรรมที่หลากหลาย โดยแสดงออกถึงความเคารพและความเข้าใจในความแตกต่าง

ผลิตภาพและความรับผิดชอบ (Productivity & Accountability) คือความสามารถในการบริหารจัดการโครงการและทำงานให้เกิดผลลัพธ์ที่มีคุณภาพตามเป้าหมาย พร้อมรับผิดชอบต่อผลงานและการตัดสินใจของตนเองอย่างเต็มที่

ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership & Responsibility) คือความสามารถในการชี้นำและสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้อื่นทำงานเพื่อเป้าหมายร่วมกัน ควบคู่ไปกับการมีความรับผิดชอบต่อส่วนรวมและสังคมในวงกว้าง

2.4 พหุปัญญาและการคิดเชิงคำนวณ (Multiliteracies and Computational Thinking)

นอกเหนือจากกรอบของ P21 ยังมีแนวคิดเพิ่มเติมที่สำคัญซึ่งช่วยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความฉลาดรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

พหุปัญญา (Multiliteracies): แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารผ่านสื่อที่หลากหลายรูปแบบ (multimodal texts) ซึ่งผสมผสานทั้งตัวอักษร ภาพ เสียง และวิดีโอเข้าด้วยกัน แนวคิดนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้เรียนที่มีความหลากหลายทางภาษาและวัฒนธรรม เพราะช่วยให้พวกเขาสามารถใช้ความสามารถทางภาษาที่หลากหลายของตนเองในการเรียนรู้และแสดงออก (Christison & Murray, 2021; Reyes-Torres et al., 2025)

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking): ไม่ใช่เพียงทักษะการเขียนโปรแกรม แต่เป็นกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ คล้ายกับวิธีที่นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ใช้ในการออกแบบระบบ (Gretter & Yadav, 2016)

เมื่อเข้าใจถึงองค์ประกอบของสมรรถนะที่จำเป็นเหล่านี้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้และนวัตกรรมการสอนที่จะสามารถบ่มเพาะและพัฒนาทักษะเหล่านี้ให้เกิดขึ้นจริงในตัวผู้เรียนได้

3. นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน

การกำหนดกรอบสมรรถนะที่จำเป็น (The What) ตามที่กล่าวมาในบทที่ 2 เป็นเพียงจุดเริ่มต้นเท่านั้น การจะแปรเปลี่ยนเป้าหมายเหล่านี้ให้กลายเป็นความสามารถที่ติดตัวผู้เรียนได้อย่างแท้จริงนั้น จำเป็นต้องอาศัยการปฏิรูปแนวทางการสอน (The How) อย่างถึงรากถึงโคน นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือน สะพานเชื่อมที่ขาดไม่ได้ ระหว่างทฤษฎีของสมรรถนะแห่งศตวรรษที่ 21 กับการประยุกต์ใช้ในห้องเรียนจริง เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและพัฒนาทักษะอย่างแท้จริง

3.1 การเปลี่ยนสู่การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (The Shift to Student-Centered Learning)

หัวใจสำคัญของการปฏิรูปคือการเปลี่ยนบทบาทของครู จากเดิมที่เป็น "ผู้บรรยายหน้าชั้น" (sage on the stage) ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านความรู้เป็นหลัก ไปสู่การเป็น "ผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้" (guide on the side) ที่คอยออกแบบกระบวนการ ตั้งคำถามท้าทาย และให้การสนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง แนวทางนี้มุ่งเน้นการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) โดยใช้หลักการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning), การทำงานร่วมกันเป็นทีม (collaborative learning), และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถเพิ่มแรงจูงใจและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Adera, 2024; Kalaian, 2016)

3.2 การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning - PBL)

