

เรื่อง : รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ *

ความมั่นคงด้านน้ำ

(Water Security)

1. คำนำ

ความมั่นคงด้านน้ำ คือแนวคิดในการตรวจสอบว่าการพัฒนาและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในด้านต่างๆ และในระดับชาตินั้นมีความมั่นคงและยั่งยืนมากน้อยเพียงใด แนวคิดนี้นับวันจะยิ่งมีความสำคัญและถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งกำลังถูกท้าทายด้วยสารพัดปัญหาในขณะนี้ อุทกภัยและภัยแล้งเกิดบ่อยและรุนแรงมากขึ้น การทิ้งของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยปราศจากการควบคุม ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อปัญหาหน้า และการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้มีความต้องการน้ำดื่ม สุขอนามัย และอาหารเพิ่มขึ้น การขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้มีความต้องการพลังงานเพิ่ม และส่งผลให้มีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว อุตสาหกรรมซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจชาติต้องการน้ำสะอาดในกระบวนการผลิต ชุมชนซึ่งมีความมั่งคั่งมากขึ้นมีความต้องการให้มีการดูแลระบบนิเวศมากขึ้น การแข่งขันในการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลายดังกล่าว ทำให้จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ(IWRM) เพื่อช่วยเพิ่มความมั่นคงในการให้บริการเกี่ยวกับน้ำ (ADB, 2013) จากแนวคิดดังกล่าวจึงได้มีการนิยามคำว่า "ความมั่นคงด้านน้ำ (Water Security)" พร้อมกับหาวิธีการในการวัดค่าความมั่นคงด้านน้ำขึ้น เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อการวางแผนนโยบายและการบริหารจัดการน้ำของประเทศ ภูมิภาคและของโลก ดังคำที่ว่า "We cannot manage what we do not measure."

*ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

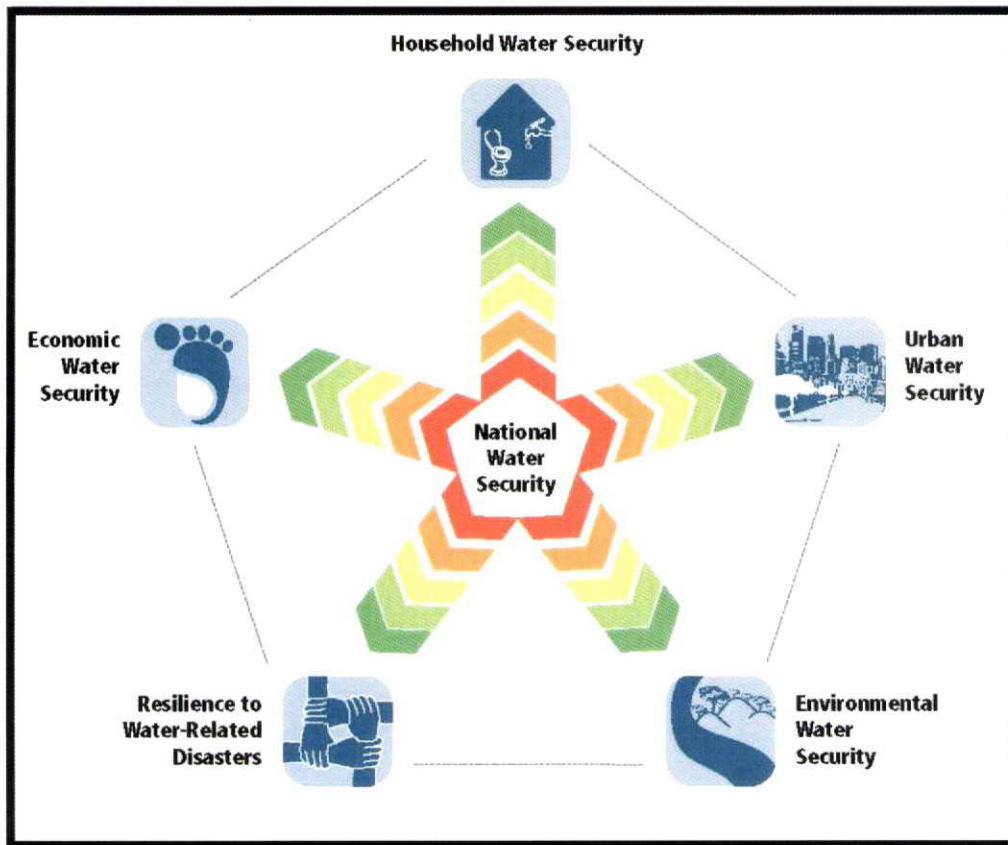
หจก.ชโนทัย

145/1 หมู่1 ตำบลศาลา
อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง 52130

