

แนวโน้มการวิจัยและการประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ในงานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ในบริบทของประเทศไทยTrends and Applications for Large Language Models in Water Resource Engineering
in the Context of Thailandพินิจ ธนชัยโชคศิริกุล¹ รักบุญ ชูประยูร² และ จุตามาศ ศรีสุข^{3,*}^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร³ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร

*Corresponding author; E-mail address: jutamas.sr@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs) เช่น GPT ของ OpenAI ได้เปลี่ยนแปลงหลากหลายสาขาด้วยความสามารถในการทำนายและวิเคราะห์ที่ก้าวหน้าในการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย LLMs เป็นโอกาสสำคัญในการปรับปรุงความแม่นยำในการพยากรณ์ การจัดสรรทรัพยากร และการเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติ บทความนี้สำรวจแนวโน้มการวิจัยปัจจุบันเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ LLM ในการพยากรณ์ทรัพยากรน้ำ และวิเคราะห์วิธีการปรับใช้เทคโนโลยีเหล่านี้เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำของประเทศไทย โดยเน้นถึงวิธีการที่สำคัญ ประโยชน์ และความท้าทาย พร้อมทั้งเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อผสมผสาน LLMs เข้ากับระบบการจัดการน้ำของประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยรวบรวมข้อมูลจากคำค้นหามาจาก ChatGPT ฐานข้อมูล SciSpace และ CrossRef จำนวนมากกว่า 5000 บทความ การวิเคราะห์ข้อมูลจากจำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ และความถี่การใช้คำสำคัญด้วยโปรแกรม VOSViewer และจำแนกบทความด้านทรัพยากรน้ำในระดับทวีป รวมถึงแสดงบริบทของประเทศไทย เทียบกับระดับอาเซียนและระดับทวีป ผลการศึกษาพบว่า ความสนใจในด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำยังคงได้รับความสนใจในเนื้อหาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยประเทศไทยมีความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม แนวโน้มในปัจจุบันบทความด้าน AI และ Machine Learning ในด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำเติบโตอย่างก้าวกระโดด จึงสามารถสรุปได้ว่า ในอนาคตจะมีบทความที่มีความเกี่ยวข้องด้าน AI วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: โมเดลภาษาขนาดใหญ่, วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, อุทกวิทยา, การเตรียมพร้อมรับมือ

Abstract

Development of Large Language Models (LLMs), such as OpenAI's GPT, transformed various fields through their advanced predictive and analytical capabilities. In water resource management, particularly in the context of Thailand, LLMs provided a significant opportunity to enhance forecasting accuracy, resource allocation, and disaster preparedness. This study explored current research trends on the application of LLMs in water resource forecasting and examined strategies for integrating these technologies to address Thailand's water resource challenges. The study highlighted key methodologies, benefits, and challenges while proposing practical approaches for effectively incorporating LLMs into Thailand's water management systems. Data was gathered from over 5,000 research articles obtained through keyword searches in ChatGPT, SciSpace, and CrossRef databases. The study analyzed publication trends and keyword frequencies using VOSViewer and classified water resource-related research at the continental level, with a specific focus on Thailand in comparison to ASEAN and global trends. The findings indicated that water resource engineering remained closely linked to climate change research, with Thailand showing a significant increase in related studies. However, recent trends revealed an exponential growth in AI and Machine Learning applications within water resource engineering. Therefore, it was concluded that in the future, there will be a rising number of research publications integrating AI, water resource engineering, and climate change.

Keywords: Large Language Models (LLMs), Water Resource Engineering, Hydrology, Preparedness

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำมีความซับซ้อนและมีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งจากปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขยายตัวของเมือง และการใช้ทรัพยากรน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1-2] ดังนั้น การพยากรณ์ ความพร้อมทางด้านทรัพยากรน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการบริหาร ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน [3-4]

ปัจจุบัน การบริหารจัดการน้ำต้องอาศัยข้อมูลจำนวนมากและการ วิเคราะห์ที่แม่นยำเกี่ยวกับปริมาณน้ำสามารถช่วยในการเตรียมความพร้อม รับมือกับภัยพิบัติ [5] และเพื่อรองรับการตัดสินใจในระดับนโยบายและ ปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกยังคงเป็นข้อจำกัด ทั้ง ด้านเวลา เครื่องมือ และบุคลากร [6] โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs) เช่น ChatGPT SciSpace เป็นปัญญาประดิษฐ์ ที่สามารถเข้าใจภาษามนุษย์ และสามารถตอบสนองความต้องการของ มนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความสำคัญในหลายมิติ เช่น การสืบค้น ข้อมูลและการเรียนรู้ การเพิ่มประสิทธิภาพทำงาน การสื่อสาร ซึ่งได้รับการ พัฒนาอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา [7-9] โดยสามารถประมวลผลข้อมูล ขนาดใหญ่และสร้างองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพสูง เทคโนโลยีดังกล่าวมี ศักยภาพในการสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในหลายด้าน เช่น การวิเคราะห์แนวโน้มของภัยพิบัติทางน้ำ การคาดการณ์สภาพน้ำในอนาคต การสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และการ ปรับปรุงประสิทธิภาพของการสื่อสารด้านการบริหารน้ำ

ในบริบทของประเทศไทย การประยุกต์ใช้ LLMs ในวิศวกรรม ทรัพยากรน้ำยังอยู่ในระยะเริ่มต้น [10] แม้ว่าจะมีการใช้ Machine Learning และปัญญาประดิษฐ์ในงานด้านอุทกวิทยา และการพยากรณ์น้ำ อยู่บ้าง แต่การนำ LLMs มาใช้เพื่อช่วยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเชิง บริหารจัดการยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ การประยุกต์ใช้ LLMs เพื่อการสนับสนุน และวิเคราะห์แนวโน้มการวิจัย งานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านการบริหาร จัดการน้ำท่วมและภัยแล้ง การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ข้อมูล และการ สื่อสารระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ได้ใช้โปรแกรม VOSviewer ซึ่งถูกพัฒนาโดย Nees Jan van Eck และ Ludo Waltman สำหรับการสร้างและแสดงภาพเครือข่าย บรรณานุกรม เครือข่ายเหล่านี้อาจรวมถึงวารสาร นักวิจัย หรือจำนวน บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ และความถี่การใช้คำสำคัญในสิ่งพิมพ์แต่ละ รายการ [8] โดยรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลออนไลน์ SciSpace และ CrossRef ตั้งแต่ปี 1995 - 2024 เพื่อจำแนกบทความด้านทรัพยากรน้ำใน ระดับทวีป รวมถึงแสดงบริบทของประเทศไทย เทียบกับระดับอาเซียนและ ระดับทวีป ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะเป็นส่วนเสริมศักยภาพและพัฒนา มุมมองในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและ สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศ

