

การจำลองเหตุการณ์อุทกภัยเนื่องจากธารน้ำแข็งแตกภูเขาสหราชอาณาจักร อินเดีย โดยแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood The Simulations of Glacier Burst Flooding in Uttarakhand, India using iRIC-Nays2DFlood Model

ชลลดา ยวงใย^{1,*} สนิท วงษา²

¹ โรงเรียนสารวิทยา จ.กรุงเทพมหานคร

² สาขาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร

*Chonlada Yuangyai; E-mail address: pookplee@gmail.com

บทคัดย่อ

ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2564 ธารน้ำแข็งของเทือกเขานันทาเทวีเกิดการพังทลาย ในรัฐอุตตราขันธ์ ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย และส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga สร้างความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สินและโครงสร้างพื้นฐานของผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ท้ายน้ำ ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นในการนำโปรแกรมแบบจำลองทางชลศาสตร์ iRIC-Nays2DFlood ที่ได้รับการพัฒนาจาก Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center ประเทศญี่ปุ่น มาใช้ในการทดสอบและจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถลอกเลียนแบบและแสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ได้คล้ายคลึงกับเหตุการณ์น้ำท่วมในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga ได้จริง ถึงแม้ว่าเป็นพื้นที่ห่างไกลและไม่มีข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลอุทกวิทยาก็ตาม นอกจากนี้ผลที่ได้รับจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถนำมาสร้างภาพเคลื่อนไหวที่เข้าใจได้ง่าย และนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลกระทบและแนวทางการป้องกันของเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

คำสำคัญ: ธารน้ำแข็งแตก, รัฐอุตตราขันธ์, แบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

Abstract

In February 2021, The Nanda Devi glacier burst in Uttarakhand, Northern India. It caused flooding in the Dhauliganga River and the Rishi Ganga River that impacted damage to life, property, and infrastructure in the downstream area. This research focused on flood simulations using iRIC-Nays2DFlood. The Foundation of Hokkaido River Disaster

Prevention Research Center, Japan, has developed the model to test and simulate the Dhauliganga River and the Rishi Ganga River. The results revealed that iRIC-Nays2DFlood had consistent behavior and was very similar to the behavior of flood in the Dhauliganga River and the Rishi Ganga River. However, flooding in remote areas and no geographic, hydrological, or meteorological data. Furthermore, the results of simulations using iRIC-Nays2DFlood can be used to create animations that are easy to understand and can be applied to study the effects and flood preventive planning in the future.

Keywords: Glacier burst, Uttarakhand, iRIC-Nays2DFlood Model

1. คำนำ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น การเกิดอุทกภัย การเกิดพายุ แผ่นดินไหว และแผ่นดินถล่ม เป็นต้น ล้วนแต่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยที่เราไม่คาดคิด ส่งผลทำให้ในหลายพื้นที่ได้รับความเสียหายอย่างหนัก ซึ่งหากเราได้รับข้อมูลการแจ้งเตือนภัย การพยากรณ์ล่วงหน้าที่มีความถูกต้อง แม่นยำ ก็จะสามารถเตรียมความพร้อมในการรับมือและช่วยลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าความก้าวหน้าของระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้มีโปรแกรมแบบจำลองที่หลากหลาย ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในแจ้งเตือน การพยากรณ์ การวางแผนป้องกันการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และใช้งานได้ง่าย ซึ่งปัจจุบันจะพบว่า มีงานวิจัยที่ได้นำโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมทางชลศาสตร์ และการป้องกันการเกิดอุทกภัย อาทิ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ ภาคกลางของประเทศไทยปี 2554 โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Nays2DFlood และงานวิจัยที่ได้จำลองพฤติกรรมของการขนส่งของตะกอน

