

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณจังหวัดปทุมธานี

Determination of Metal from Chao Praya River in Patumthani Province

สุภกร บุญยืน สราวุธ ล้นวงษา และ ศิริวิทย์ บัวเจริญ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ตัวอย่างน้ำผิวดินจากตัวอย่าง สี่แหล่งของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดปทุมธานี ได้ถูกนำมาศึกษาหาปริมาณสารอนินทรีย์ และโลหะปนเปื้อน โดยอาศัยเทคนิค ICP-OES spectroscopy แล้วปริมาณสารที่ตรวจสอบได้ถูกนำมาสร้างความสัมพันธ์กับระยะเวลาในช่วงเดือน เมษายน ถึง มิถุนายน 2550 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการสะสมของโลหะเหล่านั้น ปริมาณตะกอนที่แขวนลอยในแหล่งน้ำ อยู่ในช่วง 180-300 พีพีเอ็ม จากการวิเคราะห์โลหะชนิดต่าง ๆ พบโซเดียมในปริมาณมากซึ่งอาจจะมาจากเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) นอกจากนี้ผลการศึกษาพบ ธาตุอลูมิเนียม ซิลิกอน และโซเดียม ปริมาณมากบนผิวตะกอน ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐาน แต่ปริมาณของธาตุเหล่านี้พบเพียงเล็กน้อยในตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว นอกจากนี้ปริมาณโลหะหนัก ที่เป็นอันตรายพบในปริมาณต่ำกว่าค่าที่กำหนดสำหรับมาตรฐานน้ำผิวดิน ยกเว้น ตะกั่ว ที่พบปริมาณ 0.08-0.14 พีพีเอ็ม ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐาน แต่ก็ยังมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตัวอย่างน้ำจากทั้งสี่แหล่งที่ศึกษา มีคุณภาพดีตามมาตรฐานประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ การเปรียบเทียบปริมาณของโลหะในแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณปากคลองพิบูล พบว่า ธาตุเหล็ก ธาตุแคลเซียม ธาตุแมกนีเซียม และแมงกานีส สะสมมากบริเวณปากคลองพิบูล และมีปริมาณการสะสมมากขึ้นในระยะเวลา 3 เดือน โดยเพิ่มจาก 0.8 พีพีเอ็ม เป็น 1.8 พีพีเอ็ม สำหรับเหล็ก จาก 0.05 พีพีเอ็ม เป็น 0.08 พีพีเอ็ม สำหรับ แคลเซียม จาก 5 พีพีเอ็ม เป็น 9 พีพีเอ็ม สำหรับ แมกนีเซียม และ จาก 0.05 พีพีเอ็ม เป็น 0.22 พีพีเอ็ม สำหรับ แมงกานีส จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มีการสะสมของโลหะบนตะกอนที่แขวนลอยในน้ำ และการสะสมนี้อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายได้ในอนาคต

คำสำคัญ: โลหะหนัก แม่น้ำเจ้าพระยา

Abstract

Surface waters from four different sites along the Chao Praya River in Patumthani province were analyzed for inorganic solid and metal content by using ICP-OES spectroscopy, and the results were plotted as a function of time (April –June 2007) for the study of metal accumulation. Inorganic solid particles from each site were in the range 180-300 ppm. Quantitative analysis showed high content of sodium, which could be derived from sodium chloride (NaCl), thus enhanced the amount of solid particle in the dried samples. Aluminium (Al), Silicon (Si) and sodium (Na) concentrations observed in particular were higher in sediment than the background levels, as the lower content of such metals were in the filtered water sample. Concentrations of heavy metals were below the legal limits for surface water, except for lead (Pb) which was above the limits. However those concentrations were still within the limit for the industrial waste water regulation. The water quality from all sites met the requirement for good surface water. Comparison between metal concentrations in Chao Praya River and those in Pikul dog revealed that there was metal (Fe, Ca, Mg and Mn) accumulation in Pikul dog. A positive correlation was observed between accumulation concentrations of Fe, Ca, Mg, Mn over the period of 3 months, which increased from 0.8 to 1.8 ppm, 0.05 to 0.08 ppm, 5 to 9 ppm, and 0.05 to 0.22 ppm, respectively, the results indicated that the pollution from metal accumulation could occur and cause the danger in the future.

