

Journal of Digital Education and Learning Engineering

ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์รสชาติกาแฟ ผ่านการเรียนรู้วงจรชีวิตของกาแฟในโลกเสมือนจริง: กรอบแนวคิดการเรียนรู้

A Conceptual Framework for Flavor Analysis Using the Coffee Life Cycle in Virtual Reality Learning

ผกากรอง ปันทะนัน¹, ธัญวดี เฉลิมพงษ์¹, และ บรรพจน์ โนแบว^{2*}

Pakakrong Panthanant¹, Tanyawut Chaloepong¹ & Banphot Nobeaw^{2*}

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง¹, สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง^{2*}

MFU Learning Innovation Institute, Mae Fah Luang University, Thailand¹, School of Applied Digital Technology, Mae Fah Luang University, Thailand^{2*}

Received: April 15, 2025 Revised: May 23, 2025 Accepted: May 31, 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์รสชาติกาแฟ โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของกระบวนการเรียนรู้แบบเดิม เช่น เวลา สถานที่ และการเข้าถึงทรัพยากรจริงสำหรับการทดลองซ้ำ กรอบแนวคิดนี้อิงทฤษฎีการทางปัญญา เพื่อออกแบบองค์ประกอบของสื่อ VR ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและสนับสนุนความเข้าใจเนื้อหาแต่ละบทเรียน พร้อมบูรณาการทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ สนับสนุนการลงมือปฏิบัติผ่านประสบการณ์เสมือนจริง ทีมวิจัยวางแผนออกแบบสภาพแวดล้อมเสมือนเพื่อจำลองกระบวนการผลิตกาแฟตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับแต่ละขั้นตอนตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การแปรรูป การคั่ว การบด ไปจนถึงการชง ตลอดจนสำรวจผลของตัวแปรที่ส่งผลต่อรสชาติ บทความนี้ยังนำเสนอตัวอย่างการออกแบบภาพ กิจกรรม และตัวอย่างการแสดงผลรสชาติที่เป็นไปได้ผ่านวงล้อรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการแสดงความเป็นไปได้ของรสชาติ ผลที่คาดหวังคือการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริง มีปฏิสัมพันธ์สูง ทดลองซ้ำได้ และนำไปสู่การพัฒนาทักษะการวิเคราะห์รสชาติและการเชื่อมโยงตัวแปรที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ แนวทางการวิจัยในอนาคต ได้แก่ การพัฒนาแพลตฟอร์ม VR เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติจริง และขยายไปสู่ระบบผู้ใช้เดี่ยวและหลายผู้ใช้ เพื่อเปิดพื้นที่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้เชี่ยวชาญ เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และฝึกปฏิบัติในบริบทวิชาชีพได้ กรอบแนวคิดนี้จึงเป็นแนวทางใหม่ที่บูรณาการเทคโนโลยี VR กับศาสตร์ด้านรสชาติ เพื่อขยายโอกาสในการฝึกฝนและเข้าถึงองค์ความรู้ด้านรสชาติกาแฟให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับบริบทอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การศึกษาด้านกาแฟ การวิเคราะห์รสชาติกาแฟ การเรียนรู้เชิงโต้ตอบ เทคโนโลยีเสมือนจริง วงจรชีวิตกาแฟ

*Corresponding author

Email address: banphot@mfu.ac.th

Abstract

This article presents a conceptual framework for developing Virtual Reality (VR) technology to support learning in coffee flavor analysis. The framework aims to overcome limitations of traditional learning, such as restrictions in time, location, and access to real resources for repeated practice. It is grounded in Cognitive Load Theory (CLT), which informs the design of VR components to align with content and support comprehension in each lesson. Additionally, Experiential Learning Theory (ELT) is integrated to enhance hands-on learning through virtual experiences. The research team plans to design a virtual environment simulating the coffee production process from upstream to downstream. Learners can interact with each stage, including cultivation, harvesting, processing, roasting, grinding, and brewing. They can also explore how different variables influence flavor. The article provides examples of visual designs, learning activities, and simulated flavor outcomes using the Coffee Taster's Flavor Wheel, which serves as an intuitive tool to communicate possible flavor profiles. The expected outcome is a realistic, interactive, and repeatable learning experience that helps develop flavor analysis skills and systematic understanding of influencing factors. Future directions include developing the VR platform as a blended learning tool for preparation before hands-on practice, and expanding it to support both single-user and multi-user modes. This would enable collaborative learning between learners and industry experts, facilitating knowledge exchange and practical skill development. This framework reflects a new approach to designing learning experiences by integrating VR with sensory science, broadening access to coffee flavor training and aligning with the needs of the coffee industry.

Keywords: Coffee Life Cycle, coffee flavor analysis, coffee learning, interactive learning, virtual reality technology

■ บทนำ

อุตสาหกรรมกาแฟถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน โดยเฉพาะในส่วนของการประเมินรสชาติและคุณภาพของกาแฟ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยทักษะการชิมและการวิเคราะห์เชิงลึกจากประสบการณ์จริงและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง (Frost et al., 2020; Mahmud et al., 2020; Seninde & Chambers, 2020) ทั้งนี้ การเรียนรู้เกี่ยวกับกาแฟมิใช่เพียงเพื่อการบริโภคหรือการเข้าใจในระดับผู้บริโภคทั่วไปเท่านั้น หากแต่เป็นองค์ความรู้สำคัญที่จำเป็นต่อวิชาชีพในหลากหลายสาขา อาทิ บาริสต้า นักวิเคราะห์คุณภาพ ผู้ควบคุมกระบวนการผลิต ไปจนถึงผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมกาแฟ ซึ่งล้วนต้องอาศัยทั้งความรู้ทางเทคนิค ทักษะ และประสบการณ์การประเมินรสชาติ การเรียนรู้เชิงลึกจึงมุ่งเน้นที่การพัฒนาทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในบริบทของการปฏิบัติงาน ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์สายพันธุ์ วิธีการแปรรูป เทคนิคการชง หรือการออกแบบรสชาติให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคและตลาด อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบดั้งเดิมยังคงเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความหลากหลายของทรัพยากรที่ไม่เพียงพอ ต้นทุนสูงในการจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ ตลอดจนข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสัมผัสประสบการณ์จริงได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุม นำไปสู่ช่องว่างในการเรียนรู้ที่อาจลดทอนความเข้าใจเชิงลึกและคุณภาพของการพัฒนาทักษะทางวิชาชีพได้ (Pua et al., 2022)

ในบริบทนี้ เทคโนโลยีเสมือนจริง ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน โดย VR เป็นเทคโนโลยีที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมจำลองเสมือนจริงซึ่งผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์และได้รับประสบการณ์เสมือนว่ากำลังอยู่ในสถานการณ์จริงได้อย่างสมจริงและควบคุมสถานการณ์การเรียนรู้ได้ เทคโนโลยี VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองปฏิบัติและแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่ควบคุมได้ ช่วยลดความเสี่ยงและข้อจำกัดจากสภาพแวดล้อมจริง นอกจากนี้ งานวิจัยหลายชิ้นได้ยืนยันว่า VR ส่งผลเชิงบวกต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน กระตุ้นความสนใจ และส่งเสริมการจดจำและความเข้าใจผ่านประสบการณ์ตรงภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลายและเป็นระบบ (Kablit et al., 2023; Renganayagalu et al., 2021; Rojas-Sánchez et al., 2022)

