ADAPTATION
NO.03 JANUARY 2026
กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
วารสาร : การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

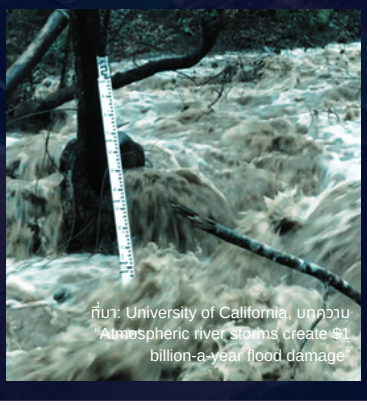
JOURNAL

แม่น้ำบนท้องฟ้า: ปรากฏการณ์ ATMOSPHERIC RIVER กับการปรับตัวด้านน้ำยุคโลกร้อน

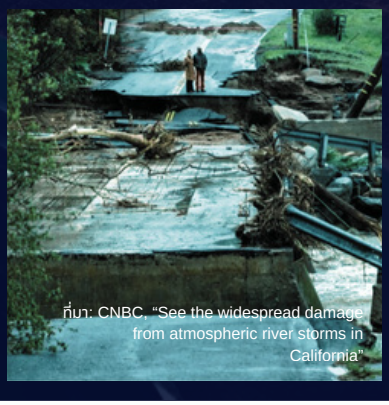
ภาพประกอบ : www.innomatter.com

แม่น้ำบนท้องฟ้า”

"แม่น้ำบนท้องฟ้า" ที่เคยเป็นเพียงเส้นทางไอน้ำตามธรรมชาติ กำลังกลายเป็นทั้งความหวังและความท้าทายในการจัดการทรัพยากรน้ำท่ามกลางสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง การปรับตัวอย่างชาญฉลาดโดยอาศัยเทคโนโลยีและการวางแผนล่วงหน้าจึงเป็นกุญแจสำคัญสำหรับอนาคต



ที่มา: University of California, บทความ “Atmospheric river storms create $1 billion-a-year flood damage”



ที่มา: CNBC, “See the widespread damage from atmospheric river storms in California”

กองขับเคลื่อนการปรับตัว
ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

OUR WEBSITE
WWW.DCCE.CO.TH

กลุ่มขับเคลื่อนการปรับตัว
ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
E-mail:adapt.dcce@gmail.com

ที่มา: บทความ ThaiPublica 2568

“แม่น้ำในบรรยากาศ” ในโลกที่เปลี่ยนไป: โอกาสและความเสี่ยงจาก ATMOSPHERIC RIVER

ภาวะโลกร้อนกำลังเปลี่ยนแปลงระบบภูมิอากาศของโลกอย่างมีนัยสำคัญ หนึ่งในผลกระทบที่เห็นได้ชัดคือเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่เกิดบ่อยและรุนแรงขึ้น เช่น พายุฝนและน้ำท่วม งานวิจัยจำนวนมากชี้ว่า เหตุการณ์ฝนตกหนักและน้ำท่วมครั้งใหญ่ในหลายภูมิภาคของโลก มีความเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Atmospheric River (AR) หรือ “แม่น้ำในบรรยากาศ” [1][2]

AR คือแนวสายพานลำเลียงไอน้ำในชั้นบรรยากาศซึ่งมีลักษณะยาวและแคบ ทำหน้าที่ขนส่งความชื้นจากมหาสมุทรเข้าสู่แผ่นดิน เมื่อไอน้ำจำนวนมากเคลื่อนเข้าปะทะภูมิประเทศสูง เช่น เทือกเขา จะเกิดการควบแน่นและตกเป็นฝน [2] ปรากฏการณ์นี้สามารถครอบคลุมพื้นที่หลายพันกิโลเมตรและคงอยู่ได้หลายวัน จึงมีบทบาทสำคัญต่อวัฏจักรน้ำของโลก

ที่มา: 1.Ralph, F. M., et al. (2018). Atmospheric Rivers: Scale, processes, and impacts. Annual Review of Environment and Resources, 43, 493–520.
2.Dettinger, M. (2011). Climate change, atmospheric rivers, and floods in California – a multimodel analysis of storm frequency and magnitude changes. Journal of the American Water Resources Association, 47(3), 514–523.

