



ศึกษาปริมาณโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา
HEAVY METALS IN SILT IN THE BANGPAKONG RIVER CHACHOENGSAO PROVINCE



กนิษฐา บางพระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2567

ศึกษาปริมาณโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร
คณะพัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

HEAVY METALS IN SILT IN THE BANGPAKONG RIVER CHACHOENGSAO PROVINCE



An Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Environmental Technology & Resources Management)
Faculty of Environmental Culture and Ecotourism, Srinakharinwirot University
2024
Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
ศึกษาปริมาณโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา
ของ
กนิษฐา บางพระ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก	 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรินทน์ งามนิยม)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พฤทธิ ราชรักษ์)
..... ที่ปรึกษาร่วม	 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพงษ์ เกริกสกุล)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญจน์ ศิลป์ ประสิทธิ์)

ชื่อเรื่อง	ศึกษาปริมาณโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัด ฉะเชิงเทรา
ผู้วิจัย	กนิษฐา บางพระ
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อรินทร์ งามนิยม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทรพงษ์ เกริกสกุล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง บริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเก็บตัวอย่างจาก 4 จุด ได้แก่ อำเภอบางปะกง อำเภอดงเค็ง อําเภอเมือง และ อำเภอบ้านโพธิ์ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 6 ธาตุ ได้แก่ ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) จากนั้นเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่ามาตรฐานคุณภาพตะกอนดิน ในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าผลการวิเคราะห์ของ แคดเมียมมีค่าความเข้มข้นเกินกว่าค่ามาตรฐานในทุกจุดเก็บ ตัวอย่าง ขณะที่แมงกานีสเกินค่ามาตรฐานในบางจุด ส่วนทองแดง ตะกั่ว สังกะสี และนิกเกิลมีค่าต่ำกว่าหรืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เพื่อประเมินระดับการปนเปื้อนเพิ่มเติม 4 ชนิด ได้แก่ ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ (Igeo) ค่าปัจจัยการสะสมของโลหะหนัก (EF) ค่าปัจจัยการปนเปื้อนของโลหะหนัก (CF) และ ดัชนีภาวะมลพิษ (PLI) ผลที่ได้พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในทุกพื้นที่อยู่ในระดับที่มีกาปนเปื้อน การปนเปื้อนของโลหะหนักที่ตรวจพบอาจมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม หรือการระบายของเสียลงสู่ แม่น้ำ ซึ่งสะท้อนถึงการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมและควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษ เพื่อป้องกันผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของประชาชนในระยะยาว

คำสำคัญ : การปนเปื้อนโลหะหนัก,ตะกอนเลน, ดัชนี Igeo, ดัชนี EF, ดัชนี CF, ดัชนี PLI

Title	HEAVY METALS IN SILT IN THE BANGPAKONG RIVER CHACHOENGSAO PROVINCE
Author	KANITTHA BANGPRA
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Associate Professor Arin Ngamniyom
Co Advisor	Assistant Professor Patarapong Kroeksakul

This research aimed to study the concentration of heavy metals in sediments from the Bang Pakong River in Chachoengsao Province. Samples were collected from four locations: Bang Pakong District, Khlong Khuen District, Mueang District, and Ban Pho District. The samples were analyzed for six heavy metals: copper (Cu), lead (Pb), cadmium (Cd), manganese (Mn), zinc (Zn), and nickel (Ni). The results were then compared with the standard values for surface water sediments. The findings revealed that cadmium concentrations exceeded the standard values at all sampling locations, while manganese levels exceeded the standards at some locations. Copper, lead, zinc, and nickel levels were below or within the specified standards. To assess the degree of contamination, four indices were used: the Geoaccumulation Index (I_{geo}), the Enrichment Factor (EF), the Contamination Factor (CF), and the Pollution Load Index (PLI). The results showed that cadmium levels in all areas indicated contamination. The presence of heavy metal contamination may be attributed to human activities such as agriculture, industry, or waste discharge into the river. These findings highlight the need for continuous environmental monitoring and pollution control to prevent long-term impacts on the ecosystem and public health.

Keyword : Heavy metal contamination silt I_{geo} EF CF PLI

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความเมตตาอนุเคราะห์และสนับสนุนตลอดจนการให้คำแนะนำ และการให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด และการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. อรินทร์ม งามนิยม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทรพงษ์ เกริกสกุล ที่ให้ความเมตตาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและช่วยเหลือสนับสนุน ชี้แนะแนวทางในการศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน

กนิษฐา บางพระ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.2 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
1.5 กรอบแนวคิด	6
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	7
2.1 โลหะหนักความหมายและผลกระทบ.....	7
2.1.1 โลหะหนัก	7
2.1.2 ผลกระทบจากโลหะหนัก	8
2.2 แหล่งกำเนิดโลหะหนัก	10
2.2.1 โลหะหนักโดยธรรมชาติ	10
2.2.2 โลหะหนักจากภาคอุตสาหกรรม	11
2.2.3 โลหะหนักจากภาคการเกษตร	11
2.2.4 โลหะหนักจากแหล่งชุมชน	12

2.3. การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา	13
2.4. แม่น้ำบางปะกงและการใช้ประโยชน์	14
2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	19
3.1 ข้อมูลพื้นที่การศึกษา	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	20
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	21
3.4. ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ <i>Geoaccumulation (Igeo)</i>	22
3.5 ปัจจัยการสะสมของโลหะหนัก <i>Enrichment Factors (EF)</i>	23
3.6 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน <i>Contamination factor (CF)</i>	24
3.7 ดัชนีภาระมลพิษ <i>Pollution Load Index (PLI)</i>	24
บทที่ 4 ผลการศึกษา	26
4.1 การใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่	26
4.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลน	33
4.3 ค่าดัชนีวัดคุณภาพของตะกอนเลน	36
4.3.1 ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ <i>Igeo</i>	36
4.3.2 ปัจจัยการสะสมของโลหะหนัก <i>EF</i>	38
4.3.3 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน <i>CF</i>	40
4.3.4 ดัชนีภาระมลพิษ <i>PLI</i>	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผลการวิจัย	43
5.2 อภิปรายผล	44
5.3 ข้อเสนอแนะ	47

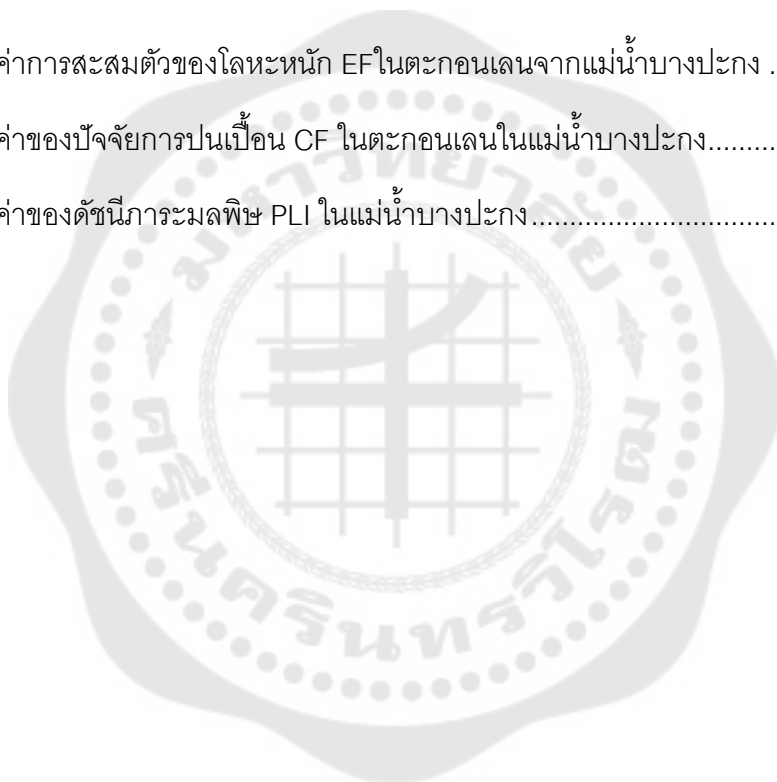
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก.....	55
ประวัติผู้เขียน.....	62



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 บัญชีตรวจสอบประเภทการให้ประโยชน์ที่	32
ตาราง 2 ความเข้มข้นของทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส สังกะสี และนิกเกิล ในตะกอนเลน 4 จุดในพื้นที่อำเภอบางปะกง อำเภอดงเค็งเจี๊ยบ อำเภอมือทอง และอำเภอบ้านโพธิ์	35
ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยดัชนีสะสมโลหะหนักในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง	37
ตาราง 4 ค่าการสะสมตัวของโลหะหนัก EF ในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง	39
ตาราง 5 ค่าของปัจจัยการปนเปื้อน CF ในตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง.....	40
ตาราง 6 ค่าของดัชนีการสะสมพิษ PLI ในแม่น้ำบางปะกง.....	42



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก.....	6
ภาพประกอบ 2 แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา	14
ภาพประกอบ 3 เขตที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา	20
ภาพประกอบ 4 พื้นที่บริเวณอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	27
ภาพประกอบ 5 พื้นที่บริเวณอำเภอดงเค็ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	28
ภาพประกอบ 6 พื้นที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	30
ภาพประกอบ 7 พื้นที่บริเวณอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	31
ภาพประกอบ 8 แสดงแผนการเก็บตัวอย่างตะกอนเลนแต่ละพื้นที่	33
ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงผลความเข้มข้นของโลหะหนัก ($p < 0.05$).....	35
ภาพประกอบ 10 ค่าเฉลี่ยดัชนีสะสมโลหะหนัก Igeo.....	38
ภาพประกอบ 11 ค่าการสะสมตัวของโลหะหนัก EF	39
ภาพประกอบ 12 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน CF	41
ภาพประกอบ 13 ภาพแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง	46
ภาพประกอบ 14 การลงพื้นที่เก็บตัวอย่างตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.....	56
ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการอบดิน	57
ภาพประกอบ 16 การบดดิน.....	57
ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนการสกัดดินด้วยเครื่อง Speed Digester K-24.....	59
ภาพประกอบ 18 การเตรียมสาร standard เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-OES.....	60
ภาพประกอบ 19 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-OES	61

บทที่ 1

บทนำ

จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นหนึ่งในเจ็ดจังหวัดภาคตะวันออกที่มีการใช้พื้นที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม การเกษตร การประมงเพาะเลี้ยง จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นจังหวัดที่มีแม่น้ำสายหลักไหลผ่านตัวเมืองก่อนออกไปยังปากอ่าว และไหลลงสู่อ่าวไทย โดยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำทั้งในอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และแหล่งที่อยู่อาศัยในปัจจุบันมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักหรือสารมลพิษอื่น สู่แม่น้ำ (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2560) โดยอดีตรัฐมนตรีกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวว่า ลำน้ำบางปะกงมีธาตุโลหะหนักและแมงกานีสปนเปื้อนในปริมาณสูงมาก ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรามีโอกาสป่วยเป็นโรคทางประสาทและโรคพาร์กินสันสูงเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ โดยที่แหล่งกำเนิดของสารปนเปื้อนนี้อาจจะมาจากผืนดินที่มีสภาพเป็นโคลนตมจึงทำให้มีสารเหล่านี้ปะปนสะสมอยู่ในปริมาณมาก (โพสท์ทูเดย์ ออนไลน์, 2556) โดยโลหะมักพบจากแหล่งเกษตรกรรม เช่น ปอท ทองแดง สังกะสี เหล็ก แหล่งอุตสาหกรรมจะพบ ตะกั่ว นิกเกิล และแหล่งที่อยู่อาศัยจะพบ แคดเมียม แมงกานีส รวมถึงกาซนส่งทางน้ำจะพบ สังกะสี ทองแดง และตะกั่วเป็นจำนวนมาก (เกษม, 2526)

แม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย มีความยาว 120 กิโลเมตร มีพื้นที่ครอบคลุม 7,978 ตารางกิโลเมตร โดยครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดฉะเชิงเทรา และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดปราจีนและจังหวัดชลบุรี แม่น้ำบางปะกงมีระบบนิเวศเป็นน้ำกร่อย หรือระบบนิเวศของพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง เป็นบริเวณที่มีน้ำจืดและน้ำเค็มรวมกัน โดยมีเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นลงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อลักษณะทางกายภาพและชีววิทยา และยังจัดเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะตัว บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จะเป็นแหล่งของทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์และเป็นสิ่งที่มีคุณค่าในการดำรงชีวิตของประชาชนในบริเวณพื้นที่ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

การปนเปื้อนของสารเคมีในดินที่มาจากกระบวนการต่าง ๆ โดยดินเกิดจากการผุพังหรือการสลายตัวของหินและแร่ รวมถึงการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ ที่มาจากสภาพภูมิอากาศหรือสภาพพื้นที่ ทำให้เกิดเป็นดินหลายชนิด โดยเป็นที่เจริญเติบโตของพืช อีกทั้งเป็นแหล่งน้ำและอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น ดินเป็นแหล่งรองรับสารมลพิษ ที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยการทำกิจกรรมต่าง ๆ บนดินนั้นจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโลหะหนักในดินที่แตกต่างกันไปและการทำ

กิจกรรมต่าง ๆ บนพื้นดินไม่ว่าอย่างไรก็ตามจะไหลลงสู่แม่น้ำในที่สุด (ณปภัช, 2560) มลพิษในดินก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ จากการระเหยของสารเคมีตกค้างในดิน ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตจากสารเคมีจำพวกไนโตรเจน หรือฟอสฟอรัส ที่ตกค้างในดิน เมื่อถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งแม่น้ำ ลำคลอง จะทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศในน้ำ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่พึ่งอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำ (คัตคณัฐ, 2563)

สำหรับการใช้สารเคมีทางเกษตรนั้นมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบทั้งในด้านสุขภาพของเกษตรกรผู้บริโภค รวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อม (สาคร, 2556) พบว่ามีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เกินค่ามาตรฐานในสินค้าทางการเกษตร ของไทยที่ส่งไปยังต่างประเทศโดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถูกนำมาใช้ ทางเกษตรกรรมอย่างแพร่หลาย และสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีโดยในปี 2561 (วันปิติ, 2564) พบผู้ป่วยสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยเป็นช่วงที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกและมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชปริมาณมากจึงพบเกษตรกรมีผลเสียและไม่ปลอดภัยร้อยละ 40.99 หรือ 342,737 รายจากผู้ที่ใช้สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวน 836,118 ราย (กรมควบคุมโรค, 2561)

สำหรับการใช้สารเคมีทางอุตสาหกรรม ในปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ประเทศอุตสาหกรรมจึงทำให้เกิดผลกระทบตามมาคือ ปัญหาจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มาในรูปของสารละลายลงสู่แหล่งน้ำ โดยโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ทำให้เกิดการตกค้างในแหล่งน้ำ ซึ่งทำให้น้ำมีความเป็นกรดและด่าง หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต จำพวก สารปรอท ตะกั่ว นิกเกิล ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย หรือถ้าหากสารไม่ได้รับการบำบัดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อแม่น้ำและสิ่งมีชีวิต โดยเห็นได้จากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย เนื่องจากโรงงานแห่งหนึ่งปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้พื้นที่เกษตรกรรมและแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดระยองเกิดผลกระทบอย่างหนักที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย และทำให้ชาวบ้านเกิดอาการป่วยจากโรคทางผิวหนังและทางเดินหายใจ (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2559) สารเคมีที่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเป็นตัวทำให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมในระยะยาว เนื่องจากปริมาณการใช้สารเคมีเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน และการควบคุมสารเคมีไม่ให้เข้าสู่สิ่งแวดล้อมเป็นไปได้ยากที่เกิดจากผู้ขาดความรู้ และประสบการณ์ในการจัดการกับสารพิษ (วีระ, 2557) อีกทั้งในปี 2559 พบผู้ป่วยจากโลหะหนักจำนวน 39 คน จาก 18 จังหวัด ทั่วประเทศที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ปี 2558 ร้อยละ 0.05 หรือ 30 คนจากทั่วประเทศ และยังมีการศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในขั้นตอนการผลิตจากฝุ่น

พบว่าความเข้มข้นของสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม สูงถึง 89.79, 0.743 และ 481.757 ไมโครกรัมต่อตาราง (ปฐมาวดี และ สยาม, 2562)