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) ได้กลายเป็นวิธีการสอนที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในแนวทางนี้ โครงงานไม่ใช่กิจกรรมเสริมท้ายบทเรียนที่เปรียบเสมือน "ของหวาน" (dessert) แต่เป็น "อาหารจานหลัก" (main course) ที่ผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เนื้อหาและพัฒนาทักษะไปพร้อมกัน การทำโครงงานที่ท้าทายและมีความหมายต่อตัวผู้เรียน จะผลักดันให้พวกเขาต้องใช้ทักษะ "4 Cs" อย่างเป็นธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิพากษ์เพื่อแก้ปัญหาในโครงงาน การสื่อสารและทำงานร่วมกับเพื่อนในทีม และการใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นรูปธรรม

3.3 การบูรณาการเทคโนโลยีและสื่อดิจิทัล (Integrating Technology and Digital Media)

การนำเทคโนโลยีและสื่อดิจิทัลมาใช้ในการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็น แต่ความสำเร็จไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ การวางแผนอย่างเป็นระบบและการพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง (Castro et al., 2022; Moonsamy & Mupawose, 2021) นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ซึ่งผนวกการเรียนในชั้นเรียนเข้ากับการเรียนรู้ออนไลน์ ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน และการกำกับตนเองของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัดและจังหวะของตนเอง (Bersamin et al., 2024; Wu, 2025)

ขณะที่ระบบการศึกษากำลังปรับตัวให้เข้ากับแนวทางการจัดการเรียนรู้เหล่านี้ เทคโนโลยีอุบัติใหม่ก็ได้ปรากฏขึ้นที่ขอบฟ้าและพร้อมที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการกำหนดนิยามของความฉลาดรู้ในอนาคตอันใกล้

4. เทคโนโลยีอุบัติใหม่: ขอบฟ้าถัดไปของความฉลาดรู้

ในขณะที่ระบบการศึกษาพยายามปรับตัวให้ทันกับความต้องการของศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีอุบัติใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีโลกเสมือน (VR/AR) ก็กำลังเข้ามาเปลี่ยนภูมิทัศน์ของความฉลาดรู้ไปอีกขั้นหนึ่ง เทคโนโลยีเหล่านี้ไม่เพียงเป็นเครื่องมือใหม่ แต่ยังท้าทายแนวคิดดั้งเดิมเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ความรู้ การประเมินผล และประสบการณ์การเรียนรู้

4.1 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence - AI)

ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามามีบทบาทสองด้านที่สำคัญต่อการศึกษาด้านหนึ่ง AI เป็นเครื่องมืออัจฉริยะที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เฉพาะบุคคล โดยสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันทีและปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้เข้ากับระดับความเข้าใจของแต่ละคน ในขณะเดียวกัน อีกด้านหนึ่ง AI ก็สร้างความท้าทายอย่างใหญ่หลวงต่อระบบการประเมินผลและความซื่อสัตย์ทางวิชาการแบบดั้งเดิม เนื่องจากเครื่องมือ AI เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI) สามารถผลิตผลงานเขียนที่ซับซ้อนได้ในเวลาอันรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงนี้ผลักดันให้เกิดความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนา "ความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์" (AI Literacy) ซึ่งกลายเป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีจริยธรรม และรู้เท่าทัน นอกจากนี้ AI ยังมีศักยภาพในการช่วยลดช่องว่างทางการศึกษา โดยการสร้างเครื่องมือที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่ทั่วถึงและเท่าเทียม (Oyetade & Zuva, 2025; Syamsuddin et al., 2025)

4.2 เทคโนโลยีโลกเสมือน (Virtual and Augmented Reality - VR/AR)

เทคโนโลยีโลกเสมือน (VR) ถูกขนานนามว่าเป็น "เครื่องจักรสร้างความเข้าใจ" (empathy machine) เนื่องจากมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางสังคมและอารมณ์ (Social-Emotional Learning) โดยการให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์และมุมมองของผู้อื่นในสถานการณ์จำลองที่สมจริง นอกจากนี้ VR/AR ยังสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ดื่มด่ำ (immersive learning) ซึ่งช่วย

เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม เช่น การเดินทางสำรวจในเซลล์ของมนุษย์ หรือการเดินทางสมมติภัยพิบัติในยุครอมาโนโบราณ ประสบการณ์ตรงเหล่านี้ช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายและน่าจดจำยิ่งขึ้น

4.3 ความฉลาดรู้แห่งอนาคต (Futures Literacy)

ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงที่คาดเดาได้ยากขึ้นเรื่อยๆ UNESCO ได้นำเสนอแนวคิด **"ความฉลาดรู้แห่งอนาคต" (Futures Literacy)** ซึ่งไม่ใช่ทักษะในการทำนายอนาคตให้แม่นยำ แต่เป็นความสามารถในการรับมือกับความไม่แน่นอนและความซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์ เป็นทักษะในการจินตนาการถึงอนาคตที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถเตรียมพร้อม ปรับตัว และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ เมื่อต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คาดฝัน ซึ่งนับเป็นมิติใหม่ของความฉลาดรู้ที่จำเป็นอย่างยิ่งในโลกยุคปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิดและนวัตกรรมที่ล้ำสมัยเหล่านี้มาปรับใช้ในระบบการศึกษาในวงกว้างยังคงต้องเผชิญกับอุปสรรคและความท้าทายเชิงโครงสร้างอีกมากมาย

5. ความท้าทายในการประเมินผลและอุปสรรคเชิงระบบ

แม้จะมีความเห็นพ้องต้องกันในวงกว้างถึงความสำคัญของความฉลาดรู้แห่งศตวรรษที่ 21 แต่การนำแนวคิดนี้ไปสู่การปฏิบัติให้เกิดขึ้นจริงในทุกห้องเรียนยังคงเผชิญกับอุปสรรคเชิงระบบที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกัน ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง

5.1 ความท้าทายด้านการวัดและประเมินผล (Challenges in Measurement and Assessment)

ข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งคือการวัดและประเมินผล การทดสอบมาตรฐานในรูปแบบปรนัย (multiple-choice) ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักในระบบการศึกษาปัจจุบันนั้น ไม่สามารถวัดทักษะที่ซับซ้อนอย่างความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนไปสู่แนวทางการประเมินที่เหมาะสมกว่า เช่น **การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment)** และ **การประเมินจากการปฏิบัติ (performance-based assessment)** ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้และทักษะผ่านการสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับโลกความเป็นจริง อย่างไรก็ตาม การประเมินรูปแบบใหม่นี้ยังคงเผชิญกับความท้าทายด้านความเที่ยงตรง (validity) และความน่าเชื่อถือ (reliability) ของเครื่องมือ (Erstad & Siddiq, 2022; Irfana et al., 2023; Pellegrino, 2014) ทั้งนี้ **"วงจรป้อนกลับระหว่างการประเมินและวิธีสอน" (assessment-pedagogy feedback loop)** ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญ กล่าวคือ หากกระบวนการประเมินยังเน้นการท่องจำ วิธีการสอนในห้องเรียนก็ยากที่จะเปลี่ยนแปลงได้

5.2 อุปสรรคต่อการนำไปใช้ในวงกว้าง (Barriers to Widespread Adoption)

วงจรป้อนกลับระหว่างการประเมินและวิธีสอนนี้เองที่เป็นกลไกขับเคลื่อนอุปสรรคเชิงระบบที่ทรงพลังที่สุด นั่นคือระบบความรับผิดชอบที่ขัดแย้งกับเป้าหมายการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 โดยอุปสรรคที่ขัดขวางการเปลี่ยนแปลงในวงกว้างสามารถสรุปได้เป็น 3 ด้านหลัก ดังนี้:

1. **อุปสรรคเชิงนิยาม (Definitional Barriers):** การขาดคำนิยามของทักษะต่างๆ ที่ชัดเจน เป็นรูปธรรม และเป็นที่ยอมรับร่วมกัน ทำให้ครูและผู้พัฒนาหลักสูตรขาดแนวทางที่แน่นอนในการนำไปปฏิบัติและวัดผล