ร้านเอส พี เซ็นเตอร์

61 หมู่ถนนราษฎร์ดำเนิน
ตำบลในเวียง อำเภอเมืองแพร่ 54000

Security ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำทั้ง 5 มิติ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายความมั่นคงด้านน้ำในแต่ละด้าน และต่อความมั่นคงด้านน้ำของชาติ ADB(2013) ได้เสนอวิธีแสดงค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของชาติด้วยรูปห้าเหลี่ยม (Pentagram) ดังรูปที่ 3 ระดับความมั่นคงถูกแสดงด้วยสี 5 สี คือ สีเขียวแสดงว่ามีความมั่นคงระดับ 5 หรือความมั่นคงสูงสุด (Model) ขณะที่สีแดงแสดงว่ามีความมั่นคงระดับ 1 หรือความมั่นคงต่ำที่สุด (Hazardous) ส่วนระดับกลางๆ จะแสดงด้วยสีเขียวอ่อน (ระดับ 4=Effective) สีเหลือง (ระดับ 3=Capable) และสีส้ม (ระดับ 2=Engaged) ตามลำดับ



รูปที่ 3 Pentagram แสดงค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (ADB, 2013)

พร้อมกันนี้ ADB(2013) ได้เสนอแนวทางการประเมินดัชนีความมั่นคงด้านน้ำโดยแบ่งความมั่นคงด้านน้ำออกเป็น 5 ระดับ (Stages) ตามค่าดัชนีหลักซึ่งมีค่า 1-5 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแบ่งระดับความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (National Water Security Stages)

ค่าดัชนี	ระดับความมั่นคงด้านน้ำของชาติ	คำอธิบายความหมายของความมั่นคงด้านน้ำในระดับต่างๆ
5	ระดับต้นแบบ (Model)	ระดับเป็นต้นแบบการบริหารจัดการและการให้บริการที่มีความมั่นคงด้านน้ำสูงสุด ความมั่นคงด้านน้ำที่ระดับนี้ จะดูได้จาก (1)หน่วยงานและการให้บริการด้านน้ำมีความยั่งยืน (2)แหล่งเงินงบประมาณสำหรับการป้องกันสิ่งแวดล้อมอันเกี่ยวกับน้ำและการบริหารจัดการน้ำมีความยั่งยืน (3)รัฐบาลแสดงให้เห็นถึงธรรมาภิบาลในการบริหารจัดการน้ำ ให้การสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านการวิจัยและพัฒนา และเป็นผู้นำในการร่วมมือกับนานาชาติ
4	ระดับบรรลุผลสัมฤทธิ์ (Effective)	ระดับบรรลุผลสัมฤทธิ์ในการสร้างความมั่นคงด้านน้ำ ซึ่งจะดูได้จาก (1) มีการนำประเด็นของความมั่นคงด้านน้ำเข้าไปบรรจุในแผนพัฒนาหลักของชาติ เมือง ชนบท และลุ่มน้ำ (2)ประเด็นของความมั่นคงด้านน้ำต้องมีลำดับความสำคัญสูงในนโยบายการพัฒนาประเทศ (3)มีงบประมาณการลงทุนในระดับที่เหมาะสม (4)มีกฎหมายรองรับ (5)รัฐบาลให้ความสำคัญกับการรับรู้และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชน
3	ระดับมีความสามารถ (Capable)	ระดับมีความสามารถในการสร้างความมั่นคงด้านน้ำ ซึ่งจะดูได้จาก (1) มีการพัฒนาขีดความสามารถในการบริหารจัดการน้ำอย่างต่อเนื่อง (2)มีการเพิ่มอัตราส่วนงบประมาณในการลงทุนด้านน้ำ (3)มีกฎหมายและการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มแข็งขึ้น (4)ประเด็นการพัฒนาของชาติให้ความสำคัญกับน้ำและสิ่งแวดล้อมในระดับสูง (5)เน้นการปรับเปลี่ยนไปสู่การพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคนิคและด้านการเงินขององค์กรระดับท้องถิ่น
2	ระดับเริ่มมีการดำเนินการ (Engaged)	ระดับเริ่มมีการดำเนินการด้านความมั่นคงด้านน้ำบางส่วน ซึ่งจะดูได้จาก (1)มีกฎหมายและนโยบายสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถของรัฐบาลในการจัดการน้ำ (2)มีการปรับปรุงด้านสถาบันเพื่อรองรับการบริหารจัดการน้ำ (3)ระดับการลงทุนด้านน้ำเพิ่มถึงแม้ว่ายังไม่เพียงพอ
1	ระดับอันตราย (Hazardous)	ระดับอันตรายต่อความมั่นคงซึ่งถือเป็นระดับที่มีความมั่นคงต่ำที่สุด ซึ่งจะดูได้จากข้อเท็จจริงที่ว่า ถึงแม้รัฐบาลจะมีกฎหมายและนโยบายด้านน้ำและสิ่งแวดล้อม แต่ขาดงบประมาณ ขาดกฎหมายและการบังคับใช้กฎหมายเพียงพอ

