การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ

วนิดา ชูอักษร [1*]

บทคัดย่อ

ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดหรือวิเคราะห์หลายๆ พารามิเตอร์มารวมเป็นค่าเดียวโดยเลือกเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของแหล่งน้ำ ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้ คือ การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์องค์ประกอบ และการถดถอยพหุคูณ โดยคำนวณคุณภาพน้ำเป็น 0 ถึง 100 คะแนน ทำให้สามารถบ่งชี้สถานการณ์คุณภาพน้ำเป็นระดับดีมาก ดี พอใช้ เสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ทำให้ลดระยะเวลา ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สามารถแปลผลที่เข้าใจได้ง่าย รวมทั้งสามารถอธิบายสถานการณ์คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว การใช้ดัชนีคุณภาพน้ำอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ สามารถนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพสูงสุดและมีการใช้น้ำได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

คำสำคัญ : ดัชนีคุณภาพน้ำ, คุณภาพน้ำ, การจัดการทรัพยากรน้ำ

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
* ผู้ติดต่อ อีเมลล์ : chooaksorn@hotmail.com รับเมื่อ 24 พฤษภาคม 2554 ตอบรับเมื่อ 19 กรกฎาคม 2554

Development of Water Quality Index for the Management of Water Resources

Wanida Chooaksorn[1 *]

Abstract

Water quality index (WQI) is a mathematical tool. WQI is calculated from measurements of various parameters that combined into a single value. The parameters were selected to calculate the WQI is only associated with water resource which the technique was cluster type analysis, factor analysis and multiple regression. The calculation of water quality to scores from 0 to 100 points which scores were compared with water quality standards for surface water sources according to the notification of the National Environment Board and scores were indicated the situation of water quality is excellent, good, fair, poor and very poor. WQI can reduce the time and cost of analyzing water quality. In addition, WQI can be easily understood and can describe the water quality is changing quickly. Using the WQI appropriately in each area can use the result as a guide to managing water resources more quickly, most effective, appropriate and sustainable.

Keywords: Water quality index, Water quality, Water resource management

[1] Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University

* Corresponding author, Email: chooaksorn@hotmail.com Received 24 May 2011; Accepted 19 July 2011

1. บทนำ

การขยายตัวทางสังคม อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองทำให้ปริมาณความต้องการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น โดยทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของประชาชน คือ ทรัพยากรน้ำ ซึ่งใช้ในการอุปโภคบริโภค การคมนาคมขนส่ง การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว [1-3] การใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เป็นสาเหตุทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แนวทางในการติดตามตรวจสอบทั่วไปคือการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งต้องวิเคราะห์หลายพารามิเตอร์ ทั้งคุณภาพน้ำด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ และด้านเคมี ส่งผลให้ใช้เวลาและงบประมาณมาก และมีความยุ่งยากในการสื่อสารเพื่อให้ประชาชนเข้าใจได้ง่ายเนื่องจากต้องพิจารณารวมกันหลายดัชนี ดังนั้นจึงมีการนำพารามิเตอร์หลายค่ามาพัฒนาเป็นดัชนีรวมเรียกว่าดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index; WQI) เพื่อนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำโดยเลือกเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์ และสามารถแปลผลให้สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งประชาชนในพื้นที่สามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำได้เอง และที่สำคัญเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ [4-5]

2. ความหมาย ประเภท และ ประโยชน์ของดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ คือ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ที่บ่งชี้สถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ อันมีค่าเป็นปริมาณโดยไม่แยกตัวแปรหรือพารามิเตอร์ และเป็นการศึกษาในการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดหรือวิเคราะห์หลายๆ ค่ามารวมเป็นค่าเดียว ผลการศึกษาจะตอบออกมาเป็นระดับคุณภาพน้ำซึ่งได้มาจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญหลายคน [6-10] ซึ่งมีการแบ่งประเภทของดัชนีคุณภาพน้ำเป็นแบบต่างๆ มากกว่า 20 ดัชนี สามารถจำแนกตามลักษณะการใช้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ [11]

