

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการประเมินค่าและวิเคราะห์มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งผลิตน้ำประปาจากแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้มีการตรวจสอบเอกสาร เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยตามกรอบการดำเนินการ เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษาวิจัย และใช้เป็นแนวคิด ทฤษฎี ประกอบการวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัยตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษาวิจัย โดยผู้วิจัยได้สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดตามหัวข้อ ต่อไปนี้

2.1 ทรัพยากรและคุณภาพของแหล่งน้ำ

2.2 พลาสติกและไมโครพลาสติก

2.1 ทรัพยากรและคุณภาพของแหล่งน้ำ

ทรัพยากรน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย น้ำเป็นแหล่งกำเนิดของพืชและสัตว์น้ำ น้ำทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์แก่สิ่งมีชีวิตทั้งหมด มนุษย์ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ย่อมแตกต่างกันออกไป ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ น้ำที่มนุษย์ใช้บริโภคต้องบริสุทธิ์ สะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารพิษเจือปน ในขณะที่คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการเกษตรกรรมย่อมแตกต่างกันไปตามประเภทของพืชและสัตว์ ส่วนน้ำที่ใช้ในการอุตสาหกรรมก็แตกต่างกันออกไปเช่นกัน แล้วแต่ประเภทของกิจกรรม ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของผู้ใช้และความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ ทรัพยากรน้ำที่จะเป็นประโยชน์โดยตรงสำหรับมนุษย์มากที่สุดคือ น้ำจืด

เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรที่เกิดทดแทนได้เองโดยธรรมชาติ ผู้คนส่วนมากจึงเข้าใจว่าทรัพยากรน้ำจะไม่มีวันขาดแคลน หรือไม่เพียงพอแก่ความต้องการของมนุษย์ แต่โดยข้อเท็จจริงในบางพื้นที่ หรือบางช่วงเวลาก็มีปัญหาการขาดแคลนน้ำ ในขณะที่บางพื้นที่ หรือในบางช่วงเวลา อาจเกิดปัญหาปริมาณน้ำมากเกินไป หรือน้ำท่วมได้ โดยมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันไปตามลักษณะของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แหล่งที่มาของทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

ทรัพยากรน้ำในประเทศไทยโดยทั่วไปมีที่มาจาก 3 แหล่งด้วยกัน ดังนี้

1) น้ำฝน เป็นแหล่งที่มาของทรัพยากรน้ำที่สำคัญของไทย จากสถิติภูมิอากาศของประเทศไทย ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2504 - 2533) ปรากฏว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีมีค่าเท่ากับ 1,539.74 มิลลิเมตร นับได้ว่ามีปริมาณมากพอควร ฝนส่วนใหญ่จะตกในฤดูฝนซึ่งมีระยะประมาณ 5 - 6 เดือน

ส่วนฤดูร้อนและฤดูหนาวจะมีฝนตกน้อย ยกเว้นภาคใต้และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีฝนตกตลอดปี เนื่องจากปัจจัยทางธรรมชาติหลายประการ ทำให้แต่ละภาคของประเทศได้รับปริมาณน้ำฝนไม่เท่ากัน ภาคใต้เป็นภาคที่ได้รับปริมาณน้ำฝนมากที่สุด เฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 2,272.64 มิลลิเมตร ภาคที่ได้รับฝนน้อยที่สุดคือภาคตะวันตก เท่ากับ 1,215.53 มิลลิเมตร ต่อปี หากพิจารณาในระดับจังหวัด จะพบว่าแม้จะอยู่ในภาคเดียวกันก็ได้รับปริมาณน้ำฝนไม่เท่ากัน เช่น กรุงเทพมหานครได้รับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1,496.8 มิลลิเมตร ในขณะที่จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งอยู่ในภาคกลางเช่นเดียวกัน ได้รับฝนเพียง 1,119.0 มิลลิเมตร ต่อปี

การพิจารณาถึงแหล่งน้ำจากน้ำฝนนั้น พิจารณาเพียงด้านปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ จะต้องพิจารณาถึงด้านการกระจายของน้ำฝนด้วยว่ามีการกระจายสม่ำเสมอตลอดทั้งปีหรือไม่ การเกษตรของไทยอาศัยน้ำจากน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานนั้นมีเพียงเล็กน้อย จากสถิติของกรมชลประทานปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานเพียงร้อยละ 24.03 ของเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) การเพาะปลูกพืชส่วนใหญ่จึงเป็นการเพาะปลูกตามฤดูกาลในบางครั้งความไม่แน่นอนของฝนก็ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลอย่างมาก