2. การรวบรวมข้อมูลและระเบียบวิธีการวิจัย

2.1 การรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก โดย ส่วนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำจาก ฐานข้อมูลออนไลน์ SciSpace ครอบคลุมช่วงปี 1995–2024 รวม ระยะเวลา 30 ปี ได้ข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 5,211 บทความ ในกระบวนการนี้ ได้ใช้เทคโนโลยี Large Language Models (LLMs) เช่น ChatGPT เพื่อ ช่วยในการกำหนดกลุ่มคำค้นหาที่เหมาะสมสำหรับการค้นหาขั้นสูงภายใน แพลตฟอร์ม SciSpace โดยกลุ่มคำค้นหามีจำนวน 11 คำ ดังนี้

1. Flooding & Flood Management
2. Water Resources Management
3. Groundwater Management & Hydrology
4. Irrigation & Agricultural Water Management
5. Numerical Modeling & Hydrological Software
6. Reservoir & Dam Engineering
7. Climate Change & Water Resources
8. Wastewater & Water Quality Management
9. Drought & Water Scarcity Management
10. Watershed & River Basin Management
11. Digital Technologies in Water Engineering

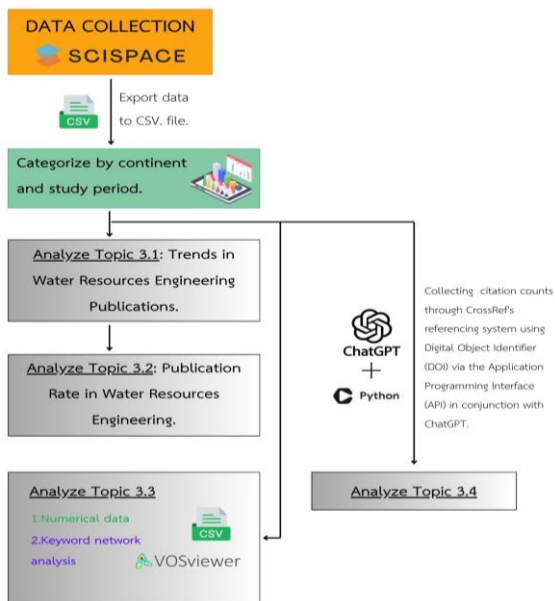
อย่างไรก็ตาม แพลตฟอร์ม SciSpace ถูกตั้งค่าเพื่อจำกัดการค้นหา เฉพาะบทความที่เกี่ยวข้องกับทางด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำเท่านั้น เพื่อให้ ได้บทความที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ และมีความ ถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นบทความที่มีเนื้อหาไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับด้าน วิศวกรรมทรัพยากรน้ำจะถูกกรองออกจากชุดข้อมูล และในกรณีที่บทความ ไม่สามารถสรุปเนื้อหาได้ชัดเจน จะมีการตรวจสอบบทความฉบับเต็ม เพิ่มเติม ส่วนที่สอง เป็นการรวบรวมข้อมูลจำนวนการอ้างอิงบทความ (Citation) ผ่านระบบการอ้างอิงของฐานข้อมูล CrossRef โดยใช้ Digital Object Identifier (DOI) ผ่าน Application Programming Interface (API) ร่วมกับ ChatGPT เพื่อรวบรวมข้อมูลจำนวนการอ้างอิงของบทความ แต่ละรายการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการจัดการข้อมูล การสกัดข้อมูลอย่างเป็นระบบ และความแม่นยำในการ วิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้

2.2 วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม VOSviewer ในการวิเคราะห์ข้อมูลจาก จำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ และความถี่การใช้คำสำคัญ VOSviewer ซึ่งพัฒนาโดย Nees Jan van Eck และ Ludo Waltman จากศูนย์ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Centre for Science and Technology Studies, CWTS) แห่งมหาวิทยาลัย Leiden ประเทศเนเธอร์แลนด์ [11] เป็นแอปพลิเคชัน Java ที่สามารถเข้าถึงได้ฟรี มีความสามารถในการ วิเคราะห์แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบของเครือข่าย ความสัมพันธ์ ช่วยในกระบวนการคิด การทำความเข้าใจเครือข่าย การ

ตัดสินใจ ในการจัดกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ตามความสัมพันธ์ ระบุองค์ประกอบที่มีอิทธิพลหรือมีความสำคัญสูง และสร้างแผนที่ความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ VOSviewer ยังช่วยให้สามารถตรวจสอบลักษณะโครงสร้างองค์ประกอบสำคัญจำแนกตามเวลาที่ได้อาจมาจากข้อมูลหรือสิ่งพิมพ์ เช่น เครือข่ายความร่วมมือ เครือข่ายการอ้างอิงร่วมของผู้เขียน และเครือข่ายการอ้างอิงร่วมของเอกสาร

รูปที่ 1 แสดงแผนผังวิธีการรวบรวมข้อมูลและระเบียบวิธีการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม VOSviewer จากการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลออนไลน์ SciSpace และ CrossRef ตั้งแต่ปี 1995 – 2024 บทความทั้งหมดที่รวบรวมได้จะถูกจัดกลุ่มหมวดหมู่ตามภูมิภาค และช่วงเวลา เพื่อให้การวิเคราะห์มีความเป็นระบบและชัดเจน โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่การวิเคราะห์ในระดับทวีป ได้แก่ ทวีปอเมริกา (America), ทวีปยุโรป (Europe), และทวีปเอเชีย (Asia) เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมการวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในระดับโลก และการวิเคราะห์เจาะลึกในประเทศไทย (Thailand) เปรียบเทียบกับโซนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia) และทวีปเอเชีย (Asia) เพื่อแสดงถึงระดับงานวิจัยของประเทศไทยเทียบเป็นสัดส่วนกับโซน และแบ่งช่วงเวลาในการศึกษาออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ปี 1995 – 2004, ปี 2005 – 2014 และปี 2015 – 2024