(1) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Indices) ดัชนีคุณภาพน้ำกลุ่มนี้ใช้สมมติฐานที่ว่า “คุณภาพน้ำเป็นคุณลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน ไม่จำกัดประเภทการใช้”

(2) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง (Specific Water Quality Indices) ประกอบด้วยพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับลักษณะการใช้เฉพาะอย่าง เช่น น้ำดิบสำหรับประปา สำหรับการพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับอุตสาหกรรม การเกษตร และสำหรับการเดินเรือ เป็นต้น

(3) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผน (Planning Indices) เป็นดัชนีที่ใช้ในลักษณะจำเพาะ สำหรับการตัดสินใจในการจัดการ ทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดสรรงบประมาณในการป้องกันภาวะมลพิษทางน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ มูลค่าในการบำบัดน้ำเสีย

(4) ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้วิธีการทางสถิติ (Statistical Approaches) เป็นการใช้วิธีการทางสถิติมาพัฒนาใช้กับข้อมูลคุณภาพน้ำ และการอภิปรายข้อมูลคุณภาพน้ำ

ประโยชน์ของดัชนีคุณภาพน้ำ สรุปได้ดังนี้ [8, 13-14]

(1) การจัดการทรัพยากร (Resource Allocation) เป็นการนำเอาดัชนีมาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจในเรื่องสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการวางแผนและกำหนดนโยบายในการจัดการ การบริหารสิ่งแวดล้อม

(2) ตำแหน่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ ดัชนีย่อยของแต่ละสถานีมาใช้เปรียบเทียบ สภาวะสิ่งแวดล้อมตามสถานที่แตกต่างกัน หรือตามลักษณะทางภูมิศาสตร์

(3) การบังคับใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ใช้ในการหาดัชนีคุณภาพน้ำของสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง โดยเฉพาะให้ได้ตามมาตรฐาน และหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

(4) การวิเคราะห์แนวโน้ม โดยการนำเอาดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้กับข้อมูลคุณภาพน้ำตามสถานที่ และช่วงเวลาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในลักษณะแนวโน้มของคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำว่าเสื่อมโทรมหรือดีขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง

(5) การให้ข่าวสารแก่สาธารณะ คือ นำเอาดัชนีคุณภาพน้ำแจ้งข่าวให้ประชาชนได้ทราบถึงสถานการณ์สิ่งแวดล้อมด้วยค่าที่เข้าใจง่าย

(6) การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คือ ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้ในการลดปริมาณข้อมูลจำนวนมาก

3. การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อให้ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับลักษณะของแหล่งน้ำที่ต้องการตรวจสอบ โดยในเบื้องต้นได้ใช้ลักษณะที่มองเห็นเช่น สี ระดับความขุ่น ปลาที่พบเห็น สารแขวนลอยและการเจริญเติบโตของสาหร่ายธรรมชาติ เพื่อเป็นการจำแนกประเภทของแม่น้ำ การศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในปีค.ศ. 1848 ประเทศเยอรมันได้พัฒนาดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความสัมพันธ์ของระดับความบริสุทธิ์ของน้ำ ภาวะมลพิษที่เกิดขึ้นและสภาพทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ เป็นตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกลักษณะความแตกต่างของระบบในการจำแนกคุณภาพน้ำ [14] และภายหลังต่อมาพบว่า ค่าทางเคมีที่ใช้บ่งชี้สภาวะของแม่น้ำได้ดี คือการทดสอบค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) แต่สามารถใช้ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand : COD) เป็นพารามิเตอร์แทนได้ เนื่องจากได้ใช้การทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่แตกต่างกัน [8,15] แต่ในแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเล ความต้องการออกซิเจนทางเคมี ไม่นำมารวมในการคำนวณดัชนีเพราะว่ามีการปนเปื้อนของความเค็มและคลอไรด์ ทำให้เกิดความผิดพลาดสูง [11] นอกจากนี้มีการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำจากสมการของ Martinez ซึ่งได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ k เป็นค่าคงที่ตามการตัดสินใจของผู้ที่ศึกษาใช้จำนวนพารามิเตอร์ถึง 20 พารามิเตอร์ ในการพิจารณาแยกเป็นดัชนีคุณภาพน้ำตามการตัดสินใจของผู้ศึกษา ดัชนีคุณภาพน้ำตามวัตถุประสงค์ โดยเลือกเพียง 3 พารามิเตอร์ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความขุ่น (Turbidity) และการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) [12]