สำหรับการใช้สารเคมีทางแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัย ที่เกิดเนื่องจากมีประชากรอยู่อาศัยกันอย่างหนาแน่นเป็นชุมชนเมือง ได้มีการพัฒนาทางด้านอาคารบ้านเรือน ร้านค้า จึงมีขยะและสิ่งปฏิกูลเพิ่มมากขึ้น โดยสิ่งปฏิกูลหรือของเสียเกิดจากการดำรงชีวิตของคนเราตั้งแต่ตื่นจนเข้านอน เป็นสาเหตุของการเกิดสิ่งปฏิกูลตลอดเวลาตั้งแต่ การแปรงฟัน อาบน้ำ ชักผ้า ซึ่งในแต่ละครัวเรือนจะปล่อยทิ้งออกตามท่อระบาย หรือสิ่งปฏิกูลเหล่านี้จะไหลลงสู่แม่น้ำในที่สุด (วีระ, 2557)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโลหะหนักและความเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ หากได้รับการปนเปื้อนโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย จึงมุ่งเน้นการประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนโลหะหนักที่อาจมาจากแหล่งเกษตรกรรมที่ใช้สารเคมีทางการเกษตร จำพวกปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืช แหล่งอุตสาหกรรมที่ใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการปล่อยน้ำทิ้งที่ไม่ได้รับการบำบัด และแหล่งชุมชนที่มีการใช้สารอินทรีย์ จำพวกสับ ขี้ไก่ ฟอก รวมทั้งเศษอาหาร ไขมัน และ สิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่จะสามารถปนเปื้อนเข้าไปในแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ ได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเพื่อทราบถึงการปนเปื้อนของโลหะหนักมากน้อยเพียงใด และเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาทางสิ่งแวดล้อมต่อไปหรือสามารถใช้เป็นข้อมูลด้านการปนเปื้อนในตะกอนเลนของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง บริเวณอำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในพื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณแม่น้ำบางปะกง

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

1. ด้านเนื้อหา: การสะสมของโลหะในตะกอนเลนจากปริมาณของ ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส สังกะสี นิเกิล

2. ด้านพื้นที่: พื้นที่ในการศึกษาจำแนกเป็นจังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักตามลักษณะการใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ (1) พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำบริเวณวัดหงส์ทอง อำเภอบางปะกง (2) พื้นที่เกษตรกรรม คือบริเวณวัดบางตลาด อำเภอดงเค็ง (3) พื้นที่ชุมชน คือหอณาพิการิมแม่น้ำบางปะกง อำเภอเมือง และ (4) พื้นที่อุตสาหกรรม คือบริเวณวัดหัวเนิน อำเภอบ้านโพธิ์

3. ระยะเวลา: การเก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 17, 18 มกราคม และวันที่ 1, 2, 16, 17 กุมภาพันธ์ 2567 ซึ่งเป็นช่วงเวลาของน้ำตาย จากนั้นนำมาอบแห้งและทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ใช้เวลาถึง พฤษภาคม 2567 รวมระยะเวลา 5 เดือน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปริมาณโลหะหนักที่มีการปนเปื้อนจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง
2. ทราบถึงความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักตามลักษณะการใช้ประโยชน์แต่ละพื้นที่ (1) พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ คือวัดหงส์ทอง อำเภอบางปะกง (2) พื้นที่เกษตรกรรม คือบริเวณวัดบางตลาด อำเภอดงเค็ง (3) พื้นที่อยู่ชุมชน คือหอณาพิการิมแม่น้ำบางปะกง อำเภอเมือง และ (4) พื้นที่อุตสาหกรรม คือวัดหัวเนิน อำเภอบ้านโพธิ์

1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

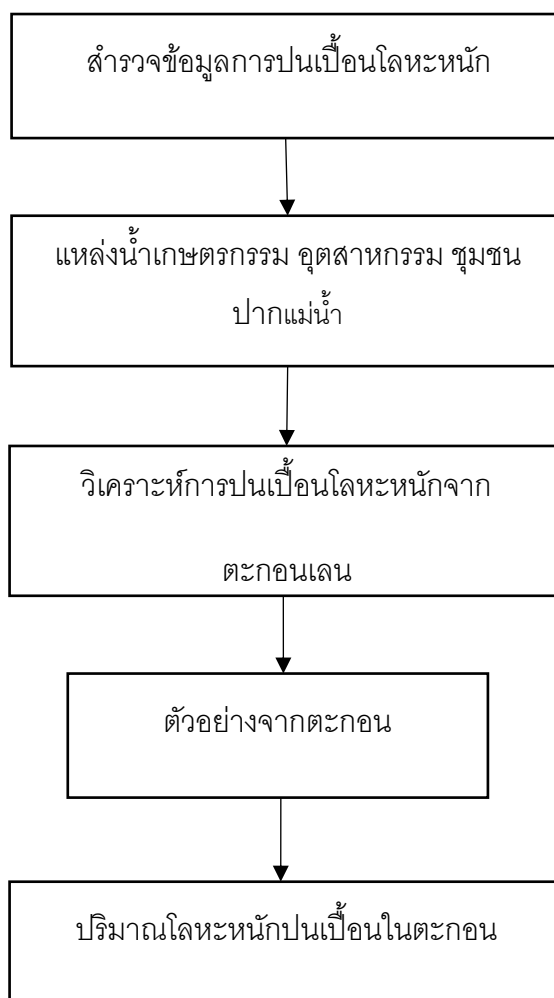
1. โลหะหนัก (Heavy metals) คือ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป สลายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน สำหรับศึกษานี้ได้กำหนดศึกษาโลหะหนักจำนวน 6 ธาตุ ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส สังกะสี นิเกิล
2. แม่น้ำบางปะกง คือ แม่น้ำสายหลักที่ไหลผ่านช่วงตัวเมืองของจังหวัดฉะเชิงเทราจนถึงปากอ่าว
3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) คือ พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ โดยการศึกษาได้มุ่งเน้นใน การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร การใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม การใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และพื้นที่ปากอ่าว
4. มาตรฐานการปนเปื้อน คือการศึกษานี้อ้างอิงมาตรฐานการปนเปื้อนของมาตรฐานคุณภาพตะกอนดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดคุณภาพมาตรฐานคุณภาพตะกอนดิน
5. ตะกอนดิน หมายถึง ชั้นอนุภาคที่สะสมอยู่บนพื้นของแหล่งน้ำผิวดิน ที่ประกอบด้วย อินทรีย์วัตถุ หรือ อนินทรีย์วัตถุขนาดเล็ก เช่น หิน ดินทราย กรวด ที่เกิดจากการสลายตัวทาง

ธรรมชาติ ที่ปะปนกับกระแสน้ำ หรือเป็นการตกจากชั้นบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน และจมทับ
ถมกันด้านล่างของแหล่งน้ำผิวดิน



1.5 กรอบแนวคิด

การศึกษาปริมาณโลหะหนักจากตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง บริเวณพื้นที่ อำเภอบางปะกง อำเภอดงเคี่ยน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีแนวคิดในการศึกษา ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาปริมาณโลหะหนักของแม่น้ำบางปะกงในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญและเป็นประโยชน์ในกระบวนการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดเสนอข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 โลหะหนักความหมายและผลกระทบ

2.2 แหล่งกำเนิดโลหะหนัก

2.2.1 โลหะหนักโดยธรรมชาติ

2.2.2 โลหะหนักจากภาคอุตสาหกรรม

2.2.3 โลหะหนักจากภาคเกษตรกรรม

2.2.4 โลหะหนักจากแหล่งชุมชน

2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา

2.4 แม่น้ำบางปะกงและการใช้ประโยชน์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลหะหนักความหมายและผลกระทบ

2.1.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ดีบุก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว สารหนูปรอท เป็นต้น ซึ่งเป็นสารที่มีอัตราการสลายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน หรือโลหะเป็นธาตุที่เกิดจากธรรมชาติ ถ้าหากมีระดับความเข้มข้นสูงก็อาจจะเป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์หรือพืช โลหะบางชนิดสามารถให้ทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิต หรือธาตุโลหะหนักบางชนิดมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม บางชนิดมีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่บางชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย (Ikenaka et al., 2010) โดยอาจขึ้นอยู่กับชนิดของสารหรือสิ่งมีชีวิตและปริมาณที่ได้รับ หรือถ้าหากได้รับปริมาณโลหะหนักที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในปริมาณที่มาก และไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้ (Srithawirat and Thananoppakul, 2016) หรือถ้าหากนำมาใช้ประโยชน์ก็อาจจะทำให้เกิดการสะสมพิษของโลหะหนักในพืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่น หรือโลหะหนักที่นำมาใช้ใน

อุตสาหกรรมหลายประเภท เมื่อมีการแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมโดยอาจจะมีการปนเปื้อนทางดิน น้ำ อากาศหรือพืช จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ ถ้าหากบริโภคเข้าไปก็จะเกิดปัญหาทางด้านสุขภาพ การดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์มีความเสี่ยงต่อการมีโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทาง การบริโภคอาหาร น้ำดื่มจากแหล่งน้ำที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ (Meesuk, 1999) โดยโลหะหนักเป็น กลุ่มของธาตุที่จะปล่อยอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเคมีและก่อตัวเป็นไอออนบวก ในสถานะของแข็ง และของเหลวมีการนำความร้อนและนำไฟฟ้า จะมีลักษณะมันวาวและทึบแสง มีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูง เช่น ทองแดง โคบอลต์ โครเมียม แคดเมียม เหล็ก สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก พรอท แมงกานีส นิกเกิล โมลิบดีนัม วาเนเดียม ทังสแตน โดยในกลุ่มของโลหะหนักสามารถแยกเป็นโลหะหนักที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตและโลหะหนักที่ไม่ทราบถึงกระบวนการทำงานในทางสรีรวิทยา จึงไม่นำมาใช้งานกับพืช สัตว์ และมนุษย์ หรือโลหะหนักถูกกำหนดทางเคมีว่าเป็น สารที่นำไฟฟ้า มีความมันวาวเหมือนโลหะ อ่อนตัวและสามารถหลอมได้ (Szczewski et al., 2009)

2.1.2 ผลกระทบจากโลหะหนัก

ผลกระทบต่อร่างกาย จากรายงานของ (ธีรนาถ, 2563) กล่าวถึงความเป็นพิษจากโลหะหนัก ดังนี้

1. ตะกั่ว (Lead, Pb) เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย จะไปยึดเม็ดเลือดแดงและแพร่กระจายไปตามเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายทำให้เกิดภาวะผิดปกติ อวัยวะที่มักถูกทำลายโดยสารตะกั่ว ได้แก่ กระดูก สมอง ไต และต่อมไทรอยด์ พิษสารตะกั่วเกิดจากการได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่สูง อาการของผู้ที่ได้รับสารตะกั่ว ได้แก่ ปวดตามข้อและกระดูก สายตาพร่ามัว อาเจียน ตับวายและมีโอกาสเสียชีวิตได้

2. เหล็ก (Iron, Fe) เมื่อได้รับธาตุเหล็กและสะสมในร่างกายจะทำให้เกิดผลกระทบต่างๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารลดลง หลอดเลือดขยายตัว ความดันเลือดลดลงเลือดแข็งตัวได้ช้า อาการที่เกิดจากเหล็ก อาเจียน ปวดท้อง หัวใจเต้นเร็ว ไม่รู้สึกตัวหรืออาจเสียชีวิตได้

3. สังกะสี (Zinc, Zn) เมื่อสังกะสีเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นก็จะเกิดการสะสมที่บริเวณตับและไต จนทำให้ไปทำลายอวัยวะภายในตับ และไตทำงานล้มเหลว เกิดโรคโลหิตจาง ไคโรโมโซมผิดปกติ เสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง ร่างกายขาดธาตุทองแดงเนื่องจากถูกยับยั้งการดูดซึม (กรรณิการ์, 2552)

4. ทองแดง (Copper, Cu) หากร่างกายคนเราได้รับทองแดงในปริมาณมาก จะทำให้ร่างกาย เกิดการเบื่ออาหาร ร่างกายชุ่มพอม อาเจียน เม็ดเลือดแดงแตกตัว ทำลายตับ ยับยั้งการทำงานของตับ หากร่างกายมีทองแดงสะสมในปริมาณ 25 - 30 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวกิโลกรัม จะทำให้ตับแข็ง

5. แคดเมียม (Cadmium, Cd) แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินหายใจหรือการสูดดมเข้าไป อาการเฉียบพลันอย่างเบาที่สุด คือ คอแห้ง ระคายคอ แ่นหน้าอก ปวดศีรษะ เมื่อได้รับในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้มีอาการหายใจไม่ออก ไอไม่หยุด หรือถ้าหากยังได้รับเข้าไปอย่างต่อเนื่องอีกอาจทำให้ตายได้ การเข้าสู่ร่างกายที่เกิดจากทางเดินอาหารที่มีแคดเมียมเจือปนอยู่ จะทำให้มีอาการอาเจียน ท้องร่วงได้

6. แมงกานีส (Manganese, Mn) แมงกานีสเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินอาหาร จากอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของแมงกานีส การเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังได้น้อย แมงกานีสสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางสมองได้ เมื่อได้รับแมงกานีสในปริมาณที่มากจะทำให้เกิดพิษ ได้แก่ ร่างกายอ่อนเพลียและมีอาการปวดศีรษะ ระบบประสาทถูกทำลาย เสี่ยงต่อการเป็นอัมพาต

7. ปรอท (Mercury, Hg) ปรอทเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำอันตรายและเป็นพิษกับอวัยวะส่วนสำคัญต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่ สมอง ไต ตับ ทำให้เกิดการเป็นพิษทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง จนถึงขั้นเสียชีวิต

8. นิกเกิล (Nickel, Ni) เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดอาการที่เป็นพิษ ที่เกิดจากอาการทางระบบประสาท หรือเกิดผลกระทบต่อผิวหนัง หรือเมื่อได้รับนิกเกิลในปริมาณมากจะทำให้เกิดผลกระทบต่ออวัยวะภายใน อาการเมื่อได้รับนิกเกิลในปริมาณมาก จะมีอาการผื่นคัน ผิวหนังอักเสบ ไอ หายใจลำบาก เวียนศีรษะ อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน หรือท้องเสีย

9. สารหนู (Arsenic, As) หากได้รับสารหนูในปริมาณที่น้อยติดต่อกันเป็นเวลานาน จากการบริโภคอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อน จะส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างรุนแรง จะมีอาการทางผิวหนังหรือโรคมะเร็งผิวหนัง สารหนูยังเป็นพิษต่อระบบประสาท ทำให้เกิดความเสียหายของปอดและไต หรือถ้าหากได้รับสารหนูในปริมาณมากอาจทำให้สารหนูเป็นพิษต่อร่างกายเฉียบพลันและทำให้เสียชีวิตได้ (นิธิยาและวิบูลย์, 2553)

ผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ

การที่มีสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการบริโภคในประเทศ และเพื่อการส่งออก ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจพบการตกค้างของสารพิษ จะถูกยกเลิกการซื้อขายกับประเทศคู่ค้า

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

โลหะหนักเป็นสารก่อมลพิษในสิ่งแวดล้อมที่มีความเป็นพิษ มีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานรวมถึงในอากาศ และสามารถสะสมอยู่ในร่างกายมนุษย์ หรือโลหะหนักยังเป็นมลพิษต่อระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน โลหะหนักส่วนใหญ่เกิดจากธรรมชาติ แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่มาจากมนุษย์ ในโลหะหนักมีมวลอะตอมสูงและเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต หรือโลหะหนักส่วนใหญ่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและมลพิษทางอากาศ ที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ โลหะหนักสามารถกลายเป็นพิษรุนแรงได้โดยการปนเปื้อนกับสิ่งต่างๆของสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ และดิน รวมทั้งมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สามารถสัมผัสกับโลหะหนักทางห่วงโซ่อาหาร ซึ่งโลหะหนักส่วนใหญ่ที่พบในระบบนิเวศมักจะพบในน้ำ ดิน และหิน และยังถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์ (Mitra et al., 2022)

2.2 แหล่งกำเนิดโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมสามารถเกิดได้ทั้งทางธรรมชาติและจากมนุษย์สร้างขึ้น โดยแหล่งที่อยู่อาศัยที่มาจากการชักผ้า การล้างจาน การอาบน้ำ สิ่งปฏิกูลหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์หรือมาจากการทำการเกษตรที่มีการใช้ยาปราบศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี ถ้าหากฝนตกลงมาจะทำให้สารไหลลงสู่แหล่งน้ำหรือมาจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดจากขบวนการผลิตต่างๆ และเมื่อมนุษย์นำน้ำจากแหล่งน้ำมาอุปโภคบริโภคจะส่งผลให้มีสารพิษสะสมในร่างกายจนทำให้เกิดโรค (Salomon and Forstner, 1984)

2.2.1 โลหะหนักโดยธรรมชาติ

โลหะหนักเป็นส่วนประกอบหนึ่งของหินเปลือกโลกในธรรมชาติ เมื่อเปลือกโลกถูกกัดเซาะหรือพังทลาย โลหะหนักจะถูกแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงการเปิดหน้าดินที่เป็นการเร่งให้เกิดการชะล้างโลหะหนักสู่สิ่งแวดล้อมได้เร็ว และโลหะหนักที่เกิดจากแหล่งธรรมชาตินั้นมา

