ดัชนีคุณภาพน้ำ

Water Quality Indices: WQI

บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ

Busayamas Pimpunchat

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ดัชนีคุณภาพน้ำมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ค่าเดี่ยวของคุณภาพน้ำพื้นฐานหรือกฎเกณฑ์ของระบบหนึ่งหรือหลายระบบ ซึ่งสามารถนำมาแปลความหมายในด้านขององค์ประกอบและความเข้มข้นของแหล่งน้ำตัวอย่างนั้น สามารถเปรียบเทียบตัวอย่างหนึ่งกับตัวอย่างอื่นในการหาคุณภาพของน้ำจากค่าของดัชนี ค่าของดัชนียังสามารถใช้ในทางระบบนิเวศวิทยาเพื่อที่จะบอกความสมดุล ความสมบูรณ์ ความหลากหลาย เป็นต้น การกำหนดและการใช้งานของดัชนีได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากหน่วยงานที่รับผิดชอบการจัดหาน้ำและการควบคุมมลพิษทางน้ำ ในบทความนี้กล่าวถึงพัฒนาการในการคำนวณค่าของดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในรูปแบบต่างๆ ที่ใช้อยู่ทั่วไปและที่ใช้ในประเทศไทย ตัวแปรหรือค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ การแปลความหมายของค่าดัชนีคุณภาพน้ำและการนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ : ดัชนีคุณภาพน้ำ คุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำ

Abstract

Water quality indices aim to give a single value of water quality on the basis of one or muti-systems which translate the list of constituents and their concentrations present in a sample into a single value. One can then compare different samples for quality on the basis of the index value of each sample. Indices have also been used in ecology to represent species richness, evenness, diversity etc. The formulation and use of indices has been strongly advocated by agencies responsible for water supply and control of water pollution. In this article, the improvement in the calculations of the water

โทร. +662 329 4300 ต่อ 316 โทรสาร +662 329 4300 ต่อ 283 e-mail: knbusaya@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

quality indices is represented in the different way of used and used in Thailand. Including to the variables or parameters is used in such calculations, interpreting of the water quality indices and its use.

Keywords : water quality indices, water quality, water quantity

1. ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ

ในแหล่งทรัพยากรตามธรรมชาติทั้งหมด น้ำจัดได้ว่ามีความจำเป็นและมีคุณค่ายิ่ง สิ่งมีชีวิตเริ่มต้นในน้ำและชีวิตก็ยังต้องหล่อเลี้ยงด้วยน้ำ บทบาทที่สำคัญของน้ำคือเป็นสิ่งกระตุ้นและจรร โลงอารยะธรรมตลอดมาในประวัติศาสตร์ของมวลมนุษย์ จนถึงช่วงปลายปี 1960 เริ่มที่จะสนใจเกี่ยวกับปริมาณน้ำในแหล่งน้ำที่เห็นว่าไม่เป็นที่ไม่พึงปรารถนาในสถานการณ์ต่างๆ มนุษย์หาประโยชน์จากน้ำที่หามาได้ มาเฉพาะในช่วง 30 ปีที่แล้วของศตวรรษที่ 20 ความกังวลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำเริ่มรู้สึกว่าจะแผ่ขยายมากขึ้น โดยขณะนี้เรื่องคุณภาพน้ำได้รับความสำคัญมากเท่า ๆ กับเรื่องของปริมาณน้ำ เพราะหากมีปริมาณน้ำมากแต่คุณภาพไม่ดีจะไม่เกิดประโยชน์ หรือคุณภาพดีแต่ปริมาณน้ำน้อยก็ไม่พอใช้ในการอุปโภคบริโภค การพิจารณาต้องควบคู่กันระหว่างคุณภาพและปริมาณน้ำในแหล่งน้ำที่ต้องการประโยชน์ การตัดสินใจว่าแหล่งน้ำใดสามารถใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ หรือเหมาะสมกับการใช้เพียงใด คุณภาพน้ำมักจะเป็นตัวตัดสินใจขั้นสุดท้าย การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำโดยทั่วไปจะมีเกณฑ์การเทียบกับคุณภาพ โดยพิจารณาจากตัวกำหนดคุณภาพน้ำกับค่ามาตรฐาน ทำให้สามารถแยกประเภทการใช้ได้หลายประเภท ปัจจุบันมีหน่วยงานของรัฐหลายหน่วยงานมีหน้าที่ในการตรวจสอบ ดูแล ควบคุมคุณภาพน้ำ เช่น สำนักงานนโยบายแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ กรมอนามัย การประปาส่วนภูมิภาค การประปานครหลวง และกรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. ดัชนีคุณภาพน้ำ