ดังนั้น ในเชิงแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีเสมือนจริงถือเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สูงสำหรับการประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับกาแฟ การนำ VR เข้ามาใช้สามารถลดข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะข้อจำกัดด้านทรัพยากร เวลา และสถานที่ ที่รอบแนวคิดในบทความนี้มุ่งเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ VR เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ทางทฤษฎี โดยอาศัยการจำลองวงจรชีวิตของกาแฟ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางของการผลิตกาแฟ พร้อมทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบที่มีปฏิสัมพันธ์และจับต้องได้ นอกจากนี้ ยังมีแนวทางการออกแบบกิจกรรมที่สนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการสะท้อนคิดตามหลักการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในบริบทของการประกอบวิชาชีพ

การทบทวนวรรณกรรม

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการเรียนรู้

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) กำลังพัฒนาแนวคิดอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นเครื่องมือทรงพลังในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ในหลากหลายสาขา VR สามารถสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่มีข้อได้เปรียบในด้านการเรียนรู้ซ้ำได้ (repetitive learning) ซึ่งช่วยส่งเสริมการจดจำและการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Shih-Jou Yu et al., 2021; Yi-Ciao Lin & Chien-Hsu Chen, 2021) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้สึกร่วมและรู้สึกถึงการอยู่ในสถานการณ์จริงได้ (Asad et al., 2021; Mallek et al., 2024) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนทักษะเฉพาะทางได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการฝึกอบรมด้วย VR มีประสิทธิภาพกว่าวิธีการฝึกแบบดั้งเดิมที่เป็นลักษณะการบรรยายในห้องเรียน การเรียนที่ไว้วิดีโอ ตำราเรียน สไลด์นำเสนอ หรือสื่อการเรียนรู้แบบไม่ได้ตอบ (lecture-based training) โดยเฉพาะในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ความปลอดภัย วิศวกรรม และการศึกษาเชิงเทคนิค การฝึกอบรมผ่าน VR ยังช่วยให้สามารถใช้ทรัพยากรและเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น พร้อมลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับการฝึกแบบดั้งเดิม (Angel-Urdinola et al., 2021). อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของ VR เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมที่เป็นลักษณะของการฝึกปฏิบัติจริงในสถานที่จริง การดูสาธิตและทำตาม (hands-on training หรือ demonstration-based learning) ยังคงเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันอยู่ บางงานวิจัยพบว่าการฝึกอบรมด้วย VR เพียงอย่างเดียวไม่ได้ช่วยให้ผลการปฏิบัติทักษะทางเทคนิคดีขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่าระดับของความรู้สึกร่วมระหว่างการเรียนรู้และการฝึกในโลกเสมือน (sense of presence) อาจมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ (Grassini et al., 2020) งานวิจัยอื่น ๆ รายงานว่า การจำลองสถานการณ์ด้วย VR สามารถสร้างการมีส่วนร่วมของผู้ฝึกอบรมได้ดีกว่า และส่งเสริมการเรียนรู้ที่สามารถถ่ายทอดไปสู่สถานการณ์จริงได้มากกว่าการฝึกผ่านวิดีโอ โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาทักษะระหว่างบุคคล (Akdere et al., 2021) การพัฒนาทักษะการผ่าตัด เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และลดความผิดพลาด (Portelli et al., 2020) รวมถึงการฝึกทักษะด้านกาแฟด้วย งานวิจัยหลายชิ้นพบว่า ระบบการฝึกอบรมผ่าน VR สามารถสอนทักษะที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Yu et al. (2021) ได้พัฒนาระบบ VR สำหรับการเรียนรู้การชง

กาแฟดริป (drip หรือ pour-over) โดยใช้โมเดลการออกแบบการเรียนรู้ ADDIE ร่วมกับเทคโนโลยี VR และปัญญาประดิษฐ์ สร้างสภาพแวดล้อมที่สมจริงและให้ข้อเสนอแนะแบบเรียลไทม์ ผลการศึกษาพบว่าระบบ VR ช่วยเสริมความเข้าใจและทักษะ การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชี้ให้เห็นว่าเมื่อเทคโนโลยี VR ร่วมกับระบบอื่น ๆ สามารถพัฒนาเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพ ในการฝึกทักษะด้านกาแฟในบริบทการศึกษาได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยที่สนับสนุนบทบาทของ VR ในการรับรู้รสชาติ โดยใช้สีที่มองเห็นในสภาพแวดล้อมเสมือนระบุการรับรู้รสชาติของผู้บริโภค เช่น กาแฟสีน้ำตาลอ่อนถูกประเมินว่ามีความ ละเอียด (creaminess) มากกว่าสีน้ำตาลเข้ม เพื่อให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการทดสอบผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วขึ้นในกรณีที่เกิด ผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันในโลกแห่งความเป็นจริงซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาและต้นทุนสูง (Ammann et al., 2020; Wang et al., 2020).

ข้อจำกัดจากงานวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับการใช้ VR ในการเรียนการสอน

แม้ว่าเทคโนโลยี VR ได้รับการยอมรับเพิ่มขึ้นในฐานะเครื่องมือเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความสมจริงและมี ปฏิสัมพันธ์สูง แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังคงประสบกับอุปสรรคและข้อจำกัดหลายประการ ที่ส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือและการ นำผลไปใช้ในเชิงปฏิบัติ เช่น ขนาคกลุ่มตัวอย่างที่มีขอบเขตจำกัด และการไม่สามารถสุ่มตัวอย่างได้อย่างแท้จริง ซึ่งอาจส่งผล ต่อความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา นอกจากนี้ ยังพบข้อจำกัดด้านการวัดผล โดยเฉพาะปัญหาอาการคลื่นไส้ อาเจียนจากการ ใช้งาน (VR motion sickness) แม้ว่าผลการศึกษาจะระบุว่าอาการดังกล่าวไม่ได้กระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ควร กำหนดระยะเวลาใช้งานอย่างเหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยง อีกทั้งยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของเครื่องมือประเมินผล ตลอดจนต้นทุนด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ยังอยู่ในระดับสูง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการประยุกต์ใช้ VR ในบริบทการศึกษา (Kablitz et al., 2023; Renganayagalu et al., 2021; Rojas-Sánchez et al., 2022) โดยอุปสรรคเหล่านี้ควรถูกนำมาเป็น ข้อพิจารณาสำคัญในการวางแผนการวิจัยในระยะต่อไป เพื่อพัฒนาแนวทางที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น งานวิจัยในระยะถัดไปควร ให้ความสำคัญกับการออกแบบงานวิจัยให้มีความเข้มแข็งมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะขนาคกลุ่มตัวอย่าง และการเลือกใช้วิธีการสุ่ม ตัวอย่างที่เหมาะสมกับประชากรเป้าหมาย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดอคติในการเก็บรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ การศึกษาควรครอบคลุมบริบทการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะการพิจารณาความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียนหรือผู้ใช้งานใน มิติที่หลากหลาย อาทิ ระดับการศึกษา ช่วงอายุ ประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยี หรือคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนแต่ละ กลุ่ม เช่น บริบทของบทเรียนการทำกาแฟ ซึ่งกลุ่มผู้เรียนอาจประกอบด้วยทั้งผู้สนใจทั่วไป ไปจนถึงบาร์ิสต้าที่มีความเชี่ยวชาญ ในสายอาชีพ ในด้านการวัดผลควรพัฒนาเครื่องมือและเกณฑ์ประเมินที่มีความน่าเชื่อถือ ครอบคลุมมิติต่าง ๆ ของการเรียนรู้ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และทักษะทางสังคม ตลอดจนความพึงพอใจของผู้เรียน เพื่อบรรเทาความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยในวงกว้าง อีกประเด็นที่ไม่อาจมองข้าม คือ ผลข้างเคียงจากการใช้งานอุปกรณ์ อาการเวียนศีรษะ คลื่นไส้ หรือความไม่สบายทางกาย แม้งานวิจัยบางชิ้นระบุว่าอาการเหล่านี้ไม่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยตรง (Kablitz et al., 2023) แต่อาจกระทบต่อประสบการณ์เชิงบวกของผู้เรียนได้ เช่น ความไวต่อการรับรู้ของแต่ละ บุคคล ซึ่งแตกต่างกันไปตามเพศ อายุ ประสบการณ์อาการเมารถ หรือประสบการณ์ VR (Chattha et al., 2020; Stanney, K., Fidopiastis, C., & Foster, L. 2020) คุณสมบัติทางเทคนิคอุปกรณ์และระบบ VR เช่น คุณภาพของการแสดงผลของภาพ ความละเอียด อัตราเฟรมเรต ค่าความหน่วง การออกแบบเนื้อหากราฟิก เสียง ระบบนำทาง หรือคำแนะนำในระบบ มี งานวิจัยระบุว่าสภาพแวดล้อมประเภทสยองขวัญก่อให้เกิดความไม่สบายตัวมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย หรือเป็นมิตร (Chattha et al., 2020; Kourtesis et al., 2019) รวมถึง ระยะเวลาในการใช้งาน ซึ่งหากยาวนานเกินไปอาจ เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอาการเหล่านี้ได้ จากงานวิจัยของ Kourtesis et al. (2019) แนะนำว่าระยะเวลาการใช้งาน VR ควร อยู่ในช่วงเวลาไม่เกิน 55–70 นาทีต่อครั้งนาที่ Villena-Taranilla et al. (2022) ระบุว่าการใช้งาน VR ในช่วงเวลาสั้น ๆ (น้อยกว่า 2 ชั่วโมง) มีแนวโน้มส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีกว่าการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้ การ