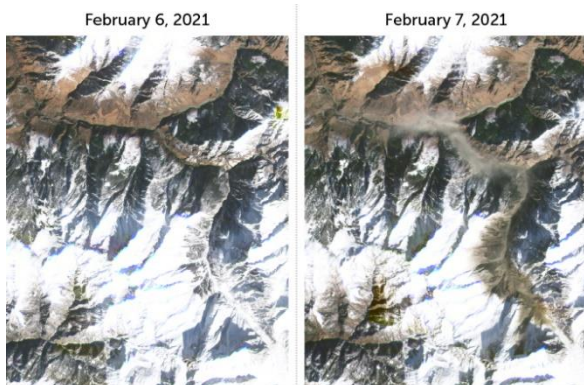
แบบ 2 มิติ ในบริเวณพื้นที่ Kamijoro Intake ในประเทศอินโดนีเซีย โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC Nays2DH ที่ได้รับการพัฒนามาจาก The Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (RIC) [3] [5]

เมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2564 เกิดเหตุการณ์อุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga ในรัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าว เกิดจากการละลายของธารน้ำแข็ง Nanda Devi Group Glacier บนเทือกเขานันทาเทวี ส่งผลทำให้หิมะที่ปกคลุมบนก้อนหินขนาดใหญ่เกิดการถล่มและเคลื่อนตัวไหลสู่มแม่น้ำ Rishi Ganga และแม่น้ำ Dhauliganga อย่างฉับพลัน สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว [2] [4] แสดงดังภาพที่ 1 ถึง 2

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ iRIC-Nays2DFlood ที่ได้รับการพัฒนามาจากประเทศญี่ปุ่น นำมาใช้ในการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ จากเหตุการณ์อุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga ในรัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย เพื่อเป็นแนวทางในการนำข้อมูลและโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนหรือป้องกันปัญหาเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อื่น ๆ ได้อีกในอนาคต



รูปที่ 1 ดาวเทียมแสดงรอยแตกบน Nanda Devi Group ที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็ง (ที่มา NASA's Earth Observatory)



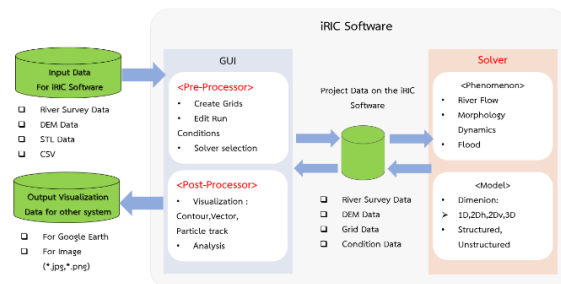
รูปที่ 2 ก่อนและหลังน้ำท่วมใหญ่ในรัฐอุตตราขัณฑ์ ของอินเดีย (ที่มา <https://www.sciencenews.org>)

2. โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

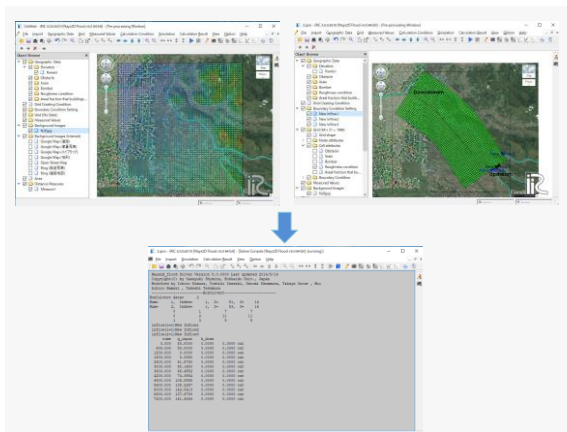
โปรแกรมแบบจำลอง iRIC (version 4.0) เป็นโปรแกรม Freeware ซึ่งได้รับการพัฒนาโปรแกรมขึ้นโดย The Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (RIC) แห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม พร้อมทั้งคู่มือในการใช้งานได้ที่จากเว็บไซต์ <https://i-ric.org/en/> นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในประเทศไทย และต่างประเทศที่ได้นำโปรแกรมแบบจำลองของ iRIC มาใช้ในการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์อย่างแพร่หลาย [1] [3] [5] [6]