ดัชนีหลักแต่ละตัวในการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของชาติใน 5 มิติ ประกอบด้วยดัชนีย่อย 3 - 4 ดัชนี รวมเป็นดัชนีย่อยทั้งสิ้น 17 ดัชนี ซึ่งดัชนีแต่ละตัวสามารถตรวจวัดได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ดัชนีหลักและดัชนีย่อยในการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของชาติใน 5 มิติ

ดัชนีหลัก	ดัชนีย่อย
1. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน(Household Water Security) หรือ KD1	1.1 การเข้าถึงระบบประปา (Piped Water Supply)
	1.2 การเข้าถึงสุขาภิบาลที่ดี (Improved Sanitation)
	1.3 การอนามัยที่ดี (Hygiene)
2. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำทางเศรษฐกิจ (Economic Water Security) หรือ KD2	2.1 ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อการเกษตร (Agricultural)
	2.2 ความมั่นคงด้านน้ำเพื่ออุตสาหกรรม(Industrial)
	2.3 ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อพลังงาน(Energy)
3. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำสำหรับเมือง(Urban Water Security) หรือ KD3	3.1 ระบบจ่ายน้ำ (Water Supply)
	3.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)
	3.3 ระบบระบายน้ำ (Drainage)
4. ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม(Environmental Water Security) หรือ KD4	4.1 การรบกวนต้นน้ำ (Watershed Disturbance)
	4.2 มลพิษ (Pollution)
	4.3 การพัฒนาทรัพยากรน้ำ (Water Resources Development)
	4.4 ปัจจัยด้านชีวภาพ (Biotic Factors)
5. ดัชนีความสามารถในการฟื้นตัวเนื่องจากภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (Resilience to Water-Related Disasters) หรือ KD5	5.1 ความเสี่ยงต่อภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (Exposure)
	5.2 ความเปราะบางต่อภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (Vulnerability)
	5.3 ความสามารถด้านโครงสร้างและเครื่องมือในการรับมือต่อภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (Hard Coping Capacities)
	5.4 ความสามารถด้านการบริหารจัดการในการรับมือต่อภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ(Soft Coping Capacities)

หมายเหตุ: KDx คือดัชนีหลักใน Key Dimension x เมื่อ x มีค่า 1, 2, 3, 4, 5



รูปที่ 2 แนวทางในการวิเคราะห์ความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (ADB, 2013)

โครงการชลประทานเลย

477/6 ถนน เลย์-ด่านซ้าย ตำบลกุดป่อง อำเภอเมือง จังหวัดเลย 42000
โทร. 042-811111 Fax. 042-812720
http://rdceo.rid.go.th/loei/loei_irrigation/index.html e-mail: ridsloe@gmail.com VPN : 5421,5422

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยโงง

ถนนพหลโยธิน ตำบลท่าบ่อ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดหนองคาย 43110



6. เอกสารอ้างอิง

Asian Development Bank(2013), Asian water development outlook 2013: Measuring water security in Asia and the Pacific, 6 ADB Avenue, Mandaluyong City, 1550 Metro Manila, Philippines, 109 p.