ออกแบบการวิจัยจึงควรให้ความสำคัญกับการวางมาตรการด้านจริยธรรมที่คำนึงถึงความปลอดภัยและสภาวะของผู้เข้าร่วม ทั้งการคัดกรองความเสี่ยงล่วงหน้า การให้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น

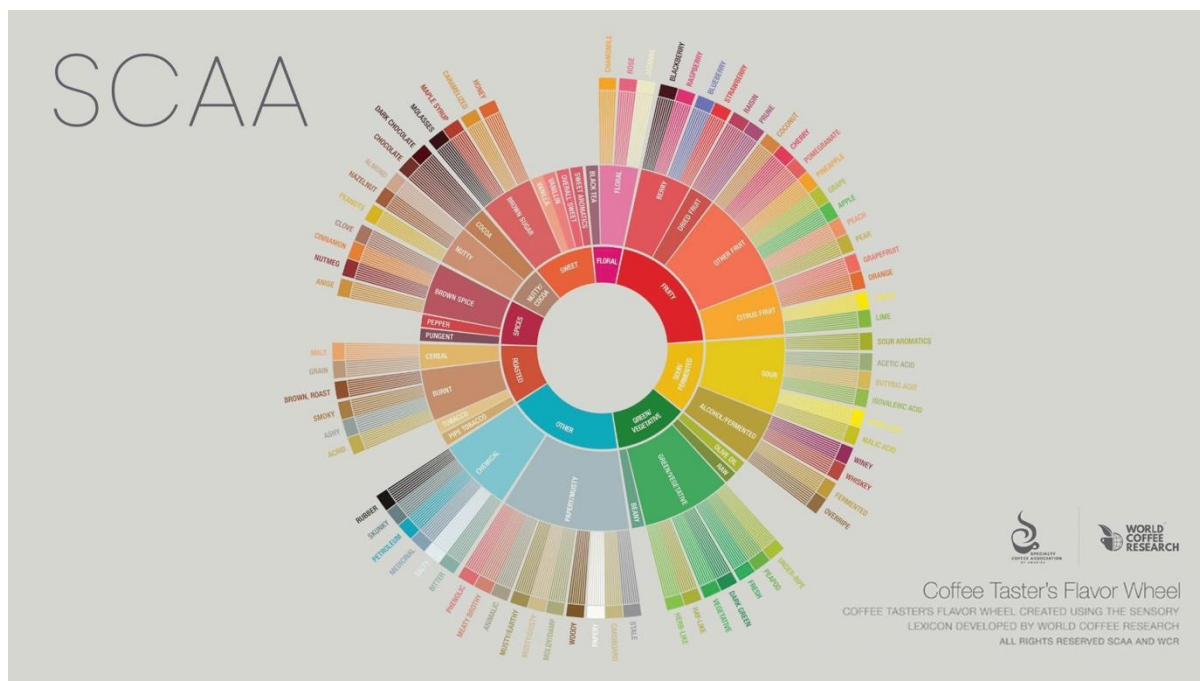
กรอบแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้

ประเด็นของการนำเทคโนโลยี VR มาใช้เพื่อการเรียนรู้การวิเคราะห์รสชาติกาแฟนั้น อาจสร้างภาระทางปัญญา (cognitive load) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ทั้งในด้านการทำความเข้าใจเทคโนโลยีและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน ของรสชาติกาแฟ เพื่อลดความเสี่ยงกับความท้าทายดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ Experiential Learning Theory (Kolb, 1984) และ Cognitive Load Theory (Sweller, 1988) เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ผ่าน VR โดยเฉพาะอย่างยิ่ง VR มีศักยภาพในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎี ELT ได้อย่างเด่นชัด โดยเฉพาะในขั้น ประสบการณ์ตรง (Concrete Experience) ผ่านสถานการณ์จำลองที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุ สิ่งแวดล้อม และขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตกาแฟ จากนั้น จากสถานการณ์จำลองที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและปฏิสัมพันธ์กับวัตถุ สิ่งแวดล้อม และสถานการณ์เสมือน เช่น การลองหรือจำลองขั้นตอนการผลิตกาแฟ จากนั้นผู้เรียนสามารถเข้าสู่ขั้นการสะท้อน (Reflective Observation) ด้วยการสังเกต วิเคราะห์ และเปรียบเทียบประสบการณ์ของตน ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับทฤษฎี หรือแนวคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น (Abstract Conceptualization) เช่น ความรู้เรื่องสายพันธุ์กาแฟหรือกระบวนการแปรรูป ผู้เรียนสามารถกลับไปทดลองแนวคิด ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการจำลอง (Active Experimentation) เพื่อผลลัพธ์ที่ปรับเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบ (Mallek et al., 2024) VR ยังมีข้อได้เปรียบสำคัญในบริบทของการเรียนรู้ ได้แก่ ความสามารถในการทำซ้ำ ปรับเปลี่ยน หรือฝึกฝนขั้นตอนต่าง ๆ ได้หลายครั้งโดยไม่จำกัดเวลา ความปลอดภัย ลดต้นทุนด้านวัตถุดิบ อุปกรณ์ และการจัดสภาพแวดล้อมจริง โดยเฉพาะในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร เมื่ออิงกับ Cognitive Load Theory การออกแบบประสบการณ์เรียนรู้ผ่าน VR ควรคำนึงถึงการลดภาระทางปัญญา เนื่องจากผู้เรียนต้องจัดการกับทั้งเทคโนโลยี และการวิเคราะห์รสชาติกาแฟที่ต้องใช้ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับรสชาติ ซึ่งมีความซับซ้อนในข้อมูลอยู่แล้ว (Intrinsic Load) เมื่อต้องมาเรียนรู้ร่วมกับอินเทอร์เฟซของ VR ที่ไม่เป็นมิตร การจัดวางข้อมูลที่ไม่ชัดเจน หรือกราฟิกและเสียงที่รบกวนเกินไป อาจทำให้ผู้เรียนเสียสมาธิและต้องใช้ความพยายามเกินจำเป็น (Extraneous Load) ดังนั้นการออกแบบ VR ควรคำนึงถึงการลดภาระทางปัญญาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนจัดโครงสร้างความรู้เข้าใจด้วยตัวเองได้ดีขึ้น (Germane Load)