น้ำมีการใช้ประโยชน์ในหลายด้าน การบ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำจึงมีความสำคัญมากในการดูแลแหล่งน้ำ โดยทั่วไปการพิจารณาถึงการเกิดมลพิษทางน้ำจะพิจารณาถึงสิ่งเจือปนในนั้นว่าเป็นชนิดใด มีอันตรายหรือเป็นพิษมากน้อยเพียงใด มีความเข้มข้นในน้ำมากน้อยเพียงใด และสารที่ไม่เป็นพิษนั้น ถ้ามีความเข้มข้นมากจะมีผลกระทบต่อการใช้น้ำซึ่งก็ถือว่าสามารถก่อให้เกิดมลพิษได้ วิธีหนึ่งที่จะสามารถอธิบายคุณภาพของน้ำก็คือการตรวจหาความเข้มข้นของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำ และวิธีการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำจากแต่ละแหล่งน้ำ โดยมี “ ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality indices) ” เป็นดัชนีที่ให้ค่าของการวิเคราะห์ เพื่อบ่งบอกระดับหรือสถานะของคุณภาพน้ำว่ามีความเสื่อมโทรมอย่างไร ซึ่งทำให้เราทราบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่น้ำดังกล่าวจะต้องดำเนินการควบคุมดูแลและแก้ไขอย่างไร และสามารถหาสาเหตุของปัญหาเพื่อการดูแลจัดการ และง่ายต่อการมองภาพรวมเพื่อให้ประชาชนทั่วไปได้เข้าใจถึงคุณภาพของน้ำและปัญหาที่เกิดขึ้น

3. รูปแบบต่าง ๆ ในการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำ

การคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำอาจจะกล่าวได้ว่าเริ่มมีขึ้นเมื่อสามทศวรรษที่ผ่านมาแต่แนวคิดที่เป็นรูปแบบพื้นฐานนั้นเกิดขึ้นมามากกว่า 150 ปีแล้ว ต่อมาในปี 1848 ประเทศเยอรมัน ได้ทำการตรวจสอบการมีอยู่หรือการขาดไปของสิ่งมีชีวิตในน้ำเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ จากนั้นประเทศในแถบยุโรปหลาย ๆ ประเทศได้พัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบนี้เพื่อที่จะแบ่งหรือกำหนดลักษณะคุณภาพของน้ำภายในบริเวณนั้นๆ [1] การกำหนดคุณลักษณะแบบนี้โดยปกติจะมีสองรูปแบบคือ [2]

1. ให้ความสนใจเกี่ยวกับปริมาณของมลพิษที่เจือปนอยู่
2. สนใจเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดค่าของตัวเลขเพื่อที่จะใช้แทนค่าของคุณภาพน้ำ โดยใช้แบ่งประเภทหรือระดับมลพิษของน้ำเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยพัฒนาการของการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำแบบสมัยใหม่เริ่มครั้งแรกจากค่าดัชนีของฮอร์ตัน (Horton's Index) [3] ในปี 1965 ซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์ในการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำขึ้นมาดังนี้

1. จำนวนตัวแปรที่จะใช้ในการคำนวณควรจะมีการกำหนดให้ชัดเจนเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงให้ใช้ได้แค่ในวงจำกัด
2. ตัวแปรที่ใช้ควรมีค่านัยสำคัญต่อพื้นที่นั้น
3. มีการพิจารณานำค่าของตัวแปรที่คิดว่าน่าเชื่อถือว่าจะใช้ได้หรือสามารถหาได้นำมาใช้คำนวณร่วมด้วย

โดยในการคำนวณค่าคะแนนของดัชนีได้จากการหาผลรวมของฟังก์ชันเชิงเส้น โดยฟังก์ชันประกอบด้วยผลรวมค่าน้ำหนักของดัชนีย่อยหารด้วยผลรวมของน้ำหนักทั้งหมดคูณด้วยค่าของอุณหภูมิและค่ามลพิษดังสมการ 1 [3]

$$QI = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i I_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} M_1 M_2 \qquad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

