รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบการจำลองแบบอัตโนมัติสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าผิวดิน และประเมินความต้องการน้ำชลประทานเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Development of automatic simulation system for predicting surface runoff and estimating irrigation water requirement to support water management in the Chao Phraya River Basin

โดย

ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.จักกริช พฤษการ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2566

มีนาคม 2567

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการศึกษาการพัฒนาระบบการจำลองแบบอัตโนมัติสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าผิวดินและประเมินความต้องการน้ำชลประทานเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเชื่อมต่อข้อมูลการประเมินความต้องการน้ำชลประทาน และการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า รวมถึงการปรับปรุงระบบการใช้งานที่ผ่านมาที่ได้มีการดำเนินงานควบ คู่ไปกับข้อมูลจริงในกิจกรรม CO-RUN ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

โครงการได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการคาดการณ์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและความต้องการน้ำชลประทานแบบอัตโนมัติ โดยได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีการ API ซึ่งมีสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ทำการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสิ้น 34 สถานี สถานีตรวจวัดน้ำท่าจำนวน 137 สถานี ข้อมูลอ่างเก็บน้ำจำนวน 102 แห่ง (อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 11 แห่ง และอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง 91 แห่ง) ข้อมูลปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำ 42 แห่ง และข้อมูลพยากรณ์ฝนล่วงหน้าระยะสั้น 14 วัน ในรูปแบบ Grid ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา นอกจากนั้นยังได้มีการรวบรวมชุดข้อมูลฝนตรวจวัดเชิงพื้นที่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลการคายระเหยน้ำจริง เพื่อใช้ประเมินความต้องการน้ำชลประทาน

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ถูกนำเข้าสู่แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า DWCM-AgWU เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในรูปแบบอัตโนมัติทั้งสภาวะน้ำท่าในกรณีปัจจุบัน รวมถึงการคาดการณ์น้ำท่าในอนาคตจากข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้าระยะสั้น 14 วัน และได้มีการเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่ากับผลที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี (N.22A, W.4A, CT.2A และ C.29A) เพื่อประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง โดยมีผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี การคำนวณปริมาณน้ำท่าทั้งหมดนั้นได้มีการทำงานและการแสดงผลอยู่ในรูปแบบอัตโนมัติ

นอกจากนั้นยังได้มีการพัฒนาโมดูลการประเมินความต้องการน้ำด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อประเมินพื้นที่เพาะปลูกและความต้องการน้ำชลประทานสุทธิล่วงหน้า 14 วัน สำหรับพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา 34 โครงการ โดยงานวิจัยนี้ได้เสนอแนะการใช้ค่าอัตราส่วนน้ำชลประทานที่จัดสรร (Allocation Requirement Ratio: ARR) เพื่อปรับลดความต้องการน้ำชลประทานสุทธิให้เหมาะสมกับพื้นที่ พบว่าสามารถลดความต้องการน้ำชลประทานได้เฉลี่ยปีละ 2,897.14 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 21.8% ของความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ) นอกจากนี้ได้ทำการประเมินความต้องการน้ำของโครงการชลประทานขนาดเล็กได้เฉลี่ยปีละ 1,757.92 ล้านลูกบาศก์เมตร และโครงการสูบน้ำเฉลี่ยปีละ 597.17 ล้านลูกบาศก์เมตร ผลลัพธ์ของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าและการประเมินความต้องการน้ำชลประทานสุทธิยังได้ถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการเขื่อนในกิจกรรม CO-RUN ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้เป็นการส่งข้อมูลอัตโนมัติด้วย API ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบการบริหารจัดการเขื่อนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง สะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

Abstract

The project of development an automatic simulation system for predicting the surface runoff and estimating irrigation water requirement to support water management in the Chao Phraya River basin aims to develop an automatic system for assessing irrigation water requirement and surface runoff prediction. An improvement of the system applied in CO-RUN working group has also been concerned. The database system has been developed to connect data related to calculating both surface runoff and irrigation requirement from all relevant agencies using API. 34 climate stations, 137 water level stations, 102 reservoirs (11 large and 91 medium-reservoirs), 42 water gages, 14-days predicted rainfall gridded data, observed rainfall and evapotranspiration by satellite were collected in the system.

The data was used in the DWCM-AgWU model to automatically assess runoffs under current and future conditions for 14-days in advance. Rainfall generations and observed data at 4 stations (N.22A, W.4A, CT.2A and C.29A) were compared to assess the model performance and good results were presented. All surface runoff results were automatically calculated and presented.

The water requirement module was developed using geographic information system (GIS) and satellite remote sensing imagery to calculate cropping area and irrigation requirement 14-days in advance for 34 Operation and Maintenance Projects. Allocation Requirement Ratio (ARR) used to adjust the net irrigation water requirements for each area was calculated. This approach was able to reduce irrigation requirement around 2,897.14 MCM per year (21.8%). Water requirements of small-scale irrigation projects and pumping projects were also estimated at 1,757.92 MCM and 597.17 MCM. All outputs of this project have been used as supporting data for dam management in CO-RUN activities for highly effective dam management.