กระบวนการวิเคราะห์รสชาติกาแฟ และวงจรชีวิตของกาแฟ (Coffee Life Cycle)

รสชาติของกาแฟ เป็นประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสที่ซับซ้อน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัยตลอดวงจรชีวิตของกาแฟ ตั้งแต่สิ่งแวดล้อม สายพันธุ์ วิธีการเก็บเกี่ยว การแปรรูป ระดับการคั่ว การบด การชง ไปจนถึงการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแต่ละคน (Frost et al., 2020; Mahmud et al., 2020; Seninde & Chambers, 2020) การศึกษารสชาติกาแฟ จึงมีความสำคัญในหลายมิติ โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาทักษะสำหรับผู้บริโภคที่ชื่นชอบกาแฟ บาริสต้า นักชิม และผู้ประกอบการ เพื่อเสริมการเรียนรู้และถ่ายทอดรสชาติได้อย่างเป็นระบบ มีมาตรฐาน และแม่นยำยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิต การพัฒนาโปรไฟล์รสชาติที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และการสร้างรสชาติที่สะท้อนความชอบเฉพาะบุคคลอย่างมีโครงสร้าง ซึ่งหมายถึง กระบวนการออกแบบหรือพัฒนารสชาติของกาแฟให้ตรงกับรสนิยม ความต้องการ หรือความพึงพอใจของแต่ละบุคคล หนึ่งในเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการวิเคราะห์รสชาติกาแฟอย่างเป็นระบบ คือ วงล้อรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) ซึ่งถือเป็นภาษากลาง (common language) สำหรับการสื่อสารเรื่องรสชาติที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายทั่วโลก วงล้อชาตินี้พัฒนาโดย Specialty Coffee Association of America (SCAA) และเผยแพร่สู่สาธารณะครั้งแรกในปี 1995 ต่อมาได้รับการปรับปรุงครั้งสำคัญโดยร่วมมือกับ World

Coffee Research เพื่อให้มีความเป็นวิทยาศาสตร์และรองรับการใช้งานอย่างเป็นมาตรฐานในอุตสาหกรรมกาแฟมากขึ้น (Spencer et al., 2016) ดังแสดงในภาพที่ 1 นักชิมมักใช้วงล้อรสชาติกาแฟในการอธิบายและจัดหมวดหมู่โปรไฟล์รสชาติ โดยช่วยให้การวิเคราะห์รสชาติที่ซับซ้อนกลายเป็นเรื่องเข้าใจง่าย สื่อสารได้ชัดเจน และยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการฝึกฝนทักษะการรับรู้รสชาติอย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้น



ภาพที่ 1. วงล้อรสชาติกาแฟประจำปี 2016 ได้รับการพัฒนาการออกแบบโดย SCAA ร่วมกับ WCR เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักชิมกาแฟ

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์และจำแนกรสชาติของกาแฟถูกเน้นย้ำถึงข้อจำกัดหลายประการ นอกจากความซับซ้อนขององค์ประกอบในกาแฟแล้ว ยังเผชิญข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ (1) ข้อจำกัดด้านทรัพยากรและต้นทุน ซึ่งจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบหลากหลาย อุปกรณ์เฉพาะทาง พื้นที่ฝึกปฏิบัติ ตลอดจนข้อจำกัดด้านเวลาและความสะดวกในการลงพื้นที่จริง (2) ความท้าทายในการถ่ายทอดประสบการณ์รสชาติที่ซับซ้อน ซึ่งการเรียนรู้เชิงทฤษฎีไม่สามารถทดแทนการรับรู้จริงได้ (3) ความยากในการทดลองและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อศึกษาผลกระทบต่อรสชาติอย่างเป็นระบบ และ (4) การรับรู้รสชาติเป็นกระบวนการเฉพาะบุคคล ส่งผลให้การประเมินและการสื่อสารรสชาติให้เป็นมาตรฐานร่วมกันเป็นเรื่องท้าทาย

ในบริบทนี้ เทคโนโลยี VR จึงได้รับความสนใจในบทบาทเครื่องมือที่เข้ามาช่วยขยายขอบเขตของการเรียนรู้ โดยสามารถสร้างประสบการณ์แบบเสมือนจริง (immersive experience) ที่จำลองกระบวนการผลิตกาแฟในแต่ละขั้นตอนของวงจรชีวิต ตั้งแต่ต้นทาง สายพันธุ์และแหล่งปลูก ไปจนถึงการแปรรูป การคั่ว การบด และการชง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจที่มาของรสชาติได้

อย่างเป็นระบบ แม้ว่าเทคโนโลยี VR จะสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ และทรัพยากรจริง แต่ก็ยังมีความท้าทายในการออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับการวิเคราะห์รสชาติ เช่น การแปลข้อมูลรสชาติสู่ภาพจำลอง การจัดลำดับประสบการณ์ที่สอดคล้องกับลำดับการเรียนรู้ ดังนั้น การพัฒนาแนวทางการใช้ VR เป็นสื่อการเรียนรู้การวิเคราะห์รสชาติ จึงควรพิจารณาทั้งข้อจำกัดทางเทคนิค ความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ตลอดจนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อรสชาติกาแฟ พัฒนาทักษะวิเคราะห์รสชาติในสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต้นทางกับรสชาติที่เกิดขึ้นปลายทางได้แม่นยำมากขึ้นก่อนการฝึกปฏิบัติจริง

ระเบียบวิธีการวิจัย

จากคำถามการวิจัย: VR ที่ออกแบบตามแนวคิด Experiential Learning และ Cognitive Load Theory มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับรสชาติกาแฟอย่างไรบ้าง

กลุ่มเป้าหมายและการจำแนกผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลักตามระดับประสบการณ์ และอาชีพ

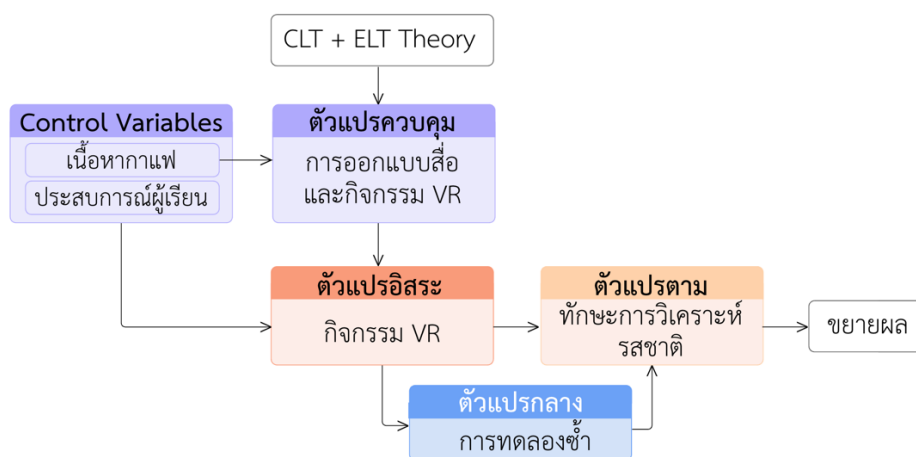
(1) กลุ่มผู้เริ่มต้น หมายถึงผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์เบื้องต้นหรือยังไม่มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์รสชาติกาแฟ เช่น นักศึกษาหรือผู้ที่มีความสนใจทั่วไปในกาแฟ ใช้งาน VR เพื่อเรียนรู้วงจรชีวิตกาแฟ สายพันธุ์ วิธีการเก็บเกี่ยว วิธีการชง เป็นต้น ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นกรณีศึกษาในการติดตามพัฒนาการด้านการเข้าใจที่มาของรสชาติได้