[#cite_note-1](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_security)

<https://watergovernance.ca/projects/water-security>

<http://watersecurity.wordpress.com/2011/12/17/defining-water-security/>

ตารางที่ 8 ความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (National Water Security Index) ของ 49 ประเทศในเอเชียและแปซิฟิก (ADB. 2013)

	KD 1 Rating	KD 2 Rating	KD 3 Rating	KD 4 Rating	KD 5 Rating	Total	National Water Security Indicator	Index
Afghanistan	1	2	1	2	1	7	1.40	1
Armenia	4	4	2	1	3	14	2.80	3
Australia	5	3	3	4	4	19	3.80	4
Azerbaijan	2	4	2	1	2	11	2.20	2
Bangladesh	1	3	1	1	1	7	1.40	1
Bhutan	1	3	2	3	2	11	2.20	2
Brunei Darussalam	5	2	3	3	2	15	3.00	3
Cambodia	1	3	1	2	1	8	1.60	1
People's Republic of China	3	4	2	2	2	13	2.60	2
Cook Islands	5	2	2	3	1	13	2.60	2
Fiji	3	3	1	2	2	11	2.20	2
Georgia	3	3	2	2	3	13	2.60	2
Hong Kong, China	4	4	4	3	3	18	3.60	3
India	1	3	1	1	2	8	1.60	1
Indonesia	2	4	2	3	2	13	2.60	2
Japan	5	4	2	2	3	16	3.20	3
Kazakhstan	3	4	2	2	3	14	2.80	3
Kiribati	1	1	1	1	2	6	1.20	1
Republic of Korea	5	3	2	2	2	14	2.80	3
Kyrgyz Republic	1	3	2	2	3	11	2.20	2
Lao People's Democratic Republic	2	4	2	2	3	13	2.60	2
Malaysia	5	4	3	3	2	17	3.40	3
Maldives	3	1	2	4	1	11	2.20	2
Marshall Islands	2	1	2	4	1	10	2.00	2
Federated States of Micronesia	3	2	3	3	2	13	2.60	2
Mongolia	1	2	2	4	3	12	2.40	2
Myanmar	2	3	2	3	1	11	2.20	2
Nauru	2	1	1	2	2	8	1.60	1
Nepal	1	3	1	2	3	10	2.00	2
New Zealand	5	4	4	4	3	20	4.00	4
Niue	3	1	3	4	1	12	2.40	2
Pakistan	1	4	1	1	1	8	1.60	1
Palau	3	2	2	3	2	12	2.40	2
Papua New Guinea	1	4	2	4	2	13	2.60	2
Philippines	2	4	1	2	2	11	2.20	2
Samoa	3	2	2	2	2	11	2.20	2
Singapore	5	3	3	2	4	17	3.40	3
Solomon Islands	2	3	2	5	1	13	2.60	2
Sri Lanka	3	4	1	1	2	11	2.20	2
Taipei, China	3	3	3	3	3	15	3.00	3
Tajikistan	3	4	2	2	3	14	2.80	3
Thailand	3	3	2	1	2	11	2.20	2
Timor-Leste	2	3	2	1	1	9	1.80	2
Tonga	3	1	2	2	2	10	2.00	2
Turkmenistan	2	3	1	2	2	10	2.00	2
Tuvalu	3	1	1	2	1	8	1.60	1
Uzbekistan	3	3	2	2	2	12	2.40	2
Vanuatu	2	1	2	5	1	11	2.20	2
Viet Nam	3	1	1	2	2	9	1.80	2

KD = key dimension.
 Note: KD1=Household Water Security, KD2=Economic Water Security, KD3=Urban Water Security, KD4=Environmental Water Security, KD5=Resilience.
 Note: Numbers in **bold italic** type reflect a rating by expert opinion (no data available)

บริษัท อูบลไฮทีคอม จำกัด

บริษัท อูบลไฮทีคอม จำกัด สำนักงาน-ชอมคอมพิวเตอรื
 ปริ้นเตอร์ หมึกปริ้นเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงทุกชนิด

หจก.ตั้งฮ้างรงค์กิจ

หจก.ตั้งฮ้างรงค์กิจ 38/1 หมู่ 2 ตำบลวัดตม
 อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

- (3) มิติที่ 3 - ความมั่นคงด้านน้ำสำหรับเมือง (Urban Water Security) ซึ่งสามารถวัดได้จากการบริการและการบริหารจัดการน้ำของเมืองทั้งด้านระบบประปา ระบบระบายน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสียและระบบป้องกันน้ำท่วม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเมืองให้น่าอยู่ ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก ประชากร 43% อาศัยอยู่ในเมือง ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาประชากรเมืองเพิ่มมากขึ้นถึง 29% เมืองเป็นปัจจัยสำคัญขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ดังนั้นดัชนีความมั่นคงด้านน้ำสำหรับเมืองจึงเป็นตัวชี้วัดมาตรฐานการให้บริการและการจัดการน้ำของเมือง
- (4) มิติที่ 4 - ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Water Security) ซึ่งสามารถวัดได้จากการพัฒนาและการบริหารจัดการน้ำเพื่อให้สามารถฟื้นฟูความสมบูรณ์ของแม่น้ำและระบบนิเวศทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเอเชียได้รับผลกระทบอย่างมากในช่วงที่รัฐบาลต่างๆ ให้ความสำคัญกับการมุ่งพัฒนาเศรษฐกิจ มากกว่าการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม แต่ในปัจจุบันผู้ใช้น้ำประเทศในเอเชียหันมาให้ความสนใจการพัฒนาอย่างยั่งยืนมากขึ้น
- (5) มิติที่ 5 - ความสามารถในการฟื้นตัวจากภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (Resilience to Water Related Disasters) ซึ่งสามารถวัดได้จากขีดความสามารถของชุมชนที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้และสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ

จากแนวคิดดังกล่าว ADB(2013) ได้เสนอใช้ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ (Water Security Index) 5 ดัชนีหลัก สำหรับใช้ในการประเมินความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (National Water Security, NWS) ดังแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 7 ดัชนีแสดงความสามารถในการฟื้นตัวจากภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (KD5)

ข้อมูล	ดัชนีย่อย (Sub-Index)	ค่าดัชนี
จากข้อมูลน้ำท่วมและพายุ	Flood Indicator (FI)	0-1
จากข้อมูลภัยแล้ง	Drought Indicator (DI)	0-1
จากข้อมูล Storm Surge และน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งทะเล	Costal Indicator (CI)	0-1
Indicator= FI+DI+CI		0-3
KD5 Index = Integer (Indicator x5/3)		1-5
หมายเหตุ: ดัชนีชุดนี้พัฒนาสำหรับ Asian Water Development Outlook 2013 โดย The International Water Centre and PUB Singapore		

5. ความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (National Water Security Index)

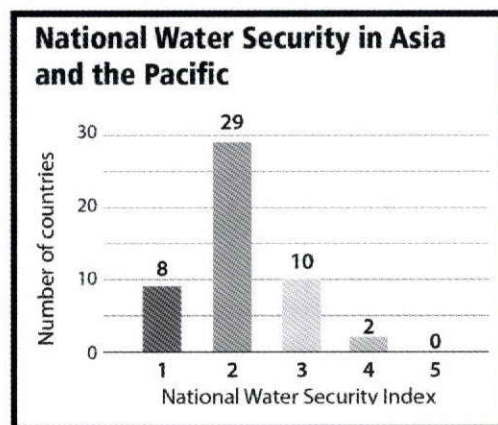
จากดัชนีความมั่นคงด้านน้ำด้านต่างๆ ทั้ง 5 มิติ จะสามารถคำนวณหาดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของชาติได้ ดังนี้

$$\text{NWS Indicator} = (\text{KD1 Index} + \text{KD2 Index} + \text{KD3 Index} + \text{KD4 Index} + \text{KD5 Index})/5$$

$$\text{NWS Index} = \text{Integer (NWS Indicator)}$$

ผลการคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของชาติ ของ 49 ประเทศในเอเชียและแปซิฟิกแสดงอยู่ในตารางที่ 8 และสามารถสรุปได้ดังกราฟรูปที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่า 37 ประเทศใน 49 ประเทศ ยังมีความมั่นคงด้านน้ำระดับชาติอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (ต่ำกว่า 3)