Keywords: heavy meatal Chao Praya River

1. บทนำ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักและสำคัญในประเทศไทย มีความยาวประมาณ 379 กิโลเมตร ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงประชากรประมาณ 13 ล้านคน เป็นแหล่งน้ำดิบของการประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค เทศบาลและชุมชนต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ริมน้ำ แม่น้ำเจ้าพระยาเกิดจากแม่น้ำปิง วัง ยม น่าน รวมกันที่ปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์ ดังนั้นคุณภาพน้ำส่วนหนึ่งจึงขึ้นกับอิทธิพลของกิจกรรมต่าง ๆ ในบริเวณใกล้เคียง จังหวัดปทุมธานีเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยมี โรงงานอุตสาหกรรม ไม่นต่ำกว่า 2,000 โรงงาน และไม่น้อยกว่า 50 % ของโรงงานดังกล่าวตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตจังหวัดปทุมธานี ของเสีย

ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรม สารตกค้างจากระบบเกษตรกรรม และสิ่งสกปรกจากตลาดสดถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำโดยของเสียดังกล่าวได้รวมถึงโลหะหนัก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประชากรในภูมิภาคดังที่ได้พบในกลุ่มน้ำ Almedares ในประเทศคิวบา [1,2] หรือแม้แต่การสะสมของโลหะหนัก ในต้นกระเพรา (*Ocimum Basilicum L.*) [3] และการสะสมของ Cd Pb Cu Mn Zn และ Fe ในต้น Lavender (*Lavendula angustifolia Mill*) [4] น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาได้ถูกนำมาใช้อุปโภคบริโภคมากขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำอยู่เป็นประจำ ดังที่ได้มีการ

รายงานวันที่ 6 สิงหาคม 2549 จากกรมควบคุมมลพิษ ว่าน้ำบริเวณ แม่น้ำเจ้าพระยา จุดตรวจวัดที่อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี เป็นน้ำที่เสื่อมโทรม โดยวัดจากค่า BOD (1.0 mg/L) OD (3.1 mg/L) TCB (37,500 MPN/100 ml) FCB(3,150 MPN/100 ml) และ NH₃ (0.45 mg/L) [5] จากข้อมูลดังกล่าวนี้ จึงน่าสนใจที่จะตรวจสอบถึงปริมาณโลหะหนักที่อาจปนเปื้อนตกค้างเพื่อจะได้หาวิธีบำบัดได้ในระยะเวลาอันเหมาะสม

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาคุณภาพน้ำ และหาปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแม่น้ำเจ้าพระยาริเวณปากคลองพิบูล หลังประตูน้ำปากคลองพิบูล วัดหงส์ปทุมवास และตลาดสดปทุมธานี ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีประชาชนใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคมาก และเป็นบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าจากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแม่น้ำเจ้าพระยาคองพิบูล และแหล่งน้ำหลังประตูน้ำคลองพิบูล ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำมาใช้ในการหาแนวทางป้องกันและบำบัดแหล่งน้ำ รวมทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อม ในแม่น้ำเจ้าพระยาต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิด analytical reagent grade เครื่องแก้วล้างด้วยน้ำกลั่น ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง เก็บตัวอย่างน้ำจากตลิ่ง 50 เซนติเมตร ที่ความลึก 30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ โดยสุ่มเก็บ 5 ครั้ง ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำ ล้างด้วย กรดไนตริกเข้มข้น 50% และกลั้วด้วยน้ำกลั่น ก่อนนำมาใช้งาน ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำนำมาปิดฝา และปิดทับด้วย 0.5 มิลลิเมตร polythene gauze บรรจุ