หลักการทำงานของโปรแกรมแบบจำลอง iRIC จะมีระบบการปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง สามารถใช้งานได้ง่าย โดยแบ่งออกเป็นส่วนการจัดเตรียมข้อมูลและประมวลผลกลาง ตลอดจนส่วนการนำเสนอผลการคำนวณ สามารถดึงข้อมูลผลเฉลยที่บันทึกเก็บไว้ในไฟล์มาแสดงเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวร่วมกับรูปภาพหรือแผนที่ นอกจากนี้ยังแสดงผลการคำนวณต่าง ๆ บน Google Earth ได้อีกด้วย ทำให้สามารถมองเห็นเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

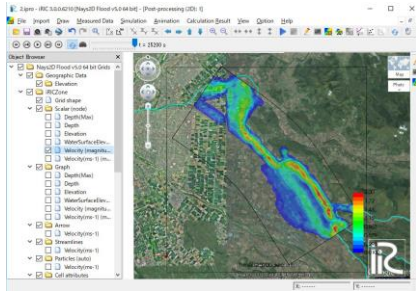
โดยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC มีลักษณะของระบบโครงสร้างที่ออกแบบไว้ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนดังนี้ (1) Pre-processor (2) Post-processor และ (3) Solver แสดงดังรูปที่ 3 ถึง 5 โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้โมดูล iRIC-Nays2DFlood (version 4.0) ในการสร้างแบบจำลอง



รูปที่ 3 ผังจำลองระบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมแบบจำลอง iRIC (ที่มา <https://i-ric.org/>)



รูปที่ 4 หน้าต่างของ Pre-processor และแสดงผลการคำนวณ



รูปที่ 5 หน้าต่างของ Post-processor และแสดงผลบน Google Earth

3. ทฤษฎีพื้นฐาน

3.1 สมการการไหลของน้ำ

สมการพื้นฐานที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC จะประกอบด้วยสมการการไหลต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ซึ่งในระบบพิกัดแบบฉากเขียนได้เป็น

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left[v \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v \frac{\partial(hu)}{\partial y} \right] \quad (2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left[v \frac{\partial(hv)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right] \quad (3)$$

โดยที่กำหนดให้ h เป็นความลึก, u, v เป็นความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้ง, $\tau_{x,y}$ เป็นความเค้นเฉือนในแนวแกน x กับ y , ρ เป็นความหนาแน่นของน้ำ, H เป็นค่าเสาระดับ ($H = z_b + h$), z_b เป็นระดับของท้องน้ำ, v เป็นความหนืดจลน์, t เป็นเวลา และ x, y เป็นแนวแกนของระบบพิกัดแบบฉากตามทิศทางการไหลกับทิศที่ตั้งฉากตามลำดับ

พจน์ของความเค้นเฉือน และความหนืดจลน์สามารถคำนวณได้จาก

$$\tau_x = \rho C_d u \sqrt{u^2 + v^2}, \tau_y = \rho C_d v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (4a,b)$$

$$v = \frac{\kappa}{6} u_* h \quad (5)$$

โดยที่ C_d เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน κ เป็นค่าคงที่ของ Karman (มีค่าเท่ากับ 0.4) และ u_* เป็นความเร็วเฉือน ซึ่งสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของ

$$u_* = C_d \sqrt{u^2 + v^2} \quad (6)$$

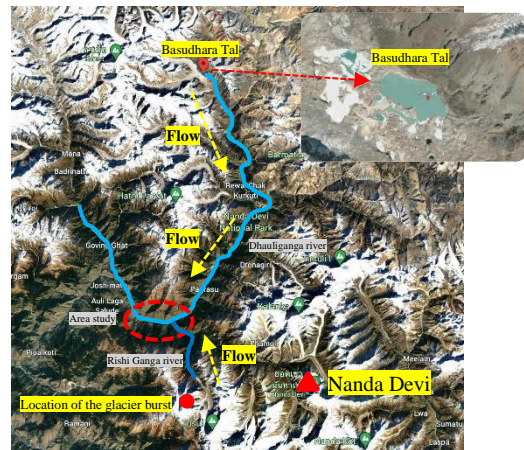
4. พื้นที่การศึกษา

แม่น้ำ Dhauliganga มีความยาวประมาณ 82 กม. และแม่น้ำ Rishi Ganga มีความยาวประมาณ 40 กม. ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชาโมลี รัฐอุตตราขันธ์ ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย แสดงดังรูปที่ 6 โดยต้นกำเนิดของแม่น้ำ Dhauliganga ส่วนใหญ่เกิดจากการละลายของธารน้ำแข็ง kamet และ Raikanha ไหลผ่าน Basudhara Tal สู่มแม่น้ำ Dhauliganga มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 3,024 ตร.กม. และต้นกำเนิดของแม่น้ำ Rishi Ganga เกิดจากธารน้ำแข็ง Nanda Devi Group บนเทือกเขานันทาเทวี และพื้นที่รับน้ำประมาณ 664 ตร.กม. โดยแม่น้ำทั้ง 2 สายได้ไหลมาบรรจบกันในบริเวณ

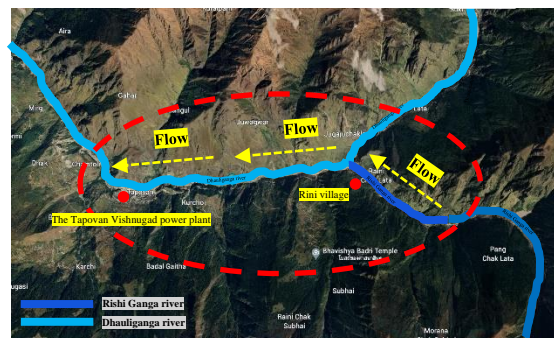
พื้นที่หมู่บ้าน Rini [4] พิกัด N 30°29'16.32" และ E 79°41'25.83" แสดงดังภาพที่ 7 ถึง 8



รูปที่ 6 แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐอุตตราขันธ์



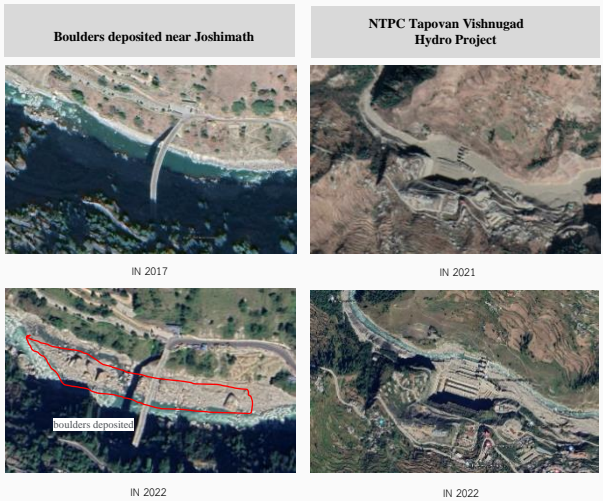
รูปที่ 7 ตำแหน่งที่ตั้งของแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga



รูปที่ 8 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในแม่น้ำ Dhauliganga และ Rishi Ganga

ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2564 เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga ในรัฐอุตตราขันธ์ เนื่องจากการพังทลายของธารน้ำแข็งบนเทือกเขานันทาเทวี ส่งผลทำให้มีตลิ่งทั้ง 2 ฝั่ง

ของแม่น้ำได้รับความเสียหาย เช่น พื้นที่บริเวณโครงสร้างเขื่อนของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ, โครงสร้างของสะพานที่พังทลาย, เกิดการทับถมของก้อนหินที่ถูกกระแสน้ำพัดพา, การสูญหายของผู้คนที่อาศัยในบริเวณพื้นที่จำนวน 204 คน ตลอดจนพื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหายและสัตว์เลี้ยงสูญหายจำนวน 182 ตัว เนื่องจากกระแสน้ำที่ไหลผ่าน [2] [4] แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ความเสียหายเนื่องจากธารน้ำแข็งแตกในรัฐอุตตราขัณฑ์ (ที่มา Google Earth)

5. การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

การจำลองเหตุการณ์อุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากธารน้ำแข็งแตก ในรัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood มีวิธีการเตรียมข้อมูลดังนี้