QI = ค่าคะแนนของดัชนี

w_i = ค่าน้ำหนักของพารามิเตอร์ที่มีอยู่ i พารามิเตอร์

I_i = ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการเกิดมลพิษ

M_1 = สัมประสิทธ์ของอุณหภูมิ

M_2 = สัมประสิทธ์ของมลพิษ

จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีของฮอร์ตันง่ายที่จะคำนวณหาแม้ว่าค่าของ M_1 และ M_2 จะต้องพิจารณาให้เหมาะสม โครงสร้างนี้ประกอบด้วยค่าน้ำหนักและมาตราส่วนในการจัดอันดับเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการต่อมา

ในปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบที่ใช้ในการหาค่าดัชนีคุณภาพน้ำมากมายหลายรูปแบบ แต่จะขอกล่าวถึงรูปแบบของ Ashwani Kumer and Anish Dua ที่นำเสนอในปี 2009 [4] ได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้มาหาคุณภาพของแม่น้ำRavi ในอินเดีย เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไปโดยหาดัชนีคุณภาพน้ำเป็นแบบรายเดือนเป็นเวลา 3 ปี โดยในที่นี้ได้ใช้พารามิเตอร์ 8 ตัวคือ water temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC) ซึ่งหาข้อมูลได้จาก Central Public Health Environmental Engineering Organization (CPHEEO) และ 1991& Indian Council of Medical Research โดยค่าของ WQI คำนวณได้ด้วยสมการที่ (2)-(5)

เมื่อ $W_i = \dfrac{k}{V_i}$ โดยค่า (2)

โดยที่ $k = \dfrac{1}{\sum_{i=1}^{8} \dfrac{1}{V_i}}$ (3)

เมื่อ V_i คือ ค่าของข้อมูลจริงที่เก็บได้

ซึ่ง

$$\sum_{i=1}^{8} \frac{1}{V_i} = \frac{1}{V_i(pH)} + \frac{1}{V_i(TDS)} + \frac{1}{V_i(Hardness)} + \frac{1}{V_i(Ca)} + \frac{1}{V_i(Mg)} + \frac{1}{V_i(TotalAlkainity)} + \frac{1}{V_i(DO)} + \frac{1}{V_i(EC)}$$

จะได้ว่า (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$WQI = W_{i(pH)}V_{r(pH)} + W_{i(TDS)}V_{r(TDS)} + W_{i(Hardness)}V_{r(Hardness)} + W_{i(Ca)}V_{r(Ca)} + W_{i(Mg)}V_{r(Mg)} + W_{i(Total\ Alkalinity)}V_{r(Total\ Alkalinity)} + W_{i(DO)}V_{r(DO)} + W_{i(EC)}V_{r(EC)} \quad (5)$$

โดยค่าน้ำหนัก สามารถหาได้จากค่าในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ: Their ICMR/CPHEEO Standards and Assigned Unit Weights [4]

Water Quality Factors	ICMR/ CPHEEO Standards (Vi)	Unit Weight (Wi)
pH	7.0 – 8.5**	0.322
TDS	<1500**	0.002
Hardness	<600**	0.005
Calcium	<75*	0.037
Magnesium	<50*	0.055
Total Alkalinity	<120*	0.023
Dissolved Oxygen	>5*	0.548
Electrical Conductivity	<300*	0.009

และสามารถนำพารามิเตอร์ทั้งหมดมาคิดเป็นคะแนน ได้ดังตารางที่ 2 ค่าของ WQI นั้นเมื่อคำนวณได้แล้ว สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

Value of WQI	Quality of Water
90 – 100	Excellent
70 – 90	Good
50 – 70	Medium
25 – 50	Bad
0 – 25	Very Bad

ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในงานนี้พบว่า ค่าของ DO มีส่วนสำคัญที่ส่งผลกับค่าของ WQI ในแม่น้ำ Ravi โดยสามารถวิเคราะห์ในการจัดการเรื่องคุณภาพน้ำต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. การจัดเสกลในการคำนวณค่า WQI [4]