ในถุงพลาสติกสีดำเพื่อป้องกันแสง และใส่ในกล่องโฟมเพื่อรักษาอุณหภูมิ

น้ำตัวอย่างที่นำมาจะเติมกรดไนตริก 10% ก่อนนำไปกรอง และเปรียบเทียบกับสภาวะตัวอย่างน้ำที่กรองก่อนเติมกรดทั้งนี้เพื่อศึกษาชนิดของโลหะที่เกาะได้กับอนุภาคแขวนลอยที่กรองได้ แล้วจึงนำสารละลายใส่ที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES spectrometer) ค่าต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้ detection limits แสดงในตาราง 1 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพการวิเคราะห์โลหะที่มีปริมาณน้อย ค่าดังกล่าวได้มาจากการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของตัวตรวจวัดในเครื่อง ในบางกรณีถ้าโลหะมีปริมาณน้อยมาก จะต้องมี การ preconcentration ก่อนทำการวิเคราะห์ โดยจะนำน้ำตัวอย่างมา 250 มิลลิลิตร และเติมกรดไนตริก 1 มิลลิลิตร (HNO₃ AR grade; J. T. Baker) แล้วจึงระเหยให้เหลือสารละลาย 5-10 มิลลิลิตร กรณีน้ำกลั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องถูกนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเสมอ

ตารางที่ 1 ค่า detection limit สำหรับธาตุบางชนิดที่วิเคราะห์โดยเทคนิค ICP-OES [5]

Element	Wavelength (nm)	Detection limit (ppm)
Na	330	3.759
Mg	279	0.021
K	766	1.027
Ca	318	0.023
Cr	205	0.007
Mn	257	0.004

Fe	238	0.274
Co	228	0.005
Ni	232	0.004
Cu	324	0.054
Zn	213	0.006
Cd	214	0.001
Pb	220	0.001
Al	308	8.721

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์เชิงปริมาณของโลหะหนักในช่วงเดือน เมษายน 2550 - มิถุนายน 2550 ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างในส่วนนี้ได้ทำการศึกษาคะกอนที่แขวนลอยในแหล่งน้ำตัวอย่างที่นำมาศึกษาด้วย โดยเก็บน้ำตัวอย่างที่มีตะกอนแขวนลอยมาในปริมาณเท่ากัน (10 มิลลิลิตร) และนำมาอบให้น้ำแห้งจะพบว่าได้ปริมาณของแข็งซึ่งถือว่าเป็นอนุภาคอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 จากผลการทดลองพบอนุภาคที่แขวนลอย ในช่วง 180-310 ppm ทั้งนี้พบว่า ในเดือนพฤษภาคมจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยสะสม (930 ppm) ในปริมาณที่มากกว่าเดือนเมษายน (820 ppm) และ มิถุนายน (910 ppm) ปริมาณตะกอนที่มีความแตกต่างกันนี้อาจมาจากหลายปัจจัย เช่น สภาพอากาศ ทิศทางการไหลของน้ำ หรือแม้เกิดจากการเจือปนของสารละลายเกลือที่มาจากทะเล สำหรับสมมติฐานที่น่าติดตามอีกประเด็นคือถ้าตะกอนอินทรีย์ที่ตรวจพบเป็นตะกอนที่เกิดจากการระเหยน้ำเกลือหรือน้ำที่มีปริมาณเกลือเจือปนมาก เมื่อนำมาทำให้แห้งแล้วจะพบว่าไม่มีปริมาณตะกอนได้ และถ้าเป็นดังสมมติฐานนี้ในการตรวจวัดปริมาณ โลหะโซเดียมน่าจะตรวจพบได้ในปริมาณที่มาก ดังจะได้แสดงในผลการวิเคราะห์

ส่วนต่อไป อย่างไรก็ตามถ้าผลการตรวจสอบเป็นไปตามสมมติฐานข้อดังกล่าว ก็เป็นที่น่ากังวลว่าสภาพการณ์ที่ตรวจวัดในปัจจุบันพบปริมาณน้ำทะเลหนุนมาก อันจะส่งผลเสียต่อทั้งด้านการเกษตร ประมง และทำให้เกิดการสึกกร่อนได้ง่ายของทั้งโลหะและปูน