5.1 การเตรียมข้อมูล SRTM DEM

ดาวน์โหลดข้อมูลพื้นที่ศึกษา จากเว็บไซต์ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยความละเอียดของ

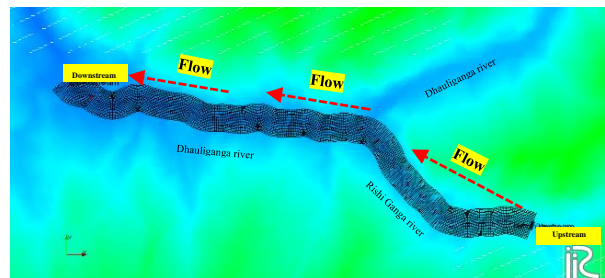
ขนาดกริด 90 x 90 เมตร และทำการแปลงไฟล์ข้อมูลพิกัดและระดับความสูงให้อยู่ในรูปแบบ (x_p, y_p, z_p) เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

5.2 การเตรียมข้อมูลในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

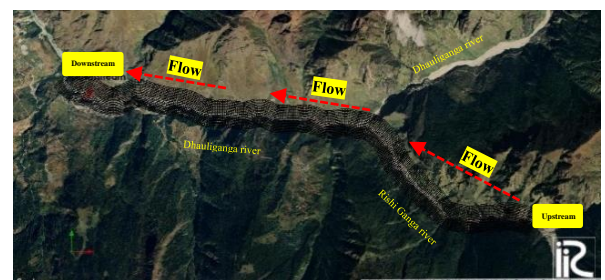
นำเข้าข้อมูลพิกัดและระดับความสูงที่ได้จากการแปลงข้อมูล SRTM DEM ลงในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood จากนั้นกำหนดจุด Upstream ในบริเวณแม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่รับมวลน้ำจากการพังทลายของธารน้ำแข็งบนเทือกเขานันทาเทวี และไหลผ่านไปยังโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (NTPC Tapovan Vishnugad Hydro Project) ในแม่น้ำ Dhauliganga ซึ่งเป็นจุด Downstream เพื่อกำหนดขอบเขตและขนาดของกริดให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา แสดงดังรูปที่ 10 ถึง 11 จากนั้นป้อนข้อมูลต่าง ๆ เช่น อัตราการไหล, ขนาดของเวลา และวิธีการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับลักษณะสภาพพื้นที่จริง แสดงดังตารางที่ 1 ลงในเมนู Calculation Condition และทำการประมวลผล

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรมแบบจำลอง

Parameters	Value
Discharge (Q) : m ³ /s	3,500
Manning's : (n)	0.030
Calculation Time Step (Δt) : (s)	0.01
Turbulent model	Zero Equation
Finite Differential Method (FDM)	Cip Method



รูปที่ 10 ข้อมูลพิกัดและระดับความสูงที่ได้จากการแปลงข้อมูล SRTM DEM



รูปที่ 11 การกำหนดจุด Upstream, Downstream และการติกริดในพื้นที่ศึกษา

6. ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2D Flood

จากการรวบรวมข้อมูลค่าพารามิเตอร์ และวิธีการที่ใช้ในการคำนวณที่สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่จริง เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood เพื่อจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์แม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากธารน้ำแข็งแตกในรัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย มีผลดังนี้

6.1 ขนาดของกริดที่ใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการกำหนดขนาดของกริดที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมทางชลศาสตร์กับขนาดของกริด ที่อัตราการไหล 3,500 ลบ.ม. พบว่าผลการคำนวณของการสร้างกริดที่มีขนาดเล็ก สามารถแสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ได้มีความสอดคล้อง และใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่จริงมากกว่าการสร้างกริดที่มีขนาดใหญ่ แต่จะใช้ระยะเวลาในการคำนวณมากที่สุด

6.2 การเปรียบเทียบพฤติกรรมทางชลศาสตร์ระหว่างโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood กับสภาพพื้นที่จริง