2) น้ำผิพื้นหรือน้ำท่า ได้แก่ น้ำที่ขังหรือที่ไหลอยู่ตามผิพื้นดิน เช่น น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ห้วย ลำธาร และอ่างเก็บน้ำ ปริมาณของน้ำผิพื้นจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปริมาณน้ำฝน เพราะน้ำฝนที่ตกลงมาบางส่วนจะซึมลงใต้ดิน บางส่วนจะไหลไปตามผิพื้นลงสู่แม่น้ำลำธารหรือขังอยู่ตามแอ่ง ตามที่ลุ่มต่างๆ บางส่วนจะระเหยกลับสู่บรรยากาศ ในช่วงฤดูฝนจะพบว่าแหล่งน้ำผิพื้นทั่วๆ ไปจะมีระดับน้ำสูงกว่าในช่วงฤดูหนาวหรือฤดูร้อน แหล่งน้ำผิพื้นหรือน้ำท่านั้น มีทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

- แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร ห้วย หนอง บึง กว๊าน เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นจึงได้รับปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก ดังนั้น แหล่งน้ำชนิดนี้จึงปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน และเจ้าพระยา ฯลฯ นอกจากนั้น ยังมีแหล่งน้ำผิพื้นขนาดใหญ่ปรากฏอยู่ทั่วไปในภาคต่างๆ เช่น กว๊านพะเยาในจังหวัดพะเยา บึงบอระเพ็ดในจังหวัดนครสวรรค์ เป็นต้น

- แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ อ่างเก็บน้ำต่างๆ ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ รวมทั้งคลองชลประทาน คูคลองส่งน้ำขนาดต่างๆ ตัวอย่างของแหล่งเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้น

3) น้ำใต้ดิน หมายถึงน้ำที่แทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเนื้อดิน หรือเนื้อหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีบริเวณอยู่ตั้งแต่ระดับผิวดินลงไป โดยอาจแบ่งออกเป็นน้ำในดิน (soil water) ได้แก่ น้ำที่แทรกอยู่ในช่องว่างของเนื้อดิน อีกประเภทหนึ่งได้แก่น้ำใต้ดิน (underground water) เป็นน้ำที่อยู่ในระดับลึก อาจ

แทรกอยู่ในชั้นทรายละเอียดถึงหยาบ หรือชั้นกรวด ปิดกั้นด้วยหินเนื้อแน่น ไม่ซึมน้ำ หรือขังอยู่ในรอยแตก รอยร้าวหรือโพรงหินเนื้อแน่นไม่ซึมน้ำ

แหล่งน้ำใต้ดินที่สำคัญของประเทศไทย ส่วนมากมักอยู่ในเขตที่ราบลุ่มน้ำทั่วไป เช่น ที่ราบลุ่มน้ำภาคกลางตอนล่าง ได้แก่บริเวณกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียงโดยรอบ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำบาดาลมากที่สุดและใหญ่ที่สุดของประเทศ นอกจากนั้นแหล่งน้ำบาดาลยังอาจมีปริมาณมากได้ในบริเวณแอ่งของลุ่มน้ำขนาดใหญ่ต่างๆ เช่น แอ่งแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน แอ่งแม่วัง จังหวัดลำปาง รวมทั้งบริเวณใกล้ริมฝั่งแม่น้ำขนาดใหญ่ เช่น พื้นที่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขง ตั้งแต่เขตจังหวัดหนองคายไปจนถึงนครพนม เป็นต้น

2.1.2 คุณภาพของแหล่งน้ำ

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในการกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะเปลี่ยนแปลงไป มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะของธรณีวิทยา พืชพรรณธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (เกษม, 2526) คุณภาพน้ำสามารถแบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะ คือ

1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ (physical characteristics) เกิดจากสิ่งเจือปนที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะทางกายภาพนี้ สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การดมกลิ่น การชิมรส การสังเกตสี และการสัมผัสด้วยผิวหนัง ข้อมูลสำคัญที่บ่งบอกคุณภาพน้ำทางกายภาพคือ สี กลิ่น รส ความขุ่น อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย การนำไฟฟ้า และลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด เป็นต้น