ภาพ : กลไกแม่น้ำในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric River) และการก่อกำเนิดฝนรุนแรง

ที่มา: TNN Thailand, บทความด้านสิ่งแวดล้อม

แม้ว่า AR จะเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่มีมานาน แต่วงการวิทยาศาสตร์เพิ่งเริ่มให้ความสำคัญอย่างจริงจังในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีการกำหนดนิยามและติดตามอย่างเป็นระบบตั้งแต่ทศวรรษ 1990 [3] ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น ดาวเทียมและแบบจำลองภูมิอากาศ ช่วยให้สามารถตรวจวัด AR ได้แม่นยำยิ่งขึ้น ขณะเดียวกัน เหตุการณ์อุทกภัยรุนแรงจาก AR ที่เกิดบ่อยขึ้นทั่วโลก ทำให้ปรากฏการณ์นี้กลายเป็นประเด็นสำคัญในการจัดการภัยพิบัติ

ในบริบทที่เหมาะสม AR มีบทบาทเชิงบวก โดยเป็นแหล่งเติมน้ำในเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และชั้นน้ำใต้ดิน ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐฯ ได้รับฝนและหิมะจาก AR ถึง 30–50% ของปริมาณรวมทั้งปี [4] อย่างไรก็ตาม หาก AR มีความเข้มข้นสูงหรือเกิดถี่เกินไป อาจก่อให้เกิดภัยพิบัติร้ายแรง เช่น น้ำท่วมฉับพลัน ดินถล่ม และน้ำล้นเขื่อน

ภาพ : ประชาชนสัญจรท่ามกลางฝนตกหนักในเขตเมืองของรัฐแคลิฟอร์เนีย สะท้อนผลกระทบของ AR ที่ทำให้เกิดฝนรุนแรงในช่วงเวลาสั้น และเพิ่มความเสี่ยงต่อน้ำท่วมในพื้นที่เมือง

ภาพ : บ้านเรือนในรัฐแคลิฟอร์เนียได้รับความเสียหายจากกระแสน้ำหลากและดินถล่มหลังฝนตกหนักต่อเนื่องจากปรากฏการณ์ Atmospheric River

การรับมือของสหรัฐอเมริกา: จากการพยากรณ์ฝนสู่การเตือนภัยที่มี Atmospheric River เป็นศูนย์กลาง

ตัวอย่างจากเดือนมกราคม 2023 รัฐแคลิฟอร์เนียเผชิญ AR ติดต่อกันหลายระลอก จนเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ มีผู้เสียชีวิตหลายสิบราย และโครงสร้างพื้นฐานได้รับความเสียหายอย่างหนัก [5] เหตุการณ์ลักษณะเดียวกันยังเกิดขึ้นในญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ (กรกฎาคม 2023) [6][7] รวมถึงยุโรปและอเมริกาใต้ เช่น พายุฤดูหนาวในชิลี และพายุ Storm Babet ในสหราชอาณาจักร (ตุลาคม 2023) [8] เหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า AR มีแนวโน้มรุนแรงขึ้นในโลกที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอากาศสามารถกักเก็บไอน้ำได้มากขึ้นตามหลักฟิสิกส์พื้นฐาน

ที่มา:5.National Weather Service. (2023). California atmospheric river summary – January 2023. NOAA.
6.Japan Meteorological Agency. (2023). Heavy rain in July 2023. JMA Reports.
7.Korea Meteorological Administration. (2023). Summer flooding summary 2023.
8.BBC News. (2023). Storm Babet: Floods hit UK amid extreme weather. BBC.

การปรับตัวต่อ AR ในบริบทที่โลกร้อนขึ้นจึงเป็นความจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ มาตรการสามารถแบ่งได้เป็นสามกลุ่มหลัก ได้แก่

- มาตรการเชิงโครงสร้าง เช่น การสร้างเขื่อน พนัง และระบบระบายน้ำขนาดใหญ่
- มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น ระบบเตือนภัย การวาง
- ผังเมือง และการส่งเสริมความรู้แก่ชุมชน
- มาตรการกึ่งโครงสร้าง เช่น พื้นที่ชะลอน้ำ (แก้มลิง) และ
- ระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างเดิม [9]

อย่างไรก็ตาม แนวทางการสร้างเขื่อนใหม่หรือเพิ่มความจุของเขื่อนเดิมนั้นเผชิญข้อจำกัดมากขึ้น ทั้งด้านงบประมาณ พื้นที่ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาว่าเขื่อนส่วนใหญ่ถูกออกแบบจากสภาพภูมิอากาศในอดีตซึ่งไม่สอดคล้องกับปัจจุบัน

ทางออกหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจคือระบบ Forecast-Informed Reservoir Operations (FIRO) ซึ่งใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศระยะกลางถึงสั้น ร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยาแบบเรียลไทม์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจจัดการระดับน้ำในเขื่อน [10]

ที่มา: 9.IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II.
10.Jasperse, J., et al. (2020). Forecast-Informed Reservoir Operations: Applying science to enhance water supply and flood protection. American Meteorological Society.