รูปที่ 1 แผนผังวิธีการรวบรวมข้อมูลและระเบียบวิธีการวิจัย

การวิเคราะห์ตัวแปรที่สนใจในการศึกษานี้ มุ่งเน้นไปที่ข้อมูลจากชื่อเรื่อง ข้อมูลคำสำคัญ ผู้เขียน ประเทศ สถาบัน ข้อมูลวารสาร การอ้างอิง ข้อมูลการร่วมเขียน ปีที่ตีพิมพ์ จากนั้นนำข้อมูลเข้าโปรแกรม VOSviewer เพื่อดำเนินการประเมินความสัมพันธ์ของเครือข่ายข้อมูลที่ครอบคลุมผู้เขียน สถาบัน และประเทศที่มีปริมาณบทความจำนวนมาก การอ้างอิงและการอ้างอิงโย ผู้เขียนและวารสารที่มีอิทธิพลในสาขาวิจัย และคำสำคัญหลักที่ปรากฏในบทความมากกว่าสองครั้งขึ้นไป

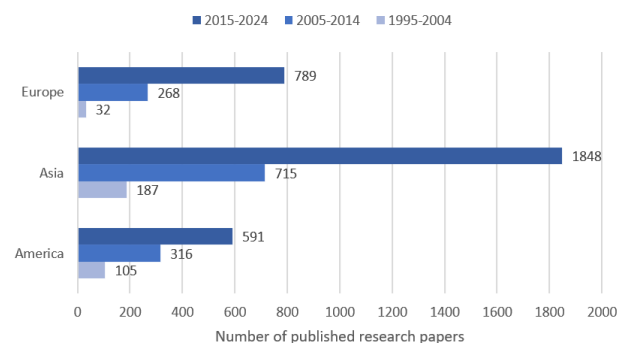
การแสดงผลขั้นสุดท้าย ข้อมูลเครือข่ายที่ได้รับได้รับการวิเคราะห์จะถูกจำแนกหมวดการวิเคราะห์ถูกแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อ 3.1. แนวโน้มการตีพิมพ์บทความตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน หัวข้อ 3.2. ความถี่การใช้คำสำคัญของบทความ หัวข้อ 3.3. ประเทศที่ตีพิมพ์ผลงานวิจัยด้านทรัพยากรน้ำ และ หัวข้อ 3.4. การถูกอ้างอิงในบทความด้านทรัพยากรน้ำ เพื่ออภิปรายผลการศึกษาในบริบทของประเทศไทยที่อยู่ในสายตาของบทความในโลก รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มของงานวิจัยในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งจะสนับสนุนการวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

3. ผลการศึกษา

3.1 แนวโน้มการตีพิมพ์บทความด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในช่วงปี 1995–2024 จำแนกช่วงเวลาของการตีพิมพ์บทความช่วงเวลาละ 10 ปี การวิเคราะห์ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ การเปรียบเทียบจำนวนบทความในระดับทวีป (อเมริกา ยุโรป และเอเชีย) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในภาพรวมระดับโลก และการวิเคราะห์เจาะลึกไปยังประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในกลุ่มของ ภูมิภาค เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA) ในทวีปเอเชีย เพื่อแสดงถึงศักยภาพของประเทศไทยในองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

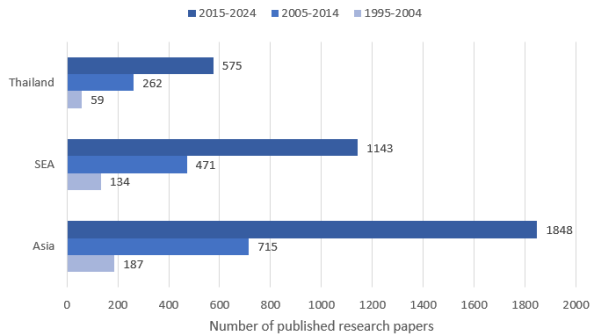
จากรูปที่ 2 จำนวนการตีพิมพ์บทความในระดับทวีป (อเมริกา ยุโรป และเอเชีย) จากข้อมูลที่รวบรวมได้ พบว่าจำนวนบทความที่ตีพิมพ์ในสาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกทวีป โดยเฉพาะในทวีปเอเชีย ที่มีจำนวนบทความตีพิมพ์มากที่สุด โดยในช่วงปีตั้งแต่ 1995 – 2024 มีบทความรวมกันมากถึง 2,720 บทความ หรือคิดเป็น 52.20% ของบทความทั้งหมด สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าทั่วโลกมีการตื่นตัวในองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำมาอย่างยาวนานและต่อเนื่องมาโดยตลอด



รูปที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนบทความที่ตีพิมพ์ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในภูมิภาคเอเชีย อเมริกา และยุโรป

รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนบทความการตีพิมพ์ในประเทศไทยเทียบกับ ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทวีปเอเชีย จากข้อมูลพบว่า ประเทศไทยมีจำนวนบทความตีพิมพ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปี 1995-2004 มีการตีพิมพ์เพียง 59 บทความ แต่ในช่วงปี 2005-2014 เพิ่มขึ้นเป็น 262 บทความ และสูงขึ้นถึง 575 บทความในช่วงปี

2015-2024 แสดงให้เห็นถึงความสนใจที่เพิ่มขึ้นในด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในประเทศไทยในหลายทศวรรษที่ผ่านมา



รูปที่ 3 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนบทความที่ตีพิมพ์ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในภูมิภาคเอเชีย

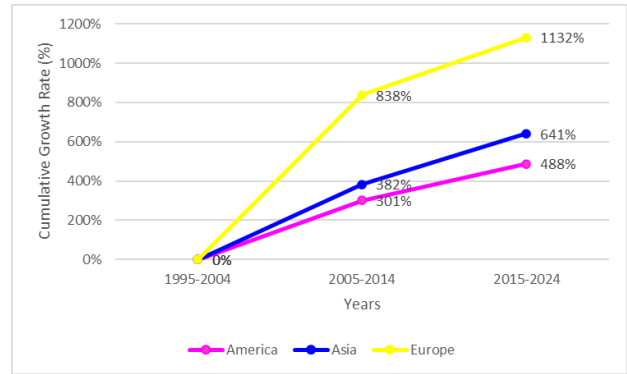
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างประเทศไทยกับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่าจำนวนบทความที่ตีพิมพ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยประเทศไทยมีส่วนการตีพิมพ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 49.66 ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างประเทศไทยกับทวีปเอเชีย พบว่า ประเทศไทยมีส่วนการตีพิมพ์บทความเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 33.06 ของทวีปเอเชีย แสดงให้เห็นศักยภาพของประเทศไทยที่มีความตื่นตัวด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