ค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยเท่ากับ 2 แสดงว่าอยู่ในระดับเริ่มมีการดำเนินการ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศไทยให้สูงขึ้น



รูปที่ 4 ความมั่นคงด้านน้ำของชาติ 49 ประเทศในเอเชียและแปซิฟิก (ADB, 2013)

ความมั่นคงด้านน้ำ คือ ความสามารถในการหาน้ำในปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ สำหรับสุขภาพของคน สิ่งแวดล้อมรอบตัวคนและการผลิต โดยมีความเสี่ยงอันเนื่องมาจากน้ำในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (The reliable availability of an acceptable quantity and quality of water for health, livelihoods and production, coupled with an acceptable level of water-related risks.) (http://en.wikipedia.org/wiki/Water_security #cite_note-1)

3. แนวคิดในการวิเคราะห์ค่าความมั่นคงด้านน้ำ

รายงาน "Asian Water Development Outlook 2013: Measuring water security in Asia and the Pacific" โดย Asian Development Bank(2013) ได้เสนอแนะแนวทางการวิเคราะห์ค่าความมั่นคงด้านน้ำของชาติ (National Water Security) โดยมีแนวคิดที่ว่า "ประเทศจะมีความมั่นคงด้านน้ำ ถ้าสามารถจัดการทรัพยากรน้ำและการให้บริการน้ำทั้ง 5 ด้าน (หรือ 5 มิติ) ได้อย่างประสบความสำเร็จ" และได้เสนอแนะแนวทางในการวิเคราะห์ค่าความมั่นคงด้านน้ำทั้ง 5 ด้าน ไว้ดังนี้

- (1) มิติที่ 1 - ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน (Household Water Security) ซึ่งถือว่ามีค่าสำคัญสูงสุด ที่ทุกประเทศต้องมีระบบน้ำและระบบสุขาภิบาลที่น้ำเชื่อถือและปลอดภัยเพื่อให้บริการให้แก่ประชาชนทุกชุมชน ความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือนถือเป็นปัจจัยพื้นฐานในการแก้ปัญหาความยากจน และสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ จึงมีความจำเป็นที่ทุกประเทศต้องสร้างความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน โดยต้องมีแผนระดับชาติและมีงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานดังกล่าวให้เพียงพอสามารถให้บริการด้านน้ำใช้ในครัวเรือนและสุขาภิบาลของทุกชุมชนอย่างเพียงพอ
- (2) มิติที่ 2 - ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำทางเศรษฐกิจ (Economic Water Security) ซึ่งสามารถวัดได้จากประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตเชิงเศรษฐกิจ 3 ด้าน คือ ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม และด้านการผลิตพลังงาน เนื่องจากความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม และการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาและวางแผนบริหารจัดการการใช้น้ำร่วมกันแบบบูรณาการ ไม่ควรแยกวางแผนการใช้น้ำของแต่ละภาคส่วนการใช้น้ำ ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำ-อาหาร-พลังงาน ช่วยก่อให้เกิดการตื่นตัวเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อสนับสนุนกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ความมั่นคงด้านน้ำทางเศรษฐกิจจะเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำในการผลิตอาหาร การอุตสาหกรรม และการพลังงาน เพื่อแก้ปัญหาความยากจน และเพื่อสนับสนุนให้มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนซึ่งจำเป็นต้องมีน้ำมากขึ้นหรือมีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 6 การคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม (KD4)