Physico – chemical Factors	**Ranges**				
pH	7.0 – 8.5	8.6 – 8.7	8.8 – 8.9	9.0 – 9.2	>9.2
		6.8 – 6.9	6.7 – 6.8	6.5 – 6.7	<6.5
TDS	0 – 375	375.1 - 750	750.1 – 1125	1125.1 – 1500	.1500
Hardness	0 – 150	150.1 – 300	300.1 – 450	450.1 – 600	>600
Ca	0 – 20	20.1 – 40.0	40.1 – 60.0	60.1 – 75.0	>75
Mg	0 – 12.5	12.6 – 25.0	25.1 – 37.5	37.6 – 50	>50
Total	21 – 50	50.1 – 70	70.1 – 90	90.1 – 120	.120
Alkalinity		15.1 – 20	10.1 – 15	6 – 10	<6
DO	>7.0	5.1 – 7.0	4.1 – 5.0	3.1 – 4.0	<3.0
EC	0 – 75	75.1 – 150	150.1 – 225	225.1 – 300	>300
Vr	100	80	60	40	0
Extent of Pollution	Clean	Slight Pollution	Moderate Pollution	Excess Pollution	Severe Pollution

ต่อมาในปี 2010 Yisa และ Jimoh [5] ได้วิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำ Landzu ในประเทศไนจีเรีย โดยค่าของ WQI นั้น โดยงานวิจัยนี้ได้คำนวณโดยใช้พารามิเตอร์ 1 ตัว ในการหาค่าของ WQI โดยใช้ “Weighted Arithmetic Index method” โดยหาการจัดอันดับคุณภาพในแต่ละพารามิเตอร์ ดังสมการ (6)

$$q_i = \left(C_i \times S_i\right) \times 100 \tag{6}$$

เมื่อ C_i คือ ความเข้มข้น และ S_i คือ respective standard และ $W_i = \frac{1}{S_i}$

สามารถหาดัชนีคุณภาพน้ำได้ดังสมการ (7)

$$WQI = \sum_{i=1}^{i=n} W_i q_i \tag{7}$$

โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงคุณภาพน้ำที่สามารถดื่มได้ โดยกำหนดให้ overall WQI มีค่าไม่เกิน 100 จากสมการ (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$overall\ WQI = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} W_i q_i}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i} \quad (8)$$

ในที่นี้ n คือ จำนวนพารามิเตอร์ มีทั้งหมดอยู่ 16 ตัว ประกอบด้วย pH, turbidity, total hardness, total acidity, total dissolved solids (TDS), total solids (TS), chloride, sulphate, phosphate, nitrate, nitrite, dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), chromium, manganese and iron โดยใช้ตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. การคำนวณค่า WQI สำหรับแม่น้ำ Landzu, Bida [5]

Parameter	Standard Permissible Value (Si)	W_i	q_i	q_iW_i
pH	6.5 – 8.5	0.13	86.66	11.50
Turbidity (NTU)	1.00	1.00	3350.00	3350.00
Total acidity	100.00	0.01	18200.00	182.00
Total hardness	200.00	0.01	4690.00	23.45
TDS	500.00	0.00	52000.00	104.00
Total solids	500.00	0.00	158000.00	316.00
Nitrate	10.00	0.10	1430.00	143.00
Nitrite	1.00	1.00	5.00	5.00
Phosphate	5.50	0.18	271.0	49.27
Chloride	259.00	0.00	3170.00	12.68
Sulphate	500.00	0.00	997.00	1.99
DO	5.00	0.20	420.00	84.00
COD	10.00	0.10	8090.00	809.00
Manganess	0.05	20.00	74.00	1480.00
Chromium	0.05	20.00	32.00	640.00
Iron	1.00	1.00	305.00	305.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของ WQI นั้นเมื่อจากสมการ (8) คำนวณได้แล้วนำมาคิดตามตารางที่ 4 เพื่อนำมากำหนดมาตรฐานของน้ำ โดยสามารถวิเคราะห์ในการจัดการเรื่องคุณภาพน้ำพบว่าแม่น้ำสายนี้ นั้นไม่เหมาะแก่การบริโภคจึงควรจัดการดูแลให้แม่น้ำนั้นมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 4. การแบ่งประเภทของคุณภาพน้ำตามค่า WQI [5]

WQI value	Water quality	Water sample (%)
<50	excellent	20
50 – 100	good water	36
100 – 200	poor water	30
200 – 300	very poor water	0
>300	Water unsuitable for drinking	14

