

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบจากแม่น้ำตาปี – พุ่มควงที่ใช้ในการผลิตน้ำประปายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วและแคดเมียมพบมีค่าสูงสุดที่สถานีพระแสง (43.76 ไมโครกรัมต่อลิตรและ 1.24 ไมโครกรัมต่อลิตร) ตามลำดับ และลดลงมาทางปลายน้ำตามลำดับจากมากไปหาน้อยตามตำแหน่งที่ตั้งของสถานีโรงกรองประปา

2. ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของตะกั่วในตะกอนโคลนในทุกสถานีโรงกรองมีค่าเกินค่าปกติของตะกั่วในดินทั่วไป (15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยมีค่ามากที่สุดที่สถานีศิริรัฐนิคม ( $20.82 \pm 1.448$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือสถานีพระแสง ( $19.70 \pm 1.359$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สถานีพุนพิน ( $19.69 \pm 1.245$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสถานีเคียนซา ( $18.09 \pm 1.585$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ ความเข้มข้นรวมของตะกั่วในตะกอนโคลนในแต่ละสถานีโรงกรองในช่วงหน้าแล้งมีค่าสูงกว่าและแตกต่างกันมากกว่าในช่วงหน้าฝน รูปแบบทางเคมีของตะกั่วที่พบมากที่สุดและพบในทุกสถานีโรงกรอง คือรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่โดยพบสูงสุดที่สถานีพระแสง ( $12.32 \pm 1.265$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในช่วงหน้าแล้งและที่สถานีศิริรัฐนิคม ( $12.87 \pm 1.005$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในช่วงหน้าฝน

3. ระดับความเข้มข้นรวมโดยเฉลี่ยตลอดปีของแคดเมียมในตะกอนโคลนจากสถานีพระแสง ( $0.21 \pm 0.035$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสถานีพุนพิน ( $0.21 \pm 0.023$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าเกินค่าปกติของแคดเมียมในดินทั่วไป (0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนสถานีเคียนซา ( $0.12 \pm 0.035$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสถานีศิริรัฐนิคม ( $0.06 \pm 0.014$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีความเข้มข้นรวมต่ำกว่ามาตรฐานแคดเมียมในดินทั่วไป ความเข้มข้นรวมของแคดเมียมในตะกอนโคลนของโรงกรองประปาที่มีการใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปีมีค่าในช่วงหน้าฝนมากกว่าในช่วงหน้าแล้ง ส่วนสถานีศิริรัฐนิคมซึ่งใช้น้ำดิบจากแม่น้ำพุ่มควงมีความเข้มข้นรวมในช่วงหน้าแล้งมากกว่าในช่วงหน้าฝน

ในการเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนช่วงหน้าฝนจะพบการกระจายตัวและความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของแคดเมียมมากกว่าการเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนช่วงหน้าแล้ง รูปแบบทางเคมีที่พบมากที่สุด คือ รูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ที่สถานีเคียนซา

( $0.11 \pm 0.010$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสถานีพุนพิน ( $0.11 \pm 0.024$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ โดยพบมากที่สุดที่สถานีพระแสง ( $0.10 \pm 0.029$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

4. สถานีพระแสงมีความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนมากกว่าสถานีอื่นๆ และมีความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่มากกว่าสถานีอื่นๆ ด้วย บ่งชี้ว่าแหล่งที่มาของการปนเปื้อนน่าจะมาจากแหล่งแร่ที่อยู่ต้นน้ำ ซึ่งอาจเป็นเหมืองแร่เก่าหรือเหมืองแร่ที่มีการดำเนินการในปัจจุบัน

5. ฤดูกาลมีผลต่อความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในสถานะต่างๆ กล่าวคือ ในช่วงหน้าแล้งและช่วงหน้าฝน ความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบ และความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

6. สภาวะที่มีความเป็นกรดและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์ต่อรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมแตกต่างกัน กล่าวคือ ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับตะกั่วในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่และแคดเมียมในรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ส่วนอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับตะกั่วในรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้และแคดเมียมในรูปแบบที่สามารถดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