อย่างไรก็ตาม กระบวนการรวบรวมข้อมูลยังมีข้อจำกัด เนื่องจากฐานข้อมูลบทความ มีข้อจำกัดในการค้นหาเฉพาะภาษาอังกฤษ และคำค้นหาเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น ซึ่งอาจส่งผลให้จำนวนบทความที่รวบรวมได้อาจยังไม่ครอบคลุมถึงบทความในภาษาอื่น

3.2 อัตราการตีพิมพ์ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

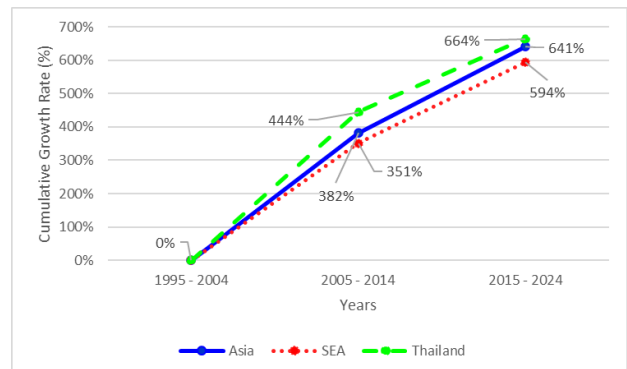
การวิเคราะห์แนวโน้มอัตราการเติบโตของการวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ เปรียบเทียบทุก 10 ปี ตั้งแต่ปี 1995 – 2024 เป็นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจถึงการพัฒนา และการให้ความสำคัญกับทรัพยากรน้ำในแต่ละทวีป จากข้อมูลที่รวบรวมมาประกอบด้วย ทวีปอเมริกา ยุโรป และเอเชีย และการวิเคราะห์อัตราการเติบโตของการตีพิมพ์บทความในประเทศไทย เปรียบเทียบกับภูมิภาค เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และ ทวีปเอเชีย

รูปที่ 4 แสดงอัตราการเติบโตของจำนวนบทความในแต่ละทวีป จากการวิเคราะห์ พบว่า ทวีปที่มีอัตราการเติบโตสะสมของการตีพิมพ์งานวิจัยสูงสุด คือทวีปยุโรป คิดเป็น 838% ในช่วงปี 2005 – 2014 เปรียบเทียบกับช่วงปี 1995 – 2004 และ 1132% ในช่วงปี 2015 – 2024 เปรียบเทียบกับ 2005 – 2014 แสดงให้เห็นว่าทวีปยุโรปมีการตื่นตัวในองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำเป็นอย่างมาก



รูปที่ 4 อัตราการเติบโตของจำนวนบทความที่ตีพิมพ์ในระดับทวีป

รูปที่ 5 แสดงอัตราการเติบโตของการตีพิมพ์บทความของประเทศไทย เปรียบเทียบกับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทวีปเอเชีย พบว่าประเทศไทยมีอัตราการเติบโตสะสมของการตีพิมพ์งานวิจัยสูงสุด คือ 664% ตัวเลขเหล่านี้อ้างอิงถึงการลงทุน และความสนใจอย่างมากในการวิจัยด้านทรัพยากรน้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากการผลักดันนโยบาย การสนับสนุนงบประมาณ และความพยายามในการหาทางออกให้กับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปัญหาภัยแล้งที่ทวีความรุนแรงขึ้น



รูปที่ 5 กราฟแสดงอัตราการเติบโตสะสมของจำนวนบทความที่ตีพิมพ์ในประเทศไทย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทวีปเอเชีย

ในส่วนของระดับเอเชียช่วงปี 2015 – 2024 อัตราการเติบโตสูงสุดคือเอเชีย 641%, รองลงมาคือ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 594% และสุดท้ายคือประเทศไทย 664% จะสังเกตว่าจากเดิมในช่วงปี 2005 – 2014 นั้นประเทศไทยมีอัตราการเติบโตสูงสุด แต่ในช่วง 10 ปีล่าสุดในภาพรวมของเอเชียนั้นมีอัตราการเติบโตที่สูงกว่า อาจเนื่องมาจากด้านนโยบาย และกฎหมาย หรือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างเช่น AI และ Machine Learning ซึ่งเข้ามาช่วยพัฒนาระบบพยากรณ์น้ำท่วม และการบริหารจัดการน้ำแบบเรียลไทม์ การใช้ Remote Sensing และ GIS ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศมหาอำนาจในโซนเอเชียอย่างเช่นจีน หรือประเทศที่มีเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย อย่างเช่น ญี่ปุ่น, สิงคโปร์, มาเลเซีย, อินโดนีเซีย จึงทำให้อัตราการเติบโตของงานวิจัยในภาพรวมของเอเชียกลับมาสูงขึ้น

3.3 ความถี่ในการใช้คำสำคัญตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

การศึกษานี้วิเคราะห์ความถี่ในการใช้คำสำคัญ (Keywords) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในช่วงปี 1995 ถึง 2024 โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1995 - 2004, 2005 - 2014 และ 2015 - 2024

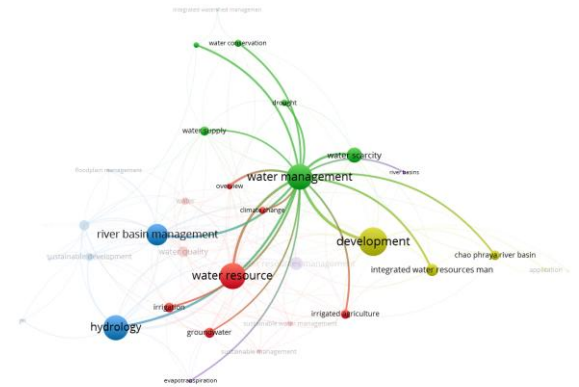
ในช่วงแรก (1995 - 2004) คำสำคัญที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ Water Management จำนวน 70 ครั้ง รองลงมาคือ Water Resources Management จำนวน 58 ครั้ง และ Water Quality จำนวน 38 ครั้ง แสดงถึงการให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการน้ำและคุณภาพน้ำในช่วงเริ่มต้นของการวิจัยด้านนี้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่ของคำสำคัญยอดนิยม 20 อันดับ ในงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ (1995–2004)