ในต่างประเทศพารามิเตอร์ที่ใช้สร้างดัชนีคุณภาพน้ำในต่างประเทศมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยพบว่า ในประเทศโครเอเชีย พารามิเตอร์ที่ใช้ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) แร่ธาตุ (Mineral) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ฟอสฟอรัส (Total phosphorus) โปรตีน (Protein N) โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี สภาพด่าง (Alkalinity) [6] ในแม่น้ำออสซี่สาธารณรัฐซิมบับเว ได้ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำ 8 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส (pH) การนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids: TDS) ของแข็งแขวนลอยละลายน้ำ (Total suspended solids: TSS) ฟอสเฟต (Inorganic phosphates) ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen: NO_3^- - N) และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี [15] นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของจำนวนชนิดปลากับดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบเมริท โอ๊คแลนด์ โดยมี 7 พารามิเตอร์ที่ใช้ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท - ไนโตรเจน (NO_3^- - N) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3 - N) ความกระด้าง (Hardness) และ ความเค็ม (Salinity) [16] ในปีต่อมาได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบทางนิเวศวิทยาของแม่น้ำหลายสาย โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 1 – 100 มี 8 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ความขุ่น ไนเตรท-ไนโตรเจน โดยใช้เส้นโค้งค่าเฉลี่ยหาระดับคะแนน หลังจากนั้นรวมทุกค่าเป็นค่าเดียว รวมทั้งการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลของแมรี่แลนด์ ได้พัฒนาดัชนี จากการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ เป็นพารามิเตอร์หลักของปลา และอีก 3 พารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อพืชน้ำในชายฝั่งทะเล [17-18] ส่วนการศึกษาดัชนีชี้วัดมลพิษจากกิจกรรมการประมง ในแม่น้ำมาคูโค และแม่น้ำคิวซาด้าของประเทศบราซิล ปี 2003 ถึง 2005 มีจำนวน 3 พารามิเตอร์ คือ ความขุ่น ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออกซิเจนละลายน้ำ โดยแบ่งคุณภาพน้ำเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง เสื่อมโทรม เสื่อมโทรมมาก พบว่า บริเวณทำการประมงมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม ดังนั้นจึงมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำเพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ของน้ำ และนำไปหาแนวทางในการป้องกันปัญหาน้ำเสีย [19] การศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำในแม่น้ำดูโร เป็นระยะเวลา 10 ปี (1992- 2001) บริเวณชายแดนประเทศสเปนซึ่งเป็นพื้นที่ตอนบนและประเทศโปรตุเกสซึ่งเป็นพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำ โดยศึกษาทั้งหมด

19 พารามิเตอร์ พบว่า คุณภาพน้ำในพื้นที่ตอนล่างมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำร้อยละ 47.3 ส่วนพื้นที่ตอนบนมีคุณภาพน้ำดีกว่าตอนล่าง มีค่าคุณภาพน้ำร้อยละ 61.7 โดยทั่วไปคุณภาพน้ำทั้ง 3 จุด อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงเสื่อมโทรม ในช่วงฤดูหนาวถึงช่วงฤดูร้อนคุณภาพน้ำลดลง แต่คุณภาพและปริมาณน้ำท่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ [20] นอกจากนี้มีการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ และออกซิเจนละลาย เป็นตัวชี้วัดมลพิษของพื้นที่ต้นน้ำเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในเมือง พบว่า ดัชนีคุณภาพน้ำสามารถแบ่งลักษณะของคุณภาพน้ำได้และสามารถตรวจสอบได้ง่ายและมีความถูกต้อง [21]