2. **อุปสรรคเชิงปฏิบัติการ (Operational Barriers):** การขาดการฝึกอบรมและพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ทำให้ครูจำนวนมากยังไม่มั่นใจหรือไม่พร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการสอน นอกจากนี้ การขาดแคลนทรัพยากร สื่อการสอน และเทคโนโลยีที่จำเป็นก็เป็นอุปสรรคสำคัญเช่นกัน

3. **อุปสรรคเชิงระบบ (Systemic Barriers):** ระบบการศึกษาโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการประเมินผลเพื่อสร้างความรับผิดชอบ (accountability) ที่ไม่สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ยังคงเป็นกำแพงที่ใหญ่ที่สุดที่ขัดขวางการเปลี่ยนแปลงเชิงนวัตกรรมในห้องเรียน

5.3 ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (The Digital Divide)

ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ถือเป็นปัญหาด้านความเสมอภาคทางการศึกษาที่สำคัญอย่างยิ่ง การขาดแคลนอุปกรณ์และสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่บ้านได้สร้าง "ช่องว่างทางการบ้าน" (homework gap) ซึ่งส่งผลกระทบต่อนักเรียนในกลุ่มเปราะบางและผู้มีรายได้น้อยอย่างไม่เป็นธรรม ทำให้พวกเขาเสียเปรียบในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านดิจิทัลและพลาดโอกาสทางการเรียนรู้ที่สำคัญไป

การก้าวข้ามอุปสรรคเหล่านี้ต้องอาศัยความร่วมมือเชิงกลยุทธ์จากทุกภาคส่วน ซึ่งจะนำไปสู่บทสรุปและข้อเสนอแนะในหัวข้อสุดท้าย

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้สังเคราะห์ให้เห็นถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนผ่านกระบวนทัศน์ด้านความฉลาดรู้ จากแนวคิดดั้งเดิมสู่ชุดสมรรถนะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ซับซ้อนและหลากหลายมิติ โดยได้จำแนกองค์ประกอบสมรรถนะที่จำเป็น และชี้ให้เห็นว่าการจะบ่มเพาะสมรรถนะเหล่านี้ได้นั้นต้องอาศัยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกันเป็นสะพานเชื่อมที่ขาดไม่ได้ อาทิ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการใช้โครงงานเป็นฐาน อย่างไรก็ตาม การขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงนี้ยังคงเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญทั้งในด้านการประเมินผล อุปสรรคเชิงระบบ และความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

ความสำเร็จในการบ่มเพาะความฉลาดรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ให้แก่ผู้เรียนนั้น ต้องอาศัยแนวทางแบบองค์รวม การทำงานร่วมกันระหว่างทุกภาคส่วน และความสามารถในการปรับตัวที่ยืดหยุ่น เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติให้เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน และเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับความท้าทายและโอกาสในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Ben-David Kolikant, 2019; Erstad & Siddiq, 2022; Pellegrino, 2014) ดังนั้น ข้อเสนอแนะต่อไปนี้จะไม่ใช่ทางเลือก แต่เป็นชุดพันธกิจที่เชื่อมโยงถึงกันและจำเป็นอย่างยิ่งต่อความก้าวหน้าของประเทศ

- **สำหรับผู้กำหนดนโยบาย:**

- ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และยกเครื่องระบบการประเมินผลของชาติให้มุ่งเน้นการวัดสมรรถนะที่ซับซ้อน โดยสนับสนุนการประเมินจากการปฏิบัติ
- แก้ไขปัญหาความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลอย่างจริงจังและเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตได้อย่างเท่าเทียม
- ลงทุนในการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยจัดสรรงบประมาณและออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่เน้นการปฏิบัติจริงและสอดคล้องกับความต้องการของศตวรรษที่ 21