2) คุณภาพน้ำทางเคมี (chemical characteristics) เกิดจากการมีแร่ธาตุต่างๆและสารเคมีละลายหรือเจือปนกับน้ำธรรมชาติ ซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปและไม่ปลอดภัยที่จะใช้ดื่ม เพราะสารบางตัวเป็นพิษต่อมนุษย์ คุณสมบัติของคุณภาพน้ำทางเคมีที่สำคัญได้แก่ ความกระด้าง ความเป็นกรดต่าง ออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดี ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม โปรท เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และวัตถุมีพิษ ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ซึ่งประกอบด้วย DDT, alfa BHC, dieldrin, aldrin, heptachlor, heptachlor epoxide และ endrin เป็นต้น

3) คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (biological characteristics) มีดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญคือ จุลินทรีย์ที่เจือปนอยู่ในน้ำ และเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีหรือสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้น้ำมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นแล้วยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ปนอยู่ด้วย เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว แอจี ฟังไจ ไวรัส และพยาธิ ทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่นำน้ำไปบริโภค ตัวอย่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรียในตระกูลซัลโมเนลล่า (Salmonella) ชิเจลล่า (Shigella) และวibriโอ (vibrio) แบคทีเรียที่ก่อโรคเหล่านี้กระจายได้ง่าย โดยทางเดินอาหารและน้ำ การแพร่กระจายของโรคมักเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคจากสิ่งปฏิกูลของ

คนและสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งอาจมีการแพร่กระจายโดยทางตรงหรือทางอ้อม ทำให้เกิดการระบาดของโรคติดต่อจากแบคทีเรีย เช่น โรคไทฟอยด์ โรคพาราไทฟอยด์ โรคอุจจาระร่วง อหิวาตกโรค บิด ฯลฯ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงเป็นการให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

2.1.3 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ แหล่งน้ำประเภทที่ 1 แหล่งน้ำประเภทที่ 2 แหล่งน้ำประเภทที่ 3 แหล่งน้ำประเภทที่ 4 และแหล่งน้ำประเภทที่ 5

ตารางที่ 2.1 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทแหล่งน้ำ	การใช้ประโยชน์
ประเภทที่ 1	ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน (2) การอุตสาหกรรม
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2.1.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน รวมไปถึงเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1.สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4.ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	มก./ล.	P20	ธ	6	4	2	-	Azide Modification
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2	4	-	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	ธ	5,000	20,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	ธ	1,000	4,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
8.ไนเตรต (NO ₃)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	5			-	Cadmium Reduction
9.แอมโมเนีย (NH ₃)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	0.5			-	Distillation Nesslerization
10.ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-	Distillation, 4-Amino antipyrine
11.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
12.นิกเกิล (Ni)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
13.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ	1			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
14.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	ธ	1			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
15.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	ธ	0.005* 0.05**			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
16.โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	Atomic Absorption - Direct Aspiration

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	ธ		0.002		-	Atomic Absorption-Cold Vapour Technique
19.สารหนู (As)	มก./ล.	-	ธ		0.01		-	Atomic Absorption-Direct Aspiration
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	ธ		0.005		-	Pyridine-Barbituric Acid
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)	เบคเคอเรล/ล.	-	ธ		0.1		-	Low Background Proportional Counter
-ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)								
-ค่ารังสีเบตา (Beta)					1			
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	ธ		0.05		-	Gas-Chromatography
23.ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		1		-	Gas-Chromatography
24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.02		-	Gas-Chromatography
25.ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.1		-	Gas-Chromatography
26.อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.1		-	Gas-Chromatography
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoxyde)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.2			-	Gas-Chromatography
28.เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-	Gas-Chromatography

หมายเหตุ :

^{1/} กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

^{2/} ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

แม่น้ำปิง ณ บริเวณจุดที่สูบน้ำขึ้นมาเพื่อผลิตน้ำประปาถูกแบ่งประเภทออกเป็น แหล่งน้ำประเภทที่ 3 (ภาพที่ 1-2) จัดเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบทางเคมีของตัวอย่างในงานวิจัยนี้จึงอ้างอิงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3