บทสรุปผู้บริหาร

การบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในปัจจุบันมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ตามบริบทของเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลง การตัดสินใจบริหารจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของประเทศจึงมีความซับซ้อนและต้องอาศัยข้อมูลประกอบการตัดสินใจจำนวนมาก อย่างไรก็ตามจากการวิจัยในแผนงานเข็มมุ่งด้านการบริหารจัดการน้ำ ในระยะที่ 1 และ 2 ที่ผ่านมาได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือและเทคโนโลยีทันสมัยเพื่อประกอบการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาให้มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น โดยใช้กระบวนการวิจัยและมีความเชื่อมโยงจากหลายโครงการ ผ่านกิจกรรม CO-RUN ได้แก่ 1) การคาดการณ์ปริมาณฝนราย 2 สัปดาห์ล่วงหน้า ดำเนินการโดยสำนักงานสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) 2) การประเมินปริมาณน้ำท่าและความต้องการน้ำ ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3) การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล ดำเนินการโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผลการวิจัยได้เชื่อมโยงกันเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองที่สนับสนุนการตัดสินใจในการระบายน้ำด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์จากอ่างเก็บน้ำ 4 เขื่อนหลัก ซึ่งประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ซึ่งดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยมหิดล

อย่างไรก็ตาม การดำเนินการวิจัยผ่านกระบวนการวิจัย CO-RUN ยังอาศัยการส่งผ่านข้อมูลผ่านผู้วิจัยแต่ละโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น เพื่อให้การเชื่อมโยงข้อมูลมีความรวดเร็วในการบริหารจัดการน้ำ ในงานวิจัยในระยะที่ 3 นี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลแบบอัตโนมัติ การศึกษาครั้งนี้จึงได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาระบบการจำลองแบบอัตโนมัติสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าผิวดินและประเมินความต้องการน้ำชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยต่อยอดผลการศึกษาจากในระยะที่ 1 และ 2 ให้สามารถใช้การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าผิวดินและความต้องการน้ำชลประทานสุทธิล่วงหน้าในระยะสองสัปดาห์ (14วัน)

ผลจากงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลโดยการออกแบบเพื่อนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการคาดการณ์ข้อมูลปริมาณน้ำผิวดินและความต้องการน้ำชลประทานสุทธิผ่านระบบ API และส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลในรูปแบบของ Dashboard ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในปัจจุบัน และข้อมูลการคำนวณในอดีตที่ผ่านมาได้ รวมทั้งส่งข้อมูลให้กับทีมวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดลในรูปแบบอัตโนมัติผ่านระบบ API ซึ่งระบบการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าอัตโนมัติ ระบบฐานข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูลรวมถึงระบบแสดงผลได้ถูกถ่ายทอดให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง ได้แก่ กรมชลประทาน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาระบบ รวมถึงเสนอแนวทางการใช้งาน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของกรมชลประทานสามารถใช้งานระบบเพื่อการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการประเมินปริมาณน้ำผิวดิน ได้ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าจากข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้าระยะสั้น 14 วัน ณ สถานีตรวจวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี (N.22A, W.4A, CT.2A และ C.29A) โดยแบบจำลองสามารถประเมินปริมาณน้ำที่ไหลตามธรรมชาติไม่ได้มีการควบคุม (Side Flow) และกำหนดจากแบบจำลองให้ไม่มีการปล่อยน้ำออกจากเขื่อนและไม่มีการผันน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ เพื่อประเมินถึงปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา เพื่อสามารถนำไปใช้ประกอบการ

ตัดสินใจปรับลดปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อนหลักได้ โดยมีสมมติฐานว่าสามารถนำปริมาณน้ำ Side Flow ไปใช้ทดแทนความต้องการน้ำได้

สำหรับการประเมินความต้องการน้ำชลประทานสุทธิโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ได้ประเมินพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิเพื่อการเกษตรในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนล่าง ลุ่มน้ำน่านตอนล่าง และลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 34 โครงการ พบว่า มีความต้องการน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 13,282.70 ล้าน ลบ.ม. รวมทั้งความต้องการน้ำของโครงการชลประทานขนาดเล็กและโครงการสูบน้ำของ อปท. เฉลี่ยปีละประมาณ 2,355.09 ล้าน ลบ.ม. โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดแนวคิดการใช้แฟกเตอร์อัตราส่วนน้ำชลประทานที่จัดสรร (Allocation Requirement Ratio: ARR) เพื่อปรับลดความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ โดยมีสมมติฐานว่าในพื้นที่ชลประทานสามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น อาทิ แม่น้ำ แหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติ น้ำใต้ดิน ซึ่งหากมีการใช้งานแฟกเตอร์ดังกล่าวจะสามารถลดปริมาณความต้องการน้ำชลประทานได้เฉลี่ยปีละ 2,897.14 ล้าน ลบ.ม. (คิดเป็น 21.8% ของความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ) และสามารถนำไปใช้ปรับปรุงแผนการจัดสรรน้ำของอ่างเก็บน้ำหลักสำหรับบริหารจัดการน้ำชลประทานในพื้นที่ราบภาคกลางได้อย่างแม่นยำมากขึ้น