และในปีเดียวกัน Alam and Pathak [6]ได้หาค่าของWQI ของแม่น้ำ Ramganga ในประเทศอินเดีย โดยใช้พารามิเตอร์ 8 ตัวคือ pH, Total Hardness, BOD, Total Alkalinity, Dissolved Oxygen, Total Solids, Total Suspended Solids, Chloride แล้วหาค่าของ WQI โดยใช้สมการ (9)

$$WQI = \sum (q_i \times W_i)_n \quad (9)$$

เมื่อ W_i คือ ค่าน้ำหนักของพารามิเตอร์ซึ่ง $\sum W_i = 1$

โดย $S_i = q_i \times W_i$ เมื่อ q_i คือ การจัดอันดับในแต่ละพารามิเตอร์และ S_i คือ subindex ในแต่ละพารามิเตอร์ โดยค่าน้ำหนักหาได้จากตารางที่ 5

ตารางที่ 5. ค่าพารามิเตอร์ในการคำนวณ WQI ของคุณภาพน้ำ [6]

Parameters	Standard values	Weight assign	Unit weight
pH	7 – 8.5	4	0.16
Total Hardness	100 – 500	2	0.08
B.O.D	1 – 6	4	0.16
Total Alkalinity	<120	3	0.12
Dissolved Oxygen	>6	4	0.16
Total Solids	500 – 1500	4	0.16
Total Suspended Solids	<100	2	0.08
Chloride	200 – 500	2	0.08

และหาค่าของการจัดอันดับคุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ได้ดังตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ค่าของการจัดอันดับคุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ [6]

Parameters	Permissible 100	Slight 80	Moderate 50	Severe 0
pH	7.0 – 8.50	8.6 – 8.8	8.9 – 9.2	>9.2
		6.8 – 7	6.5 – 6.7	<6.5
Total Hardness	<100	101 – 300	301 – 500	>500
Dissolved Oxygen	>6.0	4.5 – 5.9	3.0 – 4.4	<3.0
Total Solids	<500	501 – 1000	1001 – 1500	>1500
Total Suspended Solids	<30	30 – 65	66 – 100	>100
Chloride	<200	200 – 400	401 – 600	>600

จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าของ WQI เพื่อดูคุณภาพของแม่น้ำ ซึ่งแบ่งเป็น 5 สถานี ทุกเดือนเป็นเวลา 3 ปีซึ่งใช้ในการวิเคราะห์และจัดการกับคุณภาพน้ำพบว่า ช่วงต้นน้ำนั้นมีคุณภาพของน้ำดีกว่าช่วงปลายน้ำทั้งนี้เพราะจากการอุปโภคบริโภคของประชากรที่อาศัยอยู่แถวนั้นจึงทำให้คุณภาพของน้ำที่ปลายของแม่น้ำนั้นมีคุณภาพที่แย่ลง

4. การคำนวณค่าของดัชนีคุณภาพน้ำในประเทศไทย

การจัดการคุณภาพน้ำในประเทศไทย มีหลายหน่วยงานและองค์กรที่รับผิดชอบและร่วมกันดำเนินการอยู่ กรมควบคุมมลพิษเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีหน้าที่ส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการติดตามตรวจสอบและการควบคมคุณภาพน้ำของประเทศ ปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นโดยภาพรวมแล้ว พบว่าสาเหตุเกิดจากการระบายของเสีย จากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ โดยเฉพาะตามเมืองและแหล่งชุมชนใหญ่ลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มในปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐานในช่วงที่แหล่งน้ำไหลผ่านชุมชนเมือง ปัญหาอีกประการหนึ่งคือแหล่งน้ำหลายแห่งโดยเฉพาะในภาคเหนือ มักมีความขุ่นสูงมาก สาเหตุเนื่องมาจากสภาพธรรมชาติที่เป็นพื้นที่สูง ทำให้เกิดการกัดเซาะและพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำ และยังทำให้กระบวนการผลิตน้ำประปามีค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนเพิ่มมากขึ้น การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ สถานการณ์คุณภาพน้ำ การดำเนินการในการควบคุมและจัดการคุณภาพน้ำสามารถตรวจสอบได้จากค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป โดยเกณฑ์ในการวัดคุณภาพมีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 ถึง 100 คะแนน ซึ่งในประเทศไทยได้ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 7 เมื่อนำค่าคะแนนของ WQI มาคิดเป็นประเภทเพื่อวัดเกณฑ์ของคุณภาพน้ำเป็นประเภทต่างๆ ได้ 5 ประเภทดังตารางที่ 8 เมื่อทราบว่าน้ำที่ได้ทำการทดสอบนั้นอยู่ในประเภทไหนแล้วสามารถบอกได้ว่าน้ำที่บริเวณแหล่งน้ำที่สนใจนั้นสามารถใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างทำให้สามารถบำรุงรักษาและสามารถจัดการได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7. เกณฑ์ในการวัดคุณภาพของน้ำเมื่อเทียบกับคะแนนของ WQI [7]