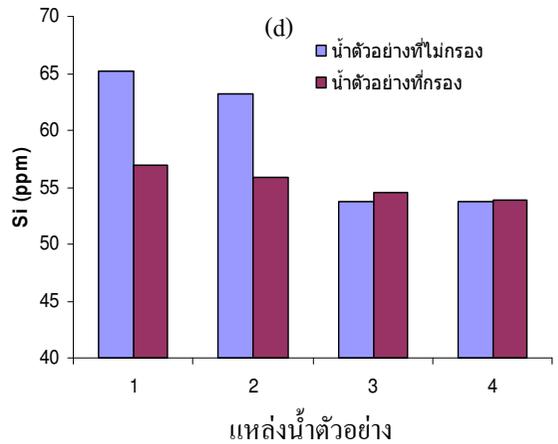
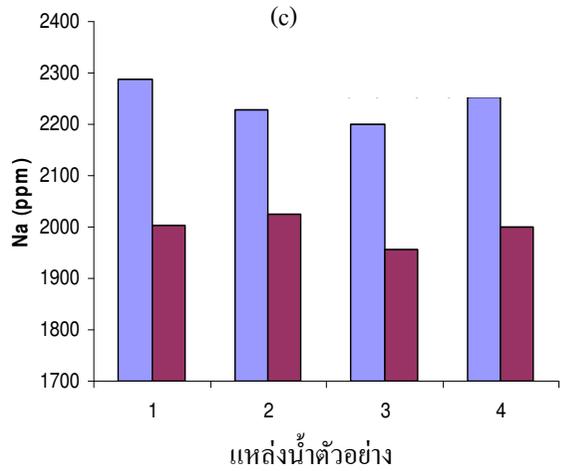
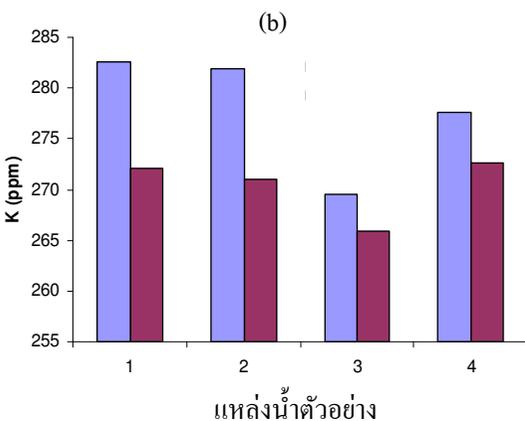
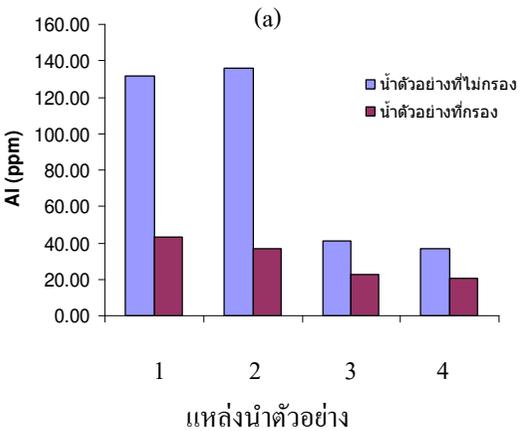
ตารางที่ 2 ปริมาณอนุภาคของแข็งที่แขวนลอย และอนุภาคอินทรีย์ในแหล่งน้ำตัวอย่างแสดงในหน่วย g/10 ml และ ppm

ตัวอย่าง	(g/10ml)	ppm
M1S1	0.0025 ± 0.0001	250
M1S2	0.0018 ± 0.0001	180
M1S3	0.0018 ± 0.0002	180
M1S4	0.0021 ± 0.0002	210
M2S1	0.0020 ± 0.0001	200
M2S2	0.0019 ± 0.0001	190
M2S3	0.0023 ± 0.0001	230
M2S4	0.0031 ± 0.0001	310
M3S1	0.0020 ± 0.0001	200
M3S2	0.0030 ± 0.0001	300
M3S3	0.0020 ± 0.0001	200
M3S4	0.0021 ± 0.0001	210