No.	Keywords	1995-1999	2000-2004	Total
1	WATER MANAGEMENT	23	47	70
2	WATER RESOURCES MANAGEMENT	17	41	58
3	WATER QUALITY	14	24	38
4	WATER SCARCITY	13	17	30
5	CHAO PHRAYA RIVER BASIN	14	13	27
6	SUSTAINABLE DEVELOPMENT	16	9	25
7	HYDROLOGY	7	15	22
8	IRRIGATION	12	9	21
9	RIVER BASIN MANAGEMENT	12	9	21
10	INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT	3	17	20
11	WATER RESOURCES	12	7	19
12	IRRIGATED AGRICULTURE	3	14	17
13	FLOOD MANAGEMENT	10	5	15
14	WATER POLICY		15	15
15	CLIMATE CHANGE	8	6	14
16	GROUNDWATER MANAGEMENT	5	9	14
17	POLLUTION	6	8	14
18	URBANIZATION	6	8	14
19	WATERSHED MANAGEMENT	5	9	14
20	WATER CONSERVATION	3	10	13

ในการวิเคราะห์นี้ ได้ใช้การสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ของคำสำคัญ (Keyword Network Analysis) ผ่านโปรแกรม VOSViewer เพื่อให้เห็นแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของการใช้คำสำคัญของบทความที่ได้รับความนิยมในแต่ละช่วงเวลา โปรแกรม VOSViewer ช่วยให้สามารถระบุคำสำคัญที่มีบทบาทสำคัญ รวมถึงแนวโน้มของคำที่เกิดขึ้นใหม่ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจทิศทางของงานวิจัยในแต่ละยุคสมัยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยภาพเครือข่ายที่ได้จาก VOSViewer มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่: 1. โหนด (Nodes) แสดงถึงคำสำคัญที่ถูกใช้ในงานวิจัย 2. ขนาดของโหนด ยิ่งคำสำคัญถูกใช้บ่อย ขนาดของโหนดจะยิ่งใหญ่ 3. เส้นเชื่อมโยง (Links): แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำสำคัญที่มักปรากฏร่วมกัน 4. กลุ่มสี (Clusters): แบ่งกลุ่มคำสำคัญตามความเชื่อมโยง

รูปที่ 6 แสดงแผนภาพเครือข่ายของคำสำคัญในงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ (1995–2004) พบว่า Water Management เป็นแกนกลางของความเชื่อมโยงของคำสำคัญ ซึ่งความเชื่อมโยงกับ Water Resources (ทรัพยากรน้ำ), Water Quality (คุณภาพน้ำ) และ Chao Phraya River Basin (ลุ่มน้ำเจ้าพระยา) ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการจัดการน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี 1995–2004 ลุ่มน้ำเจ้าพระยาต้องเผชิญกับปัญหาน้ำท่วม และภัยแล้ง ซึ่งจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ และการพัฒนาเทคนิคการบริหารจัดการน้ำเพื่อรักษาสสมดุลระหว่างการบรรเทาภัยน้ำท่วม และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร [12]



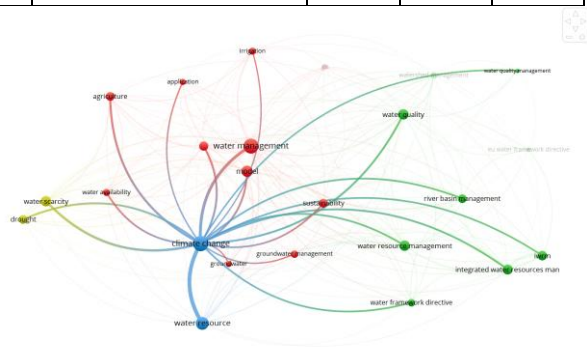
รูปที่ 6 แผนภาพเครือข่ายของคำสำคัญในงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ (1995–2004)

ตารางที่ 2 ความถี่ของคำสำคัญยอดนิยม 20 อันดับ ในงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ในช่วงปี 2005 - 2014 พบว่ามีการใช้คำสำคัญด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คำว่า Climate Change ปรากฏเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนถึง 223 ครั้ง สะท้อนถึงความตระหนักที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ นอกจากนี้คำว่า Water Management จำนวน 174 ครั้ง และ Water Resources Management จำนวน 167 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าการบริหารจัดการน้ำยังคงเป็นประเด็นที่ได้รับความนิยมต่อเนื่อง ในขณะเดียวกัน “Groundwater Management” (131 ครั้ง) มีการกล่าวถึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับช่วงปี 1995 - 2004 ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทที่เพิ่มขึ้นของน้ำใต้ดินในการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะในบริบทของภัยแล้งที่รุนแรงขึ้นในหลายพื้นที่

รูปที่ 7 แสดงโครงข่ายคำสำคัญแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่าง Climate Change และ Drought ซึ่งบ่งชี้ว่าภัยแล้งกลายเป็นผลกระทบสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้การศึกษาด้านการจัดการน้ำใต้ดินมีความสำคัญมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว แนวโน้มนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schütze ซึ่งได้ศึกษาผลกระทบของภัยแล้ง และความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรม ซึ่งเผชิญกับแนวโน้มภัยแล้งที่รุนแรงขึ้นและยาวนานขึ้น ผลลัพธ์ของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการจัดการน้ำใต้ดินอย่างมีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดผลกระทบของภัยแล้งต่อภาคเกษตรกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ [13]

ตารางที่ 3 แสดงความถี่ของคำสำคัญยอดนิยม 20 ในช่วง 2015 - 2024 คำว่า Climate Change มีความถี่สูงสุด (914 ครั้ง) สะท้อนถึงความท้าทายด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในภาวะโลกร้อน ขณะที่คำว่า “Water Resources Management” (413 ครั้ง) และ “Water Management” (372 ครั้ง) ยังคงเป็นหัวข้อสำคัญ นอกจากนี้ คำที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น “Artificial Intelligence” (104 ครั้ง) และ “Machine Learning” (103 ครั้ง) ได้ปรากฏขึ้นอย่างเด่นชัด บ่งชี้ถึงการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านนี้ ดังแสดงใน