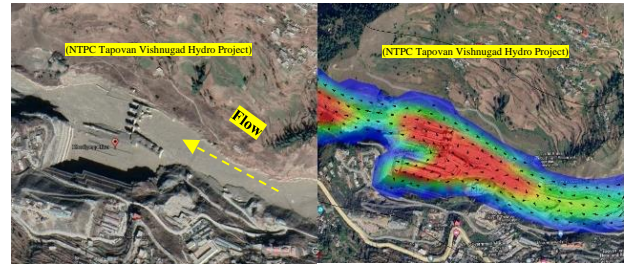
จากเหตุการณ์อุทกภัยเนื่องจากธารน้ำแข็งแตกในรัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga พบว่ามีโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่ได้รับความเสียหาย คือ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (NTPC Tapovan Vishnugad Hydro Project) พิกัด N 30°29'38.07" และ E 79°37'41.18" ซึ่งมีโครงสร้างคอนกรีตขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในแม่น้ำ Dhauliganga และบริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga พิกัด N 30°29'6.15" และ E 79°41'39.39" แสดงดังรูปที่ 9 และ 12



รูปที่ 12 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ NTPC ที่ได้รับความเสียหาย (ที่มา PTI Photo)

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้เปรียบเทียบพฤติกรรมทางชลศาสตร์ระหว่างโปรแกรมแบบจำลองกับสภาพพื้นที่จริง และพิจารณาใน 2 พื้นที่ที่ได้รับความเสียหายอย่างชัดเจน คือในส่วนของ 1 บริเวณโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (NTPC Tapovan Vishnugad Hydro Project) และส่วนที่ 2 บริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga ซึ่งผลในข้างต้นพบว่าโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถลอกเลียนแบบพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการเกิดอุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และ แม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากธารน้ำแข็งแตกบนเทือกเขานันทาเทวี ได้คล้ายคลึงกับเหตุการณ์จริง เนื่องจากการเคลื่อนตัวของมวลน้ำที่เร็ว และทิศทางของกระแสที่ไหล

ค่อนข้างมีสภาพปั่นป่วน ส่งผลทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมฉับพลันและทำลายบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างตามเส้นทางของแม่น้ำทั้ง 2 สาย พิจารณาได้จากเวกเตอร์ซึ่งแสดงทิศทางการไหลของกระแสและค่าระดับน้ำ แสดงดังรูป 13 ถึง 14