- **สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา:**

- สร้างวิสัยทัศน์ร่วมกันในชุมชนโรงเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและความมุ่งมั่นร่วมกันในการพัฒนาผู้เรียนตามกรอบสมรรถนะแห่งศตวรรษที่ 21
- สนับสนุนและส่งเสริมวัฒนธรรมการสอนของครู โดยสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เปิดกว้าง ปลอดภัย และพร้อมที่จะทดลองแนวทางใหม่ๆ
- พัฒนาระบบข้อมูลของสถานศึกษาให้สามารถติดตามและประเมินการเติบโตของผู้เรียนได้แบบองค์รวม นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงอย่างเดียว

- **สำหรับนักการศึกษา:**

- บูรณาการการพัฒนาทักษะต่างๆ เข้ากับเนื้อหาในทุกรายวิชา แทนที่จะแยกสอนเป็นเรื่องๆ เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายและเชื่อมโยงกับโลกจริง
- ปรับบทบาทของตนเองจากการเป็นผู้สอนไปสู่การเป็นผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้ ที่คอยออกแบบกระบวนการและให้การสนับสนุนนักเรียน
- ใช้การประเมินผลเพื่อการพัฒนา (formative assessment) อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับที่เป็นประโยชน์แก่นักเรียนและนำข้อมูลนั้นมาปรับปรุงการสอนของตนเอง

7. เอกสารอ้างอิง

- Adera, N. (2024). Innovative Learning Spaces and Blended Learning: Quest for 21st Century Competency Teaching and Learning Approaches. Creating Dynamic Space in Higher Education: Modern Shifts in Policy, Competencies, and Governance.
- Amiel, T., McClendon, V.J., Orey, M. (2007). A model for international collaborative development work in schools. Educational Media International.
- Anghel, E., Wang, Y., Gopalakrishnan, M., (...), Bergner, Y. (2024). Can LLMs evaluate items measuring collaborative problem-solving?. CEUR Workshop Proceedings.

- Aulia, F., Utami, W.B. (2021). Evaluation of e-learning towards improving 21st century learning skills. Proceedings - 2021 7th International Conference on Education and Technology, ICET 2021.
- Balint, D.M. (2016). Supporting information literacy development of engineering students in research-based composition courses. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON.
- Barell, J. (2012). How do we know they're getting better? Assessment for 21st century minds, K-8. How Do We Know They're Getting Better? Assessment for 21st Century Minds, K-8.
- Ben-David Kolikant, Y. (2019). Adapting school to the twenty-first century: educators' perspectives. Technology, Pedagogy and Education.
- Bersamin, A.E., Ulla, M.B., Saripa, A., Suebsom, K. (2024). Exploring Social Presence through Group Collaboration in Blended Learning. TESL-EJ.
- Bhatnagar, A. (2020). Assessment of 21st century skills in stem programs. Journal of Engineering Education Transformations.
- Bin Bidin, M.A.F., Shuhidan, S.M., Sahid, N.Z. (2021). Influence of digital literacy on student performance: A conceptual framework. SEARCH Journal of Media and Communication Research.
- Cao, H.J., Choi, K., Park, C., Lee, H.R. (2025). AI Literacy for Underserved Students: Leveraging Cultural Capital from Underserved Communities for AI Education Research. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings.
- Castro, A., Trindade, R., Pereira, T. (2022). Proof of Concept Teaching for 21st Century Digital Literacy in Portugal: A Pedagogical Approach Towards a New Educational Model. IFIP Advances in Information and Communication Technology.
- Childs, K. (2022). Sparking engagement: Translating and integrating social media into the literacy environment. Research Anthology on Applying Social Networking Strategies to Classrooms and Libraries.
- Christison, M., Murray, D.E. (2021). An overview of multilingual learners' literacy needs for the 21st century. Research Anthology on Bilingual and Multilingual Education.
- Clemente, V.Á., Pelluch, L.G., Pérez, R.G., (...), Gamez, E.V.-A. (2016). Method of automated dynamic assessment of reading literacy for secondary education (EdiLLEC). Universitas Psychologica.
- Demirdis, B. (2024). Integrating Digital Literacy to Enhance Emotional and Social Skills in Education. Innovative Educational Frameworks for Future Skills and Competencies.