จาก ภูเขาไฟ การเสื่อมโทรมของแร่ธาตุ และไฟฟ้า การระเหยจากผิวดินและน้ำ (He et al., 2013)

2.2.2 โลหะหนักจากภาคอุตสาหกรรม

ในทางอุตสาหกรรมมีส่วนประกอบของโลหะหนักเป็นปัจจัยสำคัญ ที่นำมาใช้กระบวนการผลิต โดยในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีความก้าวหน้าทางการผลิตมากขึ้นทำให้มีการใช้สารเคมีที่เป็นวัตถุอันตรายกันอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน รวมถึงความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ปัจจุบันอุตสาหกรรมมีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย และเมื่ออุตสาหกรรมมีการขยายตัวที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดผลกระทบด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม โดยการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในปี 2550 มีจำนวน 126,804 แห่ง ทำให้ของเสียจากอุตสาหกรรมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นอย่างมาก (อินริย์, 2564) เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วที่ไม่มีมาตรการป้องกัน จากการเก็บและทำลายของเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพจึงทำให้เกิดการสะสมของของเสีย หรือการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมถ้าหากสารไม่ได้รับการบำบัดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อแม่น้ำและสิ่งมีชีวิต (ดลนภา และคณะ, 2562)

2.2.3 โลหะหนักจากภาคการเกษตร

การใช้สารเคมีทางการเกษตรทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนัก โดยสถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในปี 2554 มีการนำเข้าของสารเคมีทางการเกษตรมากกว่า 22,034 ล้านบาท อีกทั้งในปี 2563 ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรสูงถึง 98,449,035.43 กิโลกรัม (สาคร, 2556) สารเคมีทางการเกษตร (Pesticides) เป็นสารธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ที่ออกแบบมาเพื่อกำจัดศัตรูพืชและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในสาขาต่าง ๆ เช่น เกษตรกรรม ป่าไม้ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและอุตสาหกรรมอาหาร หรือเป็นสารที่มีวัตถุประสงค์ใช้เพื่อป้องกันทำลายควบคุมหรือกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ไม่พึงประสงค์ โดยจะใช้ในขั้นตอนการเพาะปลูกจนถึงการเก็บการขนส่งการจำหน่ายรวมถึงขั้นตอนการแปรรูปสินค้าเกษตร หรือเป็นสารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสารเร่งผลให้ป็นสารที่ใช้กับพืชผล (Tejaswi and Pooja, 2022) ในการเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดความเสี่ยงหายระหว่างการขนส่ง หรือการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลายนำไปสู่การแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมสามารถพบได้ในอากาศดินและน้ำก่อให้เกิดการปนเปื้อนต่อความปลอดภัยของ

อาหารและสิ่งแวดล้อม (Shoeb and Nahar, 2023) โดยสารเคมีได้ถูกนำเข้ามาใช้ในการทำเกษตร การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้ประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาในหลายด้าน โดยเฉพาะด้าน สุขภาพและผลกระทบต่อแรงงานทางการเกษตร รวมถึงผู้บริโภค ประเทศไทยมีการใช้ยาฆ่าแมลง เป็นจำนวนมากเพื่อควบคุมศัตรูพืช แมลง วัชพืช และเชื้อรา เพื่อรักษาผลผลิตให้เป็นไปตาม เป้าหมาย และประเทศไทยยังคงเพิ่มปริมาณการนำเข้ายาฆ่าแมลงทุกปี โดยปัจจุบันการนำเข้า และการใช้ยาฆ่าแมลงเพิ่มขึ้นจากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากประเทศไทยมีบทบาทสำคัญใน ฐานะผู้ส่งออกอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร การใช้ยาฆ่าแมลงที่แพร่หลายและขาดการถูก ควบคุมจากหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งจะนำมาสู่ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพของเกษตรกร ครอบครัวยุคของเกษตรกร รวมถึงประชากรทั่วไป และสิ่งแวดล้อม (Laohaudomchok et al., 2021) ในการศึกษาพื้นที่ในตำบลทิววัฒนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี จากปริมาณโลหะหนักในดิน ของพื้นที่การเกษตร พบแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยที่การตกค้างของโลหะหนักในดินอาจเกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงต้องมีการลดการ ใช้หรือใช้ให้ถูกวิธี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ และมนุษย์ (ณัฐฐินันท์, 2565) และการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินนาข้าวจาก 3 อำเภอ ในจังหวัดสุโขทัย พบปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (นุชจรี และ ปิยะดา, 2564)

2.2.4 โลหะหนักจากแหล่งชุมชน

โลหะหนักจากแหล่งชุมชน ส่วนใหญ่มักมาจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอย สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์ ภาชนะเคลือบโลหะ หลอดไฟ ผลิตภัณฑ์จาก ยาฆ่าแมลง ขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ พบว่าในปี 2560 มีของเสียมากถึง 618,749 19 ตัน ซึ่งมี ปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ที่มาจากของเสียชุมชน ร้อยละ 10 (ดลนภา และคณะ, 2562) และ โลหะหนักที่มักพบจากแหล่งที่อยู่อาศัยจะพบ แคดเมียม แมงกานีส ตะกั่ว ทองแดง สารหนู จาก การศึกษาปริมาณโลหะหนักในแหล่งชุมชน อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ พบปริมาณของตะกั่ว และทองแดง มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนปริมาณของสารหนู มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ (พรรณวดี และคณะ, 2540)

2.3. การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา

จังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่ประมาณ 5,351 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ 352,429 ไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 3,344,375 ไร่ แบ่งเป็น 11 อำเภอ 93 ตำบล 892 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 720,113 คน (สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2564)

ด้านการเกษตร พื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดฉะเชิงเทรามีประมาณ 2,368,815 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 70.85 ของพื้นที่ทั้งหมด 3,344,375 ไร่ โดยมีอาชีพเกษตรกรรม ดังนี้

1. การปลูกข้าว มีพื้นที่ประมาณ 611,548 ไร่ โดยเพาะปลูกข้าวนาปี มีผลผลิตประมาณ 406,957 ตันต่อปี

2. การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง มีพื้นที่ประมาณ 27,210.25 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 19,163 ตันต่อปี ซึ่งจะปลูกในอำเภอบางคล้าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ของอำเภอบางคล้ามีดินที่ความอุดมสมบูรณ์และมีแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้ผลมะม่วงสมบูรณ์

3. การปลูกมะพร้าวน้ำหอม มีพื้นที่ประมาณ 12,994 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 11,831 ตันต่อปี ซึ่งจะปลูกในอำเภอบางคล้า อำเภอกองเขื่อน อำเภอสาขะงอก โดยใช้สายพันธุ์มะพร้าว น้ำหอมมาปลูกเท่านั้น ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกเป็นดินกร่อย ทำให้มีผลผลิตดี โดยปลูกด้วยระบบรองสวน จึงสามารถควบคุมระดับน้ำได้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

ด้านโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดฉะเชิงเทรามีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม ที่ไม่รวมนิคมอุตสาหกรรม ทั้งหมด 1,751 โรงงาน โดยแบ่งตามขนาดของโรงงานดังนี้

1. โรงงานขนาดเล็กจำนวน 1,245 โรงงาน จำนวนเงินทุน 14,415.75 ล้านบาท มีแรงงาน 32,431 คน

2. โรงงานขนาดกลางจำนวน 317 โรงงาน จำนวนเงินทุน 32,231.16 ล้านบาท มีแรงงาน 35,663 คน

3. โรงงานขนาดเล็กจำนวน 189 โรงงาน จำนวนเงินทุน 300,175.17 ล้านบาท มีแรงงาน 78,835 คน

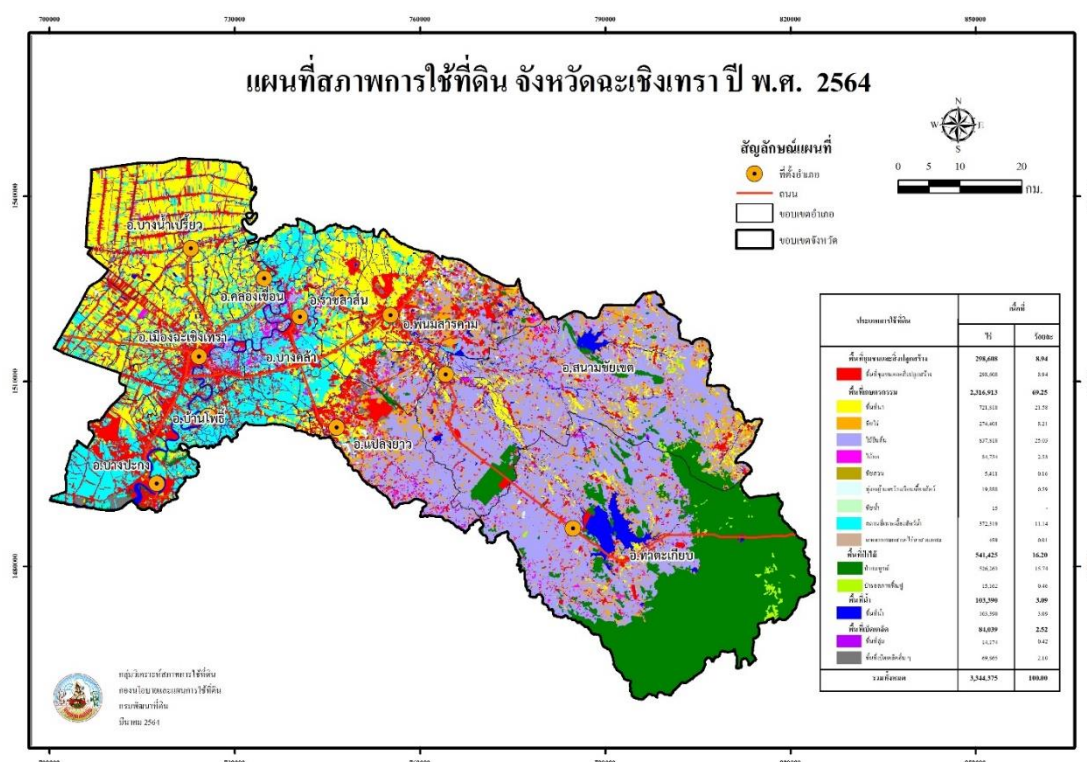
ประกอบไปด้วย

1. อุตสาหกรรมขนส่ง ผลิตรถยนต์ ที่ผลิตอะไหล่หรือชิ้นส่วนของรถยนต์ มีจำนวนทั้งหมด 142 โรงงาน

2. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ผลิตเครื่องจักรสำหรับการกลึงกรรมและเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรม มีจำนวนทั้งหมด 76 โรงงาน

3. อุตสาหกรรมไฟฟ้า ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มีจำนวน 79 โรงงาน

ที่ตั้งอุตสาหกรรมของจังหวัดฉะเชิงเทราที่มีโรงงานเป็นจำนวนมาก ได้แก่ อำเภอบางปะกง อำเภอเมือง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบ้านโพธิ์ และอำเภอนวมสารคราม (สำนักงานที่ดิน เขต 2, 2566)



ภาพประกอบ 2 แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา
แหล่งที่มา: (สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2564)

2.4. แม่น้ำบางปะกงและการใช้ประโยชน์

แม่น้ำบางปะกง มีพื้นที่ลุ่มน้ำ รวม 10,707.48 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ปราจีนบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นครนายก ปทุมธานี สระบุรี สระแก้ว นครราชสีมา และจันทบุรี ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 – 14 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 100 – 102 องศาตะวันออก

การใช้ประโยชน์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของแม่น้ำบางปะกงเป็นพื้นที่ปลูกข้าว 1,839,628 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.49 ของพื้นที่ และในพื้นที่แม่น้ำบางปะกงเป็นพื้นที่ที่มีเขตอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก (ศุภนาถ, 2565) โดยแม่น้ำบางปะกงเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค รวมถึงเกษตรกรรม ได้แก่ การทำนา การทำสวนไม้ผล และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือเป็นแหล่งอาหารสำหรับการ

ดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ โดยที่ชุมชนโดยรอบส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรม และในปัจจุบันพื้นที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมครัวเรือนบางส่วน (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562)

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wei et al. (2023) ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในแม่น้ำเหลือง ประเทศจีน โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยใช้เทคนิค inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP - OES) วิเคราะห์ปริมาณของโลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ Cu, As, Hg, Zn และ Pb ผลการศึกษาพบว่า ค่าของ Cu มีปริมาณสูงที่สุด พบในบริเวณใจกลางเมือง Huanghua มีค่าเท่ากับ 56.932 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณของ Zn และ As พบมากที่สุดบริเวณทิศเหนือของเมือง Huanghua มีค่าเท่ากับ 94.223 และ 13.885 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในทางทิศใต้ของเมือง พบปริมาณสูงสุดของ Hg และ Pb มีค่าเท่ากับ 0.0595 และ 29.474 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยระดับค่าเฉลี่ยของโลหะหนักที่วัดได้ค่าของ Cu มีค่าสูงสุด แหล่งที่มาของทองแดงส่วนใหญ่มาจากการจราจร แหล่งชุมชน ความหนาแน่นของประชากร และการทำอุตสาหกรรม Hg ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม As แหล่งที่มาคือ การทำการเกษตร Zn อาจเกิดจากแหล่งตามธรรมชาติและป่าไม้

Nkinda et al. (2021) ได้ทำการตรวจสอบระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำและตะกอนจากแม่น้ำมารา ในประเทศแทนซาเนีย และประเมินความเสี่ยงมลพิษโดยใช้ดัชนีต่างๆ และวิเคราะห์โลหะหนัก 5 ชนิด Pb, Hg, Cr, Cd และ As เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนจากแม่น้ำมาราในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง การวิเคราะห์ตัวอย่างระดับความเข้มข้นของ Pb, Hg, Cr, Cd และ AS โดยใช้เทคนิคสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ดูดกลืนอะตอม ใช้โลหะหนัก 5 ชนิด เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านมลพิษของน้ำและตะกอน ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นสูงสุดของ Pb, Hg, Cr, Cd และ AS ในตะกอนในช่วงฤดูแล้ง คือ 17.45 ± 1.22 , 0.01 , 1.56 ± 0.5 , 1.3 ± 0.09 และ 30.81 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับในช่วงฤดูฝน ความเข้มข้นสูงสุดของ Pb, Hg, Cr, Cd และ As ในตะกอนอยู่ที่ 4.37 ± 0.28 , 0.012 , 2.58 ± 0.57 , 2.25 ± 0.35 และ 53 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับน้ำผิวดินในช่วงฤดูแล้ง จะมีค่าความเข้มข้นสูงสุดตามลำดับของ Pb, Hg, Cr, Cd และ AS เท่ากับ 0.76 ± 0.09 , 0.04 , 0.68 ± 0.09 , 0.74 ± 0.1 และ 0.47 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนความเข้มข้นสูงสุดในช่วงฤดูฝนสำหรับ Pb, Hg, Cr, Cd มีค่าเท่ากับ 0.56 , 0.03 , 0.55 ± 0.03 , 0.48 ± 0.03 และ 0.4 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

Patarapong et al. (2023) ได้ทำการประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนโลหะหนักบนหาดทรายในจังหวัดทางภาคตะวันออกของประเทศไทย จังหวัดในภาคตะวันออกของประเทศไทย เป็นจุดศูนย์กลางที่สำคัญของแหล่งอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว จากการการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักของชายหาดในพื้นที่อ่าวไทยทางภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักจากค่าของ ค่าปัจจัยการเสริม (EF) และ ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ (I_{geo}) เพื่อบ่งชี้สภาพแวดล้อมของชายหาด พื้นที่เก็บตัวอย่าง 30 จุด อยู่ในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตามแนวหาดยาวประมาณ 320 กิโลเมตร โดยใช้เทคนิค ICP – OES ในการวิเคราะห์ปริมาณของโลหะหนักจากตัวอย่างทราย granulometries มากกว่า 0.85 (18%) ระหว่าง 0.85 – 0.25 (77%) หรือน้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (5%) ปริมาณโลหะหนักที่พบมากที่สุด คือ Fe 1632 ± 931 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง และปริมาณโลหะหนักที่พบในตัวอย่างมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ การวิเคราะห์ Principle Component Analysis (PCA) ระบุว่า การใช้พื้นที่บริเวณดังกล่าวในการทำกิจกรรมมีผลกระทบต่อปริมาณของปรอท โดยค่า I_{geo} ของปรอทอยู่ที่ 1 – 1.99 ซึ่งเป็นมลพิษระดับปานกลาง พบจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ของจังหวัดระยองที่มีแหล่งอุตสาหกรรมและท่าเรือ ค่า EF ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2 – 5 จาก 4 จังหวัดที่ทำการศึกษายกเว้นหนึ่งจุดในจังหวัดตราดและระยอง มีค่า EF มากกว่า 5 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งเกษตรกรรมและแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยรวมพบว่าบริเวณชายหาดทางภาคตะวันออกของประเทศไทย มีโลหะหนักที่พบ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล และปรอท ตามลำดับ โดยปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักไม่มีค่าใดเกินมาตรฐานระดับชาติหรือนานาชาติ