M1 เดือน เมษายน M2 เดือน พฤษภาคม M3 เดือน มิถุนายน
S1 แหล่งน้ำปากคลองพิบูล S2 แหล่งน้ำหลังปากคลองพิบูล S3 แหล่งน้ำหน้าตลาดสด S4 แหล่งน้ำหน้าวัดหงส์ปทุมมาวาส

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 และ 4 ทำให้ยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ปริมาณตะกอนที่พบหลังจากการระเหยน้ำตัวอย่างให้แห้งนั้นน่าจะเป็นตะกอนที่เกิดจากเกลือ โซเดียมคลอไรด์ โดยในการทดลองทั้งกรณีที่กรองตัวอย่างก่อนและหลัง เดิมกรด

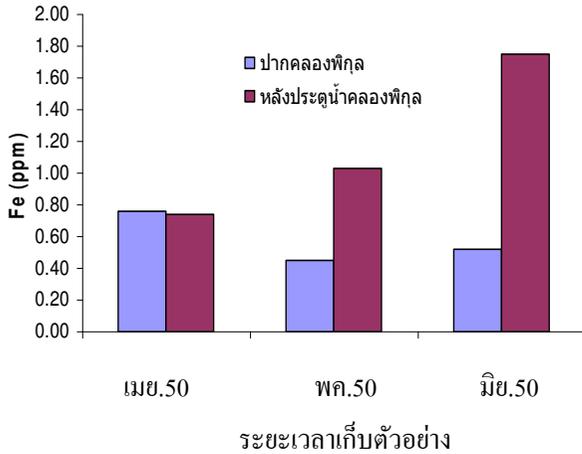
เพื่อป้องกันการสะสมของโลหะไอออนแวนดอลอย บนผิวตะกอน พบมีปริมาณโลหะโซเดียมในปริมาณมาก และมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยเป็นไปในทิศทางเดียวกันสำหรับตัวอย่าง จึงน่าจะเป็นสัญญาณบอกการหมุนของน้ำทะเลที่มีมากขึ้น ตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านการกรองก่อนเติมกรด (Na = 2289.03 ppm, M1S1) เปรียบเทียบกับน้ำที่ผ่านการกรองตะกอนก่อนเติมกรด (Na = 2001.93 ppm, M1S1) พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองแล้วมีปริมาณโซเดียมต่ำกว่ากรณีที่ไม่กรอง จึงสรุปได้ว่าโซเดียมจะสามารถจับกับตะกอนได้ดีกว่าการพบในรูปอิสระในน้ำ โลหะชนิดอื่นที่พบในลักษณะคล้ายกันเช่น อลูมิเนียม (Al) โพแทสเซียม (K) และ ซิลิกอน (Si) ดังแสดงเปรียบเทียบเฉพาะกรณีตัวอย่าง เดือน เมษายน 2550 (M1) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณธาตุ (a) Al (b) K (c) Na (d) Si ในตัวอย่างน้ำ 4 แหล่ง (1. ปากคลองพิบูล 2. หลังประตูน้ำคลองพิบูล 3. หน้าตลาดสดปทุมธานี 4. หน้าวัดหงส์ปทุมवास) ในตัวอย่างที่เก็บเดือน เมษายน 2550

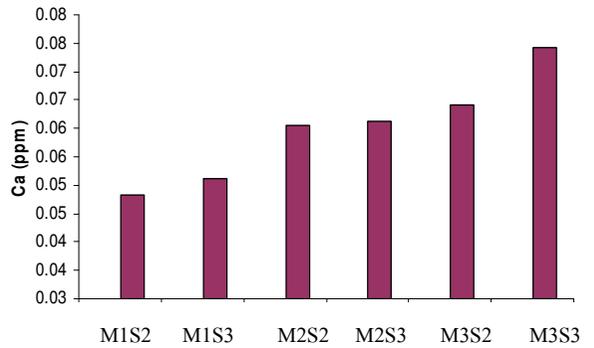
จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 แสดงปริมาณโลหะหนักอันตราย แคดเมียม (Cd) โคบอลต์ (Co) โครเมียม (Cr) คอปเปอร์ (Cu) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) และ สังกะสี (Zn) พบเป็นในปริมาณน้อยค่าที่วัดได้ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่เครื่องมือ ICP- OES จะตรวจวัดได้และน้อยกว่าค่าในแหล่งน้ำผิวดินสำหรับ