- Erstad, O., Siddiq, F. (2022). Educational assessment of 21st century skills-novel initiatives, yet a lack of systemic transformation. *International Encyclopedia of Education: Fourth Edition*.
- Evans, J. (2012). Literacy moves on: Using popular culture, New technologies and critical literacy in the primary classroom. *Literacy Moves On: Using Popular Culture, New Technologies and Critical Literacy in the Primary Classroom*.
- Gretter, S., Yadav, A. (2016). Computational Thinking and Media & Information Literacy: An Integrated Approach to Teaching Twenty-First Century Skills. *TechTrends*.
- Gu, X., Shi, P., Zhao, S., (...), Liu, H. (2025). Fostering adolescent creativity through blended learning: Matching cognitive style with training strategy. *Thinking Skills and Creativity*.
- Hao, J., Liu, L., Kyllonen, P., (...), von Davier, A.A. (2019). Psychometric Considerations and a General Scoring Strategy for Assessments of Collaborative Problem Solving. *ETS Research Report Series*.
- Harjito, K., Hardyanto, W., Wardhani, S., Sumarni, W. (2021). How to organize learning that supports the mastery of collaborative problem solving skills. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Hattwig, D., Bussert, K., Medaille, A., Burgess, J. (2013). Visual literacy standards in higher education: New opportunities for libraries and student learning. *Portal*.
- Henriksson, A.-C. (2023). Primary school students' perceptions of a sustainable future in the context of a Storyline project. *LUMAT*.
- Hsu, Y.-Y., Lin, C.-H. (2020). Evaluating the effectiveness of a preservice teacher technology training module incorporating SQD strategies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.
- Hu, Y., Wu, B., Gu, X. (2017). Learning analysis of K-12 students' online problem solving: a three-stage assessment approach. *Interactive Learning Environments*.
- Hung, D.V., Long, D.T., Tuyet, B.T.A., (...), Hai, N.T. (2025). Digital literacy for higher students: A bibliometric analysis from 1978 to 2023. *College and Undergraduate Libraries*.
- Irfiana, K., Purnawarman, P., Sukyadi, D. (2023). Exploring EFL teachers' assessment for 21st century skills: Practices and challenges. *AIP Conference Proceedings*.
- Johler, M. (2022). Collaboration and communication in blended learning environments. *Frontiers in Education*.
- Kain, C., Koschmieder, C., Matischek-Jauk, M., Bergner, S. (2024). Mapping the landscape: A scoping review of 21st century skills literature in secondary education. *Teaching and Teacher Education*.