Patarapong et al. (2023) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนโลหะหนักในตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในอ่าวไทยตอนบน โดยวิเคราะห์โลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ As Cd Mn Ni และ Pb ระหว่างตะกอนและเพรียงทราย จากค่าของ ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ (I_{geo}) ค่าปัจจัยการเสริม (EF) และปัจจัยการปนเปื้อน (CF) รวมถึงดัชนีการสะสมมลพิษ (PLI) นำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว นำมาเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) พบว่าค่าความเข้มข้นโลหะหนักในตะกอนลดลง และปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมควบคุมมลพิษประเทศไทย ค่า Mn ในจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรปราการ มีค่า I_{geo} อยู่ในช่วงที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษถึงมีมลพิษปานกลาง หรือเป็นพื้นที่สีเทาที่มีความเป็นไปได้ที่จะมีสารมลพิษเพิ่มขึ้นจนถึงระดับรุนแรง ค่า EF ยังขาดแร่ธาตุ ค่า CF ในจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรปราการ มีปริมาณของ Al และ Mn สูง ซึ่งทำให้เห็นว่ามี

ระดับของมลพิษต่ำ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนโลหะหนัก มีเพียง Mn เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างตะกอนกับสัตว์หน้าดิน โดยเพรียงทะเลทำหน้าที่เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับคุณภาพของตะกอนชายฝั่ง

Taghinia Azadeh et al. (2011) ได้ทำการศึกษามลพิษทางโลหะหนักในแม่น้ำคาบีนี ในรัฐกรณาฏกะ ประเทศอินเดีย ที่เกิดจากสารมลพิษทางธรรมชาติและมนุษย์ โดยศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb และ Zn การศึกษาใช้การแบ่งแยกทางเคมีและดัชนีธรณีเคมี เพื่อประเมินระดับของการปนเปื้อนตะกอนและความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนัก ซึ่งอาจเกิดจากการถูกล่อยออกมาจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรม จากทางการเกษตร และสิ่งปฏิกูลในประเทศ โดยน้ำในแม่น้ำ และตะกอน เก็บตามฤดู จาก 17 สถานี ที่กำหนดไว้ตามลำธารหลักของแม่น้ำคาบีนี ตั้งแต่เดือนเมษายน 2009 ถึง มกราคม 2010 เก็บตัวอย่างน้ำไว้ในขวดพลาสติกขนาด 250 มล. ที่ล้างด้วยกรด ตะกอนเก็บไว้ในขวดพลาสติกและแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส ระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์ โลหะหนักถูกกำหนดในน้ำและตะกอน 2 ไมโครเมตร ของแม่น้ำคาบีนี ผลการศึกษาพบความเข้มข้นที่สูงขึ้นของโลหะหนักในบริเวณใกล้เคียงของน้ำทิ้งอุตสาหกรรม โดยความเข้มข้นของ Cr ตามด้วย Zn และ Ni ค่อนข้างสูงกว่าค่ามาตรฐานกำหนด และผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักก่อให้เกิดอันตรายและการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นและมีความเป็นไปได้ที่จะนำเข้าไปสู่ห่วงโซ่อาหารทางน้ำ

Zhou (2019) ทำการประเมินมลพิษโลหะหนักในตะกอนผิวของแม่น้ำ Shaying ประเทศจีน การศึกษาได้รวบรวมตัวอย่างตะกอนจาก 14 แหล่งเก็บตัวอย่างในแม่น้ำ และตรวจสอบระดับความเข้มข้นของ Cr, Cd, Cu, Pb และ As โดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีอะตอม โดยการศึกษาใช้ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ (I_{geo}) ดัชนีโหลดมลพิษ (PLI) และดัชนีความเสี่ยงทางนิเวศวิทยา (RI) เพื่อประเมินมลพิษตะกอนของโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด ระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนผิวดินของแม่น้ำ Shaying ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของ Cr, Cd, Cu, Pb และ As ในตะกอนเท่ากับ 58.38 (29.89 - 116.66), 5.41 (3.14 - 10.93), 38.51 (23.77 - 60.83), 35.10 (19.28 - 82.21) และ 0.44 (0.13 - 1.46) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณของ Cd ที่พบในตะกอนผิวดินเป็นธาตุที่ปนเปื้อนสูงสุด ในขณะที่มีค่าที่ต่ำที่สุดในดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ (I_{geo}) ดัชนีโหลดมลพิษ (PLI) และดัชนีความเสี่ยงเชิงนิเวศที่อาจเกิดขึ้น (RI)

จากฤก (2560) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำตามระดับความลึก ของท่าเทียบเรือกรุงเทพและท่าเทียบเรือแหลมฉบัง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 8 สถานี ตามความลึก 3 ระดับ คือ 0.3, 8, และ 11 เมตร วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยใช้วิธีตาม

มาตรฐาน (Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater) จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณท่าเทียบเรือกรุงเทพ พบว่า ปริมาณของโลหะหนักในฤดูแล้งมีการปนเปื้อนของ Pb ทั้ง 2 ฤดูสูงที่สุด รองลงมา คือ Cd และ Cu มีค่าเท่ากับ 0.781, 0.623, 0.064, 0.241 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ในขณะที่ท่าเรือแหลมฉบัง ในทั้ง 2 ฤดู มีปริมาณของ Cd, Cu, Fe และ Pb เท่ากับ 0.013, 0.05, 0.760, 0.819, 125.152, 119.632 และ 0.237 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ในทั้ง 2 ท่าเทียบเรือ ค่าในแต่ละช่วงความลึก ของ Cd, Cu, Fe, Ni, Pb และ Zn เท่ากับ 0.38 - 8, 8 - 11, 0.3 - 11, 0.3 - 6, 6 - 8 และ 0.3 - 8 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ หรือปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนของบริเวณท่าเรือกรุงเทพและท่าเรือแหลมฉบัง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความลึกที่เพิ่มสูงขึ้น

ในปัจจุบันพื้นที่บริเวณแม่น้ำบางปะกงในจังหวัดฉะเชิงเทรา มีแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมอยู่จำนวนมากพอสมควรหรือเป็นแหล่งชุมชนและการทำเกษตรกรรมต่างๆ ที่จะทำให้มีโอกาสเกิดปัญหามลภาวะจากการปนเปื้อนของโลหะหนักจากขบวนการต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรม ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยการศึกษาจากปริมาณของโลหะหนัก เพื่อตรวจสอบข้อมูลให้ชัดเจนว่ามีการปนเปื้อนของโลหะหนักแต่ละชนิดมากหรือน้อยเพียงใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นคงและปลอดภัยแก่ประชาชนในพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

จากการทบทวนวรรณกรรมจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการเกิดปัญหามลภาวะจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก จึงได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนักในแม่น้ำบางปะกงบริเวณ อำเภอบางปะกง อำเภอดงเคี่ยน อำเภอมือง และ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จะทำการเก็บตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในตะกอนเลน

3.1 ข้อมูลพื้นที่การศึกษา

สภาพทั่วไปของจังหวัดฉะเชิงเทรา

จังหวัดฉะเชิงเทรา มีพื้นที่ทั้งหมด 5,370.28 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 3,344,375 ไร่ บริเวณของกลุ่มแม่น้ำบางปะกงอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 – 33 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 – 127 องศาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพไปตามทางหลวงหมายเลข 304 ประมาณ 75 กิโลเมตร

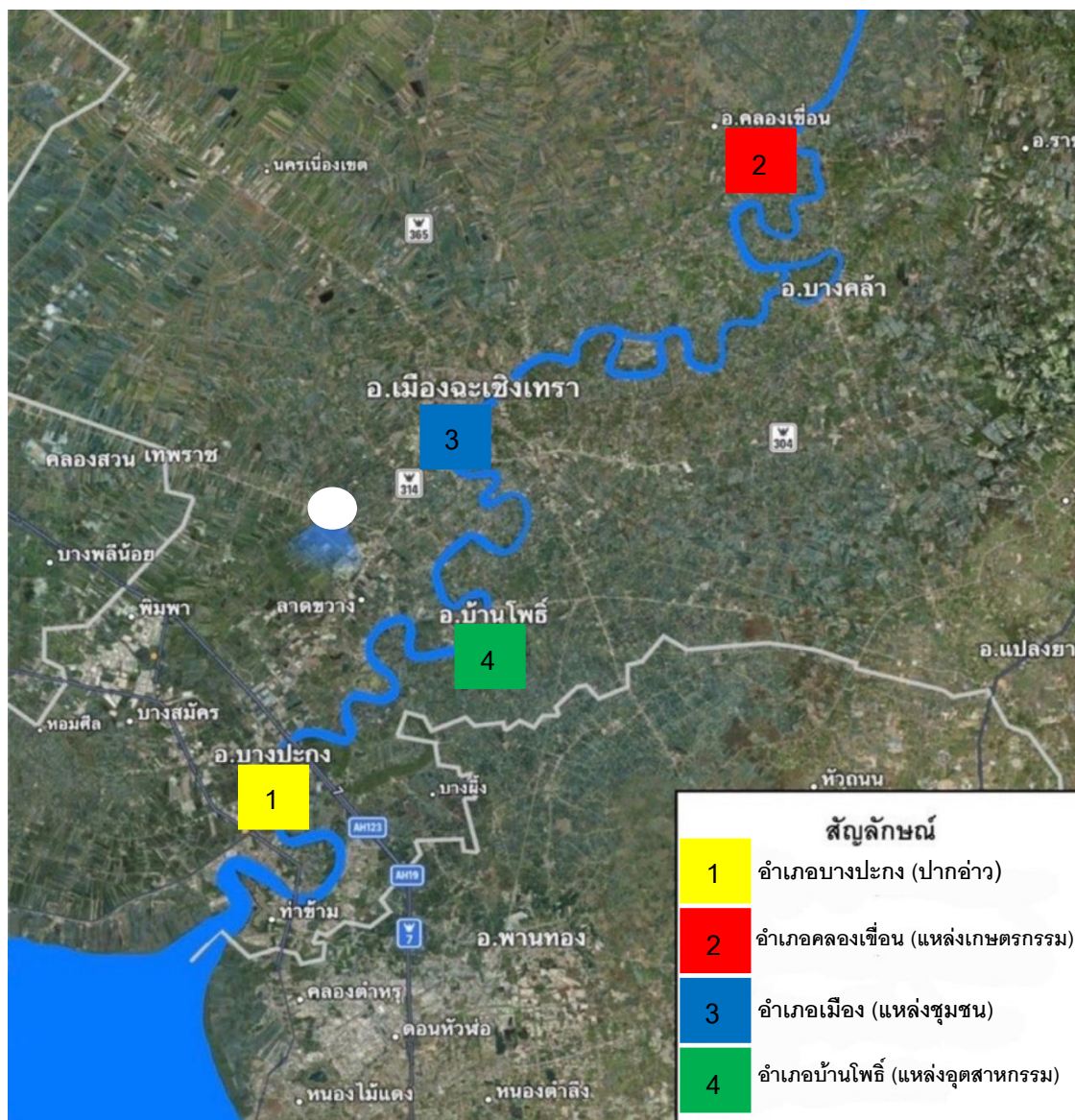
สภาพภูมิอากาศ จังหวัดฉะเชิงเทรามีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.8 องศาเซลเซียส ประมาณน้ำฝนวัดได้เฉลี่ย 1,290 มิลลิเมตร (รายงานภูมิอากาศฉะเชิงเทรา, 2566)

จังหวัดฉะเชิงเทราตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย อยู่ห่างจากกรุงเทพประมาณ 82 กิโลเมตร เขตติดต่อจังหวัดใกล้เคียง ทิศเหนือติดกับจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดนครนายก ทิศใต้ติดกับจังหวัดจันทบุรี จังหวัดชลบุรี และอำเภอไทย ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดสระแก้ว ทิศตะวันตกติดกับจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดกรุงเทพ และจังหวัดปทุมธานี

ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดฉะเชิงเทราสูงเหนือระดับน้ำทะเลอยู่ที่ 69.42 เมตร ความแตกต่างตามความสูงของพื้นที่มี 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) บริเวณราบลุ่มจะอยู่ทางด้านตะวันออกของจังหวัด โดยมีแม่น้ำบางปะกงไหลผ่านก่อนออกสู่อ่าวไทย มีพื้นที่ชายฝั่งทะเลยาว 12 กิโลเมตร พื้นที่ราบมี 1.25 ล้านไร่ (2) บริเวณพื้นที่ราบลูกฟูกคลื่นลอนลาด น้ำแม่น้ำบางปะกงไหลผ่านความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 4 – 20 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 360,250 ไร่ (3) บริเวณที่ราบสูงและเป็นเขตภูเขาทางด้านตะวันออก มีความสูง 100 – 200 เมตร เป็นพื้นที่ราบสลับกับกับภูเขา มีพื้นที่ประมาณ 1.785 ล้านไร่

จังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่ประมาณ 5,351 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ 352,429 ไร่ พื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดฉะเชิงเทรามีประมาณ 2,368,815 มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม ที่ไม่รวมนิคมอุตสาหกรรม ทั้งหมด 1,751 โรงงาน จากพื้นที่ทั้งหมด 3,344,375 ไร่ แบ่งเป็น 11 อำเภอ 93 ตำบล 892 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 720,113 คน (รายงานข้อมูล

จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2566) ในการวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกอำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ศึกษา



ภาพประกอบ 3 เขตที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

แหล่งที่มา google map

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การเก็บตัวอย่างตะกอนเลน

เก็บตัวอย่างตะกอนเลนจากจุดศึกษาจำนวน 4 จุด จุดละ 3 ซ้ำ หลักการเก็บตัวอย่างจะเก็บตะกอนเลนห่างจากชายฝั่งประมาณ 1.5 เมตร ระดับความลึก 15 เซนติเมตร ระยะห่างจากจุดเก็บที่ 1 ระยะทางประมาณ 2 เมตร รวมน้ำหนักตัวอย่างตะกอนเลนไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัม บรรจุในถุงซิปลาสติก PE แล้วเก็บไว้ในกล่องเก็บอุณหภูมิเพื่อนำกลับห้องปฏิบัติการ

นำตะกอนเลนที่เก็บมาทำการซั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนเข้าตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน หรือจนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำมาซั่งน้ำหนักสุดท้ายก่อนนำไปทำการบด และเก็บตัวอย่างไว้ในถุง PE ก่อนนำไปทดลอง

การสกัดตัวอย่างตะกอนเลน

1. ซั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 1 กรัม
2. เติมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3) (25% v/v) 30 ml นำดินไปย่อยด้วยเครื่อง Speed Digester เป็นเวลา 20 – 30 นาที หรือจนแห้งจากนั้นพักให้เย็น เติมน้ำกลั่น 50 ml และนำไป กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman
3. เตรียมสารละลาย Reagecon (ICP MULTIELEMENT STANDARD) ความเข้มข้น 3, 6 และ 9
3. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, ICP-OES (Analytikjena Plasma Quant 9100 Elite High resolution) Mead in Germany เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณของ Cu Pb Cd Mn Zn และ Ni (Patarapong et al., 2023)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความแปรปรวนทางเดียว (One - Way Analysis Of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างในชุดข้อมูลโดยใช้การทดสอบความแตกต่าง Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test ในระดับ $p < 0.05$. ความสัมพันธ์ค่าสหสัมพันธ์ใช้การทดสอบโดย Pearson's r correlation coefficient ($p < 0.05$). โดยข้อมูลทั้งหมดจะวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Excel และ SPSS (Patarapong et al., 2023)

3.4. ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ Geoaccumulation (I_{geo})

ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้ประเมินการเกิดมลภาวะหรือการปนเปื้อนในตะกอนที่บอกถึงคุณภาพของสิ่งแวดล้อม โดยการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนดินกับโลหะหนักในธรรมชาติสามารถประเมินการปนเปื้อนในดินได้เช่นกัน ซึ่งค่า I_{geo} คำนวณได้จากสมการ

$$I_{geo} = \log_2\left(\frac{C_n}{1.5B_n}\right)$$

โดยที่

C_n = ความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนดินที่ต้องการศึกษา

B_n = เป็นความเข้มข้นของโลหะหนักในหินตะกอนในพื้นที่

1.5 = ค่าคงที่ของปัจจัยการแก้ไขพื้นที่หลังที่ใช้เพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของตัว

การแบ่งช่วงค่าของ I_{geo} มี 7 ระดับ ตามการปนเปื้อนมีดังนี้

I_{geo} ต่ำกว่า 0 = ระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน (unpolluted)

0.01 – 0.99 = ระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง
(unpolluted to moderately polluted)

1.00 - 1.99 = ระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง (moderately polluted)

2.00 - 2.99 = ระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลางจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนสูง
(moderately to strongly polluted)

3.00 - 3.99 = ระดับที่มีการปนเปื้อนสูง (strongly polluted)

4.00 - 4.99 = ระดับที่มีการปนเปื้อนสูงจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนสูงมาก
(strongly to very strongly polluted)

$I_{geo} > 5.00$ = ระดับที่มีการปนเปื้อนสูงมาก (very strongly)

3.5 ปัจจัยการสะสมของโลหะหนัก *Enrichment Factors (EF)*

ประเมินการสะสมตัวของโลหะหนักในตะกอนดินจากค่า *EF* สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม โดยที่ C_{metal} = ปริมาณโลหะหนัก

$C_{normalizer}$ = ปริมาณธาตุโลหะหนักอ้างอิงในการปรับฐานทางธรณีเคมี

$[C_{metal} / C_{normalizer}]_{sample}$ = ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างจากปรับฐานทางธรณีเคมี

$[C_{metal} / C_{normalizer}]_{background}$ = ปริมาณโลหะหนักในสภาพธรรมชาติหลังจากปรับฐานทางธรณี เคมี

ค่า *EF* แบ่งระดับอิทธิพลที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ไว้ ดังนี้

$EF < 2$ หมายถึง ระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย
(deficiency to minimal enrichment)

$EF 2 - 5$ หมายถึง ระดับที่ได้รับอิทธิพลปานกลาง (moderate enrichment)

$EF 5 - 20$ หมายถึง ระดับที่ได้รับอิทธิพลสูง (significant enrichment)

$EF 20 - 40$ หมายถึง ระดับที่ได้รับอิทธิพลสูงมาก (very high enrichment)

$EF > 40$ หมายถึง ระดับที่ได้รับอิทธิพลอย่างรุนแรง (extremely high enrichment)

ทั้งนี้ธาตุโลหะที่ใช้อ้างอิงในการปรับฐานธรณีเคมีคือ ธาตุเหล็กและใช้ข้อมูลปริมาณโลหะหนักในสภาพธรรมชาติจากการศึกษาของ Waewtaa Thongra-Ar et al. (2008) และ Turekian and Wedepohl. (1961) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นโลหะจากตะกอนชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

3.6 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน Contamination factor (CF)

ค่าปัจจัยการปนเปื้อน CF เป็นปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในตัวอย่างกับค่าโลหะหนักในธรรมชาติ หรือเป็นตัวชี้วัดมลพิษทางตะกอนดินในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการประเมินระดับการปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม มีสมการในการคำนวณดังสมการ

$$CF = C_{\text{metal}} / C_{\text{background}}$$

โดยที่ C_{metal} = ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่าง (mg/kg)

$C_{\text{background}}$ = ความเข้มข้นพื้นฐานของโลหะชนิดนั้น (mg/kg)

ค่าปัจจัยการปนเปื้อนแบ่งออกตามระดับการปนเปื้อน ดังนี้

$CF < 1$ หมายถึง ปนเปื้อนต่ำมาก (Low contamination)

$1 \leq CF < 3$ หมายถึง ปนเปื้อนปานกลาง (Moderate contamination)

$3 \leq CF < 6$ หมายถึง ปนเปื้อนค่อนข้างสูง (Considerable contamination)

$CF \geq 6$ หมายถึง ปนเปื้อนสูงมาก (Very high contamination)

ธาตุโลหะที่ใช้อ้างอิงในการปรับฐานธรณีเคมีคือ การใช้ข้อมูลปริมาณโลหะหนักในสภาพธรรมชาติจากการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน, 2565 และ Czarnowska and Gworek, 1990

3.7 ดัชนีภาระมลพิษ Pollution Load Index (PLI)

ดัชนีภาระมลพิษ เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศทางน้ำ จากโลหะหนักมีความเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางน้ำ โดยจะระบุการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศทางน้ำ และระดับพิษของระบบนิเวศทางน้ำ มีสมการดังนี้

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots \times CF_n)^{1/n}$$

โดยที่ n เป็นจำนวนของโลหะหนักทั้งหมดที่ทำการประเมิน

ดัชนีการะมลพิษแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

ช่วง 0 ถึง 1 คุณภาพตะกอนดินสมบูรณ์

มากกว่า 1 เกิดการเสื่อมสภาพของพื้นที่หรือระบบนิเวศทางน้ำ

(Patarapong et al., 2023)



บทที่ 4

ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) ในตะกอนเลน ที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ ณ พื้นที่แม่น้ำบางปะกงในบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยผลการศึกษาจะสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อกำหนดมาตรการลดและป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีอันตราย หรือใช้เพื่อเป็นแนวทางในการลดการปนเปื้อนสารเคมีสู่สิ่งแวดล้อมให้กับคนในพื้นที่หรือหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 การใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่

การใช้ประโยชน์ในการศึกษานี้ใช้บัญชีตรวจสอบประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Checklist) แสดงดังตารางที่ 4.1 เพื่อจำแนกลักษณะการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (1) พื้นที่ปากแม่น้ำ (2) พื้นที่เกษตรกรรม (3) พื้นที่ชุมชน และ (4) พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม

4.1.1 พื้นที่ปากแม่น้ำ

บริเวณปากอ่าวแม่น้ำบางปะกงเป็นพื้นที่สำคัญของระบบนิเวศชายฝั่ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณนี้ประกอบด้วย ได้แก่ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และยังมีการสงวนพื้นที่บางส่วนไว้เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น ป่าชายเลน พืชที่สำคัญ ได้แก่ ต้นจาก ต้นโกงกาง ลำพู และยังมีการประมงชายฝั่ง แสดงดังภาพประกอบ 4

4.1.3 พื้นที่ชุมชน

เป็นพื้นที่ชุมชน บริเวณหอนาฬิกา เขตอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยบริเวณจุดเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดฉะเชิงเทรา มีโครงสร้างพื้นฐานของเขตเมืองและศูนย์ราชการ และร้านอาหาร เป็นต้น แสดงดังภาพประกอบ 6

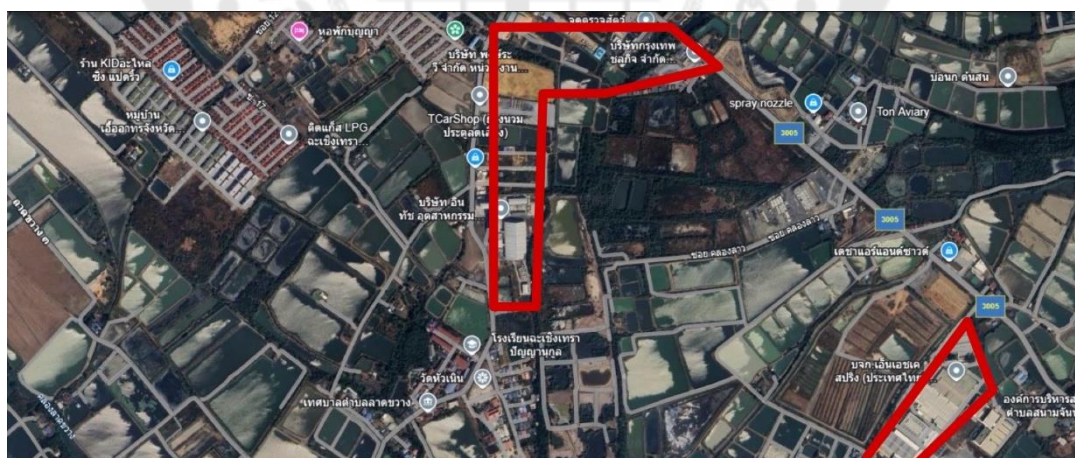




ภาพประกอบ 6 พื้นที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
แหล่งที่มา google map

4.1.4 พื้นที่อุตสาหกรรม

เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม บริเวณวัดหัวเนิน เขตอำเภอบ้านโพธิ์ โดยบริเวณ
เก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม นิคม TFD Industrial Estate และเป็นพื้นที่ที่มี
การคมนาคมสะดวกใกล้กับถนนมอเตอร์เวย์และแม่น้ำบางปะกง จุดเก็บตัวอย่างแสดงดัง
ภาพประกอบ 7



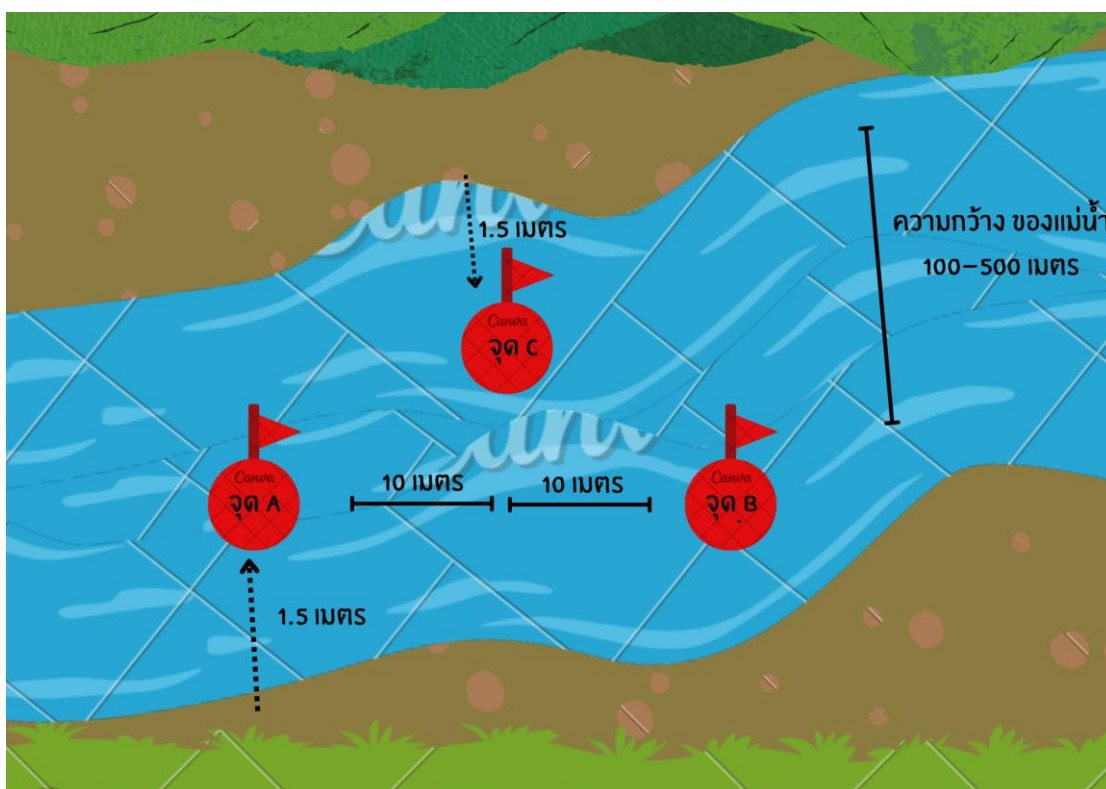
ภาพประกอบ 7 พื้นที่บริเวณอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
แหล่งที่มา google map

ตาราง 1 ปีปฏิบัติการงบประมาณการใช้ประโยชน์

จุดเก็บ ตัวอย่าง	พิกัด	สถานที่	การ					แหล่ง การค้า	โรงงาน อุตสาหกรรม	หมายเหตุ
			การ เพาะปลูก	การ เพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ	ชุมชน	ปาก แม่น้ำ	การ ค้า			
1	13.47173,100.87 198	วัดหงษ์ทอง อำเภอ บางปะกง	✓	✓	✓	✓				พื้นที่ป่าชายเลน มีต้นจากเป็นหลัก
2	13.74189,101.17 206	วัดบางตลาด อำเภอคลองเขื่อน	✓	✓	✓					ปลูกข้าว ไม้ผล และเลี้ยงปลาบ่อดิน
3	13.68971,101.08 200	หอนาฬิการิมแม่น้ำ อำเภอเมือง			✓		✓			ชุมชน ตลาด โรงพยาบาล และ หน่วยงานราชการ
4	13.60046,101.03 871	วัดหัวเนิน อำเภอ บ้านโพธิ์	✓	✓	✓				✓	ปลูกข้าว ไม้ผล และโรงงาน อุตสาหกรรม

4.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลน

การศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลน ในแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการศึกษาทั้งหมด 4 เขตพื้นที่ที่ตามการใช้ประโยชน์ของที่ดิน โดยเก็บตัวอย่างตะกอนเลนจากจุดศึกษาจำนวน 4 เขตการใช้ประโยชน์พื้นที่ จำนวน 3 จุด จุดละ 3 ซ้ำ หลักการเก็บตัวอย่าง จะเก็บตะกอนเลนห่างจากชายฝั่งประมาณ 1.5 เมตร ระดับความลึก 15 เซนติเมตร ระยะห่างจากจุดเก็บที่ 1 ระยะทางประมาณ 10 เมตร แสดงดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงแผนการเก็บตัวอย่างตะกอนเลนแต่ละพื้นที่

โดยทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตะกอนดิน จากการเก็บตัวอย่างตะกอนเลนทั้ง 4 พื้นที่ จุดที่ 1 พื้นที่ปากแม่น้ำ อำเภอบางปะกง พบค่าทองแดง (Cu) มีค่าเฉลี่ย 4.45 ± 2.0 mg/kg, ตะกั่ว (Pb) 1.17 ± 1.95 mg/kg, แคดเมียม (Cd) 2.07 ± 0.32 mg/kg, แมงกานีส (Mn) 5.31 mg/kg, สังกะสี (Zn) 16.74 mg/kg และนิกเกิล (Ni) 4.92 mg/kg ในส่วนจุดที่ 2 พื้นที่เกษตรกรรม อำเภอคลองเขื่อน พบค่าทองแดง 10.44 mg/kg, ตะกั่ว 5.70 mg/kg, แคดเมียม 6.04 mg/kg, แมงกานีส 27.69 mg/kg, สังกะสี 45.91 mg/kg และนิกเกิล 7.81 mg/kg โดยค่าต่างๆ มีแนวโน้มสูงขึ้นจากจุดที่ 1 ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมเกษตรกรรม

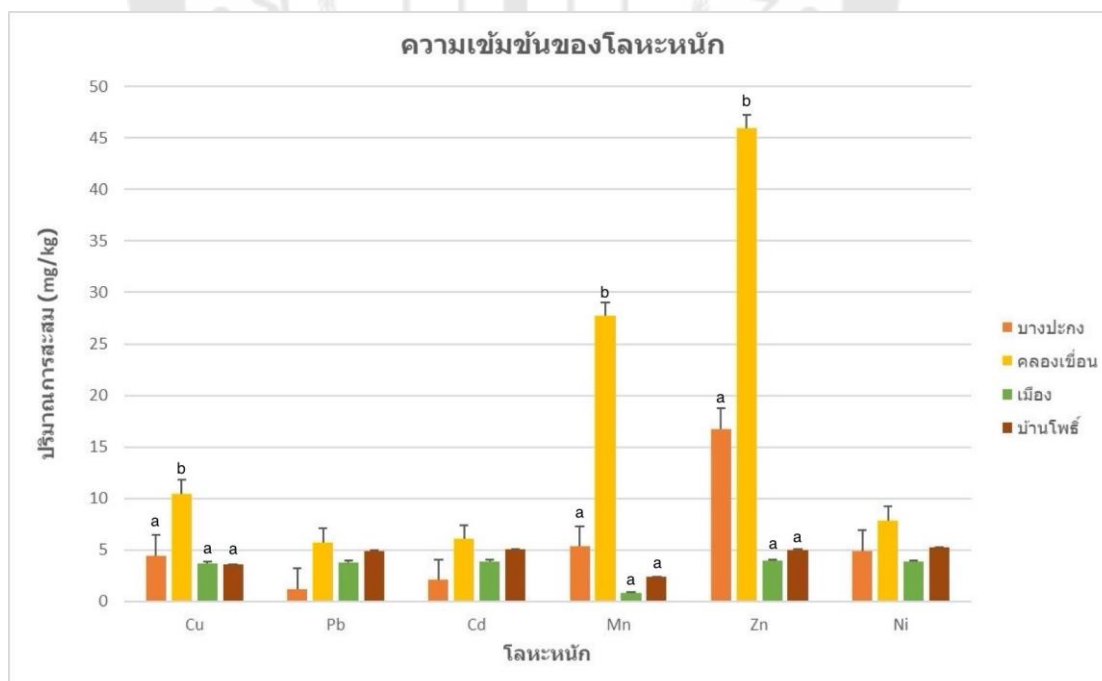
และชุมชนที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ โดยเฉพาะแมงกานีสและสังกะสีที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในส่วนของจุดที่ 3 พื้นที่ชุมชน อำเภอเมือง พบค่าทองแดง 3.72 mg/kg, ตะกั่ว 3.79 mg/kg, แคดเมียม 3.86 mg/kg, แมงกานีส 0.80 mg/kg, สังกะสี 3.95 mg/kg และนิกเกิล 3.84 mg/kg ซึ่งพื้นที่นี้เป็นเขตเมืองและความหนาแน่นของประชากร รวมทั้งการจราจร การอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น หรือกิจกรรมทางการค้า ในขณะที่จุดที่ 4 พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม อำเภอบ้านโพธิ์ ซึ่งพบค่าความเข้มข้นของทองแดง 3.57 mg/kg, ตะกั่ว 4.90 mg/kg, แคดเมียม 5.08 mg/kg, แมงกานีส 2.38 mg/kg, สังกะสี 5.01 mg/kg และนิกเกิล 5.21 mg/kg โดยผลการศึกษาดังตารางตาราง 2 และภาพประกอบ 9