No.	Keywords	2005-2009	2010-2014	Total
1	CLIMATE CHANGE	42	181	223
2	WATER MANAGEMENT	58	116	174
3	WATER RESOURCES MANAGEMENT	60	107	167
4	WATER QUALITY	67	84	151
5	GROUNDWATER MANAGEMENT	50	81	131
6	WATER SCARCITY	25	85	110
7	WATER RESOURCES	32	63	95
8	WATERSHED MANAGEMENT	25	39	64
9	GROUNDWATER RESOURCES	21	34	55
10	RIVER BASIN MANAGEMENT	34	21	55
11	INTEGRATEDWATER RESOURCES MANAGEMENT	17	33	50
12	HYDROLOGICAL MODELING	11	38	49
13	IRRIGATION	16	31	47
14	SUSTAINABLE DEVELOPMENT	17	29	46
15	WATER FRAMEWORK DIRECTIVE	20	26	46
16	WATER WITHDRAWAL	15	27	42
18	HYDRODYNAMIC BEHAVIOR	15	26	41
20	PIEZOMETRIC HEAD	15	26	41



ตารางที่ 3 ความถี่ของคำสำคัญยอดนิยม 20 อันดับ ในงานวิจัยด้านวิศวกรรม
ทรัพยากรน้ำ (2015-2024)

No.	Keywords	2015 - 2019	2020 - 2024	Total
1	CLIMATE CHANGE	304	610	914
2	WATER RESOURCES MANAGEMENT	170	243	413
3	WATER MANAGEMENT	107	265	372
4	WATER SCARCITY	121	162	283
5	WATER QUALITY	105	109	214
6	WATER RESOURCES	90	109	199
7	SUSTAINABLE DEVELOPMENT	57	88	145
8	HYDROLOGICAL MODELING	62	78	140
9	GROUNDWATER MANAGEMENT	52	83	135
10	WASTEWATER TREATMENT	38	84	122
11	FLOOD MANAGEMENT	31	89	120
12	REMOTE SENSING	19	98	117
13	FLOOD RISK MANAGEMENT	61	53	114
14	IRRIGATION	36	76	112
15	SUSTAINABILITY	23	87	110
16	DROUGHT	30	79	109
17	GROUNDWATER RESOURCES	41	68	109
18	ARTIFICIAL INTELLIGENCE	11	93	104
19	MACHINE LEARNING	8	95	103
20	EVAPOTRANSPIRATION	35	51	86

จากการวิเคราะห์โครงข่ายคำสำคัญผ่าน VOSViewer และข้อมูลเชิงตัวเลขพบว่า ปี 2020-2024 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในการแก้ปัญหาและบริหารจัดการน้ำ โดยคำสำคัญ “Artificial Intelligence” ถูกนำมาเชื่อมโยงกับคำสำคัญอื่น เช่น “Machine Learning”, “Internet”, “IoT”, “Climate Change”, “Remote Sensing” และ “Sustainable Water Management” ซึ่งสะท้อนแนวโน้มของงานวิจัยที่ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีขั้นสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ และรับมือกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

รูปที่ 8 แผนภาพเครือข่ายของคำสำคัญในงานวิจัยด้านวิศวกรรม
ทรัพยากรน้ำ (2015–2024) แสดงกลุ่มคำสำคัญที่เชื่อมโยงกับ Climate
Change พบว่า Climate Change ถูกนำมาใช้เป็นแกนในการวิเคราะห์วิจัย
อย่างแพร่หลาย สาเหตุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่ง

WRE-08-6

Climate Change	
Keywords	Link Strength
Water resource	189
Water scarcity	139
Drought	134
Agriculture	104
Water resource management	64

Figure 1 is a network diagram illustrating the relationships between various research topics in smart agriculture. The nodes are colored circles of varying sizes, and the edges are colored lines of varying thicknesses. The central node is 'climate change' (green). Other prominent nodes include 'water scarcity' (blue), 'water resource management' (blue), 'water security' (blue), 'water conservation' (blue), 'water efficiency' (blue), 'water quality' (blue), 'water management' (blue), 'water use' (blue), 'water supply' (blue), 'water demand' (blue), 'water allocation' (blue), 'water distribution' (blue), 'water infrastructure' (blue), 'water governance' (blue), 'water policy' (blue), 'water law' (blue), 'water economics' (blue), 'water sociology' (blue), 'water history' (blue), 'water culture' (blue), 'water art' (blue), 'water literature' (blue), 'water media' (blue), 'water communication' (blue), 'water education' (blue), 'water training' (blue), 'water research' (blue), 'water innovation' (blue), 'water development' (blue), 'water sustainability' (blue), 'water resilience' (blue), 'water adaptation' (blue), 'water mitigation' (blue), 'water prevention' (blue), 'water control' (blue), 'water regulation' (blue), 'water supervision' (blue), 'water inspection' (blue), 'water monitoring' (blue), 'water evaluation' (blue), 'water assessment' (blue), 'water analysis' (blue), 'water synthesis' (blue), 'water application' (blue), 'water implementation' (blue), 'water operation' (blue), 'water maintenance' (blue), 'water management' (blue). The diagram shows a complex web of connections between these topics, with 'climate change' being the most central and 'water scarcity' being another highly connected node. The edges represent the strength of the relationships, with thicker lines indicating stronger connections. The nodes are also labeled with their respective keywords and link strengths, as shown in the table below.