สำหรับในประเทศไทย ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับดัชนีคุณภาพน้ำ โดยได้ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในปีค.ศ. 1983 ซึ่งใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาจากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 7 สถานี ระหว่างปี ค.ศ. 1975 - 1980 จำนวน 13 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ไนเตรท - ไนโตรเจน ไนไตร์ท - ไนโตรเจน แอมโมเนีย - ไนโตรเจน ฟอสเฟตรวม (Total PO_4^{3-}-P) การนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย คลอไรด์ (Chloride) และความขุ่น ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ cluster type analysis, factor analysis และ multiple regression ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลนำมาพิจารณาเลือกพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ [22] นอกจากนี้มีการศึกษาการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางประกง โดยเลือกพารามิเตอร์ที่ศึกษา 10 พารามิเตอร์ คือ ความเป็นกรด - เบส การนำไฟฟ้า ฟอสเฟตรวม ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนไตร์ท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และอุณหภูมิ และยังให้เหตุผลถึงการไม่เลือก ใช้พารามิเตอร์ อื่นๆ เช่น ความเค็ม เนื่องจากค่าความเค็ม มีความสัมพันธ์และแปรผันโดยตรงกับค่าการนำไฟฟ้า และแปรตามอิทธิพลของน้ำทะเลและน้ำหลาก ทำให้บางเดือนค่าความเค็มมีค่าเป็นศูนย์ตลอดลำน้ำ จึงไม่เหมาะสมใช้ในทางสถิติ และการใช้พารามิเตอร์ความเค็มต้องเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็ม ส่วนสาเหตุที่ไม่เลือกค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด เพราะเป็นการวิเคราะห์ที่เกิดจากเชื้อที่มีอยู่ในธรรมชาติรวมอยู่ด้วย จึงใช้เพียงค่าของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สำหรับของแข็งแขวนลอยนั้นข้อมูลมีค่าน้อยเกินไป ส่วนสารพิษมีหน่วยในการตรวจสอบที่เป็นส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็นค่าที่พบน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพน้ำพารามิเตอร์อื่น ในการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำได้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น และขั้นก้าวหน้าที่เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Package for the Social Science: SPSS) [11] นอกจากการใช้คุณภาพน้ำเพื่อพัฒนาดัชนีแล้ว ยังสามารถที่จะใช้สัตว์หน้าดินเข้ามาเป็นดัชนีที่บ่งบอกความหลากหลายของแหล่งน้ำได้ มาใช้เพื่อคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ ซึ่งยังคงรวมอุณหภูมิในการคำนวณ แต่ไม่รวมค่าฟีคอลโคลิ-ฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งทำให้ดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้มีค่าสูง [23-24] การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องและแพร่หลายโดยหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ ได้ใช้วิธีคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำแบบทั่วไป โดยใช้วิธี Unweighted Multiplication River Water Quality Index ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการเผยแพร่ ให้ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำแก่สาธารณชน ซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา โดยการกำหนด 9 พารามิเตอร์ ที่ใช้ในการคำนวณคือ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนเตรท - ไนโตรเจน ฟอสเฟต ความขุ่น อุณหภูมิ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แต่การนำมาใช้ในประเทศไทยไม่รวมค่าอุณหภูมิเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำไม่มีความแตกต่างกันจึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ การทดสอบวิธีดังกล่าวเปรียบเทียบกับผลคุณภาพน้ำในแม่น้ำ 45 สาย เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าสามารถใช้งานได้ดีในทางปฏิบัติและยังใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพแม่น้ำ [25-26] นอกจากนี้มีการใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาร่วมกับดัชนีคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ ได้จัดทำโครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ ที่จะสามารถเชื่อมโยงและประมวลผลข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วประเทศ ได้แก่ 25 ลุ่มน้ำ แม่น้ำ 48 สาย แหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง จากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำทั่วไป รวมไปถึงข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนให้งานมีประสิทธิภาพและทันสมัยยิ่งขึ้น [5] นอกจากนี้มีการทดลองใช้

วิธีเดียวกันใช้สัตว์ท้องน้ำเป็นดัชนีประเมินคุณภาพน้ำ จากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำแม่กลอง ได้อ้างถึงการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำของชนินทร์ ทองธรรมชาติ [24] เพื่อจัดชั้นคุณภาพน้ำ โดยเลือกวิธีการดัชนีคุณภาพน้ำแบบทั่วไป (General Water Quality Index) ใช้วิธี Unweighted Multiplication River Water Quality Index เช่นเดียวกันแต่ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ 8 พารามิเตอร์ ส่วนอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) จะใช้ในกรณีที่พบว่าแม่น้ำมีปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิ [24,27]