(2) กลุ่มผู้มีประสบการณ์ ได้แก่ บาริสต้า หรือผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมกาแฟที่มีความรู้และทักษะด้านโปรไฟล์รสชาติ เทคนิคการชง และการจำแนกรสชาติเชิงลึก กลุ่มนี้มีบทบาทหลักในการประเมินความสมจริงของประสบการณ์ที่จำลองผ่าน VR และตรวจสอบว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถตอบโจทย์การเรียนรู้ระดับมืออาชีพได้เพียงใด

การจำแนกระดับประสบการณ์จะดำเนินการผ่านแบบสอบถามประเมินตนเอง ซึ่งครอบคลุมหัวข้อสำคัญ ได้แก่ ระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหรือกิจกรรมด้านกาแฟ ความคุ้นเคยกับวิธีการชงในรูปแบบต่าง ๆ ความสามารถในการระบุรสชาติตามระบบ cupping ตลอดจนประสบการณ์ด้านการอบรมหรือการเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (sensory) หรือการชิมรส

กรอบแนวคิดการวิจัย

บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยี VR เพื่อจัดการเรียนรู้เชิงโต้ตอบ (Interactive Learning) ที่มุ่งเน้นการสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการวิเคราะห์รสชาติกาแฟ มีเป้าหมายเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของกระบวนการเรียนรู้แบบเดิม เช่น ข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ และการเข้าถึงทรัพยากรจริงสำหรับการฝึกฝนและทดลองชิม กรอบแนวคิดนี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีสำคัญสองประการ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (ELT) และทฤษฎีภาระทางปัญญา (CLT) โดย ELT เป็นโครงสร้างหลักของกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุม 4 ขั้นตอน ขณะที่ CLT ใช้เป็นข้อพิจารณาการออกแบบเนื้อหา กราฟิก เสียง ระบบนำทาง คำแนะนำ เพื่อลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น องค์ประกอบของกรอบแนวคิดมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2. กรอบแนวคิดสำหรับการจำลองการเรียนรู้ VR แบบโต้ตอบของรสชาติกาแฟ

(1) ตัวแปรควบคุม: การออกแบบกิจกรรมและสื่อ VR ซึ่งครอบคลุมการจัดลำดับบทเรียน การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนที่มีปฏิสัมพันธ์สูง อินเทอร์เฟซที่เข้าใจง่าย และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน เพื่อควบคุมภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็นและสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

(2) ปัจจัยนำเข้า: (1) เนื้อหาภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อน ทั้งในแง่ของสายพันธุ์ กระบวนการผลิต และคุณลักษณะรสชาติ และ (2) ประสบการณ์ของผู้เรียน เช่น ความรู้พื้นฐานด้านกาแฟ และความคุ้นเคยกับการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยี ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้และการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์รสชาติ

(3) ตัวแปรอิสระ: กิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม VR ที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ลงมือปฏิบัติ และมีปฏิสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตกาแฟตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ภายใต้แนวทางการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์

(4) ตัวแปรกลาง: การทดลองซ้ำ เนื่องด้วยเทคโนโลยี VR มีความได้เปรียบอย่างมากในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนและทดลองซ้ำได้ไม่จำกัด ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และความเข้าใจเชิงลึก ในสภาพแวดล้อมจริง การทดลองซ้ำอาจมีข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ และทรัพยากร (เช่น เมล็ดกาแฟ อุปกรณ์ หรือค่าใช้จ่าย) แต่ใน VR ผู้เรียนสามารถสำรวจตัวแปรหลากหลาย โดยไม่ต้องกังวลเรื่องความเสียหายหรือข้อผิดพลาดในโลกจริง ไม่มีต้นทุนเพิ่มเติมหรือข้อจำกัดด้านทรัพยากรกาแฟ การทดลองซ้ำในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากความกังวลหรือความผิดพลาดในโลกจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถมุ่งเน้นไปที่การสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเต็มที่

(5) ตัวแปรตาม: ทักษะการวิเคราะห์รสชาติ คือผลลัพธ์ที่คาดหวังของกรอบแนวคิดนี้ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการวิเคราะห์รสชาติและการเชื่อมโยงตัวแปรที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

(6) ขยายผล: กรอบแนวคิดนี้ยังมีศักยภาพในการ "ขยายผล" ไปสู่แนวทางการวิจัยในอนาคต เช่น การพัฒนาแพลตฟอร์ม VR ไปสู่ระบบผู้ใช้เดี่ยวและหลายผู้ใช้ เพื่อเปิดพื้นที่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้เชี่ยวชาญ

แม้การนำเทคโนโลยี VR มาใช้จะช่วยขยายขีดความสามารถในการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ แต่ไม่ได้ลดบทบาทของผู้สอนลงแต่อย่างใด ผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรม และควบคุมทิศทางของกระบวนการเรียนรู้ เช่น การเลือกรสชาติเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นคว้าหาตัวแปรที่เป็นคำตอบ โดยมีสื่อ VR เป็นตัวกลางที่เชื่อมโยงทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกัน ตารางที่ สรุปบทบาทของผู้สอน ผู้เรียน และสื่อ VR ภายใต้กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1

องค์ประกอบหลักของกรอบแนวคิด

องค์ประกอบ	บทบาทและความสำคัญ
ผู้สอน	ออกแบบและควบคุมโครงสร้างการเรียนรู้ กำหนดรสชาติเป้าหมายหรือการตั้งโจทย์
ผู้เรียน/ผู้ใช้งาน	เรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติผ่านสื่อ VR ใช้ประสบการณ์เดิมประกอบการเรียนรู้ และทดลองซ้ำเพื่อพัฒนาทักษะ
สื่อ VR	เป็นเครื่องมือกลางในการถ่ายทอดประสบการณ์และลดข้อจำกัดของโลกจริง ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหา สถานการณ์ และผลลัพธ์อย่างมีระบบ เป็นสภาพแวดล้อมเสมือนที่จำลองกระบวนการผลิตกาแฟตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ นำเสนอข้อมูลผ่านภาพ เสียง

แนวทางการออกแบบสื่อ VR

เพื่อให้องค์ประกอบของสื่อ VR สอดคล้องกับเนื้อหาและเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางการออกแบบจึงถูกแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักตามกระบวนการเรียนรู้ โดยในแต่ละขั้นตอนมีการวิเคราะห์ภาระทางปัญญา และกำหนดแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2