สภาพพื้นที่จริง

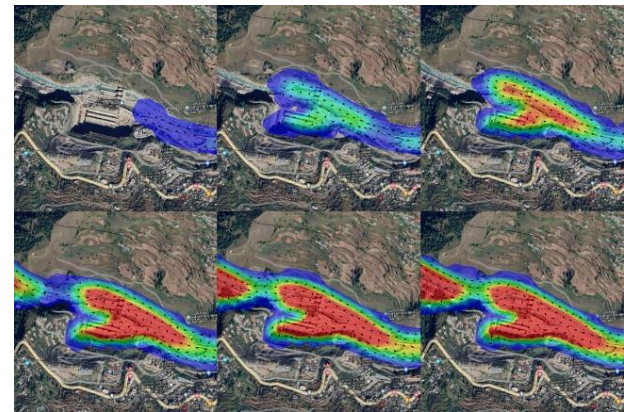
แบบจำลอง

รูปที่ 13 การเปรียบเทียบพฤติกรรมทางชลศาสตร์บริเวณพื้นที่ของ NTPC

t = 12,500 วินาที

t = 13,800 วินาที

t = 14,500 วินาที



t = 16,000 วินาที

t = 20,000 วินาที

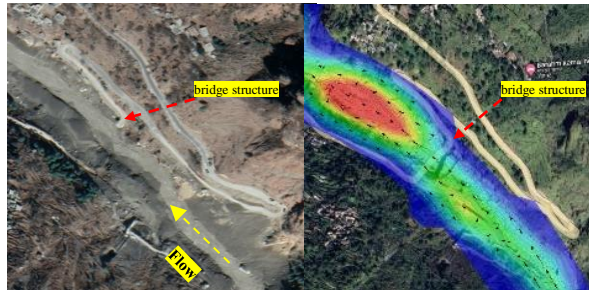
t = 36,000 วินาที

รูปที่ 14 พฤติกรรมทางชลศาสตร์บริเวณพื้นที่ของ NTPC

นอกจากนี้ยังพบว่าในส่วนของ 1 บริเวณโครงสร้างทางชลศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (NTPC Tapovan Vishnugad Hydro Project) ซึ่งมีพื้นที่ตั้งอยู่ในแม่น้ำ Dhauliganga นั้นได้รับความเสียหาย เนื่องจากมีมวลน้ำขนาดใหญ่ จากธารน้ำแข็งที่แตกไหลผ่านและมีการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลา 12,500 ถึง 14,500 วินาที ส่งผลทำให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเกิดการเอ่อล้นโครงสร้างทางชลศาสตร์และเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ ในช่วงเวลา 16,000 ถึง 36,000 วินาที โดยพิจารณาได้จากเวกเตอร์ที่แสดงทิศทางการไหลของกระแส และค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริง แสดงดังรูปที่ 13 ถึง 14

ในส่วนของ 2 บริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga พบว่ามวลน้ำขนาดใหญ่จากธารน้ำแข็งที่แตก เริ่มมีการเคลื่อนตัวไหลผ่านด้วยความเร็วในช่วงเวลา 4,000 วินาที และระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมริมตลิ่งทั้ง 2 ฝั่ง ในช่วงเวลา 7,500 ถึง 10,000 วินาที นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของแม่น้ำที่มีความโค้งและความเร็วของ

กระแสน้ำที่ไหลผ่านตลอดเวลา จนเกิดการกัดเซาะส่งผลทำให้โครงสร้างของสะพานและถนนพังทลายจากกระแสน้ำที่ไหลผ่าน ในช่วงเวลา 20,000 ถึง 36,000 วินาที โดยพิจารณาได้จากเวกเตอร์แสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ และค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริงแสดงดังรูปที่ 15 ถึง 16

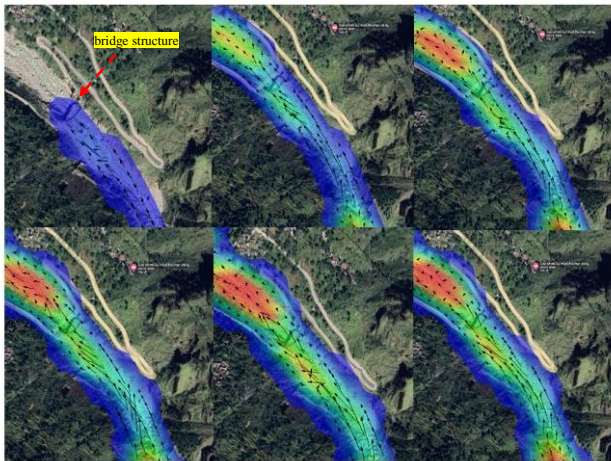


สภาพพื้นที่จริง

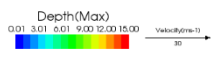
แบบจำลอง

รูปที่ 15 การเปรียบเทียบพฤติกรรมทางชลศาสตร์ บริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga

t = 4,000 วินาที t = 7,500 วินาที t = 10,000 วินาที



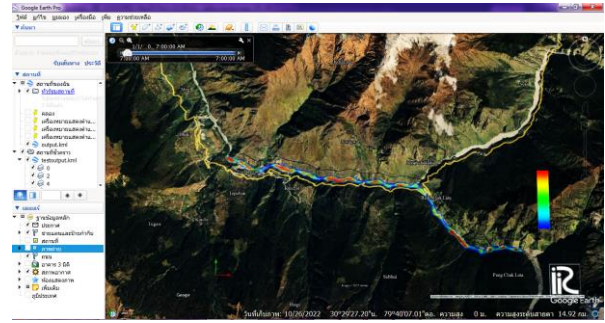
t = 20,000 วินาที t = 30,000 วินาที t = 36,000 วินาที



รูปที่ 16 พฤติกรรมทางชลศาสตร์บริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga

7. การนำผลจากด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2D flood ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth

จากการจำลองเหตุการณ์อุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากธารน้ำแข็งแตก ในรัฐฮอกไกโด ประเทศอินเดีย โดยแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถบันทึกเก็บไว้เป็นไฟล์ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวร่วมกับรูปภาพ โดยนำไฟล์รูปภาพข้างต้นไปสร้างเป็นไฟล์ *.kml เพื่อใช้แสดงบน Google Earth ได้ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งที่ตั้งของบริเวณพื้นที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน แสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การนำผลจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth

8. บทสรุป

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้จำลองเหตุการณ์อุทกภัยในแม่น้ำ Dhauliganga และแม่น้ำ Rishi Ganga เนื่องจากธารน้ำแข็งแตก ในรัฐฮอกไกโด ประเทศอินเดีย โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood ซึ่งได้รับการพัฒนาโปรแกรมขึ้นโดย The Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (RIC) ในประเทศญี่ปุ่น สามารถสรุปผลงานวิจัยได้ดังนี้

8.1 โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถลอกเลียนแบบและแสดงผลการคำนวณของพฤติกรรมทางชลศาสตร์ ได้ใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่จริง โดยพิจารณาจาก 2 พื้นที่ที่ได้รับความเสียหาย คือใน ส่วนที่ 1 โครงสร้างทางชลศาสตร์ในแม่น้ำ Dhauliganga บริเวณพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (NTPC Tapovan Vishnugad Hydro Project) และในส่วนที่ 2 โครงสร้างสะพานและถนน ในบริเวณพื้นที่สะพานข้ามแม่น้ำ Rishi Ganga พบว่าความเสียหายในบริเวณทั้ง 2 พื้นที่นั้น เกิดเนื่องจากมวลน้ำขนาดใหญ่จากธารน้ำแข็งที่แตกไหลผ่านและมีการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเกิดการเอ่อล้นและการกัดเซาะพื้นที่โดยรอบจนได้รับความเสียหาย ซึ่งเปรียบเทียบได้จากการเลือกใช้กริดที่มีขนาดเล็ก, เวกเตอร์ที่แสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ และค่าระดับน้ำที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood กับสภาพพื้นที่จริง

8.2 โปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood สามารถนำข้อมูลมาสร้างเป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่เข้าใจได้ง่าย พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC-Nays2DFlood ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลกระทบ และหาแนวทางในการป้องกันของเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ถึงแม้ว่าจะเป็นพื้นที่ห่างไกลและไม่มีข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลอุทกวิทยาก็ตาม

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ขอขอบคุณ คุณธิดารัตน์ คำคง นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คำปรึกษาในการจัดเตรียมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] iRIC Project (Changing River Science). <https://i-ric.org/>
- [2] Khanduri, S., (2021). Flash Flood struck Dhauliganga valley on February 7, 2021: A Case study of Chamoli district of Uttarakhand Himalaya in India. Academic Platform Journal of Natural Hazards and Disaster Management, Volume: 2, Issue: 1, pp. 1-15.
- [3] Wardhana, N., Budiman, R., (2021). Two-Dimensional Sediment Transport Simulation around KamijorIntake, Yogyakarta, Indonesia. 3rd International Conference of Computer, Environment, Agriculture, Social Science, Health Science, Engineering and Technology.
- [4] Rautela, P., Khanduri, S., Kundalia, S., Chandra Joshi, G., and Jugran, R. (2021). Sequential Damming Induced Winter Season Flash Flood in Uttarakhand Province of India. Journal of Environmental & Earth Sciences, 03, pp. 61-71.
- [5] สนิท วงษา, ยาสุญกิ ชิมิชิ (2555). การประยุกต์ใช้โปรแกรม Nays2DFlood ในการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ภาคกลางของประเทศไทยปี 2554. *การประชุมวิชาการ 7th THAICID NATIONAL SYMPOSIUM*, นนทบุรี, 19 มิถุนายน 2555.
- [6] ชลลดา ยวงโย, สนิท วงษา (2557). การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC กรณีศึกษาการพังทลายของคันดินเหนียวบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโฉมศรี. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19*, ขอนแก่น, 4-16 พฤษภาคม 2557, หน้า 2759-2764.