4. ตัวอย่างการทำดัชนีคุณภาพน้ำ

การศึกษาผลกระทบของคุณภาพน้ำในพื้นที่นาข้าวของลุ่มน้ำเจ้าพระยา บริเวณพื้นที่ชลประทานผักไห่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา หลังจากรับน้ำท่วมจากพายุช้างสาร พบว่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และออกซิเจนละลายน้ำอาจจะเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่เหมาะสมในพื้นที่เกษตร [28] และได้มีการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรโดยศึกษาในพื้นที่โครงการชลประทาน คือ โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ จังหวัดอุทัยธานี โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และโครงการคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี ซึ่งดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนอกสถานที่และในห้องปฏิบัติการ รวบรวมสำรวจข้อมูลเบื้องต้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยพื้นฐานทางสถิติ การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมกับการทำแบบสอบถามนักวิชาการโดยใช้หลักการ DELPHI Approach ซึ่งพิจารณาจากการตอบแบบสอบถามที่เป็นอิสระ ไม่ต้องรวมกลุ่มกันต่างคนต่างพิจารณา และเป็นกลุ่มคนที่มีความชำนาญเฉพาะด้านเกี่ยวกับแบบสอบถามที่ถาม พิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญ (Significant level) ของพารามิเตอร์จากแบบสอบถาม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยขั้นตอนการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ [29-31]

(1) พิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญ (Significant level) ของพารามิเตอร์จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อกำหนดว่าพารามิเตอร์ใดที่มีระดับความสำคัญที่จะเป็นดัชนีคุณภาพน้ำ

(2) การหาน้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ โดยกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบสอบถามจากการคำนวณหา Temporary Weights และการคำนวณหา Sub-index weights ดังสมการที่ (1) และ (2)

$$\text{Temporary weight} = \frac{\text{Significant ที่มีความสำคัญมากที่สุด}}{\text{Significant ของแต่ละพารามิเตอร์}} \quad (1)$$

$$\text{Sub-index} = \frac{\text{Temporary Weight ของแต่ละพารามิเตอร์}}{\text{ผลรวม Temporary Weight ทั้งหมด}} \quad (2)$$

(3) การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำกับ ค่าต่างๆ ของพารามิเตอร์ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำ กับค่าต่างๆ ของพารามิเตอร์ที่เลือกไว้ ซึ่งจะต้องกำหนดพิกัดของคะแนนคุณภาพน้ำกับระดับค่าความเข้มข้นต่างๆ ของพารามิเตอร์แล้วลากเส้นโค้งเชื่อมจุดพิกัดทั้งหมด ซึ่งเรียกว่า “เส้นโค้งระดับคะแนนคุณภาพน้ำ (Rating Curve)” ซึ่งเป็นเส้นโค้งเฉลี่ย เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการดัชนีย่อย

(4) การประมวลคะแนนคุณภาพน้ำมาเป็นค่าดัชนีคุณภาพน้ำ โดยนำคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากการหาค่าของแต่ละพารามิเตอร์ที่พิจารณาไว้มารวมกันเป็นเลขเดียวมาคูณกับน้ำหนักของแต่ละพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบสอบถามซึ่งใช้สมการของกรมควบคุมมลพิษของอินเดีย แต่นำสมการนั้นมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เป็นดัชนีที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพน้ำที่ต้องการดังสมการ [32]

$$WQI = \sum_{i=1}^{n} w_i I_i \quad (3)$$

เมื่อ

WQI คือ ดัชนีคุณภาพน้ำ (คะแนน)

w_i คือ น้ำหนักตามความสำคัญของพารามิเตอร์แต่ละชนิด โดย(i = 1 ถึง n)

I_i คือ ระดับคะแนนที่ได้จากเส้นโค้งเฉลี่ย โดย (i = 1 ถึง n)