ข้อมูล	ดัชนีย่อย (Sub-index)	ค่าดัชนีย่อย
1. Cropland 2. Imperviousness 3. Livestock density 4. Wetland disconnection	Watershed Disturbance Index(WDI)	% of basin area
5. Soil salinization 6. Nitrogen, Phosphorous 7. Mercury 8. Pesticides 9. Total suspended solids	Pollution Index (PI)	% of basin area
10. Organic loads 11. Potential acidification 12. Thermal impacts from power plant cooling 13. Dam density	Water Resources Development Index (WRDI)	
14. River network fragmentation 15. Relative water consumption compared to supply 16. Agriculture sector water stress 17. Residency time change downstream from dams		% of basin area
18. Nonnative species 19. Nonnative species richness 20. Catch pressure 21. Aquaculture		% of basin area
River Health Indicator= f(WDI, PI, WRDI, BF) : Analyzed by GIS		0
KD4 Index = Integer(River Health Indicator x 5)		1-5
หมายเหตุ: เกณฑ์การจำแนกความสมบูรณ์ของกลุ่มน้ำ (River Health Indicator) : Bad(0-0.22), Poor(0.23-0.36), Moderate(0.37-0.54), Good(0.55-0.71), Excellent(0.72-1.00)		

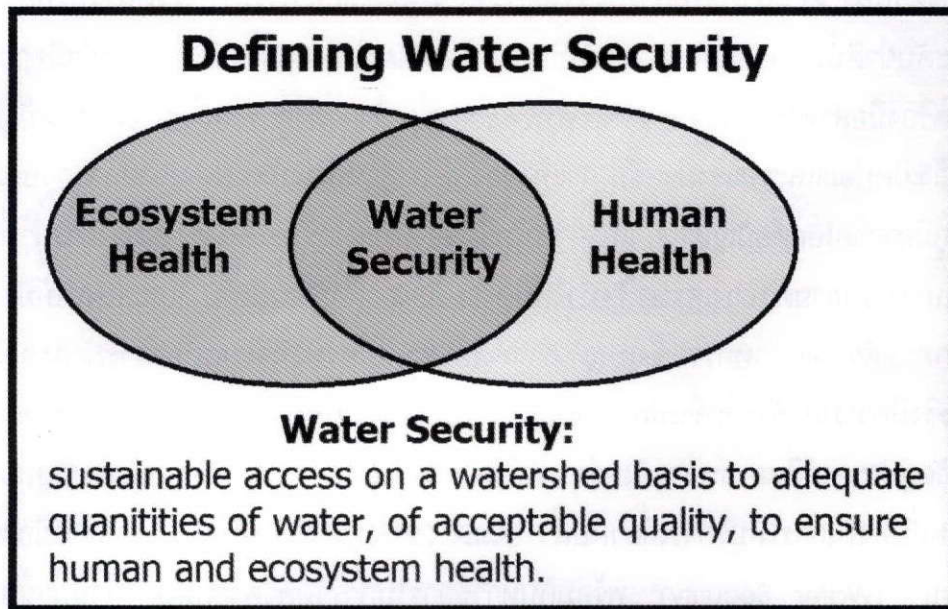
4.5 วิธีการคำนวณดัชนีความสามารถในการฟื้นตัวเนื่องจากภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ

ดัชนีความสามารถในการฟื้นตัวเนื่องจากภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำ (KD5) คือค่าเฉลี่ยของ 3 ดัชนีย่อย ซึ่งแสดงถึงขีดความสามารถในการฟื้นตัวจากอุทกภัย ภัยแล้ง และภัยที่เกิดบริเวณชายฝั่งทะเล มีรายละเอียดดังตารางที่ 7

เนื้อหาสาระหลักของบทความนี้ได้มาจากรายงาน Asian Water Development Outlook 2013: Measuring Water Security in Asia and the Pacific" ซึ่งจัดทำโดย Asian Development Bank (2013)

2. นิยาม

เดิมที่ได้มีผู้นิยามความมั่นคงด้านน้ำไว้อย่างง่ายๆว่า *"ความมั่นคงด้านน้ำคือความสามารถในการเข้าถึงน้ำดื่มที่เพียงพอและอย่างยั่งยืน (The capacity of a population to ensure that they continue to have access to potable water) (<http://watersecurity.wordpress.com/2011/12/17/defining-water-security/>)"* แต่ต่อมานอกจากหมายถึงน้ำดื่ม ยังได้เพิ่มคำสำคัญอื่นๆเกี่ยวกับน้ำเข้าไปเช่น สุขอนามัย สุขภาพ ความต้องการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ การรักษาสิงแวดล้อม และความเสี่ยงต่อภัยพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำด้วย รูปที่ 1 คือความพยายามในการนิยามความมั่นคงด้านน้ำให้เห็นเป็นรูปธรรม โดยดูจากขีดความสามารถในการเข้าถึงน้ำเพื่อสุขภาพของมนุษย์และความยั่งยืนของระบบนิเวศ และจากแนวคิดต่างๆ ปัจจุบันจึงได้นิยามความมั่นคงด้านน้ำได้ดังนี้