ประเทศไทย ที่ได้เคยกำหนดไว้ [6] แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า โลหะอันตราย ที่ยังพบอยู่ในปริมาณมากคือ ตะกั่ว (Pb) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมใกล้เคียง

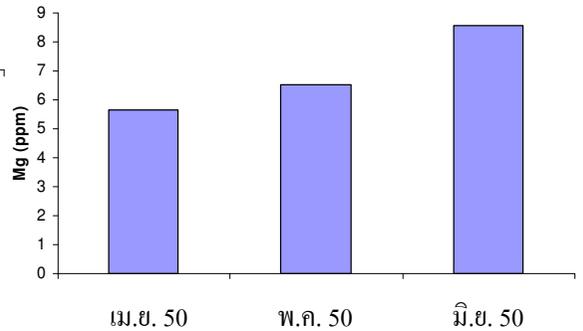


รูปที่ 2 แสดงปริมาณ เหล็ก (Fe) ในตัวอย่างน้ำปากคลองพิบูล และหลังปากคลองพิบูล ในระยะเวลา 3 เดือน

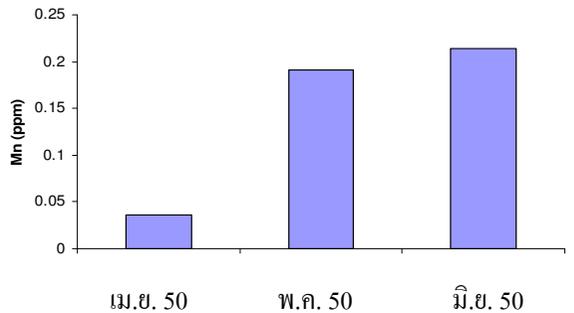
จากรูปที่ 2 แสดงปริมาณเหล็กที่ตรวจพบบริเวณหน้าและหลังประตุน้ำบริเวณปากคลองพิบูล จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า เหล็กจะถูกตรวจพบได้ในปริมาณที่มากกว่าบริเวณหลังประตุน้ำ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากสภาวะที่ง่ายต่อการเกิดสนิม ประกอบกับปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เป็นตัวเร่งให้สนิมเหล็กเกิดขึ้นได้ง่าย



รูปที่ 3 ปริมาณแคลเซียม (Ca) ในตัวอย่างแหล่งน้ำหลังประตุน้ำปากคลองพิบูล (S2) และตลาดสดปทุมธานี (S3) ในระยะเวลา 3 เดือน



รูปที่ 4 ปริมาณ แมกนีเซียม (Mg) ในตัวอย่างแหล่งน้ำหลังประตุน้ำปากคลองพิบูล ในระยะเวลา 3 เดือน



รูปที่ 5 ปริมาณ แมงกานีส (Mn) ในตัวอย่างแหล่งน้ำหลังประตุน้ำปากคลองพิบูล ในระยะเวลา 3 เดือน

จากรูปที่ 2-5 แสดงว่าประตุน้ำที่ปิดกั้นการไหลของน้ำจากคลองพิกุลสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้เกิดการสะสมของธาตุต่าง ๆ ในปริมาณที่มากขึ้นตามเวลา เช่น ธาตุเหล็ก (Fe) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และแมงกานีส (Mn) ดังนั้นการเปิดปิดประตุน้ำเพื่อให้ น้ำหลังประตุน้ำได้มีการไหลวน ถ่ายเทการสะสมของโลหะที่ได้กล่าวมา ก็จะมีปริมาณลดลงด้วย นอกจากนี้ยังตรวจพบปริมาณของเหล็กที่มีมาก ทั้งนี้ อาจเกิดจากการผุกร่อนของเหล็กที่ใช้ทำประตุน้ำ อันเกิดจากการเร่งปฏิกิริยาโดยเกลือ โซเดียมคลอไรด์ ดังที่ได้ตรวจพบธาตุโซเดียมในปริมาณที่มาก ยิ่งไปกว่านั้นในงานวิจัยนี้ยังพบว่า ธาตุ อลูมิเนียม (Al) โซเดียม (Na) ซิลิกอน (Si) มีแนวโน้มจับที่ผิวของตะกอนได้ดีดังที่ตรวจพบได้ในปริมาณที่น้อยลงในตัวอย่างที่ผ่านการกรอง ก่อนเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์