ค่าคะแนน	เกณฑ์คุณภาพน้ำ	ประเภทคุณภาพน้ำ
85 – 100	ดีมาก	1
70 – 84	ดี	2
50 – 69	พอใช้	3
20 – 49	เสื่อมโทรม	4
0 – 19	เสื่อมโทรมมาก	5

ตารางที่ 8. การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำแต่ละประเภท [7]

แหล่งน้ำประเภท	แหล่งน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์
1	เพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐานและการอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ
2	เพื่อการอนุรักษ์ การประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ
3	เพื่อการเกษตร การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
4	เพื่อการอุตสาหกรรม การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
5	เพื่อการคมนาคม

การคำนวณดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นมีวิธีการคิดคะแนนได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับว่าเราจะใช้วิธีไหนเช่น กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม คิดค่าของ WQI โดยวิธี “Unweighted Multiplicative River Water Quality Index” ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการเผยแพร่ให้ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำแก่สาธารณชนทราบ ด้วยคำที่ง่าย วิธีการรวบรัด และเข้าใจโดยง่าย ไม่สลับซับซ้อน ซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา และเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกใช้ในการจัดทำรายงานเสนอต่อสภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกา (พัฒนาโดย Brown *et al.* 1970) [7] โดยมีวิธีการคิดคะแนนเหล่านี้เกิดมาจากการรวมคะแนน ดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี แต่ในประเทศไทยนั้นเนื่องจากอุณหภูมิ นั้นมีความใกล้เคียงกันทั้งประเทศจึงไม่คิด ทำให้เหลืออยู่ 8 พารามิเตอร์ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS), แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria, FCB), ไนเตรท (NO_3^-), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}), ความขุ่น (Turbidity), อุณหภูมิ (Temperature), ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biological Oxygen Demand, BOD)

จากนั้นจึงทำการนำค่าคะแนนของแต่ละพารามิเตอร์มารวมเข้าด้วยกันเป็นคะแนนรวมอย่างเดียว โดยใช้สมการ (10)

$$WQI = \sqrt[9]{[(pH)(DO)(TS)(FCB)(NO_3^-)(PO_4^{3-})(Turbid)(Temp)(BOD)]} \qquad (10)$$

ซึ่งที่มาของทั้ง 9 ดัชนี และคะแนนที่เกี่ยวข้องของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ เกิดมาจากการส่งแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆนับร้อยคน (ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับการพัฒนาระเบิดปรมาณู) โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายกำหนดว่าการพิจารณาคุณภาพน้ำทั่วไป ควรดูดัชนีอะไรบ้าง และถ้าจะให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นต่างๆเช่น ค่าออกซิเจน 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะให้คะแนนเท่าไหร่ ซึ่งผลการรวมความคิดของเหล่าผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ได้นำไปสู่การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปซึ่งได้มีการพิสูจน์เปรียบเทียบผลคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากวิธีนี้กับความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. ประโยชน์ของดัชนีคุณภาพน้ำ