N คือ คุณภาพน้ำที่ใช้คำนวณทั้งหมด

(5) การนำคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้ เปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน [33] โดยดัชนีคุณภาพน้ำมีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 คะแนน ถึง 100 คะแนน (ตารางที่ 1) และทดสอบทางสถิติโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อให้ได้ดัชนีที่เหมาะสม โดยใช้สถิติการทดสอบไคสแควร์ในการทดสอบความแตกต่าง พบว่าจากการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\rho < 0.05$) พารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการดัชนีคุณภาพน้ำไม่มีความแตกต่างกัน สามารถนำดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษามาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่ชลประทานได้ โดยสมการที่ได้จากการจากการศึกษา มีดังนี้ [29-31]

$$WQI\ (Agr_{10}) = 0.132\ (pH) + 0.113\ (PO_4^{3-}) + 0.113\ (NO_3^-) + 0.107\ (BOD) + 0.106\ (DO) + 0.106\ (NH_3) + 0.087\ (EC) + 0.082\ (SS) + 0.078\ (TS) + 0.076\ (Tur) \quad (4)$$

เมื่อ

$WQI\ (Agr_{10})$ คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่ ภาคเกษตรกรรม (คะแนน)

pH คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยความเป็นกรด-เบส

PO_4^3 คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส

NO_3 คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าไนเตรท – ไนโตรเจน

BOD คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

DO คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าออกซิเจนละลายน้ำ

NH_3 คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าแอมโมเนีย – ไนโตรเจน

EC คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าการนำไฟฟ้า

SS คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าของแข็งแขวนลอย

TS คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าของแข็งทั้งหมด

Tur คือ ระดับคะแนนจากสมการย่อยของค่าความขุ่น

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ (คะแนน)	คุณภาพน้ำ	มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน
0-30	เสื่อมโทรมมาก	ประเภท 5
31-60	เสื่อมโทรม	ประเภท 4
61-70	พอใช้	ประเภท 3
71- 90	ดี	ประเภท 2
91-100	ดีมาก	ประเภท 1

5. การใช้ดัชนีคุณภาพน้ำในการจัดการทรัพยากรน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลจำนวนมากให้เป็นตัวเลขเพียงตัวเดียว ซึ่งแปลผลลักษณะคุณภาพน้ำได้โดยไม่จำเป็นต้องตรวจวัดในหลาย ๆ พารามิเตอร์ และสามารถสื่อสารให้ประชาชนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากแปลผลเป็นคุณภาพน้ำระดับดีมาก ดี พอใช้ เสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก รวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะมีจำนวนพารามิเตอร์น้อย ทำให้การตรวจสอบ และเฝ้าระวังคุณภาพน้ำรวมทั้งประชาชน และหน่วยงานในพื้นที่ สามารถดำเนินการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยไม่จำเป็นต้องรอผลการตรวจสอบจากหน่วยงานส่วนกลาง โดยมีการนำดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้ในการติดตามตรวจสอบมลพิษของแม่น้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ลาสโรซาส ซึ่งตั้งอยู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองมาดริด ประเทศสเปน พบว่าสามารถกำหนดลักษณะคุณภาพของน้ำเพื่อการเฝ้าระวังได้อย่างถูกต้อง ง่ายดายและรวดเร็ว แต่ค่าดัชนีคุณภาพน้ำได้รับอิทธิพลจากลักษณะภูมิอากาศ [21] ในประเทศใต้หวัน มีการนำดัชนีคุณภาพน้ำประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเคยา พบว่าสามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและสามารถจัดการทรัพยากรน้ำได้

อย่างมีประสิทธิภาพ [34] เช่นเดียวกับการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำศึกษาคุณภาพน้ำจากคลองส่งน้ำเข้าและคลองระบายน้ำในพื้นที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ จังหวัดอุทัยธานี โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และโครงการคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี ในช่วงที่มีการเพาะปลูก พบว่าสามารถวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้อย่างรวดเร็ว ง่ายและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถอธิบายสถานการณ์คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำไปใช้เพื่อเตรียมกับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ได้ [35-37] นอกจากนี้จากการประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อประเมินการสูญเสียดินพื้นที่อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าคุณภาพน้ำจากดัชนีคุณภาพน้ำสอดคล้องกับการสูญเสียดิน สามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำและประเมินการสูญเสียดินได้ [38]