Keywords	Link Strength
Machine Learning	52
Internet	28
IoT	21
Climate Change / Remote sensing	14
Sustainable water management	13

Region	1995-2004	2005-2014	2015-2024
America	27.97	40.63	9.07
Asia	18.56	25.48	9.25
Europe	23.54	22.53	15.36
SEA	19.64	28.58	8.63
Thailand	13.72	13.97	6.43

ในช่วงปี 2005-2014 จำนวนการอ้างอิงต่อบทความโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกภูมิภาค โดยเฉพาะ America ที่เพิ่มขึ้นเป็น 40.63 ครั้งต่อบทความ การเพิ่มขึ้นของจำนวนการอ้างอิงสะท้อนถึงการขยายตัวของงานวิจัย และการยอมรับในระดับสากลของบทความจากภูมิภาค

ในขณะที่ช่วงปี 2015-2024 พบว่ามีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยการอ้างอิงต่อบทความในทุกภูมิภาคลดลง โดย America ลดลงเหลือ 9.07 Asia ลดลงเหลือ 9.25 และ SEA อยู่ที่ 8.63 ส่วน Thailand ยังคงมีค่าต่ำสุดที่ 6.43 แต่โซนยุโรปนั้นมีค่าเฉลี่ยการอ้างอิงต่อบทความมากที่สุด คือ 15.36 การอ้างอิงต่อบทความแม้ว่าจะมีค่าที่ต่างจากช่วงปีก่อน แต่แนวโน้มนี้อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนบทความโดยรวม ทำให้ค่าเฉลี่ยของการอ้างอิงลดลง เพราะเมื่อดูจำนวนบทความที่ตีพิมพ์จากฐานข้อมูลด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำใน CrossRef พบว่าจำนวนบทความที่ถูกตีพิมพ์มีจำนวนมากขึ้นถึง 4-5 เท่าในช่วงปี 2015 – 2024 เมื่อเทียบกับปี 2005-2014

4. การอภิปรายผล

4.1 แนวโน้มการวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในอนาคต

งานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในปัจจุบันมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมากขึ้น เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคาดการณ์ การเฝ้าระวัง และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตัวอย่างของแนวโน้มที่สำคัญ ได้แก่ การใช้ AI และ Machine Learning ในการพยากรณ์น้ำท่วม และภัยแล้ง การประยุกต์ใช้ Internet of Things (IoT) และเซ็นเซอร์อัจฉริยะ: การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปัจจัยทางอุทกวิทยาแบบเรียลไทม์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบน้ำภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การใช้เทคโนโลยี GIS และ Remote Sensing: การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำและการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (Integrated Water Resources Management - IWRM) การพัฒนานโยบายมีส่วนร่วมของชุมชนและการบริหารจัดการน้ำในลักษณะที่เชื่อมโยงระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน

จากผลการศึกษพบว่า ในอนาคตงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำจะมีบทบาทมากขึ้นในการตอบสนองต่อความท้าทายใหม่ ๆ เช่น การบริหารจัดการน้ำในภาวะโลกร้อน การพัฒนาระบบการบริหารจัดการน้ำแบบอัจฉริยะ และการบูรณาการการบริหารจัดการน้ำจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายเพื่อสร้างระบบเตือนภัยที่แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ การใช้ LLMs และ AI ในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลน้ำ เพื่อช่วยประมวลผลข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำ เช่น รายงานวิจัย ข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลเซ็นเซอร์ เพื่อสร้างแบบจำลองที่แม่นยำและสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการบริหารจัดการได้รวดเร็วยิ่งขึ้น การใช้ LLMs และ AI จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่

สามารถให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ที่มีความรวดเร็วและช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากขึ้น

4.2 บริบทของประเทศไทยในงานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ในการประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่

ในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการนำ AI และ LLMs มาใช้ในงานด้านทรัพยากรน้ำมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น การใช้แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในไทยยังคงต้องเผชิญกับข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ โดยอนาคตหากสามารถผสานเทคโนโลยี AI และ LLMs เข้ากับระบบบริหารจัดการน้ำของประเทศ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการคาดการณ์แนวโน้มของปัญหา และปรับปรุงประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไขปัญหการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้ LLMs ในการประมวลผลข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ ตัดสินใจด้านนโยบาย และการกำหนดมาตรการในภาวะวิกฤติ เช่น การพยากรณ์สถานการณ์น้ำท่วม การวางแผนการใช้น้ำในภาวะขาดแคลน รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่มีต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ เนื่องจากประเทศไทยเผชิญกับปัญหา และจำเป็นต้องเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำจากปัจจัยทางธรรมชาติ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอยู่อย่างต่อเนื่อง เช่น น้ำท่วมและภัยแล้งที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้น และการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ แนวทางการบริหารจัดการน้ำในประเทศมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ และระบบชลประทาน หากมีการพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลและระบบข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

จากการผลการศึกษสามารถวิเคราะห์แนวโน้มงานวิจัยด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ พบว่า ประเทศไทยมีการเติบโตของงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนถึงการตื่นตัวต่อประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ น้ำท่วม และความยั่งยืน การวิเคราะห์แนวโน้มในช่วงเวลา 10 ปีหลัง และการจำแนกตามภูมิภาคสามารถแสดงภาพรวมพัฒนาการขององค์ความรู้ทั้งในระดับโลกและระดับท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ อีกทั้งการวิเคราะห์ชุดค่าสำคัญ และอัตราการอ้างอิงต่อบทความ ยังช่วยระบุแนวโน้มการวิจัยในหัวข้อที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์การวิจัย และสามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ เพื่อสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีทั้ง LLM และ AI ในการช่วยการตัดสินใจ ตั้งแต่ ระดับนโยบาย ถึงระดับภูมิภาค ผลการศึกษาเพื่อวางแผนทางความร่วมมือและการจัดสรรงบประมาณในระดับการวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยี นอกจากนี้ชุดค่าสำคัญและโครงสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากการประมวลผลของ LLMs สามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาโมเดล AI เฉพาะทาง เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ

บริหารจัดการน้ำ (WaterGPT) อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสำหรับการค้นคว้างานวิจัยที่เฉพาะด้านเจาะจง ในระดับชุมชน หน่วยงานท้องถิ่นสามารถนำเครื่องมือที่พัฒนาจาก LLMs ไปใช้เพื่อสนับสนุนการวางแผน การแจ้งเตือนภัย และการสื่อสารข้อมูลแก่ประชาชนในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและเข้าถึงได้สะดวก โดยเฉพาะในบริบทของพื้นที่ที่ต้องการการตัดสินใจเชิงพื้นที่แบบเฉพาะกรณี

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ยังคงต้องได้รับการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้จากกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประกอบด้วยนักวิจัยและนิสิต/นักศึกษา ผู้กำหนดนโยบาย หน่วยงานภาครัฐและท้องถิ่น นักพัฒนาเทคโนโลยี AI สถาบันการศึกษา และองค์กรระหว่างประเทศ ที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอด และเสนอแนะกรอบแนวทางการประยุกต์ใช้ LLMs ดังกล่าวที่ยังไม่สะท้อนถึงศักยภาพของเทคโนโลยี หากผลการศึกษาถูกนำไปใช้ในเชิงวิชาการ และสามารถนำไปสู่การใช้งานจริงในหลากหลายมิติที่ส่งเสริมการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนในบริบทของประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม

5. บทสรุป

การศึกษาแนวโน้มการวิจัยและการประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ในงานวิศวกรรมทรัพยากรน้ำในบริบทของประเทศไทยนี้ เน้นให้เห็นถึงแนวโน้มการวิจัยในด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำของโลก และกล่าวในบริบทของประเทศไทย โดยบทความที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นำมาจากฐานข้อมูล SciSpace และ CrossRef ครอบคลุมเนื้อหาตั้งแต่ ปี 2005-2024 และนำมาวิเคราะห์โดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLMs) เพื่อประเมินพัฒนาการของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของงานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงนโยบายและแนวทางปฏิบัติที่มุ่งเน้นการบริหารจัดการความเสี่ยงจากน้ำในเขตเมืองอย่างยั่งยืนมากขึ้น และในช่วงปี 2015-2024 พบว่า แนวโน้มการวิจัยจะมุ่งเน้นไปด้านการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบน้ำภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การใช้เทคโนโลยี GIS และ Remote Sensing ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำและการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (Integrated Water Resources Management - IWRM) และในปัจจุบันและแนวโน้มการพัฒนาบทความวิจัยในอนาคต การใช้ AI และ Machine Learning ในการพยากรณ์น้ำท่วมและภัยแล้ง การประยุกต์ใช้ Internet of Things (IoT) และเซ็นเซอร์อัจฉริยะ: การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปัจจัยทางอุทกวิทยาแบบเรียลไทม์เพื่อการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการพัฒนาและประยุกต์ใช้ LLM ให้สามารถพยากรณ์คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำ โดยในปัจจุบัน ประเทศไทยเริ่มมีการนำ AI และ LLMs มาใช้ในงานด้านทรัพยากรน้ำมากขึ้น มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น

การใช้แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในไทยยังคงต้องเผชิญกับข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน ข้อมูล และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญที่มีอยู่อย่างจำกัด และการเผชิญกับปัญหาและความท้าทายด้านทรัพยากรน้ำจากปัจจัยทางธรรมชาติและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอยู่อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณอย่างสุดซึ้งต่อหน่วยงาน สถาบัน และบุคคลที่มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ ข้อมูล และทรัพยากรที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้การสนับสนุนด้านวิชาการ และฐานข้อมูลซึ่งเป็นทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ทุนสนับสนุนและสถานที่วิจัยที่เอื้อประโยชน์ต่อการศึกษานี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนที่ให้การกำลังใจและการสนับสนุนตลอดระยะเวลาของการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริรัตน์ สังขรักษ์, พชชาพันธ์ รัตนพันธ์, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์ และ สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ (2563). ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อทรัพยากรน้ำและการจัดการ. *วารสารสิ่งแวดล้อมไทย*, ปีที่ 24, ฉบับที่ 1 หน้า 1-8.
- [2] ภัทรพร สร้อยทอง; กรรณิการ์ จันทร์จิตฟ้า; สุชาติ ชายหา; นราธิป เพ่งพิศ (2562). *การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ เมืองและการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ*. มหาวิทยาลัยบูรพา, 186 หน้า.
- [3] Yaseen, Z.M., Sulaiman, S.O., Deo, R.C. and Chau, K.W. (2019). An enhanced extreme learning machine model for river flow forecasting: State-of-the-art, practical applications in water resource engineering area and future research direction. *Journal of Hydrology*, 569, pp. 387–408.
- [4] Wei, Y., Wang, Z., Wang, H., Yao, T. and Li, Y. (2018). Promoting inclusive water governance and forecasting the structure of water consumption based on compositional data: A case study of Beijing. *Sci. Total Environment*, 634, pp. 407–416.
- [5] Chang, F.J., Chen, P.A., Lu, Y.R., Huang, E. and Chang, K.Y. (2014). Real-time multi-step ahead water level forecasting

- by recurrent neural networks for urban flood control. *Journal of Hydrology*, 517, pp. 836–846.
- [6] ต้อง พันธ์งาม, ณภัทร น้อยน้ำใส และ นิรันดร์ คงฤทธิ์ (2564). การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน เขตลุ่มน้ำลำเชียงไกรตอนล่าง ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. *วารสารวิจัยวิชาการ*. ปีที่ 4, ฉบับที่ 2, หน้า 71-84.
- [7] Kiriwong, P., Glahan, W., Thongnirun, J., Siddichai, S., Koonsanit, K., Watcharanurak, P., Prom-On, S. and Jangsamsi, K. (2024). Waterline detection and water level estimation based on HED edge detection. *21st International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2024)*, Phuket, Thailand, 13 February 2024, pp. 712-719.
- [8] Vekaria, D. and Sinha, S. (2024). aiWATERS: an artificial intelligence framework for the water sector. *Discover Water*, 3(6). pp.1-23.
- [9] Khosravi, A. and Ashkpour, M. (2024). Machine learning and digital innovation for managing and monitoring water resources. In Moussaoui, M. and Rachid, A. (Eds.), *Emerging Trends and Technologies in Water Management and Conservation*. IGI Global Scientific Publishing., pp.241-284.
- [10] Sirikarin, K. and Khonthapagdee, S. (2023). Machine learning techniques for water quality classification of Thailand's rivers," *20th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*. Phitsanulok, Thailand, 28 June - 01 July 2023 pp. 470-475.
- [11] Nees Jan van Eck and Ludo Waltman (2023) VOSviewer Manual Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands 54 p.
- [12] Chompadist, C., Molle, F. and Durongdet, S. (2000). Flood management and flood prone rice systems in the Chao Phraya delta. *The International Conference of The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics, and Challenges of Thailand's Rice Bowl*. Bangkok Thailand, 12-15 December 2000, pp. 335-360.
- [13] Schütze, N. and Wagner, M. (2013). Integrated management of water resources demand and supply in irrigated agriculture from plot to regional scale. *International Association of Hydrological Sciences*, 373, 51–55.
- [14] Burrell, B. C., Davar, K. and Hughes, R. (2007). A review of flood management considering the impacts of climate change. *Water International*, 32(3), 342–359.