การกำหนดและการใช้ดัชนีเป็นตัวแทนเพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบต่อแหล่งน้ำและการควบคุมมลพิษทางน้ำ ข้อมูลคุณภาพของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแปลความหมายให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการเข้าใจ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการหาแนวโน้ม หาเงื่อนไขที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อม ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำสามารถใช้บ่งบอกคุณลักษณะของน้ำนั้นว่าอยู่ในหลักเกณฑ์ใด ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในด้านการบริหารจัดการน้ำ แบ่งประเภทของน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ และบอกได้ถึงพฤติกรรมการใช้น้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัดว่าบริเวณนั้นมีการปล่อยมลพิษทางน้ำหรือไม่ อย่างไร แหล่งที่ทำการตรวจสอบอยู่ในเขตอุตสาหกรรมหรือไม่ โดยสามารถนำดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์และกำหนดแผนการจัดการน้ำหรือมาตรการการจัดการแหล่งน้ำเพื่อทำให้แหล่งน้ำบริเวณนั้นมีคุณภาพน้ำที่ดีขึ้นและเหมาะสมกับการอุปโภคบริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยในตัดสินใจในการกำหนดนโยบายของรัฐบาลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด กล่าวคือ ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำสามารถช่วยตัดสินใจในเรื่องดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **การจัดสรรทรัพยากร** ดัชนีสามารถนำมาประยุกต์ช่วยในการตัดสินใจในการบริหารกองทุนเพื่อการจัดสรรและการกำหนดลำดับความสำคัญที่สัมพันธ์กับเรื่องของน้ำ

2. **การจัดอันดับในการจัดสรร** ดัชนีสามารถนำมาประยุกต์ช่วยในการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำจากหลาย ๆ ที่หรือมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน

3. **มาตรฐานในการบังคับ** ดัชนีสามารถนำมาประยุกต์ช่วยในการเจาะจงพื้นที่เพื่อที่จะหาขอบเขตของการล่วงละเมิดในทางกฎหมายหรือตามกฎเกณฑ์ที่มีอยู่

4. **การวิเคราะห์แนวโน้ม** ดัชนีสามารถนำมาประยุกต์ช่วยในการหาคุณภาพน้ำที่จะมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปในภายภาคหน้าซึ่งอาจจะลดลงหรือดีขึ้นกว่าเดิม

5. **ให้ข้อมูลต่อสาธารณะ** ค่าคะแนนของดัชนีง่ายต่อการเข้าใจในการวัดระดับของคุณภาพน้ำสามารถเผยแพร่ให้ประชาชนทราบคุณภาพน้ำในแต่ละแหล่งน้ำ

การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คุณภาพโดยธรรมชาติของดัชนีซึ่งสามารถแปลความหมายข้อมูลในปริมาณที่มากออกมาเป็นค่าของคะแนนที่มีคุณค่าอย่างมากในทางการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การหาประสิทธิภาพในการฟื้นฟูระบบนิเวศน์หรือการหากลยุทธ์ในการบำบัดน้ำ วัดผลกระทบต่อกิจกรรมการพัฒนาแหล่งน้ำ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Abbasi. S.A., 1999. *Water Quality Indices - State of the art*, Centre for Pollution Control & Energy Technology, Pondicherry University.

[2] Abbasi. S.A., 2002. *Water Quality Indices - State of the art*. INCOH ed. National Institute of Hydrology. Roorkee. 73 p.

[3] Said A. and Abbasi S.A., 2006. Qualidex – A New Software Control for Generating Water Quality Indice. *Environmental Monitoring and Assessment*, 119, 201-231.

[4] Kumer, A. and Dua, A., 2009. Water Quality Index for Assessment of Water Quality of River Ravi at Madhopur (India). *Global Journal of Environmental Sciences,* 8 (1), 49 – 57.

[5] Yisa, J. and Jimoh, T. 2010. Analytical Studies on Water Quality Index of River Landzu. *American Journal of Applied Sciences*, 7 (4), 453-458.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[6] Alam, M. and Pathak, J.K., 2010. Rapid Assessment of Water Quality Index of Ramganga River, Western Uttar Pradesh (India) using a Computer Programme. *Nature and Science*, 8(11), 1-8.

[7] สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป, กรมควบคุมมลพิษ Available at <http://wqmonline.pcd.go.th/IWIS/wqionline/wqi.htm> [Accessed 10 July 2010]

[8] Pimpunchat, B. *et al.,* 2007. Modelling River Pollution and Removal by Aeration. *MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation*, 2431-2437.

[9] Pimpunchat, B. *et al.,* 2009. A mathematical Model for Pollution in a River and its Remediation by Aeration. *Applied Mathematics Letters*, 22, 304-308.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้