รูปที่ 1 นิยามของคำว่า "ความมั่นคงทางน้ำ" ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ และสุขภาพของมนุษย์
(<https://watergovernance.ca/projects/water-security>)

ตารางที่ 5 การคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อเมือง (KD3)

ข้อมูล	ดัชนีย่อย (Sub-index)	ค่าดัชนี
ข้อมูลดัชนีย่อย (Sub-index)	ค่าดัชนี	
Water supply (%)	Water Supply Index (WSI)	1-5
Water treatment (%)	Water Treatment Index (WTI)	1-5
Flood damage lost (USD/capita)	Drainage Index (DI)	1-5
Adjustment factor 1	Urban Growth Factor (UF)	0-1
Adjustment factor 2	River Health Index Factor (RHF)	0-1
Indicator=WSI+WTI+DI		3-15
$KD3 \text{ Index} = \text{Integer}\{(\text{Indicator} \times \text{UF} \times \text{RHI})/3\}$		1-5
หมายเหตุ: ดัชนีชุดนี้พัฒนาสำหรับ Asian Water Development Outlook 2013 โดย The International Water Centre and PUB Singapore.		

4.4 วิธีการคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม

ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม (KD4) คือค่าเฉลี่ยของ 4 ดัชนีย่อย ซึ่งได้แก่การรบกวนต้นน้ำ มลพิษทางน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำ และปัจจัยด้านชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาสถานะภาพความสมบูรณ์ลุ่มน้ำ (River Basin Health Indicator) โดยใช้ GIS แล้วจึงคำนวณหา KD4 Index จาก River Health Indicator ดังมีรายละเอียดดังตารางที่ 6

4. วิธีการคำนวณค่าดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ

4.1 วิธีการคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน

ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน (KD1) คือค่าเฉลี่ยของ 3 ดัชนีย่อย ซึ่งสามารถคำนวณจากข้อมูลการเข้าถึงระบบประปา การเข้าถึงระบบสุขาภิบาล และการอนามัย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคำนวณดัชนีความมั่นคงด้านน้ำเพื่อครัวเรือน (KD1)

ข้อมูล	ดัชนีย่อย (Sub)	ค่าดัชนี
1. Piped water access(%)	Piped Water Index (PWI)	1-5
2. Sanitation access(%)	Sanitation Index (SI)	1-5
3. Hygienestatus on diarrheal incidence per 100,000 people	Disability-Adjusted Life Year (DALY)	1-5
Indicator=PWI+SI+DALY		3-15
KD1 Index = Integer (Indicator/3)		1-5

หมายเหตุ:

(1) ดัชนี DALY ในตารางข้างบนคือดัชนีที่ใช้วัดภาระโรค (Burden of Disease) หรือสถานะสุขภาพของประชากรแบบองค์รวม ตามแนวทางของ WHO โดยการวัดจำนวนปีสุขภาพที่สูญเสียไปจากโรคและการบาดเจ็บของประชากร (Disability-Adjusted Life Years) กรณีนี้จะหมายถึงผลรวมของจำนวนปีสุขภาพที่สูญเสียไปจากโรคอันเกิดจากน้ำของประชากร 100,000 คน

(2) 1 DALY = 1 lost year of healthy life,

(3) สูตรในการคำนวณ

$$DALY = YLL+YLD \dots\dots(1)$$

เมื่อ YLL = จำนวนปีที่สูญเสียไปจากการตายก่อนวัยอันควร (sum of years of life lost due to premature mortality in the population)

YLD = จำนวนปีที่มีชีวิตอยู่กับความบกพร่องทางสุขภาพ (years lost due to disability for people living with the healthy condition)

$$YLL = N \times L \dots\dots\dots(2)$$

N = จำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละกลุ่มอายุ (no. of deaths)

L = ช่วงอายุที่คาดว่าจะมีชีวิตในแต่ละกลุ่มอายุที่เสียชีวิต (standard life expectancy at age of death in years)