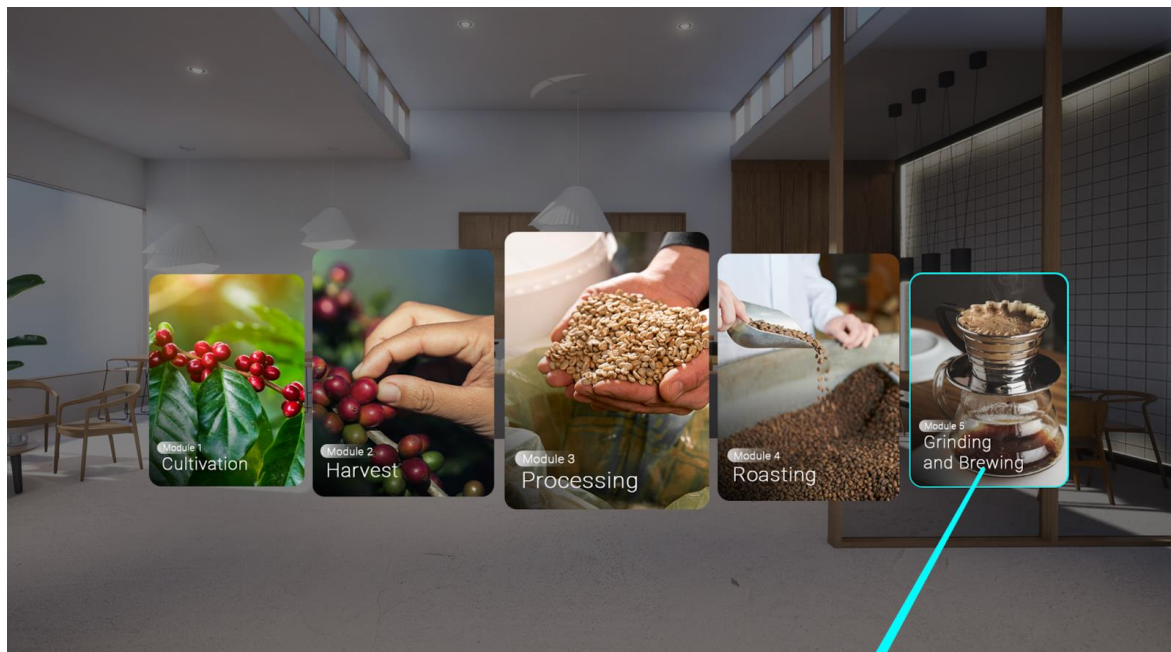
ตารางที่ 2

แนวคิดทฤษฎี ELT และ CLT กับระบบ VR เพื่อการเรียนรู้รสชาติกาแฟ

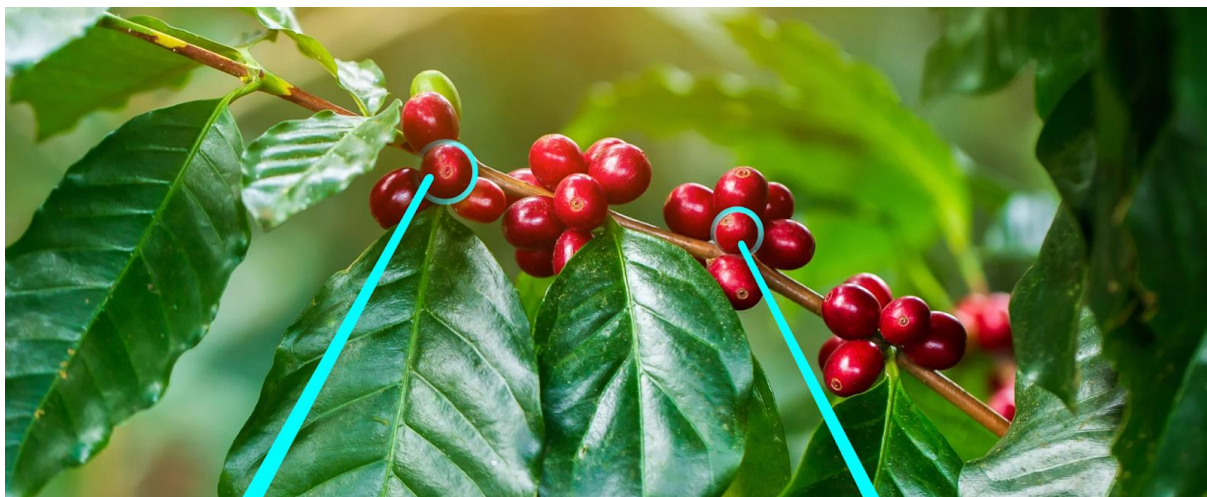
ขั้นตอนใน ELT	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเด็นจาก CLT	แนวทางการออกแบบสื่อ VR
1. Concrete Experience (ประสบการณ์ตรง)	Simulated Coffee Life Cycle: ผู้เรียนเลือกตัวแปร เช่น สายพันธุ์ การแปรรูป ระยะเวลาคั่ว ระดับการบด อุณหภูมิ และวิธีการชง	เนื้อหาซับซ้อนและภาระจากการใช้งานเทคโนโลยีหรือความพยายามเข้าใจการออกแบบ GUI	- จัดลำดับกิจกรรมตามขั้นตอนจริง - ลดความซับซ้อนของสถานการณ์ - กราฟิกนำทางเข้าใจง่าย ภาพที่ 3 - มีคำแนะนำสั้น ๆ ตลอดกิจกรรม - ใช้ภาพและเสียงประกอบแทนคำอธิบายที่มีความยาว
2. Reflective Observation (สะท้อนผล)	แสดงผลวิเคราะห์รสชาติจากการเลือกตัวแปร (สะท้อนผล)	ความซับซ้อนของการระบุรสชาติ เช่น การมีคัฟท์ รสชาติที่หลากหลาย	ออกแบบการแสดงผลรสชาติให้เข้าใจง่าย และเป็นภาพจำ โดยสรุปผลด้วย visual summary แสดงโชนรสชาติที่เป็นไปได้ในรูปแบบ Flavor Wheel ภาพที่ 5
3. Abstract Conceptualization (สร้างแนวคิด)	วิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรและรสชาติ โดยใช้ flowchart	การนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรที่มีความซับซ้อน อาจก่อให้เกิดความยากในการทำความเข้าใจและเสี่ยงต่อภาวะข้อมูลล้น	ใช้ flowchart ช่วยจัดโครงสร้างความเข้าใจแบบลำดับขั้น และใช้สีหรือสัญลักษณ์เพื่อเน้นตัวแปรสำคัญ
4. Active Experimentation (ทดลองใหม่)	ทดลองเปลี่ยนตัวแปรเพื่อดูผลต่อรสชาติ (ทดลองใหม่)	ผู้เรียนต้องประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจและยากต่อการจดจำ	แสดงผลผลลัพธ์แบบเปรียบเทียบทันที

สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive VR Environment)

Design Prototype ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 นำเสนอตัวอย่างสภาพแวดล้อมเสมือนที่จำลองบทเรียนตามขั้นตอนในวงจรชีวิตกาแฟ ตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวผล การแปรรูปเมล็ดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Washed, Natural หรือ Honey Process การคั่วในระดับที่แตกต่างกัน การบดเมล็ด ไปจนถึงวิธีการชงที่หลากหลาย อาทิ Pour Over, French Press, Espresso (National Coffee Association USA, 2025) ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับองค์ประกอบในสภาพแวดล้อมนี้ได้โดยตรง โดยการเลือกชนิดของเมล็ด การปรับตั้งค่าเครื่องคั่ว ตลอดจนการควบคุมตัวแปรสำคัญในกระบวนการชง เพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละบริบท



ภาพที่ 3. ต้นแบบการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI) สำหรับ VR



ภาพที่ 4. ตัวอย่างกิจกรรมใน VR วิธีการเก็บเกี่ยวแบบ Selectively Picked

ตัวอย่างการแสดงผลพอร์ทจากกิจกรรมจำลอง (VR Flavor Analysis Tool - Coffee Flavor Wheel)