การใช้ดัชนีคุณภาพน้ำอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่เป็นการลดระยะเวลา และค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดและมีการใช้น้ำได้อย่างยั่งยืน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] S.Tulyasatien, K. Wongsawan and S. Wongsawan, “Environmental pollution” Raumsan Publisher, 2001. (in Thai)

[2] C. Rattanachai, “Water Quality Management”, Chulalongkorn University Press, 1996. (in Thai)

[3] P. Menasawet, “Water resources and pollution problem”, Chulalongkorn University Press, Edition 8st, 2000. (in Thai)

[4] Pollution Control Department, “The management of water pollution from agriculture in non-point source”, Ministry of Science, Technology and Environment, 2002. (in Thai)

[5] Pollution Control Department, “The development of database systems, surface water quality across the country. (Final Report)”, Ministry of Science, Technology and Environment, 2002. (in Thai)

[6] S. G. Nives, “Water Quality Evalution by Index in Delmatia”, Water Resources, 33 (16), 1999, pp. 3423 – 3440.

[7] S. F. Pesce, and Wunderlin, A. Daniel., “Use of Water Quality Indices to Verify the Impact of C´ordoba City (Argentina) on Suqu´ıa River”, 2000, Water Research. 34 (11), pp. 2915 – 2926.

[8] Debels, P. Figueroa, R. Urrutia, R. Barra, and X. Niell, “Evaluation of Water Quality in the Chillán River (Central Chile) Using Physicochemical Parameters and a Modified Water Quality Index”, Environmental Monitoring and Assessment, 110, 2005, pp. 301 – 322.

[9] Curtis G. Cude, “Oregon Water Quality Index a Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness”, Journal of the American Water Research Association, 37, 2001, pp. 125-137.

[10] C. F. Jesus, “Comment to the Use of Water Quality Indices to Verify the Impact of C´ordoba City (Argentina) on Suqu´ıa River”, Water Research 36, 2002, pp. 4664 - 4666.

[11] K. Apikamolkul , “Development of Water Quality Index of Bangpakong River” , Thesis Master of Science, Mahidol University, 1992. (in Thai)

[12] S. F. Pesce, and A.Wunderlin Daniel., “Use of Water Quality Indices to Verify the Impact of C´ordoba City (Argentina) on Suqu´ıa River”, Water Research 34 (11), 2000, pp. 2915 – 2926.

[13] D. Ralph, “Harkins. An Objective Water Quality Index”, Journal (Water Pollution Control Federation), 46, 1974, pp. 588-591.

[14] W. R. Otto, “Environmental Indices Theory and Practice”, Ann Abor Science, Michigan, 1978.

[15] S.B. Jonnalagadda, and G. Mhere, “Water Quality of Odzi River in the Eastenrn Highlands of Zimbabwe”, Water Research, 35, 2001, pp. 2371 - 2376.

[16] P. N Giang, "Monitoring the Water Quality of Lake Merritt, Oakland, California: A Study on Species Abundance in Compliance with the Water Quality Index", Investigating the Environment: Research for Environmental Management. California, USA. 2001.

[17] D. Hallock, "A Water Quality Index for Ecology's Stream Monitoring Program", A Department of Ecology Report. Washington, USA. 2002.

[18] T. Carruthers, and C. Wazniak, "Development of a Water Quality Index for the Maryland Coastal Bays", Ecosystem Health Assessment. Maryland University, Maryland, USA. 2003.

[19] F. Simoes, A. Moreira, M. Bisinoti, S. Gimenez, and M Yabe, "Water Quality Index as a Simple Indicator of Aquaculture Effects on Aquatic Bodies", Ecological Indicators, 8, 5, 2006, pp. 476-484.

[20] A. Bordalo, R. Teixeira Wiebe, and J. William, "A Water Quality Index Applied to an International Shared River Basin: The Case of the Douro River", Environ Manage, 38, 2006, pp. 910 – 920.

[21] S. Enrique, C. Manuel , V. Juan, R. Angel, G. María, T. Lissette and B. Rafael**, "**Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution", Ecological Indicators, 7, 2, 2007, pp. 315-328.

