

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เริ่มจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์เพื่อประมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบบที่เรีย ระหว่างปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบบที่เรีย(BOD) ในเดือนถัดไปกับข้อมูลแสดงคุณภาพน้ำอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ (COD) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH3N) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO3N) และ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) โดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดในเดือนปัจจุบัน วันย้อนหลัง 1 เดือน ณ 11 จุดเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่พื้นที่คลองแสนแสบ คือ จุดเก็บที่ 90 (ตลาดหนองจอก) จุดเก็บที่ 91 (ถนนโศกดินแดง) จุดเก็บที่ 92 (ถ.เพชรบุรี ซ.ประสานมิตร) จุดเก็บที่ 93 (ซอยเทพลีลา) จุดเก็บที่ 94 (สะพานบางกะปิ) จุดเก็บที่ 95 (วัดบำเพ็ญเหนือ) จุดเก็บที่ 96 (มีนบุรี รร.สตรีวิทยามีนบุรี) จุดเก็บที่ 97 (ปตร.แสนแสบ ของกรมชลประทาน) จุดเก็บที่ 98 (สะพานประตูน้ำเวฬุเทรตเซ็นเตอร์) จุดเก็บที่ 99 (ถนนเลียบวารี) และจุดเก็บที่ 99.1 (ช.โรงเรียนสุเหร่าใหม่ หนองจอก) จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้โดยวิธีการทางสถิติ และสรุปผลการศึกษาที่สำคัญตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา และขั้นตอนของการศึกษาที่ตั้งไว้ ดังนี้

5.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง BOD ในเดือนถัดไป และข้อมูลคุณภาพน้ำอื่นๆ

ผลจากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบบที่เรีย (BOD) ในเดือนถัดไปกับข้อมูลคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ (COD) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH3N) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO3N) และ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) ในวันปัจจุบัน ย้อนหลัง 1 เดือน ในพื้นที่คลองแสนแสบ พบว่าความสัมพันธ์ของ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบบที่เรีย (BOD) ในเดือนถัดมากับตัวแปรต่างๆที่ใช้บ่งบอกคุณภาพน้ำ ของทั้งพื้นที่เขตดุสิตนั้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน โดยตัวแปร BOD ในเดือนถัดมาที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ COD มากที่สุด ส่วนความสัมพันธ์ในระดับรองลงมาคือ ตัวแปร NH3N, DO, total coliform, และ NO3N ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรที่มีทิศทางความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ(BOD) คือ COD, NH3N และ total coliform ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันแบบผกผันกับ BOD คือ DO และ NO3N

5.1.2 แบบจำลองโครงข่ายประสาทประดิษฐ์สำหรับทำนาย BOD ในเดือนถัดไป

ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ที่เหมาะสม สำหรับการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) ล่วงหน้า 1 เดือน ในพื้นที่คลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร 11 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่เหมาะสมกับตัวแปรอิสระทั้ง 5 (DO), (COD), (NH₃N), (NO₃N) และ (total coliform) กับตัวแปรตาม 1 ตัว (BOD) คือ 8 โหนด สรุปผลจากตารางแบบจำลองโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ที่เหมาะสม พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่ต้องมีการแปลงค่าของตัวแปรอิสระให้อยู่ในรูปของลอการิทึมธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า การกระจายตัวของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่จะมีการกระจายตัวอยู่ในรูปแบบ log - normal และพบว่าข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน

5.1.3 แบบจำลองระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซีสำหรับทำนาย BOD ในเดือนถัดไป

ผลการศึกษาการสร้างระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซีที่เหมาะสม สำหรับการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) ล่วงหน้า 1 เดือน ในพื้นที่คลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร 11 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่เหมาะสมกับตัวแปรอิสระทั้ง 5 (DO), (COD), (NH₃N), (NO₃N) และ (total coliform) กับตัวแปรตาม 1 ตัว (BOD) คือ 56 โหนดจากโครงสร้างการเรียนรู้ข้อมูลตามแบบจำลองระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซีจะได้โครงสร้าง FIS ที่ได้จากการทดลองแสดงได้ดังนี้

Number of nodes: 56
 Number of linear parameters: 24
 Number of nonlinear parameters: 40
 Total number of parameters: 64
 Number of training data pairs: 580
 Number of checking data pairs: 0
 Number of fuzzy rules: 4

5.1.4 การวัดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ในการวิจัยนี้ได้นำข้อมูลคุณภาพน้ำจากจุดเก็บตัวอย่าง 11 จุดเก็บ ในพื้นที่เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ในช่วงปี 2547 – 2554 มาทำการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทประดิษฐ์เพื่อทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย(BOD) ในเดือนถัดไป ซึ่งในขั้นต่อไปจะทำการศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยทำการสุ่มข้อมูลชุดใหม่ จำนวน 248 ชุดข้อมูล มาประเมินและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้วิธีทางสถิติ ที่มีการนำข้อมูลปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย(BOD)ที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง (Observed BOD) ของแต่ละจุดเก็บในพื้นที่คลองแสนแสบมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการ

ทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย โดยโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 4.5348 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7279 และระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมพีซซี มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 4.8182 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6768

5.1.5 สรุปลักษณะเด่นและข้อจำกัดของแบบจำลอง

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์เป็นแบบจำลองที่มีความทนทานต่อความไม่แน่นอนของข้อมูลสูงกว่าแบบจำลองระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมพีซซี และให้ผลการทดสอบทางสถิติจากการใช้ชุดข้อมูลที่ไม่เคยพบมาก่อนที่มีความถูกต้องที่สูงและมีความน่าเชื่อถือดังที่กล่าวไว้แล้ว แต่ก็มีข้อด้อยคือ ต้องทำการเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะมีความทนทานสูงก็ตามและการสร้างแบบจำลองจะใช้การลองผิดลองถูกในการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ เพื่อสร้างโครงข่ายที่เหมาะสม ทำให้ใช้เวลา และเทคนิคในการสร้างแบบจำลองที่นาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) ในพื้นที่คลองแสนแสบ กรุงเทพมหานครได้ โดยมีการแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับสูงกว่า และค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตามการใช้งานแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ที่ถูกสร้างมาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมีทั้ง 5 พารามิเตอร์ COD, NH₃N, DO, total coliform, และ NO₃N เป็นข้อมูลเฉพาะในพื้นที่คลองแสนแสบ กรุงเทพมหานครเท่านั้น ซึ่งมีลักษณะของความสัมพันธ์เฉพาะที่ จึงมีข้อจำกัดในการทำนาย คือสามารถทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) ในเดือนถัดไปได้เฉพาะพื้นที่นั้นเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) แนวคิดการพัฒนาการสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์ พบว่ามีความเหมาะสมกว่าแบบจำลองระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมพีซซีและแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณภาพน้ำคลองที่อยู่ในระดับสูงในพื้นที่คลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ของประชากรอย่างหนาแน่น จึงสนับสนุนแนวคิดที่จะนำไปใช้เป็นต้นแบบเพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับทำนายปริมาณค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) ของคลองในพื้นที่คลองอื่น ๆ ในประเทศไทยได้
- 2) ควรที่จะมีการพัฒนาการพิจารณาตัวแปรอิสระอื่นๆที่จะนำมาสร้างแบบจำลอง เนื่องจากแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์และแบบจำลองระบบผสมโครงข่ายประสาทเทียมพีซซีจะนำตัวแปรอิสระเพียงบางตัวมาทำการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะเห็นว่าตัวแปรอิสระจำนวนไม่มากซึ่งอาจมีตัวแปรอิสระบางตัวที่ยังมีความสัมพันธ์กับค่าออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (BOD) อีกที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้