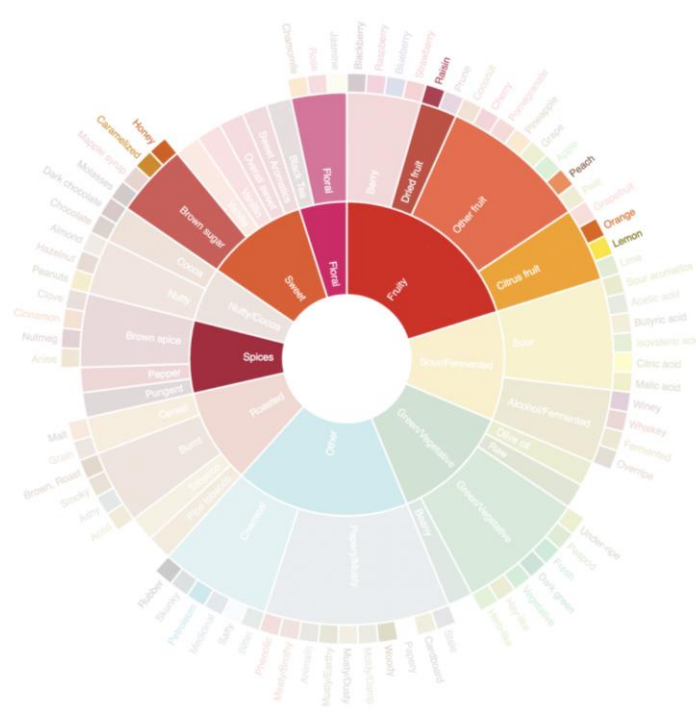
การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้รสชาติกาแฟในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือช่วยสื่อสารลักษณะรสชาติอย่างเป็นระบบและเป็นมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Spencer, Sage, Velez และ Guinard (2016) ที่ได้เสนอการจัดระบบคำอธิบายรสชาติกาแฟโดยใช้วิธี Single Free Sorting และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Multivariate เพื่อนำไปสู่การออกแบบวงล้อรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) ที่มีความแม่นยำทางแนวคิดและสามารถนำไปใช้อ้างอิงในระดับอุตสาหกรรมได้ วงล้อรสชาติในบริบทของการเรียนรู้แบบ VR จึงไม่เพียงเป็นสื่อในการเรียนรู้เท่านั้น หากแต่ยังมีบทบาทเป็นเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงโครงสร้างเกี่ยวกับโซนรสชาติ (flavor zones) ที่เป็นไปได้ ช่วยให้ผู้ใช้เรียนสามารถเข้าใจความเชื่อมโยงเชิงเหตุผลระหว่างปัจจัยเหล่านี้กับลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบยิ่งขึ้น ตารางที่ 3 แสดงชุดข้อมูลตัวอย่างของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์รสชาติกาแฟภายใน

สภาพแวดล้อมเสมือนจริง ผู้เรียนจะได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมจำลองที่ส่งเสริมการฝึกฝนการวิเคราะห์ และการเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการผลิตกาแฟในแต่ละขั้นตอนกับคุณลักษณะทางรสชาติที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 3

ตัวแปรในการทดลอง:

ตัวแปรการทดลอง	รายละเอียด
เมล็ดกาแฟ	อาราบิก้า (Single Origin)
วิธีการแปรรูป	Honey Process
ระดับการคั่ว	220°C เป็นเวลา 15 นาที (ระดับกลาง)
วิธีการชง	Pour Over



ภาพที่ 5. ตัวอย่างการแสดงผลภาพการจำลองรสชาติที่เป็นไปได้ตามโปรไฟล์ในวงล้อรสชาติกาแฟ

แม้การจำลองรสชาติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงจะไม่สามารถทดแทนประสบการณ์การรับรสโดยตรงได้สมบูรณ์ แต่ศักยภาพของแพลตฟอร์ม VR ในการพัฒนาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้านรสชาติก็อาจมีความน่าสนใจ ด้วยความสามารถในการแสดงผลเชิงภาพและปฏิสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับตัวแปรในกระบวนการผลิต ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของแต่ละขั้นตอนต่อลักษณะรสชาติที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้น แม้จะขาดมิติของการรับรสทางกายภาพ แพลตฟอร์ม VR ยังคงเป็นสื่อกลางที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงปัจจัยต่าง ๆ กับชิ้นของรสชาติที่คาดการณ์ได้ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการต่อยอดไปสู่การฝึกฝนการรับรสจริงในอนาคต

■ แนวทางการวิจัยในอนาคต

แนวทางการวิจัยในอนาคตจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการประเมินผลการใช้งานทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ ระดับการมีส่วนร่วม และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ได้จริง

การพัฒนาระบบประเมินผลภายในแพลตฟอร์ม VR ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้สามารถติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น กระบวนการคิด การตัดสินใจ หรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอน ควรดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและเพิ่มพูนประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีได้มีเจตนาที่จะลดบทบาทของผู้สอนลงแต่อย่างใด ผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์และโจทย์สำหรับการเรียนรู้ ตลอดจนควบคุมทิศทางและโครงสร้างของเนื้อหาให้สอดคล้องกับเป้าหมายของรายวิชาและเป้าหมายเชิงวิชาการ สื่อ VR สามารถนำมาใช้เป็นสื่อเสริมในการฝึกฝน ทบทวน หรือจำลองสถานการณ์เฉพาะทางที่ไม่สามารถจัดได้ในสภาพแวดล้อมจริง เช่น สถานการณ์ที่มีความเสี่ยงสูง หรือมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรจริง เช่น การลงพื้นที่ การทดลองเรียนรู้ด้วยตนเองในทุกวงจรชีวิตของกาแฟ ทั้งนี้ ผู้สอนสามารถวางแผนการใช้สื่อ VR ควบคู่กับการสอนเชิงทฤษฎีหรือกิจกรรมการอภิปรายกลุ่ม การเขียนสรุป หรือการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์จากการใช้ VR กับองค์ความรู้ที่ได้รับ และพัฒนาไปสู่ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและรอบด้านมากยิ่งขึ้น

ในเชิงปฏิบัติเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงให้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เขียนเสนอแนะให้มุ่งเน้นการพัฒนาสื่อ VR ให้ตอบโจทย์การใช้งานได้จริง ทั้งในด้านการออกแบบระบบที่ใช้งานง่ายและสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียนที่มีความถูกต้อง ชัดเจน และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง ตลอดจนการเข้าถึงทางด้านเทคโนโลยีโดยเฉพาะอุปกรณ์ VR ซึ่งควรมีความพร้อมทั้งด้านคุณภาพ ราคา และความสะดวกในการใช้งาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงประสบการณ์การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้อย่างทั่วถึง ในระยะยาวสื่อ VR อาจมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาให้รองรับการเรียนรู้ร่วมกันแบบหลายผู้ใช้ (Multi-user Collaborative Learning) ภายในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยจำลองสถานการณ์การทำงานเป็นทีมหรือการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการคิดวิเคราะห์ในบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

■ บทสรุปและการอภิปรายผล

บทความฉบับนี้นำเสนอกรอบแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้รสชาติกาแฟผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยมุ่งจำลองกระบวนการผลิตกาแฟตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง จุดมุ่งหมายหลักคือ พัฒนาแนวทางการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ลดการพึ่งพาทรัพยากรจริง แก้ไขข้อจำกัดของการเรียนรู้รูปแบบเดิมที่ไม่สามารถมอบประสบการณ์สมจริงและต่อเนื่องได้ โดยเฉพาะในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร อุปกรณ์ เวลา หรือสถานที่ รวมถึงความสะดวกในการลงพื้นที่จริง