- Kalaian, S. (2016). Pedagogical approaches for the 21st century student-driven learning in STEM classrooms. *Student-Driven Learning Strategies for the 21st Century Classroom*.
- Kathala, K.C.R., Palakurthi, S. (2025). AI Literacy Framework and Strategies for Implementation in Developing Nations. *Proceedings of the 2024 the 16th International Conference on Education Technology and Computers, ICETC 2024*.
- Kilaru, M., Potluri, R.M. (2024). Digital Literacy Among Students With Disabilities in India: Pros and Cons. *Advancing Adaptive Education: Technological Innovations for Disability Support*.
- Kim, S. (2018). Literacy skills gaps: A cross-level analysis on international and intergenerational variations. *International Review of Education*.
- Kitchens, R.K., Barker, M.E. (2016). Synthesizing Pedagogies and Engaging Students: Creating Blended eLearning Strategies for Library Research and Writing Instruction. *Reference Librarian*.
- Kolm, A., Merriënboer, J.J.G.V., Frambach, J., (...), de Nooijer, J. (2024). Towards a Framework of International Online Collaboration Competencies - A Consensus Study. *Journal of Studies in International Education*.
- Lim, F.V. (2023). A Design-Based Research Approach to the Teaching and Learning of Multiliteracies. *Asia-Pacific Education Researcher*.
- Masek, A., Suhadi, N.A. (2018). Teacher Pedagogical Constructs Based on Model 21st Century Learning for Theoretical Subject Delivery in School. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Maspiroh, I., Prasetyo, Z.K., Hermanto, H., (...), Kuswidianarko, A. (2025). Improving Digital Literacy of Elementary Teacher Candidates Through Digital-Based RADEC Learning Model. *European Journal of STEM Education*.
- McGinnis, T. (2013). Creating a balanced literacy curriculum in the 21st century: Authentic integration of literacy 1.0 with literacy 2.0. *Technological Tools for the Literacy Classroom*.
- Mcqueen, J., Mendelovits, J. (2003). PISA reading: Cultural equivalence in a cross-cultural study. *Language Testing*.
- Mehrabi Boshrahadi, A., Hosseini, M.R. (2021). Designing collaborative problem solving assessment tasks in engineering: an evaluative judgement perspective. *Assessment and Evaluation in Higher Education*.
- Mellalieu, P.J., Dodd, P. (2024). How to Fail with Collaborative Learning and Teammate Peer Assessment: Advancing the Progress of Teamwork Across the Curriculum (TAC). *Lecture*

- Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).
- Moallem, M. (2009). Assessment of Complex Learning Outcomes in Online Learning Environments. *Encyclopedia of Distance Learning: Second Edition*.
- Mohan, K., Bergner, Y., Halpin, P. (2020). Predicting Group Performance Using Process Data in a Collaborative Assessment. *Technology, Knowledge and Learning*.
- Momdjian, L., Manegre, M., Gutiérrez-Colón, M. (2025). A study of preservice teachers' digital competence development: Exploring the role of direct instruction, integrated practice, and modeling. *Evaluation and Program Planning*.
- Moonsamy, S., Mupawose, A. (2021). The Role of ICT in Supporting Students at Risk for Academic Literacies in Higher Education. *Studies in Inclusive Education*.
- Moreno-Morilla, C., Guzmán-Simón, F., García-Jiménez, E. (2021). Digital and information literacy inside and outside Spanish primary education schools. *Learning, Culture and Social Interaction*.
- Mufit, F., Asrizal, Hanum, S.A., Fadhilah, A. (2020). Preliminary research in the development of physics teaching materials that integrate new literacy and disaster literacy. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Mun, L.K., Luu, J. (2023). Re-inventing Critical Thinking and Writing Tasks Using a CDL Approach. *International Journal of TESOL Studies*.
- Ndibalema, P. (2025). Digital literacy gaps in promoting 21st century skills among students in higher education institutions in Sub-Saharan Africa: a systematic review. *Cogent Education*.
- Ng, C., Bartlett, B. (2017). Improving reading and reading engagement in the 21st century: International research and innovation. *Improving Reading and Reading Engagement in the 21st Century: International Research and Innovation*.
- Okros, A. (2020). *Education and Learning. Management for Professionals*.
- Oyetade, K., Zuva, T. (2025). Advancing Equitable Education with Inclusive AI to Mitigate Bias and Enhance Teacher Literacy. *Educational Process: International Journal*.
- Parrila, R., Georgiou, G.K. (2024). Literacy and reading behaviors. *Encyclopedia of Adolescence, Second Edition: Volumes 1-3*.
- Pellegrino, J.W. (2014). Assessment as a positive influence on 21st century teaching and learning: A systems approach to progress. *Psicologia Educativa*.
- Pesha, A. (2022). The Development of Digital Competencies and Digital Literacy in the 21st Century: A Survey of Studies. *Education and Self Development*.