4. สรุปผลการทดลอง

ปริมาณตะกอนที่แขวนลอยในแหล่งน้ำทั้งสี่แหล่ง ที่ทำการศึกษา อยู่ในช่วง 180-310 ppm จาก การวิเคราะห์ปริมาณพบว่า มีปริมาณโซเดียมมาก จึงส่งผลให้ตรวจพบปริมาณตะกอนมากซึ่งอาจจะเป็นเกลือ โซเดียมคลอไรด์ นอกจากนั้นธาตุอลูมิเนียม ซิลิกอน และโซเดียมสามารถจับตัวได้ดีกับตะกอน ดังที่ตรวจพบในปริมาณที่น้อยกว่าสำหรับตัวอย่างที่ผ่านการกรองตะกอนออกจากน้ำตัวอย่างแล้ว ธาตุโลหะหนักที่เป็นอันตรายถูกตรวจพบได้ในปริมาณต่ำกว่าค่าที่กำหนด ยกเว้นกรณี ตะกั่วที่พบปริมาณ 0.08-0.14 ppm แต่ถึงอย่างไรก็ยังมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม [6]

คุณภาพน้ำจากแหล่งที่ศึกษาทั้งสี่แหล่ง มีคุณภาพน้ำดีตามมาตรฐานประกาศคณะกรรมการ

สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยมีปริมาณโลหะไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละแหล่งที่ศึกษา ทั้งนี้ อาจจะเป็นเนื่องจากการไหลเวียนของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาอย่างต่อเนื่อง เว้นแต่กรณีแหล่งน้ำหลังปากคลองพิกุลที่มีการสะสมของธาตุ เหล็ก ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น จาก 0.8-1.8 ppm แคลเซียม 0.05-0.08 ppm แมกนีเซียม 5-9 ppm และ แมงกานีส 0.05-0.22 ppm เมื่อระยะเวลาที่ศึกษาเพิ่มขึ้น 3 เดือน แต่ปริมาณที่สะสมมากขึ้นนี้ยังไม่เกินมาตรฐานสำหรับน้ำผิวดิน แต่ในอนาคตถ้าไม่คำนึงถึงการสะสมของธาตุที่เป็นพิษหลังประตุน้ำอาจจะนำมาซึ่งความเสียหายในอนาคตได้ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรตระหนัก และพิจารณาหาแนวทางป้องกันการสะสมของตะกั่ว และหาแนวทางลดการสะสมของธาตุหลังประตุน้ำ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาคีวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิจัยโครงการนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ได้อนุเคราะห์เงินอุดหนุนการทำวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Susana, O.R., Daniel, R., Lazaro, L., David, W. Gr., Katia, D.A., Jorge B., Francisco M., Sánchez J., Assessment of Heavy Metal Levels in Almendares River Sediments Havana City, Cuba, Water Res., Vol 39, pp. 3945-3953, 2005.
- [2] Hiromitsu, S., Yutaka, K., Kazuo, S., Distribution of Heavy Metals in Water and Sieved

- Sediments in the Toyohira River, Water Res., Vol 20, pp. 559-567, 1986.
- [3] Valtcho, D.Z., Phil, R.W., Application of High Cu Compost to Swiss Chard and Basil, Sci Total Environ., Vol 302, 13-26, 2003.
- [4] Valcho, D.Z., Ekaterina, A.J., Natasha, K., Anatoli, D., Metal Uptake by Medicinal Plant Species Grown in Soils Contaminated by a Smelter, Environmental and Experimental Botany, Volume 64, PP. 207-216 , 2008.
- [5] ประกาศองค์ควบคุมมลพิษ เรื่องรายงานคุณภาพน้ำบริเวณจุดตรวจวัดที่อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี วันที่ 6 สิงหาคม 2549.
- [6] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