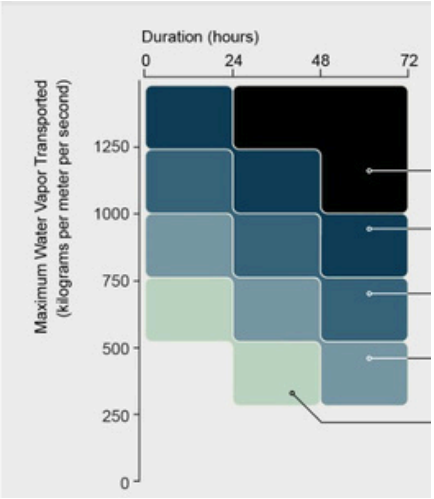
ที่มา: Yuba Water Agency, Forecast-Informed Reservoir Operations

mwds=pau : www.90route.com

The AR Intensity Scale

มาตรวัดความรุนแรงของแม่น้ำในบรรยากาศ

มาตรวัดนี้ใช้ประเมิน ความรุนแรงและระดับผลกระทบของปรากฏการณ์แม่น้ำในบรรยากาศ (Atmospheric River) โดยจัดระดับตั้งแต่ ระดับ 1 ซึ่งให้ประโยชน์เป็นหลัก ไปจนถึง ระดับ 5 ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายเป็นหลัก การจัดอันดับความรุนแรงพิจารณาจาก สองปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ปริมาณไอน้ำที่พายุลำเลียงผ่านชั้นบรรยากาศในแนวนอน และ ระยะเวลาที่การลำเลียงไอน้ำนั้นเกิดขึ้นเหตุการณ์ AR ที่มีความรุนแรงต่ำ เช่น AR ระดับ 1 มักนำมาซึ่งฝนหรือหิมะที่จำเป็นต่อพื้นที่แห้งแล้ง ในขณะที่เหตุการณ์ที่มีความรุนแรงสูง เช่น AR ระดับ 5 สามารถก่อให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงและความเสียหายตามมาได้ ทั้งนี้ การจัดระดับความรุนแรงจะคำนวณแยกตามพื้นที่เฉพาะ เนื่องจากผลกระทบของ AR อาจแตกต่างกันไปตามบริบทของแต่ละพื้นที่



ภาพ : แสดงให้เห็นว่าการลำเลียงไอน้ำขนาดใหญ่ในบรรยากาศมีบทบาทต่อรูปแบบฝนและการเปลี่ยนแปลงของฝนสุดขั้วในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้จะไม่ใช่ Atmospheric Rivers

FIRO ช่วยยกระดับศักยภาพในการปรับตัวของเขื่อน ให้สามารถตอบสนองต่อฝนที่รุนแรงและเปลี่ยนแปลงรวดเร็วได้ดียิ่งขึ้น เช่น การพร่องน้ำล่วงหน้าเมื่อคาดว่าจะมีพายุเข้า หรือการเก็บกักน้ำเพิ่มเติมเมื่อคาดว่าปริมาณฝนจะลดลง โดยเฉพาะในกรณี AR ที่มักทำให้เกิดฝนตกหนักภายในช่วงเวลาสั้น ๆ [10]

นอกจากนี้ FIRO ยังทำงานประสานกับระบบจัดระดับความรุนแรงของ AR หรือ AR Scale ซึ่งแบ่งระดับตั้งแต่ 1 (อ่อน) ถึง 5 (รุนแรงมาก) เพื่อให้การวางแผนและตัดสินใจมีข้อมูลที่แม่นยำยิ่งขึ้น ช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำหลากและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บน้ำ โดยไม่จำเป็นต้องขยายเขื่อนหรือสร้างใหม่ [11]