7. น้ำประปาที่ได้จากการนำน้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวงมาใช้ในการผลิตน้ำประปานั้น ตรวจไม่พบว่ามีกรปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมและคุณภาพของน้ำประปาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของ WHO (2527)

8. การปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบ ในตะกอนโคลนไม่มีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศและสุขภาพอนามัยของมนุษย์

จากผลการศึกษาในตะกอนโคลน พบตะกั่วในรูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่มากกว่ารูปแบบทางเคมีที่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งมีชีวิต(bioavailable)ได้ ส่วนแคดเมียมพบในรูปแบบทางเคมีที่สามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ มากกว่ารูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ พบว่า ระยะห่างจากต้นน้ำใกล้แหล่งแร่ ฤดูกาล มีอิทธิพลทำให้ความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมในแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงแตกต่างกัน

## ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นรวมของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบและในตะกอนโคลน และรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตามควรมีแนวทางการป้องกันในลักษณะของมาตรการการจัดการทางสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. ดำเนินการจัดการเกี่ยวกับกองมูลดินหางแร่ ที่ปล่อยทิ้งไว้บริเวณต้นน้ำลำธารหรือกองทิ้งไว้ใกล้กับแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดที่สำคัญของการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำของบริเวณลุ่มแม่น้ำตาปี-พุมดวง เพื่อป้องกันการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง
2. รมรงศ์ให้การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เช่น ผลกระทบจากการทำเหมือง มลพิษทางน้ำ เป็นต้น โดยเริ่มตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับโรงเรียนและระดับชุมชน เพื่อให้ประชาชนได้มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน
3. การควบคุมคุณภาพน้ำของระบบประปาที่มีการใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง ในการผลิตนั้นบางสถานีโรงกรองควรมีการปรับปรุงให้มีสระพักน้ำ เพื่อให้เกิดการปรับสภาพน้ำตามธรรมชาติและลดปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำโดยเฉพาะในช่วงที่มีตะกอนขุ่นในแม่น้ำ เมื่อความขุ่นลดน้อยลงก็สามารถนำเข้าสู่ระบบประปา ซึ่งจะช่วยให้ลดงบประมาณในการใช้สารเคมีที่ใช้ให้เกิดการตกตะกอนได้ด้วย
4. กรณีที่มีการทำเหมืองแร่ใหม่หรือเปิดอุตสาหกรรมที่อาจมีผลสืบเนื่องให้มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม จะต้องจัดให้มีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรัดกุมและถูกต้องก่อนที่จะเปิดดำเนินการ และกระบวนการในการทำเหมืองแร่ควรมีการทำเหมืองแร่ในระบบปิด เช่น มีการใช้น้ำหมุนเวียนในการประกอบกิจกรรมการทำเหมืองแร่ เพื่อลดน้ำเสียที่จะปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม
5. กรณีเหมืองแร่เก่าควรมีการปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสมก่อนที่จะใช้ประโยชน์ต่อไป และควรมีมาตรการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของโลหะหนักจากเหมืองแร่เก่าที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

## ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย

1. ให้มีการตรวจคุณภาพน้ำจากระบบประปาที่ใกล้กับเหมืองแร่ที่อาจก่อให้เกิดปนเปื้อนของโลหะหนัก ซึ่งหากพบว่าเกินค่ามาตรฐานก็จะได้ทำการปรับปรุงระบบประปา เพื่อให้สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนจากโลหะหนักให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เช่น อาจเพิ่มกระบวนการ

การตกตะกอนด้วยสารส้ม ปูนขาว หรือ ferric chloride หรือตกตะกอนด้วย chlorine saturated water และ ferrous sulfate อันจะมีผลช่วยลดปริมาณของโลหะหนักได้

2. ควรมีการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำบ่อตื้น บ่อบาดาล บริเวณต้นน้ำของแม่น้ำตาปี - พุมควงเพื่อจะได้ทราบสถานะความปลอดภัยในการใช้น้ำของประชาชนจากบ่อน้ำ ที่อาจมีการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียม ถ้าหากพบว่ามีการปนเปื้อนในน้ำเกินมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ก็จะได้มีการแก้ไขต่อไป