ตารางที่ 3 ค่า Detection limit ปริมาณที่ตรวจพบในตัวอย่างและค่ากำหนดมาตรฐาน ของโลหะแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่อง ICP-OES ในตัวอย่างน้ำที่กรองและเติมกรด

Element	Detection limit (ppm)	มาตรฐานน้ำผิวดิน (ppm)	เมษายน 2550				พฤษภาคม 2550				มิถุนายน 2550			
			MIS1	MIS2	MIS3	MIS4	M2S1	M2S2	M2S3	M2S4	M3S1	M3S2	M3S3	M3S4
Al	8.721	-	45.15	36.82	22.65	20.61	37.78	34.10	148.47	36.02	49.09	23.63	39.57	39.37
Ca	0.023	-	16.14	16.19	15.93	116.05	15.95	18.07	15.92	15.78	17.79	21.95	15.91	16.06
Cd	0.001	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Co	0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr	0.007	0.05	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Cu	0.054	0.10	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054
Fe	0.274	-	0.75	0.72	0.46	0.42	0.77	1.65	0.96	0.73	0.97	2.34	0.77	0.72
K	1.027	-	272.14	270.95	265.85	272.64	270.08	353.52	274.76	268.29	285.05	718.54	272.08	268.62
Mg	0.021	-	5.53	5.41	5.43	5.39	5.42	7.03	5.49	5.40	5.59	8.28	5.29	5.23
Mn	0.004	1.00	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08	0.24	0.06	0.06	0.16	0.23	0.07	0.06
Na	3.759	-	2001.93	2023.84	1955.63	1999.05	2060.02	2850.30	2004.59	2036.89	2251.80	6262.29	2051.72	2058.30
Ni	0.004	1.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P	0.072	-	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072
Pb	0.001	0.002	0.13	0.12	0.14	0.11	0.09	0.09	0.12	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07
Se	0.010	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
Si	0.282	-	56.88	55.88	54.48	53.93	54.02	59.83	63.23	52.70	54.29	69.07	52.71	52.73
Zn	0.006	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006

ตารางที่ 4 ค่า Detection limit ปริมาณที่ตรวจพบในตัวอย่างและค่ากำหนดมาตรฐาน ของโลหะแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่อง ICP-OES ในตัวอย่างน้ำที่ไม่กรองแต่เติมกรด

Element	Detection limit (ppm)	มาตรฐานน้ำผิวดิน (ppm)	เมษายน 2550				พฤษภาคม 2550				มิถุนายน 2550			
			MIS1	MIS2	MIS3	MIS4	M2S1	M2S2	M2S3	M2S4	M3S1	M3S2	M3S3	M3S4
Al	8.721	-	131.82	135.99	41.06	36.82	20.60	12.75	20.06	14.71	26.01	9.22	20.09	62.52
Ca	0.023	-	16.14	15.87	15.77	15.74	15.78	18.03	16.23	15.75	17.62	21.70	15.92	16.23
Cd	0.001	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Co	0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr	0.007	0.05	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
Cu	0.054	0.10	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054	<0.054
Fe	0.274	-	0.76	0.74	0.78	0.72	0.45	1.03	0.43	0.34	0.52	1.75	0.44	0.50
K	1.027	-	282.55	281.86	269.51	277.57	269.15	348.25	267.75	271.31	290.20	709.28	276.00	283.15
Mg	0.021	-	5.53	5.66	5.23	5.42	5.33	6.52	5.13	5.36	5.60	8.56	5.09	5.27
Mn	0.004	1.00	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.19	0.03	0.02	0.12	0.21	0.03	0.03
Na	3.759	-	2289.03	2228.74	2200.63	2253.35	2099.35	2884.65	2065.38	2050.67	2464.89	6257.20	2321.95	2310.66
Ni	0.004	1.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P	0.072	-	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072	<0.072
Pb	0.001	0.002	0.15	0.12	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.06	0.10	0.08	0.08	0.07
Se	0.010	-	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Si	0.282	-	65.21	63.25	53.76	53.71	52.98	58.18	53.35	52.05	54.10	70.41	52.00	57.08
Zn	0.006	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006