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยการสอบถามความสนใจในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้อาหารเครื่องดื่มผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า กลุ่มบาร์สตามีแนวโน้มให้ความสนใจต่อการสร้างนวัตกรรมที่ช่วยแก้ไขปัญหาสูงกว่ากลุ่มนักศึกษา ขณะที่กลุ่มนักศึกษามีแนวโน้มให้ความสนใจในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี VR สูงกว่ากลุ่มบาร์สตาร์ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวยังต้องได้รับการยืนยันเพิ่มเติมผ่านการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ทางสถิติในอนาคต จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยก่อนหน้า การวิเคราะห์ข้อจำกัดจากงานวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับการใช้ VR ในการเรียนการสอน รวมถึงข้อได้เปรียบของ VR ที่มีแนวโน้มและพัฒนาเป็นนวัตกรรมต้นแบบการอย่างต่อเนื่อง พบว่าการบูรณาการ VR เข้ากับกระบวนการเรียนรู้รสชาติกาแฟมีความเป็นไปได้สูงในการเพิ่มประสิทธิภาพและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เริ่มต้นที่ยังขาดโอกาสฝึกฝนในสถานการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกัน การออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของมืออาชีพในอุตสาหกรรมกาแฟ จะช่วยเพิ่มความสมจริงให้กับสื่อ อย่างไรก็ตาม กรอบแนวคิดนี้ยังมีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณาในแง่ของการจำลองประสาทสัมผัสที่ซับซ้อน เช่น กลิ่นและรสชาติ ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการวิเคราะห์รสชาติกาแฟ ที่ VR ยังไม่สามารถแทนที่ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ความท้าทายด้านเทคนิคและต้นทุนการพัฒนายังเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้งานจริง

บทความนี้แม้ยังอยู่ในระดับของกรอบแนวคิด แต่ได้นำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างวิธีการเรียนรู้รสชาติกาแฟและเทคโนโลยี VR รวมถึงนำเสนอศักยภาพและแนวโน้มความเป็นไปได้ในการต่อยอดสู่การพัฒนาจริงในอนาคต ความสำคัญของการวิจัยต่อยอดในระยะถัดไป คือการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ (prototype) ที่สามารถนำไปทดสอบใช้งานจริง รวมถึงการวิจัยเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ ทั้งนี้ การดำเนินการพัฒนาและวิจัยในระยะถัดไปจำเป็นต้องมี ทุนสนับสนุนทางวิชาการ หรืออุตสาหกรรม เพื่อสามารถสร้างเครื่องมือต้นแบบที่มีการบูรณาการองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาวิชาชีพ และการออกแบบระบบวัดผลได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสรุป ทีมวิจัยคาดหวังว่ากรอบแนวคิดนี้จะมีประโยชน์และมีส่วนช่วยยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้รสชาติกาแฟให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ช่วยลดการพึ่งพาทรัพยากรจริงที่มีต้นทุนสูง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง

■ กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวทาง และความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการพัฒนาแนวคิดงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ ขอขอบคุณฝ่ายพัฒนาระบบเพื่อการเรียนรู้และฝ่ายพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ จากสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ได้ร่วมระดมความคิด วางโครงสร้าง และสร้างสรรค์แนวทางนวัตกรรมตลอดจนขอขอบคุณนักชงกาแฟและผู้สนใจกาแฟทุกท่าน ที่ได้มอบคำแนะนำเชิงวิชาชีพและข้อเสนอแนะอันมีคุณค่า ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความสมบูรณ์ของกรอบแนวคิดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและบริบทจริงของอุตสาหกรรมกาแฟ

■ เอกสารอ้างอิง

- Akdere, M., Jiang, Y., & Acheson, K. (2023). To simulate or not to simulate? Comparing the effectiveness of video-based training versus virtual reality-based simulations on interpersonal skills development. *Human Resource Development Quarterly*, 34(4), 437-462.
- Ammann, J., Stucki, M., & Siegrist, M. (2020). True colours: Advantages and challenges of virtual reality in a sensory science experiment on the influence of colour on flavour identification. *Food Quality and Preference*, 86, 103998.
- Angel-Urdinola, D. F., Castillo-Castro, C., & Hoyos, A. (2021). *Meta-analysis assessing the effects of virtual reality training on student learning and skills development*. Washington, DC: World Bank.
- Asad, M. M., Naz, A., Churi, P., & Tahanzadeh, M. M. (2021). Virtual reality as pedagogical tool to enhance experiential learning: a systematic literature review. *Education Research International*, 2021(1), 7061623.
- Chattha, U. A., Janjua, U. I., Anwar, F., Madni, T. M., Cheema, M. F., & Janjua, S. I. (2020). Motion sickness in virtual reality: An empirical evaluation. *IEEE Access*, 8, 130486-130499.
- Frost, S. C., Ristenpart, W. D., & Guinard, J. X. (2020). Effects of brew strength, brew yield, and roast on the sensory quality of drip brewed coffee. *Journal of Food Science*, 85(8), 2530-2543.
- Grassini, S., Laumann, K., & Rasmussen Skogstad, M. (2020). The use of virtual reality alone does not promote training performance (but sense of presence does). *Frontiers in psychology*, 11, 1743.

- Kablitz, D., Conrad, M., & Schumann, S. (2023). Immersive VR-based instruction in vocational schools: effects on domain-specific knowledge and wellbeing of retail trainees. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 15(1), 9.
- Kourtesis, P., Collina, S., Doumas, L. A., & MacPherson, S. E. (2019). Validation of the virtual reality neuroscience questionnaire: maximum duration of immersive virtual reality sessions without the presence of pertinent adverse symptomatology. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 417.
- Lin, Y. C., & Chen, C. H. (2021). Behind the Chain Coffee Shop: Design of Utilizing Virtual Reality for Coffee-Making Training. In *Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology: Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conferences on Usability and User Experience, Human Factors and Wearable Technologies, Human Factors in Virtual Environments and Game Design, and Human Factors and Assistive Technology, July 25-29, 2021, USA* (pp. 204-210). Springer International Publishing.
- Mahmud, M. C., Shellie, R. A., & Keast, R. (2020). Unravelling the relationship between aroma compounds and consumer acceptance: Coffee as an example. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2380-2420.
- Mallek, F., Mazhar, T., Shah, S. F. A., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. *PeerJ Computer Science*, 10, e2000.
- Marks, B., & Thomas, J. (2022). Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Education and information technologies*, 27(1), 1287-1305.
- National Coffee Association USA. (2025). Lifecycle of Coffee. *About Coffee - National Coffee Association*. <https://www.aboutcoffee.org/origins/lifecycle-of-coffee/>
- Notbadcoffee. (2016). *Interactive Coffee Taster's Flavor Wheel, based on Coffee Taster's Flavor Wheel*. <https://notbadcoffee.com/flavor-wheel-en/>
- Portelli, M., Bianco, S. F., Bezzina, T., & Abela, J. E. (2020). Virtual reality training compared with apprenticeship training in laparoscopic surgery: a meta-analysis. *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 102(9), 672-684.
- Pua, A., Goh, R. M. V., Huang, Y., Tang, V. C. Y., Ee, K. H., Cornuz, M., ... & Yu, B. (2022). Recent advances in analytical strategies for coffee volatile studies: Opportunities and challenges. *Food Chemistry*, 388, 132971.
- Renganayagalu, S. K., Mallam, S. C., & Nazir, S. (2021). Effectiveness of VR head mounted displays in professional training: A systematic review. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-43.
- Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R., & Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 155-192.
- Seninde, D. R., & Chambers, E. (2020). Coffee flavor: A review. *Beverages*, 6(3), 44.

- Spencer, M., Sage, E., Velez, M., & Guinard, J. X. (2016). Using single free sorting and multivariate exploratory methods to design a new coffee taster's flavor wheel. *Journal of food science*, 81(12), S2997-S3005.
- Stanney, K., Fidopiastis, C., & Foster, L. (2020). *Virtual Reality Is Sexist: But It Does Not Have to Be. Frontiers in Robotics and AI (2020)*.
- Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 35, 100434.
- Wang, Q. J., Meyer, R., Waters, S., & Zendle, D. (2020). A dash of virtual milk: Altering product color in virtual reality influences flavor perception of cold-brew coffee. *Frontiers in psychology*, 11, 595788.
- Yu, S. J., Hsueh, Y. L., Sun, J. C. Y., & Liu, H. Z. (2021). Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100030.