- Pifarré, M., Marti, L., Guijosa, A. (2014). Collaborative creativity processes in a wiki: A study in secondary education. 11th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2014.
- Potts, A., Schlichting, K., Pridgen, A., Hatch, J. (2010). Understanding new literacies for new times: Pedagogy in action. *International Journal of Learning*.
- Pöysä-Tarhonen, J., Care, E., Awwal, N., (...), Ahonen, A.K. (2016). Tracking student teachers' technology-enhanced collaborative problem solving: Combining objective assessment data with subjective verbal reporting. *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences, ICLS*.
- Pratama, A.S., Widowati, A. (2022). Development of Natural Science E-Student Worksheet Based on NoS within Guided Inquiry-Based Learning for Improving Students Digital Literacy. *AIP Conference Proceedings*.
- Priyatni, E.T., Martutik. (2020). The Development of a Critical-Creative Reading Assessment Based on Problem Solving. *SAGE Open*.
- Prodanov, T.S., de Andrade Neto, A.S. (2023). Pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): findings from a teacher training program design. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*.
- Ramos, K.A., Kim, S., Chen, X., (...), Graville, C. (2024). Empowering Upper Elementary Multilingual Learners in Science Using Infographics. *Empowering Language Learners in a Changing World through Pedagogies of Multiliteracies*.
- Reyes-Torres, A., Brisk, M.E., Lacorte, M. (2025). Multiliteracies, Multimodality, and Learning by Design in Second Language Learning and Teacher Education. *Multiliteracies, Multimodality, and Learning by Design in Second Language Learning and Teacher Education*.
- Rintayati, P., Rukayah, Syawaludin, A. (2022). An Investigation of the Main Characteristics of Science Teachers In Elementary Schools Who Have Digital Pedagogical Skills. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*.
- Rodrigues, A.L. (2020). Digital technologies integration in teacher education: The active teacher training model. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*.
- Rufaidah, D., Andayani, Wardani, N.E. (2025). Multiliteracy-Based Differentiated Instruction for Language Learning in the Center of Excellence Vocational High Schools. *World Journal of English Language*.
- Schleicher, A. (2016). Challenges for PISA. *RELIEVE - Revista Electronica de Investigacion y Evaluacion Educativa*.

- Shankar, S., Hedberg, J.G. (2005). Digital information literacy: Explorations of history tasks in Singapore schools. Proc. Int. Conf. on Computers in Education 2005: "Towards Sustainable and Scalable Educational Innovations Informed by the Learning Sciences"- Sharing Research Results and Exemplary Innovations, ICCE.
- Shields, R., Chugh, R. (2018). Preparing Australian High School Learners with 21st Century Skills. Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018.
- Syamsuddin, N., Putra, A., Iman, B., (...), Mustafa, M. (2025). Bridging educational gaps across nations with AI-supported collaboration tools. AI, Policy, and the Future of Human-Centered Education.
- Tzirides, A.O.O., Zapata, G., Kastania, N.P., (...), Kalantzis, M. (2024). Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education. Computers and Education Open.
- Van Vo, D., Csapó, B. (2023). Effects of multimedia on psychometric characteristics of cognitive tests: A comparison between technology-based and paper-based modalities. Studies in Educational Evaluation.
- Wang, N., García-Peñalvo, F.J., Blanco, Á.F. (2025). A Bibliometric Analysis of AI Literacy and Educational Readiness Among University Students: A Study from 2020 to 2024. Lecture Notes in Educational Technology.
- Webb, M., Gibson, D. (2015). Technology enhanced assessment in complex collaborative settings. Education and Information Technologies.
- Wilson, M., Gochyyev, P., Scalise, K. (2016). Assessment of learning in digital interactive social networks: A learning analytics approach. Online Learning Journal.
- Wilson, M., Gochyyev, P., Scalise, K. (2017). Modeling Data From Collaborative Assessments: Learning in Digital Interactive Social Networks. Journal of Educational Measurement.
- Wu, X.-Y. (2025). Exploring the impact of blended collaborative learning on deep learning outcomes: a structural equation modeling approach. Education and Information Technologies.
- Zammit, K. (2013). Creating multimodal texts in the classroom: Shifting teaching practices, influencing student outcomes. Exploring Multimodal Composition and Digital Writing.