ทั้งนี้เมื่อนำปริมาณการสะสมโลหะหนักของตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกงมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าค่าของทองแดง ตะกั่ว สังกะสี และนิกเกิลอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ 31.5 mg/kg, 36 mg/kg, 120 mg/kg และ 23 mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่ค่าของแคดเมียมค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในทุกจุด (>1 mg/kg) ส่วนค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในจุดที่ 1, 2 และ 4 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ >1 mg/kg ยกเว้นในจุดที่ 3 พื้นที่ชุมชน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยในพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณอำเภอดงเคี่ยน เป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มการสะสมของโลหะหนักสูงกว่าพื้นที่อื่น โดยเฉพาะในกลุ่มของ ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกิจกรรมทางการเกษตรหรือการใช้ที่ดินในพื้นที่ และการสะสมของโลหะเหล่านี้ในสิ่งแวดล้อมสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ระบบนิเวศ รวมถึงสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงในระยะยาว แสดงตาราง 2 และภาพประกอบ 9

ตาราง 2 ความเข้มข้นของทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส สังกะสี และนิกเกิล ในตะกอนเลน 4 จุดในพื้นที่อำเภอบางปะกง อำเภอดงเคี่ยน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลน					
	Cu	Pb	Cd	Mn	Zn	Ni
1	4.45±2.0 ^a	1.17±1.95	2.07±0.32	5.31±1.94 ^a	16.74±18.72 ^a	4.92±1.16
2	10.44±1.37 ^b	5.70±2.56	6.04±3.12	27.69±8.49 ^b	45.91±13.01 ^b	7.81±3.32
3	3.72±0.15 ^a	3.79±1.60	3.86±1.06	0.80±1.29 ^a	3.95±0.90 ^a	3.84±1.16
4	3.57±0.02 ^a	4.90±0.05	5.08±0	2.38±0.17 ^a	5.01±0.57 ^a	5.21±0.19
ค่ามาตรฐาน ^{**}	31.5	36	1	1	120	23

หมายเหตุ: ^{a-b} ความแตกต่างของความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนเลนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ; ค่ามาตรฐานคุณภาพตะกอนดินโดยกรมควบคุมมลพิษ



ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงผลความเข้มข้นของโลหะหนัก ($p < 0.05$)

4.3 ค่าดัชนีวัดคุณภาพของตะกอนเลน

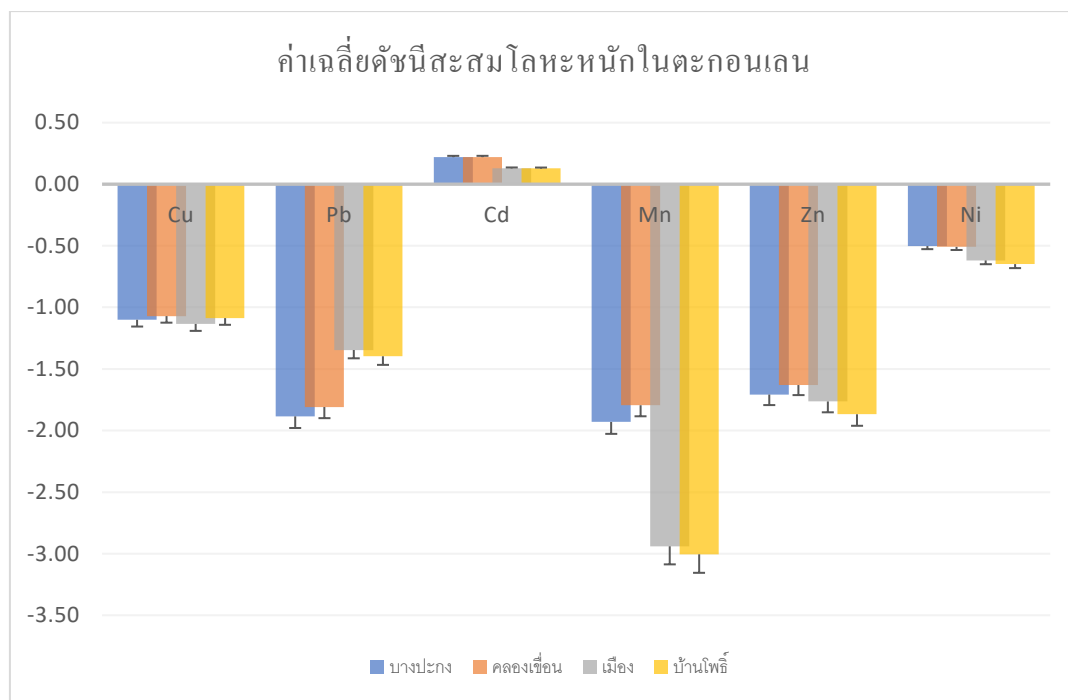
4.3.1 ดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ *Igeo*

การวิเคราะห์ค่าสะสมมลพิษโลหะหนักในตะกอนเลนเพื่อประเมินระดับการปนเปื้อนในแม่น้ำบางปะกงโดยลำดับของค่าเฉลี่ยดัชนีการสะสมโลหะหนักในตะกอนเลนจะเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

โดยทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีการสะสมเชิงธรณีในพื้นที่แม่น้ำบางปะกงบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา พบค่าเฉลี่ยของทองแดง(Cu) อยู่ในช่วง -1.10 ± 0.26 , -1.07 ± 0.31 , -1.13 ± 0.15 และ -1.09 ± 0.23 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของทองแดงอยู่ในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ค่าเฉลี่ยของตะกั่ว (Pb) อยู่ในช่วง -1.89 ± 1.34 , -1.81 ± 1.15 , -1.35 ± 0.10 และ -1.40 ± 0.23 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่ในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ค่าเฉลี่ยของแคดเมียม (Cd) อยู่ในช่วง 0.22 ± 0.31 , 0.22 ± 0.31 , 0.13 ± 0.16 และ 0.13 ± 0.16 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมอยู่ที่ระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง ค่าเฉลี่ยของแมงกานีส (Mn) อยู่ในช่วง -1.93 ± 0.51 , -1.63 ± 0.60 , -2.94 ± 1.53 และ -3.00 ± 0.96 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของแมงกานีสอยู่ในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ค่าเฉลี่ยของสังกะสี (Zn) อยู่ในช่วง -1.71 ± 0.33 , -1.63 ± 0.61 , -1.76 ± 1.39 และ -1.87 ± 2.02 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของสังกะสีอยู่ในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของนิเกิล (Ni) อยู่ในช่วง -0.50 ± 0.25 , -0.51 ± 0.07 , -0.62 ± 0.14 และ -0.65 ± 0.11 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของนิเกิลอยู่ในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ในส่วนของระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำ อำเภอบางปะกงมี ค่าสูงสุดของแคดเมียมอยู่ที่ 0.22 ± 0.31 ซึ่งมีระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง พื้นที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม อำเภอกลองเชื่อน มีค่าสูงสุดของแคดเมียมอยู่ที่ 0.22 ± 0.31 ซึ่งมีระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง ในพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณพื้นที่ชุมชน อำเภอเมือง มีค่าสูงสุดของแคดเมียมอยู่ที่ 0.13 ± 0.16 ซึ่งมีระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง และในขณะที่พื้นที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม อำเภอบ้านโพธิ์ มีค่าสูงสุดของแคดเมียมอยู่ที่ 0.13 ± 0.16 ซึ่งมีระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง แสดงดังตาราง 3 และภาพประกอบ 10

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยดัชนีสะสมโลหะหนักในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยดัชนีสะสมโลหะหนัก /geo					ค่าสูงสุด	ระดับการปนเปื้อน
	Cu	Pb	Cd	Mn	Zn	Ni	
1	-1.10 ±0.26	-1.89±1.34	0.22±0.31	-1.93±0.51	-1.71±0.33	-0.50±0.25	ระดับที่ไม่มีการถึง ปนเปื้อนปานกลาง
2	-1.07±0.31	-1.81±1.15	0.22±0.31	-1.63±0.60	-1.63±0.61	-0.51±0.07	ระดับที่ไม่มีการถึง ปนเปื้อนปานกลาง
3	-1.13±0.15	-1.35±0.10	0.13±0.16	-2.94±1.53	-1.76±1.39	-0.62±0.14	ระดับที่ไม่มีการถึง ปนเปื้อนปานกลาง
4	-1.09±0.23	-1.40±0.23	0.13±0.16	-3.00±0.96	-1.87±2.02	-0.65±0.11	ระดับที่ไม่มีการถึง ปนเปื้อนปานกลาง



ภาพประกอบ 10 ค่าเฉลี่ยดัชนีสะสมโลหะหนัก Igeo

4.3.2 ปัจจัยการสะสมของโลหะหนัก EF

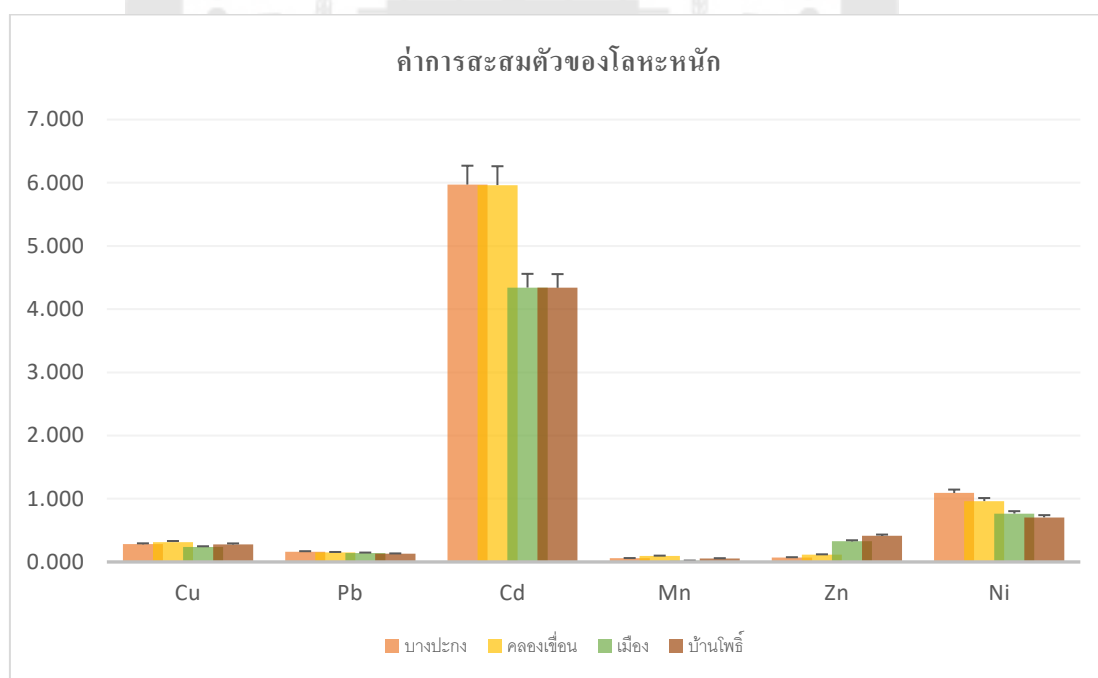
ประเมินการสะสมตัวของโลหะหนักในตะกอนเลนจากค่า EF สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงผลกระทบของการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

โดยทำการวิเคราะห์การสะสมตัวของโลหะหนัก จากการคำนวณการสะสมตัวของโลหะหนัก EF ในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง พบว่าค่า EF ของทองแดง (Cu) อยู่ในช่วง 0.28 ± 0.18 , 0.31 ± 0.24 , 0.23 ± 0.08 และ 0.27 ± 0.16 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย ($EF < 2$) ค่า EF ของตะกั่ว (Pb) อยู่ในช่วง 0.16 ± 0.14 , 0.15 ± 0.13 , 0.14 ± 0.03 และ 0.12 ± 0.04 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย ($EF < 2$) ค่า EF ของแคดเมียม (Cd) อยู่ในช่วง 5.97 ± 3.61 , 5.96 ± 3.59 , 4.34 ± 1.63 และ 4.33 ± 1.63 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับที่ได้รับอิทธิพลปานกลาง ($EF 2 - 5$) ค่า EF ของแมงกานีส (Mn) อยู่ในช่วง 0.05 ± 0.06 , 0.09 ± 0.12 , 0.02 ± 0.02 และ 0.05 ± 0.08 ตามลำดับ หมายถึงระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย ($EF < 2$) ค่า EF ของสังกะสี (Zn) อยู่ในช่วง 0.07 ± 0.04 , 0.11 ± 0.09 , 0.32 ± 0.47 และ 0.41 ± 0.62 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย ($EF < 2$) ค่า EF ของนิกเกิล (Ni) อยู่ในช่วง

1.09±0.66, 0.96±0.16, 0.76±0.22 และ 0.7±0.16 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับที่ไม่ได้รับอิทธิพลจนถึงได้รับอิทธิพลน้อย ($EF < 2$) แสดงดังตาราง 4 และภาพประกอบ 11

ตาราง 4 ค่าการสะสมตัวของโลหะหนัก EF ในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง

จุดเก็บ ตัวอย่าง	การสะสมของโลหะหนัก EF ในตะกอนเลน					
	Cu	Pb	Cd	Mn	Zn	Ni
1	0.28±0.18	0.16±0.14	5.97±3.61	0.05±0.06	0.07±0.04	1.09±0.66
2	0.31±0.24	0.15±0.13	5.96±3.59	0.09±0.12	0.11±0.09	0.96±0.16
3	0.23±0.08	0.14±0.03	4.34±1.63	0.02±0.02	0.32±0.47	0.76±0.22
4	0.27±0.16	0.12±0.04	4.33±1.63	0.05±0.08	0.41±0.62	0.7±0.16



ภาพประกอบ 11 ค่าการสะสมตัวของโลหะหนัก EF

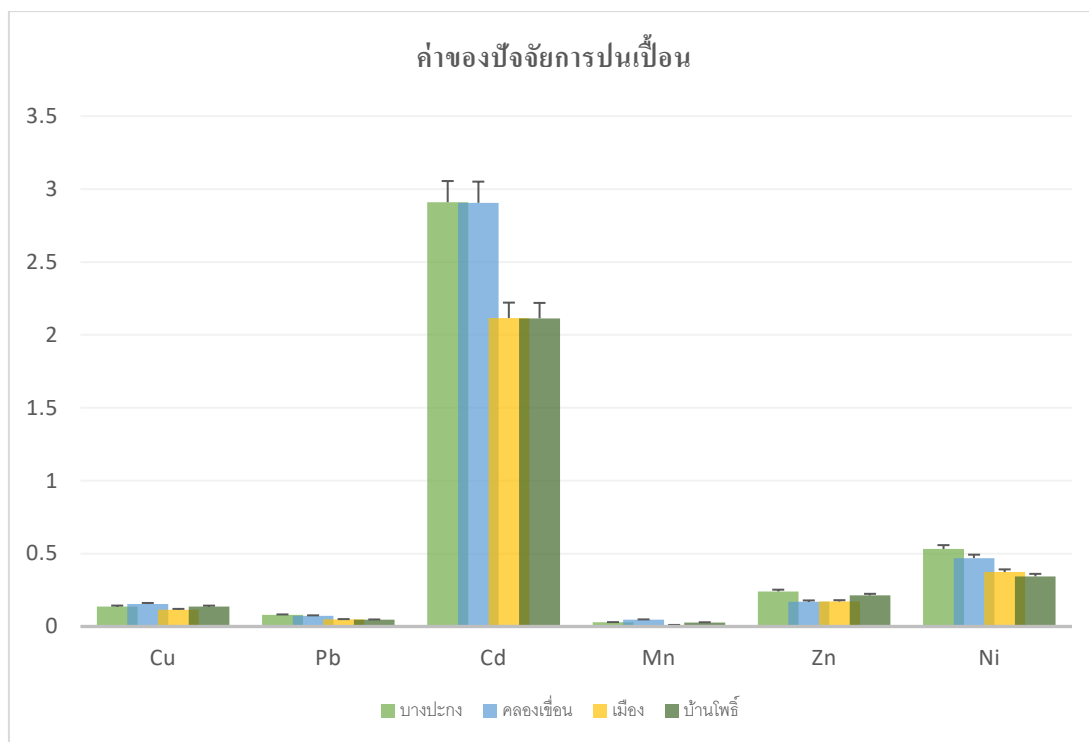
4.3.3 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน CF

ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในตัวอย่างกับค่าโลหะหนักในธรรมชาติ หรือเป็นตัวชี้วัดมลพิษทางตะกอนดินในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการประเมินระดับการปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม

โดยทำการวิเคราะห์ค่าปัจจัยการปนเปื้อนในตะกอนเลนจากแม่น้ำบางปะกง พบว่าค่าปัจจัยการปนเปื้อนของโลหะหนักของทองแดง (Cu) อยู่ในช่วง 0.13 ± 0.09 , 0.15 ± 0.12 , 0.11 ± 0.04 และ 0.13 ± 0.08 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) ค่า CF ของตะกั่ว (Pb) อยู่ในช่วง 0.07 ± 0.06 , 0.07 ± 0.06 , 0.04 ± 0.04 และ 0.04 ± 0.04 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) ค่า CF ของแคดเมียม (Cd) อยู่ในช่วง 2.9 ± 1.76 , 2.9 ± 1.75 , 2.11 ± 0.79 และ 2.11 ± 0.79 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับปนเปื้อนปานกลาง ($1 \leq CF < 3$) ค่า CF ของแมงกานีส (Mn) อยู่ในช่วง 0.02 ± 0.03 , 0.04 ± 0.06 , 0.01 ± 0.01 และ 0.02 ± 0.04 ตามลำดับ หมายถึงระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) ค่า CF ของสังกะสี (Zn) อยู่ในช่วง 0.24 ± 0.33 , 0.17 ± 0.15 , 0.17 ± 0.21 และ 0.21 ± 0.29 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) ค่า CF ของนิกเกิล (Ni) อยู่ในช่วง 0.53 ± 0.32 , 0.46 ± 0.08 , 0.37 ± 0.11 และ 0.34 ± 0.08 ตามลำดับ หมายถึงอยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) แสดงดังตาราง 5 และภาพประกอบ 12

ตาราง 5 ค่าของปัจจัยการปนเปื้อน CF ในตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง

จุดเก็บตัวอย่าง	ปัจจัยการปนเปื้อน CF ในตะกอนเลน					
	Cu	Pb	Cd	Mn	Zn	Ni
1	0.13 ± 0.09	0.07 ± 0.06	2.9 ± 1.76	0.02 ± 0.03	0.24 ± 0.33	0.53 ± 0.32
2	0.15 ± 0.12	0.07 ± 0.06	2.9 ± 1.75	0.04 ± 0.06	0.17 ± 0.15	0.46 ± 0.08
3	0.11 ± 0.04	0.04 ± 0.04	2.11 ± 0.79	0.01 ± 0.01	0.17 ± 0.21	0.37 ± 0.11
4	0.13 ± 0.08	0.04 ± 0.04	2.11 ± 0.79	0.02 ± 0.04	0.21 ± 0.29	0.34 ± 0.08



ภาพประกอบ 12 ค่าปัจจัยการปนเปื้อน CF

4.3.4 ดัชนีการะมลพิษ *PLI*

ดัชนีการะมลพิษ เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศทางน้ำ จากโลหะหนักมีความเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางน้ำ โดยจะระบุการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศทางและระดับพิษของระบบนิเวศทางน้ำ

โดยการวิเคราะห์ค่าของดัชนีการะมลพิษ *PLI* ในแม่น้ำบางปะกง พบว่าค่าของดัชนีการะมลพิษของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ อำเภอบางปะกง มีค่าอยู่ในช่วง 0 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพตะกอนดินสมบูรณ์ ค่าของดัชนีการะมลพิษของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม อำเภอคลองเขื่อน มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพตะกอนดินสมบูรณ์ ค่าของดัชนีการะมลพิษของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณพื้นที่ชุมชน มีค่าอยู่ในช่วง 0 จึงเห็นได้ว่าคุณภาพตะกอนดินสมบูรณ์ ในขณะที่ค่าของดัชนีการะมลพิษของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม อำเภอบ้านโพธิ์ มีค่าอยู่ในช่วง 0 จึงเห็นได้ว่าคุณภาพตะกอนดินสมบูรณ์เช่นเดียวกัน แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าของดัชนีภาวะมลพิษ *PLI* ในแม่น้ำบางปะกง

จุดเก็บตัวอย่าง	ดัชนีภาวะมลพิษ <i>PLI</i>
1	0
2	0.04
3	0
4	0



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์การปนเปื้อนสารเคมีในตะกอนเลน แม่น้ำบางปะกงในจังหวัดฉะเชิงเทรา จากการวิเคราะห์ในเบื้องต้นพบการปนเปื้อนของแคดเมียมซึ่งเป็นส่วนประกอบในสารเคมีที่นำมาใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) ในตะกอนเลน หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ผลการศึกษแล้ว จึงสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้ง 6 ชนิด คือ ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส สังกะสี และนิกเกิล ในตัวอย่างตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง ในพื้นที่อำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักมีค่าอยู่ในช่วง 3.57 ± 0.02 ถึง 10.44 ± 1.37 mg/kg 1.17 ± 1.95 ถึง 5.70 ± 2.56 mg/kg 0.80 ± 1.29 ถึง 27.69 ± 8.49 mg/kg 3.95 ± 0.90 ถึง 45.91 ± 13.01 mg/kg 3.84 ± 1.16 ถึง 7.81 ± 3.32 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน ในขณะที่ความเข้มข้นของโลหะหนักแคดเมียม พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 2.07 ± 0.32 ถึง 6.04 ± 3.12 ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ หรือกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น การใช้สารเคมีในภาคการเกษตร โดยการใช้ปุ๋ยหรือยากำจัดศัตรูพืช ที่มีส่วนประกอบของแคดเมียม จึงอาจส่งผลให้เกิดการซึมลงดินและน้ำจากโลหะหนักได้ โดยที่ตะกอนดินหรือเลนสามารถดูดซับสารเคมี หรืออาจเกิดจากการทิ้งของเสียจากชุมชนที่ไม่ผ่านขั้นตอนการบำบัด โดยที่โลหะหนักจะปนเปื้อนในน้ำและสะสมในตะกอน

2. จากผลการวิเคราะห์ค่าของดัชนีการสะสมทางภูมิศาสตร์ *Igeo* ในตะกอนเลน จากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการศึกษาทั้งหมด 4 จุด ในบริเวณอำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ พบว่าค่าการปนเปื้อนของ ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และนิกเกิล แสดงถึงระดับที่ไม่มีการปนเปื้อน ในขณะที่ค่าการปนเปื้อนของแคดเมียม (Cd) เป็นค่าที่มีการปนเปื้อนสูงกว่าโลหะหนักชนิดอื่น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.13 ± 0.16 ถึง 0.22 ± 0.31 จึงแสดงถึงระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมอยู่ที่ระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึง

ระดับที่มีการปนเปื้อนปานกลาง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบห่วงโซ่อาหาร สุขภาพของประชาชน หากมีการใช้ประโยชน์จากน้ำในแม่น้ำ

3. จากการประเมินการสะสมตัวของโลหะหนักในตะกอนเลนจากค่า EF ในตะกอนเลน จากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการศึกษาทั้งหมด 4 จุด ในบริเวณอำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ พบว่าแคดเมียม (Cd) มีค่าการสะสมตัวสูงกว่าโลหะหนักชนิดอื่น โดยมีค่า EF อยู่ในช่วง 5.97 ± 3.61 , 5.96 ± 3.59 , 4.34 ± 1.63 และ 4.33 ± 1.63 ตามลำดับ จึงอยู่ในระดับที่ได้รับอิทธิพลปานกลาง แสดงให้เห็นว่าในบางจุดเริ่มมีการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับที่ไม่ได้มาจากแหล่งธรรมชาติเพียงอย่างเดียวแต่อาจมาจากกิจกรรมของมนุษย์ด้วย อาจสะท้อนถึงแหล่งกำเนิดของแคดเมียมจากกิจกรรมมนุษย์โดยตรง เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีหรือสารปรับปรุงดินในภาคเกษตรกรรม หรือการระบายน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ

4. จากการประเมินค่าปัจจัยการปนเปื้อน CF ในตะกอนเลน จากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการศึกษาทั้งหมด 4 จุด ในบริเวณอำเภอบางปะกง อำเภอคลองเขื่อน อำเภอเมือง และอำเภอบ้านโพธิ์ พบว่าโลหะหนัก 6 ชนิด ได้แก่ ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), แคดเมียม (Cd), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) อยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำมาก ($CF < 1$) ยกเว้นค่าของแคดเมียม มีค่าอยู่ที่ 2.9 ± 1.76 , 2.9 ± 1.75 , 2.11 ± 0.79 และ 2.11 ± 0.79 ซึ่งอยู่ในระดับปนเปื้อนปานกลาง ($1 \leq CF < 3$)

5. จากการประเมินการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศทางน้ำ จากโลหะหนักมีความเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางน้ำของค่าดัชนีการสะสมมลพิษ PLI พบว่าค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าการสะสมของมลพิษโลหะหนัก (Cu, Pb, Cd, Mn, Zn, Ni) ในตะกอนเลนที่ไม่เป็นอันตรายหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

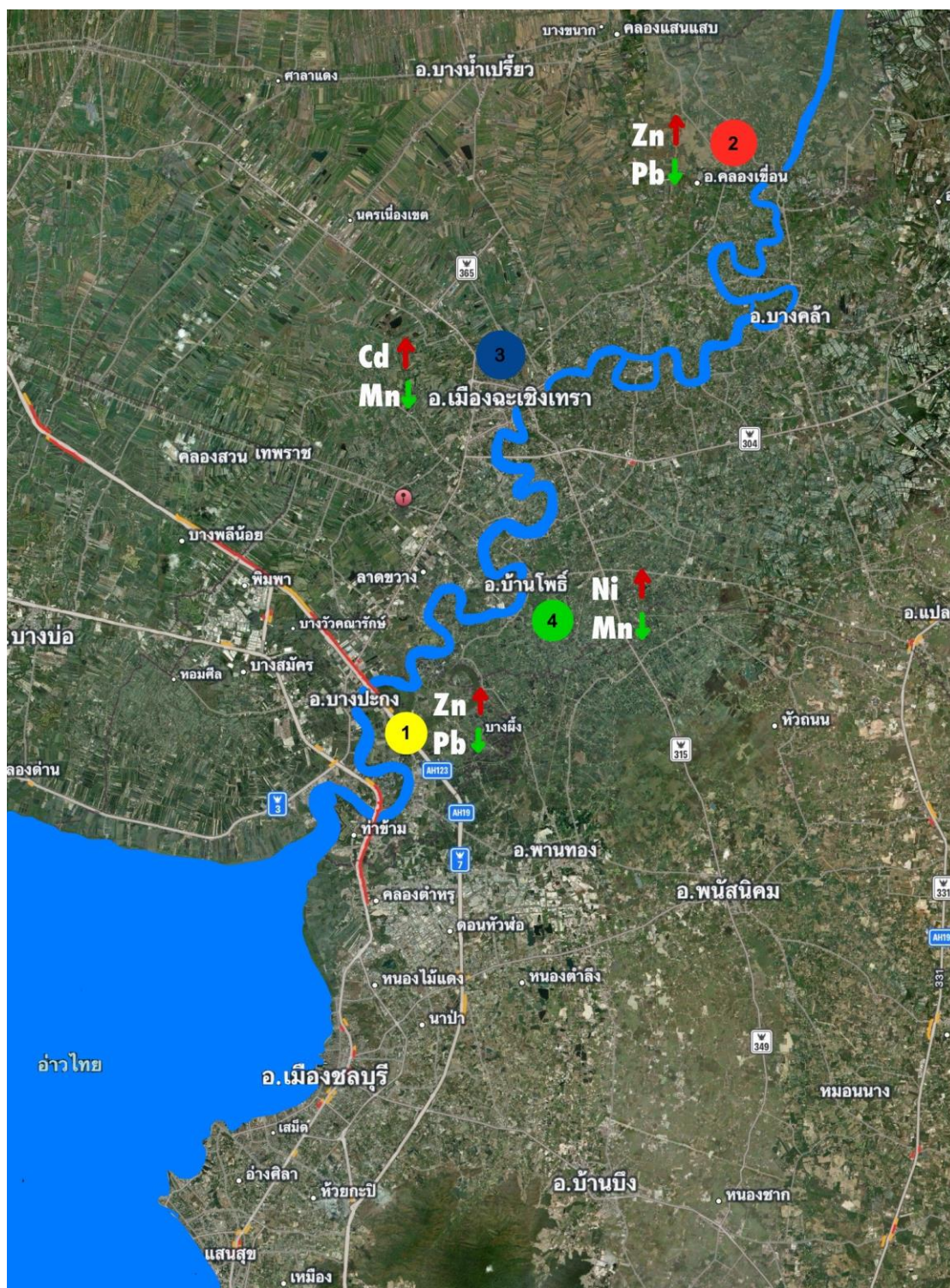
5.2 อภิปรายผล

1. จากการศึกษาพบว่า ปริมาณความเข้มข้นโลหะหนักที่ตรวจวัดได้แคดเมียมและแมงกานีสมีค่าเกิน เกินมาตรฐานกำหนด ในเกือบทุกพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ (ชลศักดิ์ และคณะ, 2555) ที่รายงานว่าแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่มีอิทธิพลต่อการจัดกลุ่มมากที่สุด ซึ่งแมงกานีสเป็นค่าโลหะหนักหลักที่มีการปนเปื้อนสูง โดยแมงกานีสในปริมาณมากอาจมาจากการทำนา เนื่องจากในแม่น้ำบางปะกงมีการใช้ประโยชน์จากการทำนากว่า 560,870 ไร่ (รจฤดี และคณะ, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) พบว่า ปริมาณของแคดเมียมมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จากบริเวณที่ตรวจพบโลหะหนักเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชนประมงขนาดใหญ่

(สุวรรณ และคณะ, 2544) ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแต่มีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นของ แคดเมียม โดยเฉพาะในปากแม่น้ำ ซึ่งอาจจะมาจากการทำโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแหล่งมลพิษที่ไม่ได้มีอยู่เฉพาะในแหล่งธรรมชาติ แต่ยังสามารถรับมลพิษจากแหล่งอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรม การเกษตร หรือการระบายของเสียจากชุมชนใกล้เคียง ที่ทำให้พบค่าของโลหะหนักเกินกำหนดค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักในตะกอนและน้ำเพื่อประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำสำคัญ (ณัฐวร และคณะ, 2561) ปริมาณโลหะหนักมีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากฤดูกาล ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้โลหะหนักมีการเจือจางและกระจายไปยังบริเวณอื่น (กฤษฎาและคณะ, 2562)

2. ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้ค่าดัชนี 4 ตัว ได้แก่ *Igeo*, *EF*, *CF* และ *PLI* ในการประเมินระดับความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อม พบว่าค่าดัชนีมีค่าอยู่ในระดับต่ำหรืออยู่ในช่วงที่ไม่มีการปนเปื้อนหรือมีการปนเปื้อนเล็กน้อย แต่มีค่าใกล้เคียงกับงานของพรศรีและคณะ, 2555 ที่พบค่าของแคดเมียมในระดับที่ไม่มีการปนเปื้อนจนถึงระดับการปนเปื้อนปานกลางในแม่น้ำบางปะกงจากการทำการศึกษาระเมินคุณภาพตะกอนดินในอ่าวไทยตอนใน ซึ่งดัชนีทั้ง 4 ตัว นำไปใช้ในการประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนดินและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และใช้ในการประเมินระดับความเสี่ยงต่อระบบนิเวศและการปนเปื้อนของโลหะหนัก (สุธีรศักดิ์และคณะ, 2563)

3. การใช้ประโยชน์ที่ดินกับความเข้มข้นของโลหะหนัก จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแคดเมียม (Cd) และแมงกานีส (Mn) พบว่ามีค่าสูงในพื้นที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ทำการเกษตร ทั้งนี้ปริมาณแคดเมียมและแมงกานีส สามารถสะสมจากการชะล้าง (Run Off) ของหน้าดินและการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของชลศักดิ์และคณะ, 2555 พบว่าแมงกานีสเป็นค่าโลหะหนักหลักที่มีการปนเปื้อนสูงในแม่น้ำบางปะกง โดยแมงกานีสในปริมาณมากอาจมาจากการทำนา เนื่องจากในแม่น้ำบางปะกงมีการใช้ประโยชน์จากการทำนา และสอดคล้องกับ Zhou, 2019 ที่พบปริมาณแคดเมียม ในแม่น้ำที่มี การทำการเกษตร ชุมชนที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพประกอบ 13 ภาพแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง
แหล่งที่มา google map