[22] B.N. Lohani and G. Todino, "Water Quality Index for Chao Phraya River.", Journal of Environmental Engineering ,110, 1984, pp. 1163 - 1176.

[23] M. Maketon, R. Kittiworachet, C. Somsiri, and T. Ngamprayad, "Benthic Fauna and Water Quality in The Chao Phraya River", The Chao Phraya Delta: Historicak Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl, Thailand. 1999.

[24] C. Thongthammachart, Water Quality Index: General Water Quality Index (WQI). Water Quality Management Bureau, Ministry of Science, Technology and Environment, 1997. (in Thai)

[25] Pollution Control Department, "Water quality criteria and standards of water quality in Thailand", Ministry of Science, Technology and Environment, Mitnarakarnpim Press, 1997. (in Thai)

[26] K. Poungsuwan, "Information System for Water Quality Management of Chanthaburi River Basin", Thesis Master of Science, Mahidol University, Thailand. 1999. (in Thai)

[27] B. Inthasri, "Application of benthos index for assessment of water quality from land uses in Mae Klong river basin", Thesis Master of Science, Kasetsat University, Thailand. 2005. (in Thai)

[28] N. Hungspreug, W. Chooaksorn, and S. Sangchang "The Impact of Long Term Flooding on Water Quality in the Chao Phraya River Basin, Thailand" Proceedings of the 4th Conference on INWEPT: Steering Meeting and Symposium, Bangkok, Thailand, 2007. (in Thai)

[29] N. Kuitrap, N. Hungspreug, and W. Chooaksorn," The water quality of drainage water from agricultural areas.: a case of Bangban Irrigation Project, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province" Proceedings of the 3rd Conference on Thaicid National Symposium "The management of water resources and environmental sustainability", Bangkok, Thailand, 2008. (in Thai)

[30] P. Suebwong, N. Hungspreug, and W. Chooaksorn, "The water quality of drainage water from agricultural areas: A case of Klong Preuw-Saohai Irrigation Project, Saraburi and Phra Nakhon Si Ayutthaya Province" Proceedings of the 3rd Conference on Thaicid National Symposium "The management of water resources and environmental sustainability", Bangkok, Thailand, 2008. (in Thai)

[31] W. Chooaksorn and N. Hungspreug, " Water Quality Index in the Irrigation and Drainage Systems of the Agricultural Areas in Central River Basin", Research Journal of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 14, 3, 2011, pp. 97-106. (in Thai)

[32] C. Sarkar, and S. A. Abbasi, "QUALIDEX – A New Software for Generating Water Quality Indice", Environmental Monitoring and Assessment, 119, 2006, pp. 201 – 231.

[33] Department of Environmental Quality Promotion, "National Environmental Quality Act B.E. 2535 and Related Laws" , Chaunpim Press, 1994. (in Thai)

[34] L. Shiow-Mey, L. Shang-Lien and W. Shan-Hsien, "A Generalized Water Quality Index for Taiwan", Environmental Monitoring and Assessment, 96, 1-3, 2003, pp. 35-52.

[35] P. Sudcha, "Study of water quality indices (WQI) from agricultural drainage: a case of Lower Tap Salao Irrigation Project, Uthaithani Province", Thesis Master of Science, Thammasat University, Thailand. 2008. (in Thai)

[36] N. Kuesap, "Water quality index (WQI) of drainage water from paddy fields :A case of Bangban Irrigation Project, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province" , Thesis Master of Science, Thammasat University, Thailand. 2009. (in Thai)

[37] P. Suebwong, "Water quailty index (WQI) of drainage water from paddy fields: A case of Klong Preuw-Saohai Irrigation Project, Saraburi and Phra Nakhon Si Ayutthaya Province", Thesis Master of Science, Thammasat University, Thailand. 2009. (in Thai)

[38] R. Ruangrod, N. Hungspreug, and W. Chooaksorn, "Water Quality Index (WQI) to assess soil loss: Case study in Namnao District, Phetchabun Province," Proceedings of the 1rd Conference on Thailand INWEPF Symposium Multiple Roles of Paddy Fields Related to Integrated Resources Management, Bangkok, Thailand, 2010. (in Thai)