2.1.5 น้ำประปา

น้ำประปา เป็นน้ำที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ มากมาย มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน และมีการลงทุนที่สูง ดังขบวนการผลิตต่อไปนี้ (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

ที่มา: <https://www.pwa.co.th/contents/service/treatment>

1) การสูบน้ำ การผลิตน้ำประปา เริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำ ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต ซึ่งน้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้นต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำประปาได้และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

2) การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ น้ำดิบที่สูบน้ำเข้ามาแล้วจะผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้นและสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ หรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจจะปนมากับน้ำในขั้นต้นนี้ก่อน

3) การตกตะกอน ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้ว ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเพื่อให้กากกับสารเคมีรวมตัวกันจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และจะนำน้ำเหล่านี้ให้เข้าสู่ถังตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก จะตกลงสู่ก้นถัง และถูกดูดทิ้งน้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

4) การกรอง ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียดเพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำ และให้มีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสมากแต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่ประมาณ 2 - 20 หน่วยความขุ่น และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

5) การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่อาจจะมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ฉะนั้นจึงจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรค โดยใช้คลอรีน ซึ่งคลอรีนนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว เรียกกันว่า น้ำประปา สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ และจะทำการจัดเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อจัดการบริการต่อไป

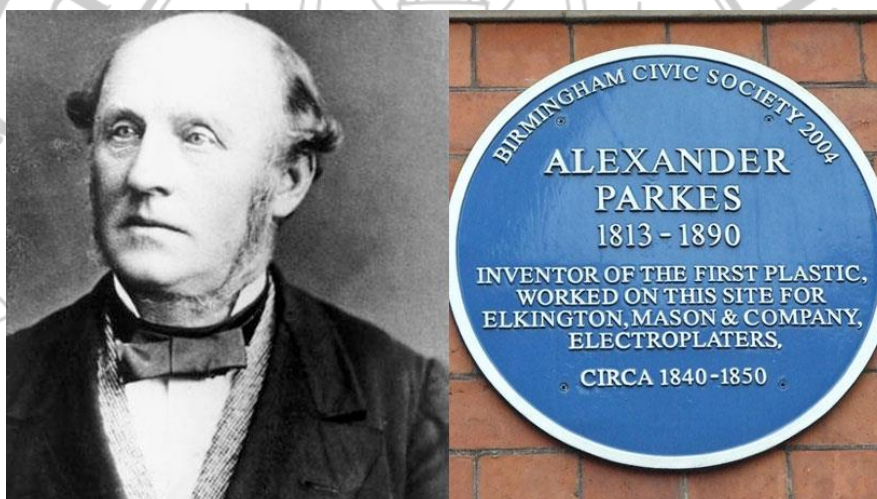
6) การควบคุมคุณภาพน้ำประปา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะน้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้น จะต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจากนักวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภคบริโภค

7) การสูบน้ำจ่าย น้ำประปาที่ผลิตมาแล้วนั้น จะต้องให้บริการถึงบ้านเรือนของประชาชนผู้ใช้น้ำ โดยส่งผ่านไปตามเส้นท่อ ดังนั้นการสูบน้ำจ่ายจึงมีความจำเป็น ด้านการส่งจากหอถังสูงที่สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ห่างไกลออกไปหรือมีความสูงมากจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำ เพื่อให้ น้ำประปาสามารถบริการได้อย่างทั่วถึง

2.2 พลาสติกและไมโครพลาสติก

2.2.1 ความเป็นมาของพลาสติก (สุกฤทธา, 2019)

พลาสติก (Plastic) มีจุดเริ่มต้นจากการเป็นสารสังเคราะห์ไนโตรเซลลูโลส (nitrocellulose) หรือ Parkesine ในปี ค.ศ. 1856 ซึ่งผลิตโดย Alexander Parkes และเกิดกระบวนการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และ ปี ค.ศ. 1907 มาสู่การค้นพบวิธีการผลิตสารสังเคราะห์สารฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (phenol formaldehyde resin) หรือ Bakelite โดย Leo Baekeland จัดเป็นเทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) ซึ่งเป็นหนึ่งในประเภทของพลาสติกที่ทนความร้อนได้สูง ติดไฟช้า นำความร้อนได้ไม่ดี จึงถูกนำมาใช้เป็นมือจับสำหรับอุปกรณ์เครื่องครัว และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ



ภาพที่ 2.2 Alexander Parkes ผู้ผลิตพลาสติกคนแรกของโลก

ที่มา: <https://tinbotxanh.vn/en/the-history-of-plastic-first-man-made-plastic-by-alexander-parkes/>

นอกจากนี้ Bakelite ยังนำไปพัฒนาปรับปรุงให้เป็นวัสดุประเภทโพลีเมอร์ที่นิยมใช้เป็นท่อน้ำ และเสริมความแข็งแรงในเครื่องบิน การพัฒนาวิธีการผลิตพลาสติกสังเคราะห์ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องหลายทศวรรษ (ค.ศ. 1907 - 1954) จนกระทั่ง เกิดการค้นพบ โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride: PVC) ในปี ค.ศ. 1926 โพลีสไตรีน ในปีค.ศ. 1931 (Polystyrene: PS) โพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) ในปีค.ศ. 1933 โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate: PET) ในปีค.ศ. 1941 และโพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) ในปีค.ศ. 1954 ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นของพลาสติก ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไปทำให้พลาสติกได้รับความนิยมและใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลกทั้งในระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับอุตสาหกรรมจนกระทั่งปัจจุบัน

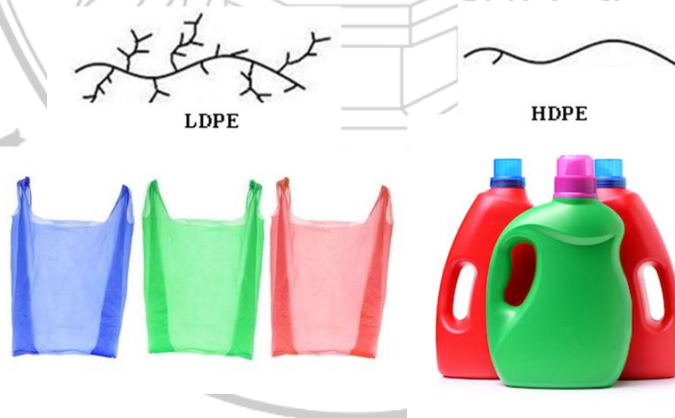
2.2.2 คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นสารโพลิเมอร์สังเคราะห์ ที่เกิดจาก โมโนเมอร์หลายๆตัวมาต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และ/หรือ ออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก อาจเติมแต่งด้วยสารประกอบ คลอรีน ไนโตรเจน ฟลูออรีน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส หรือซิลิกอน คุณสมบัติโดยทั่วไปของพลาสติก คือ ความหนาแน่นต่ำซึ่งทำให้พลาสติกมีน้ำหนักเบา ทนทานต่อการสึกกร่อนในสภาวะแวดล้อมปกติ สามารถรีดหรือสร้างเป็นรูปร่างตามแบบพิมพ์ได้โดยง่าย นำไฟฟ้าและความร้อนต่ำ แต่พลาสติกบางประเภทอาจทนความร้อนได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียส พลาสติกสามารถแบ่งประเภทออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ตามอุณหภูมิ เนื่องจากมีโครงสร้างโมเลกุลแบบโซ่ตรง เป็นสายยาว และมีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่โพลิเมอร์น้อยมาก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด แต่หากอุณหภูมิลดลงจะกลับไปแข็งตัวตามเดิม เทอร์โมพลาสติกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน สามารถหลอมกลับไปกลับมาได้ โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ หรือโครงสร้างของโพลิเมอร์เปลี่ยนไปมากนัก เทอร์โมพลาสติกสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้โดยการบด และหลอมด้วยความร้อนเพื่อขึ้นรูปใหม่ แต่มีข้อเสียและขีดจำกัดการใช้งาน คือไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เพราะอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรง เช่น ขวดน้ำดื่มไม่เหมาะสำหรับใช้บรรจุน้ำร้อนจัดหรือเดือด

ตัวอย่างของพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกบางส่วนที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป ในปัจจุบัน

โพลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้พอควร เป็นพลาสติกที่นำมาใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม สามารถแบ่งประเภทออกได้เป็น Low density polyethylene (LDPE) เช่น ถุงพลาสติกห่อของใส่ และ High density polyethylene (HDPE) เช่น ขวดน้ำ ถึง ขวด แท่นรองรับสินค้า เป็นต้น



ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีน

ที่มา: <https://www.unionthai.com/en/types-of-plastic/>

โพลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แข็งกว่าพอลิเอทิลีนทนต่อสารไขมันและความร้อนสูงใช้ทำแผ่นพลาสติก ถังพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน หลอดดูดพลาสติก เชือก เสื้อผ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลิโพรพิลีน

ที่มา: <https://www.derflex.com/m/article/detail.asp?id=184>

โพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) มีลักษณะโปร่งใส เปราะ ทนต่อกรดและด่าง ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร พอลิสไตรีนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า expanded polystyrene (EPS) เป็นชนิดที่ได้จากการผสมพอลิสไตรีนร้อยละ 90-95 กับสารทำให้ขยายตัว ร้อยละ 5-10 พลาสติกที่เป็นของแข็งถูกทำให้เป็นโฟมโดยการใช้ความร้อน (มักเป็นไอน้ำ) พอลิสไตรีนอีกชนิดหนึ่งคือ Extruded polystyrene (XPS) มีชื่อทางการค้าที่แพร่หลายคือ Styrofoam เป็นชนิดที่มีการเติมอากาศไว้ในช่องว่างตามเนื้อโฟมทำให้มีค่าการนำความร้อนต่ำ ใช้ในงานก่อสร้าง และใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในอาคาร และยังมีชนิดที่เป็นแผ่นเรียกว่า Polystyrene Paper Foam (PSP) ใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร เช่นกล่องหรือถาดใส่อาหาร



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีน

ที่มา: <https://www.unionthai.com/en/types-of-plastic/>

โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride: PVC) ใส่น้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร และป้องกันไขมันได้ดีมีลักษณะใส ใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันและไขมันปรุงอาหาร ขวดบรรจุเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ เบียร์ ใช้ทำแผ่นพลาสติก ห่อเนยแข็ง ทำแผ่นแลมินเนตชั้นในของถุงพลาสติก



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์

ที่มา: <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyvinyl-chloride-pvc-plastic>

ไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมาก คงทนต่อการเพิ่มอุณหภูมิ สามารถใช้ทำแผ่นลามิเนตสำหรับทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารแบบสุญญากาศ เส้นใยเสื้อผ้า เชือก เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างพลาสติกประเภทไนลอน

ที่มา: <https://www.contrado.co.uk/blog/what-is-nylon/>

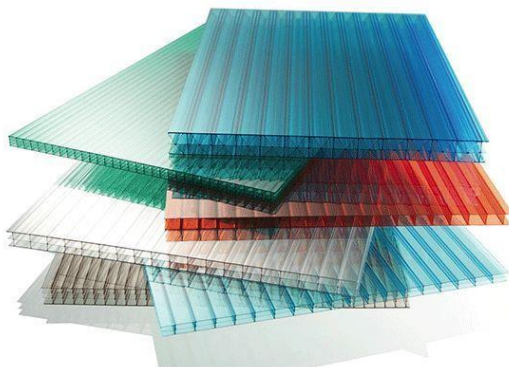
โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate: PET) เหนียวมากโปร่งใส ราคาแพง ใช้ทำแผ่นฟิล์มบาง ๆ บรรจุอาหาร ขวดน้ำใส เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต

ที่มา: <https://www.unionthai.com/en/types-of-plastic/>

โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate: PC) มีลักษณะโปร่งใส แข็ง ทนแรงยึดและแรงกระแทกได้ดี ทนความร้อนสูง ทนกรด แต่ไม่ทนด่าง เป็นรอยหรือคราบอาหาร จับยาก ใช้ทำถ้วย จาน ชาม และยังเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรืออุตสาหกรรมยานยนต์ รวมไปถึงอุตสาหกรรมก่อสร้าง



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างพลาสติกประเภทโพลีคาร์บอเนต

ที่มา: <https://www.imarketthailand.com/en/shops/polycarbonate-sheet/>

2) เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ ได้แก่ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดันไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ กล่าวคือ เกิดการเชื่อมต่อข้ามไปมาระหว่างสายโซ่ของโมเลกุลของโพลิเมอร์ (cross linking among polymer chains) เมื่อพลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้วจะไม่สามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยใช้ความร้อน หากแต่จะสลายตัวทันทีที่อุณหภูมิสูงถึงระดับที่เป็นวิกฤตของการสลายตัว การทำพลาสติกชนิดนี้ให้เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ต้องใช้ความร้อนสูง และโดยมากต้องการแรงอัดร่วมด้วย