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า ค่าการสะสมของแคดเมียมและแมงกานีสในตะกอนเลนมีแนวโน้มสูงเมื่อเทียบกับค่าอื่น ในบางพื้นที่ การศึกษานี้จึงควรขยายเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางแก้ไขในอนาคต

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำการศึกษาผลกระทบจากแคดเมียมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและดิน โดยเฉพาะในเรื่องของการแพร่กระจายของแคดเมียมไปยังห่วงโซ่อาหาร กระทั่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเป็นการศึกษาความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์
2. มีการติดตามและประเมินสถานการณ์อย่างต่อเนื่องเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะยาว โดยเฉพาะการระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในฤดูกาลที่ต่างกัน อาจจะเป็นการคาดการณ์แนวโน้มการปนเปื้อนและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น
3. ควรมีการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่หลากหลายหรือเพิ่มพื้นที่ให้มากขึ้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของการปนเปื้อน ในแต่ละพื้นที่และความแตกต่างของช่วงเวลาเพื่อจะทราบถึงสาเหตุของการปนเปื้อนได้

บรรณานุกรม

- He, B., Yun, Z., Shi, J., & Jiang, G. (2013). Research progress of heavy metal pollution in China: Sources, analytical methods, status, and toxicity. *Chinese Science Bulletin*, 58(2), 134–140. <https://doi.org/10.1007/s11434-012-5541-0>
- Laohaudomchok, W., Nankongnab, N., Siriruttanapruk, S., Klaimala, P., Lianchamroon, W., Ousap, P., Jatiket, M., Kajitvichyanukul, P., Kitana, N., Siriwong, W., Hemachudhah, T., Satayavivad, J., Robson, M., Jaacks, L., Barr, D. B., Kongtip, P., & Woskie, S. (2021). Pesticide use in Thailand: Current situation, health risks, and gaps in research and policy. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 27(5), 1147–1169. <https://doi.org/10.1080/10807039.2020.1808777>
- Ikenaka, Y., Nakayama, S.M.M., Muzandu, K., Choongo, K., Teraoka, H., Mizuno, N. & Ishizuka, M. (2010) Heavy metal contamination of soil and sediment in Zambia. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4 (11), 729-739.
- Meesuk, P. (1999). The Determination of Arsenic and Heavy Metals in Bottom Sediments from Songkhla Lake. *Thaksin. J.*, 2(2), 77-82.
- Mitra, S., Chakraborty, A., Tareq, A., Emran, T., Nainu, F., Khusro, A., Idris, A., Khandaker, M., Osman, H., Alhumaydhi, F., & Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University - Science*, 34, 101865. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101865>
- Nkinda, M. S., Rwiza, M. J., Ijumba, J. N., & Njau, K. N. (2021). Heavy metals risk assessment of water and sediments collected from selected river tributaries of the Mara River in Tanzania. *Discover Water*, 1(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s43832-021-00003-5>

- Patarapong, K., Arin, N., Kun, S., Phanom, S., Thayat, S., naphat, P., & Pakjirat, S. (2023). Evaluation of Pesticide and Heavy Metal Contamination on Soil Properties and Microbiota in Thailand's Mountainous Region. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 331–344. <https://doi.org/10.12911/22998993/165957>
- Patarapong, Pakjirat, Sujit, Kitsakorn, & Channaphat. (2023). Evaluation the Situation of Heavy Metal Contamination on a Sandy Beach in the Eastern Provinces of Thailand. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 31(4). <https://doi.org/10.47836/pjst.31.4.11>
- Salomon, W. and U. Forstner. (1984). *Metals in the Hydrocycle*. Springer - Verlag. Berlin Heidelberg:
- Shoeb, M., & Nahar, N. (2023). Pesticides: Impact on Environmental and Sustainable Management. In Y. Koumpouros, A. Georgoulas, & G. Kremmyda (Eds.), *Advances in Environmental Engineering and Green Technologies* (pp. 120–141). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5619-4.ch007>
- Srithawirat, T. & Thananoppakul, K. (2016). Heavy metal contamination of soil in Phu Hin Rong Kla National Park. In *Proceeding The 17th Graduate Studies of Northern Rajabhat University Network Conference*. (pp. 27272734). Thailand (in Thai)
- Szyczewski, P., Siepak, J., Niedzielski, P., & Sobczyński, T. (2009). Research on Heavy Metals in Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18, 755–768.
- Taghinia Hejabi, A., Basavarajappa, H. T., Karbassi, A. R., & Monavari, S. M. (2011). Heavy metal pollution in water and sediments in the Kabini River, Karnataka, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 182(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1854-0>
- Tejaswi, S. G., & Pooja, B. M. (2022). The Review on Pesticides. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 4(6), 1002.

<https://doi.org/10.36948/ijfmr.2022.v04i06.1002>

Turekian, K. K., & Wedepohl, K. H. (1961). Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America Bulletin*, 72(2), 175–192.

[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[175:DOTEIS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTEIS]2.0.CO;2)

Waewtaa Thongra-Ar, Chaluy Musika, Wanchai Wongsudawan, & Arvut Munhapol. (2008). Heavy Metals Contamination in Sediments along the Eastern Coast of the Gulf of Thailand. 1, 1, *EnvironmentAsia*. <https://doi.org/10.14456/EA.2008.5>

Wei, H., Wang, Y., Liu, J., & Zeng, R. (2023). Heavy Metal in River Sediments of Huanghua City in Water Diversion Area from Yellow River, China: Contamination, Ecological Risks, and Sources. *Water*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/w15010058>

Zhou, K. (2019). Assessing Heavy Metal Pollution in Surface Sediments of China's Shaying River. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(6), 4495–4502.

<https://doi.org/10.15244/pjoes/94992>

กรมควบคุมมลพิษ. (2565). มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน. สืบค้นจาก

https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2023/01/pcdnew-2023-01-09_10-18-55_646719.pdf

กรมควบคุมโรค. (2561). สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร. สืบค้นจาก

<https://ddc.moph.go.th/uploads/files/89c294f74b806af79b24cacd7fb58b7f.pdf>

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, รายงานสถานการณ์การเฝ้าระวังภัยด้านสารเคมี ปี 2564 รอบ 6 เดือน แรก (2564). สืบค้นจาก <http://envocc.ddc.moph.go.th>

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). ลุ่มน้ำบางปะกง—ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. สืบค้นจาก https://km.dmcr.go.th/c_218/s_221

กรมพัฒนาที่ดิน. (2565). ข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา. สืบค้นจาก

https://r02.idd.go.th/cco/soildata/soildata_02-1.html

กรรณิการ์ ฉัตรสันติประภา. (2552). พิษวิทยาของสารเคมีทางอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น :

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2562). พื้นที่ชุ่มน้ำ. สืบค้นจาก

<http://43.249.65.15/ramsarsite60/project/15/>

กฤษฎา, ศ., ข., ส., ข. (2562). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินในลำห้วยสาม
พาด อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี. สืบค้นจาก

<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/210306/160374>

เกษม, จ., สิทธิชัย, ด., วิชา, น., และสามัคคี บ. (2526). การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำและ
ดินตะกอนจากการใช้ที่ดินบนภูเขาประเภทต่างๆ บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอย
ปู่ และ โครงการหลวงพัฒนาต้นน้ำ หน่วยที่ 1 (ทุ่งจ้อย) เชียงใหม่. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอก
ม้า เล่มที่ 41, 48 หน้า

คัตติณัฐ, ข. (2563). มลพิษในดิน เกิดจากสาเหตุใดบ้าง และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร.

National Geographic Thailand. สืบค้นจาก <https://ngthai.com/science/27458/soil-pollution/>

จากฤ น้อยจินดา. (2560). การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำ ตามความลึกและใน
ดินตะกอนที่ทำเรือแหลมฉบัง และท่าเรือกรุงเทพ ประเทศไทย. Thai Environmental
Engineering Journal, 31(2), Article 2.

ชลศักดิ์, จ. (2555). โลหะหนักในแม่น้ำบางปะกง. สืบค้นจาก

https://hectortarr.arda.or.th/api/uploaded_file/A135mIVhY4BV1LEP92KBL

ณปภัช, พ. (2560). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). สืบค้นจาก

<https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7098-2017-06-04-03-20-42>

ณัฐฐินันท์, ค. (2565). RISK ASSESSMENT OF AGRICULTURAL CHEMICALS IN PADDY
FIELDS AND RICE GRAINS IN THAWIWATTHANA SUBDISTRICT, SAI NOI
DISTRICT, NONTHABURI PROVINCE การประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนสารเคมี
ทางการเกษตรในดินและข้าว ตำบลทิววัฒนาอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี. [http://ir-](http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/2169)

[thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/2169](http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/2169)

ณัฐวร, เซ., ณ., อ., พ., ศ. (2561). การปนเปื้อนโลหะหนักในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำ
เจ้าพระยาและปากแม่น้ำท่าจีน สืบค้นจาก

https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/download_digital_file/383844/109289

ดลนภา, ร., จรรยา, จ., & วีระศักดิ์, บ. (2562). Hazardous waste management in the Thai
industry | JOURNAL MAHA CHULA TANI

MAHACHULALONGKORNRAJAVIDYALAYA UNIVERSITY. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/mcupnpbcr/article/view/249972>

นิธิยา รัตนานนท์ และวิบูลย์ รัตนานนท์. (2553). สารพิษในอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

นุชจรี ทำยสนธิ และ ปิยะดา วชิระวงศกร. (2564). การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักบางชนิดใน
ดินนาข้าว ของจังหวัดสุโขทัย ASSESSMENT OF SOME HEAVY METAL
CONTAMINATIONS IN PADDY SOILS OF SUKHOTHAI PROVINCE. PSRU Journal
of Science and Technology 6(1): 99-108

ปฐมาวดี, ม., และ สยาม, อ. (2562). การศึกษาพฤติกรรมความเสี่ยงด้านสุขภาพของพนักงานพ่นสี
ที่ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จังหวัดระยอง Health risk
assessment of sprayer operation working in automotive parts
industry, Rayong province, Thailand. สืบค้นจาก <https://gseda.nida.ac.th/nida/wp-content/uploads/2019/09/13.ENVI2019-Template>

พรวณวดี, ธ., ชลาธร, ศ., อรทัย, ศ. (2540). ปริมาณโลหะหนักจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง
ๆ บริเวณลุ่มน้ำแม่มิ จังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นจาก

https://frc.forest.ku.ac.th/frcdatabase/bulletin/ws_document/R004001.pdf

พรศรีและคณะ. (2555). การประเมินคุณภาพตะกอนดินในอ่าวไทยตอนในหลังสถานการณ์อุทกภัย
ปี 2554. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/wpcontent/uploads/2020/04/pcdnew-2020-04-21_09-39-41_862083.pdf

โพสต์ทูเดย์ ออนไลน์. (2556). ลำน้ำบางปะกงไหละหนักปนเปื้อนสูงมาก. สืบค้นจาก

<https://www.posttoday.com/social/local/243903>

แม่น, อ.,และ อมร, เ. (2534). หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. สำนักพิมพ์ชวนพิมพ์

รจฤดี,ร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). ปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณบางปะกงเอสทรี. สืบค้นจาก

https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/download_digital_file/7040/979

16

รายงานภูมิอากาศชะเชิงเทรา. (2566). ภูมิอากาศจังหวัดชะเชิงเทรา. สืบค้นจาก

<http://climate.tmd.go.th/data/province>

วันปิติ, ธ. (2564). ผล กระทบ ทาง สุขภาพ และ สิ่งแวดล้อม จาก การ ใช้ สาร เคมี ทาง การเกษตร

ของ เกษตรกร ไทย. วารสาร เกษตร พระจอมเกล้า, 39(4), 329–336.

วีระ, ม. (2557). สารพิษในอุตสาหกรรมกับมาตรการป้องกันปัญหาจากสารพิษ. สืบค้นจาก

<https://www.healthcarethai.com/>

ศุภนาถ, เ. (2565). บทความ: จับตาค่าความเค็มของแม่น้ำบางปะกง...แม่น้ำสายหลักของพื้นที่

ระบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นจาก

<https://ej.eric.chula.ac.th/article/view/308>

สาคร, ศ. (2556). ผลกระทบจากการใช้สารเคมี ทางเกษตรของประเทศไทย (The Impact of the

Use of Agricultural Chemicals in Thailand). สืบค้นจาก

https://library.senate.go.th/document/Ext6409/6409657_0002.PDF

สุวรรณ, ฉ. (2544). พฤติกรรมของโลหะหนักบางชนิดบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. สืบค้นจาก

https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/544/1/2568_079.pdf

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. (2559). เขตพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เพื่อ

อนาคตของ ASEAN. กรุงเทพฯ

สำนักงานที่ดินเขต 2. (2566). ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดชะเชิงเทรา. สืบค้นจาก

http://r02.1dd.go.th/cco/Agricultural_cco/Agricultural01/Agriculturalcco01.pdf

สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดชะเชิงเทรา. (2564). สรุปประเภทการใช้ที่ดิน จังหวัดชะเชิงเทรา ปี พ.ศ.

2564. สืบค้นจาก http://www1.idd.go.th/WEB_OLP/Lu_64/Lu64_E/CCO2564.htm

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2558). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. สำนักงาน

เศรษฐกิจ การเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุธีรศักดิ์, ธ., เอกจิตต์, เ., เมืองมูล, ก., สา, น., & ละไม, อ. (2563). การปนเปื้อนของตะกั่ว โครเมียม

ทองแดง และสังกะสี ในตะกอนดินคลองปากบางและพื้นที่รองรับน้ำทิ้ง ตำบลป่าตอง

จังหวัดภูเก็ต. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 25(3), Article 3.

อโนรีย์, น. (2564). มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมที่ครอบครองและใช้

สารเคมี หรือวัตถุอันตราย กรณีศึกษาสารสไตรีนในโรงงานหมิงตี้เคมีคอล [ศิลปศาสตรมหา

บัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. สืบค้นจาก

<https://doi.org/10.58837/CHULA.IS.2021.175>



ภาพประกอบแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง



ภาพประกอบ 14 การลงพื้นที่เก็บตัวอย่างตะกอนเลนในแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ICE-OES



ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการอบดิน



ภาพประกอบ 16 การบดดิน



(a)



(b)



(c)



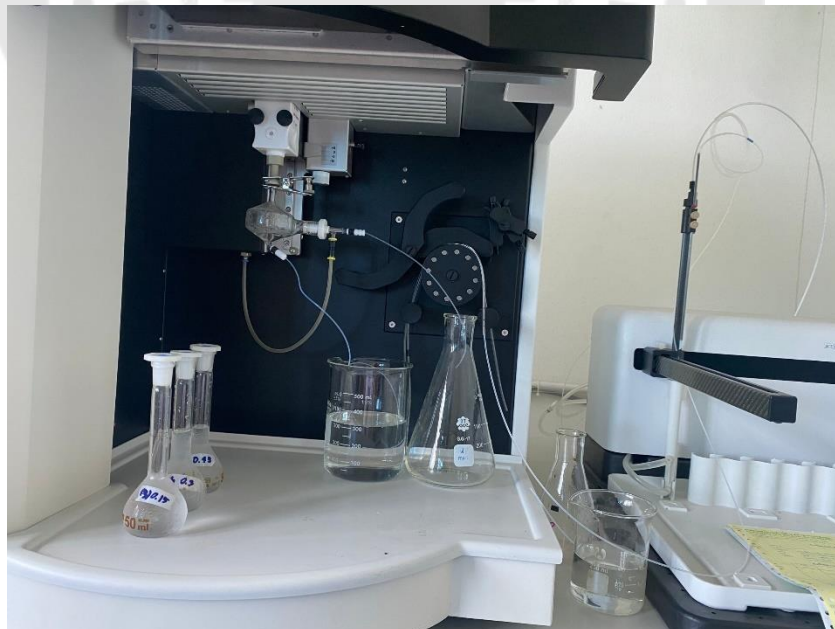
(d)

ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนการสกัดดินด้วยเครื่อง Speed Digester K-24

- (a) ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม และ ใช้กรดไนตริก 30 ml
- (b) สกัดดินด้วยเครื่อง Speed Digester K-24
- (c) เติมน้ำกลั่น 50 ml
- (d) กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 5



ภาพประกอบ 18 การเตรียมสาร standard เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-OES





ภาพประกอบ 19 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-OES

ประวัติผู้เขียน