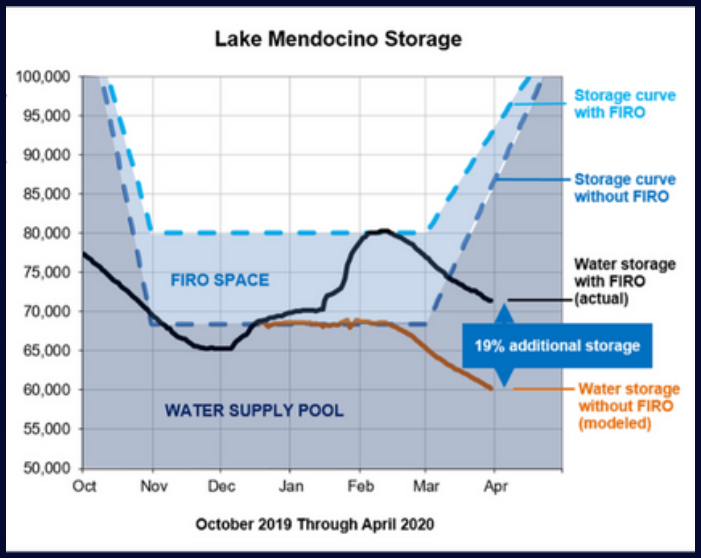
กรณีศึกษาที่เด่นชัด คือเขื่อน Lake Mendocino และ Coyote Valley ในแคลิฟอร์เนีย ที่ทดลองใช้ FIRO แล้วสามารถลดความเสี่ยงจากการระบายน้ำฉุกเฉิน ขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณน้ำสำรองในช่วงฤดูแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ [12]
แนวทางนี้เป็นจุดเปลี่ยนสำคัญ ที่ผสานความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เข้ากับการบริหารจัดการน้ำอย่างยืดหยุ่น ซึ่งจำเป็นต่อการอยู่ร่วมกับปรากฏการณ์ฝนสุดขั้วที่เกิดถี่และรุนแรงขึ้นทั่วโลก

ที่มา: 10.Jasperse, J., et al. (2020). Forecast-Informed Reservoir Operations: Applying science to enhance water supply and flood protection. American Meteorological Society.
11.Ralph, F. M., et al. (2019). AR Scale: A standardized measure of the strength and impacts of atmospheric rivers. Bulletin of the American Meteorological Society, 100(3), 445–464.
12.California Department of Water Resources. (2022). FIRO project update: Lake Mendocino and Coyote Valley performance review.

บทสรุป

Atmospheric River หรือ "แม่น้ำในบรรยากาศ" เป็นทั้งแหล่งน้ำสำคัญและความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่รุนแรงขึ้นในยุคโลกร้อน การปรับตัวจึงต้องครอบคลุมทุกมิติ ตั้งแต่การวางผังเมือง การออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน ไปจนถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำ

หนึ่งในนวัตกรรมสำคัญคือระบบ Forecast-Informed Reservoir Operations (FIRO) ที่ช่วยให้การบริหารเขื่อนมีความยืดหยุ่นและตอบสนองต่อสถานการณ์ได้ทันเวลา โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับระดับความรุนแรงของ AR (AR Scale) FIRO จึงไม่ใช่เพียงเครื่องมือทางเทคนิค แต่เป็นสัญลักษณ์ของการเปลี่ยนแนวคิดจากการ “เพิ่มกำแพง” สู่การ “เพิ่มความฉลาด” ในการอยู่ร่วมกับสภาพอากาศสุดขั้ว



ภาพ : กรณีศึกษา เขื่อน Lake Mendocino

ภาพนี้แสดงให้เห็นว่า การบริหารเขื่อนด้วยข้อมูลพยากรณ์อากาศล่วงหน้า (FIRO) ช่วยจัดการน้ำได้ดีขึ้นอย่างไร โดยเปรียบเทียบระดับน้ำในเขื่อน Lake Mendocino ของสหรัฐอเมริกา ระหว่างช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน

- เส้นสีดำ แสดงระดับน้ำจริงในเขื่อน เมื่อใช้ระบบ FIRO
- เส้นสีส้ม แสดงระดับน้ำสมมติ หากบริหารเขื่อนแบบเดิมที่ไม่ใช้ข้อมูลพยากรณ์
- พื้นที่สีฟ้าอ่อนที่ระบุว่า FIRO Space คือ “พื้นที่ยืดหยุ่น” ที่ผู้บริหารเขื่อนสามารถเลือกกักเก็บหรือระบายน้ำได้ตามการคาดการณ์ฝนล่วงหน้า

กองขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
OUR WEBSITE
WWW.DCCE.CO.TH
กลุ่มขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
E-mail:adapt.dcce@gmail.com