2.2.3 ไมโครพลาสติก (Microplastic)

คุณสมบัติของพลาสติกที่มีคุณสมบัติการใช้งานที่หลากหลายตามที่กล่าวอ้างในหัวข้อที่ผ่านมา มีราคาถูก และยังมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมหลายรูปแบบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทนทานต่อสารเคมีและความร้อน การทำลายหรือย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ไม่สามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น ทำให้พลาสติกสามารถตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ยาวนานถึง 450 ปีหรือมากกว่า และยังสามารถแพร่กระจายไปทั่วโลก แม้จะห่างไกลจากจุดกำเนิดของตัวเองก็ตาม อย่างไรก็ตาม การเสื่อมสภาพของพลาสติกในธรรมชาติสามารถเกิดได้จากกระบวนการทางกายภาพ และเคมีที่ทำให้ชิ้นพลาสติกเกิดการแตกหัก ฉีกขาด ซึ่งทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงไป รวมไปถึงอาจจะเกิดการลดขนาดของชิ้นพลาสติกนั้น ๆ ลง พลาสติกที่เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือมีลักษณะเล็ก ๆ เช่นนี้ บางส่วนจะถูกเรียกว่า ไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก (สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ, 2562) หมายถึง อนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มม. มีแหล่งกำเนิดมาจากพลาสติกที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมเคมี ได้แก่ เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตและ

สังเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น สารตั้งต้นประเภท Polyethylene Polypropylene Polystyrene และ ไมโครพลาสติกที่ใช้เป็นสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์เวชสำอาง อาทิ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้ชำระล้าง (Rinse-off cosmetic) รวมถึง ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและผลัดเซลล์ผิวหน้า ได้แก่ เม็ดบีดส์ (Microbeads/ scrubbers) ที่พบในโฟมล้างหน้า สบู่อาบน้ำ ยาสีฟัน แชมพูสระผม เป็นต้น โดยทั่วไปมักพบในรูปร่างทรงกลม ทรงรี หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน มักผลิตจากวัสดุพอลิเมอร์หรือพลาสติกชนิดต่างๆ ที่ไม่สามารถย่อยสลายทางธรรมชาติในระยะเวลาอันสั้นและยังหมายรวมถึงการย่อยสลายของขยะพลาสติกชิ้นใหญ่ ขยะที่มีเส้นใยหรือมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบเองอีกด้วย สำหรับสถานการณ์ปัจจุบัน สภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกาได้อนุมัติพระราชบัญญัติว่าด้วยการปลดเม็ดไมโครบีด ในแหล่งน้ำ (Strifling, 2016) โดยมีสาระสำคัญในการห้ามผลิตจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของไมโครบีดดังกล่าวและมีผลบังคับใช้ในปี ค.ศ. 2017 สำหรับชนิดไมโครพลาสติกจำแนกตามธรรมชาติของอนุภาคและแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (Primary microplastic) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่มีการผลิตเป็นพลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มม. มาตั้งแต่ตั้งต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เม็ดพลาสติกนี้ขัดถู ทำความสะอาดโดยเม็ดพลาสติกที่นำมาใช้เป็นวัสดุตั้งต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น พลาสติกเอทิลีน โพรพิลีน โพลีสไตรีน เป็นต้น ไมโครพลาสติกดังกล่าวหรือไมโครบีด ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดร่างกาย เครื่องสำอางและเวชภัณฑ์ โดยมากพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกดังกล่าวจากการทิ้งของเสียโดยตรงจากบ้านเรือนลงสู่แหล่งน้ำเสียชุมชน



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างไมโครพลาสติกปฐมภูมิ

ที่มา: <https://www.whoi.edu/know-your-ocean/ocean-topics/pollution/marine-microplastics/>

มีรายงานวิชาการประมาณการว่า ไมโครบีดส์ 5,219 – 50,391 ชิ้นถูกพบในผลิตภัณฑ์ล้างหน้า 1 กรัม ที่จำหน่ายในประเทศจีน อย่างไรก็ตาม ไมโครพลาสติกประเภทนี้ยังไม่มี การตรวจสอบพบในแหล่งน้ำธรรมชาติบ่อยครั้งนัก (Zhang et al., 2018)

2) ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary microplastic) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกขนาดใหญ่ไม่ได้มีขนาดเล็กตั้งแต่เริ่มต้น แต่เกิดจากการลดขนาดของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ เช่น การขัดถู ความร้อน แสงยูวี เอนไซม์ ปฏิกริยาออกซิเดชัน เป็นต้น กระบวนการเหล่านี้ทำให้ชิ้นพลาสติกใหญ่ถูกลดขนาดให้เล็กลงมากกว่า 5 มม. นอกจากนี้ก็ยังหมายความรวมถึง การเกิดไมโครพลาสติกประเภทเส้นใยขนาดเล็ก จากการขาดของเส้นใยพลาสติกในกระบวนการผลิตสิ่งทอ ยิ่งระยะเวลาผ่านไปนาน การสะสมตัวในสิ่งแวดล้อมก็ยิ่งนาน เกิดการย่อยสลาย แตกหักกลายเป็นอนุภาคหรือชิ้นส่วนขนาดเล็กไปเรื่อย ๆ ในสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Abreu & Pedrotti, 2019)

2.2.4 การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อม

น้ำเสียชุมชนที่ถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียที่ถูกปล่อยโดยตรงไม่ผ่านการบำบัดใดใด ซึ่งมีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติกปฐมภูมิ และเส้นใยสังเคราะห์ได้มาก ไม่ว่าจะเป็นการอาบน้ำ ขำระล้างร่างกาย การทำความสะอาด ชักล้าง เป็นต้น ในขณะที่น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดบางส่วนยังคงมีการพบไมโครพลาสติกในน้ำที่ผ่านการบำบัดและปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ แต่ส่วนมากแล้วไมโครพลาสติกที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจะมีปริมาณตกค้างและสะสมตัวมากในกากตะกอน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกต่อดินในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ในบางครั้ง น้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างผิวดิน หรือสิ่งก่อสร้าง เช่น ถนน อาคารบ้านเรือน ก็เป็นตัวกลางในการชะล้างนำพาขยะพลาสติกทั้งที่มีขนาดใหญ่และขนาดเล็กไปจนถึงขนาดของไมโครพลาสติก ที่ตกค้างบนพื้นผิวเหล่านั้น ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ แหล่งกำเนิดในส่วนนี้มักเป็นจุดที่ถูกละเลย รวมไปถึงการจัดการที่ไม่ถูกต้องในระบบรวบรวมน้ำฝน หรือหลุมฝังกลบขยะ เช่นเดียวกัน (Zhang et al., 2018)

คณะนักวิจัยจากยุโรป (Nizzetto, Bussi, Futter, Butterfield, & Whitehead, 2016) ได้อธิบายแบบจำลองทางทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นทางการเคลื่อนย้ายมลสารไมโครพลาสติกสู่แหล่งน้ำ ซึ่งได้

ทำนายว่าไมโครพลาสติกขนาดเล็กกว่า 0.2 มม. และมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะสามารถเคลื่อนที่สู่แหล่งน้ำธรรมชาติและไหลสู่ทะเลได้ง่ายและทันทีที่ไม่สามารถถูกกักเก็บได้ในที่พักน้ำเพื่อรอการบำบัด นอกเหนือจากขยะพลาสติกที่ตกค้างบนพื้นดินจะถูกชะแล้ว ยังมีไมโครพลาสติกประเภทที่เป็นยางรถและวัสดุอุปกรณ์ทางการจราจรที่ถูกชะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ มีการประมาณการจากการศึกษาแบบจำลอง พบว่า ยางรถและวัสดุอุปกรณ์ทางการจราจรเหล่านี้ ร้อยละ 42 ถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำและไหลออกสู่ทะเล (Siegfried, Koelmans, Besseling, & Kroeze, 2017)

ด้วยคุณสมบัติของพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา โดยเฉพาะอย่างยิ่งไมโครพลาสติกที่มีทั้งขนาดเล็กและเบา การเคลื่อนที่ด้วยการพัดพาของอากาศไปสู่สิ่งแวดล้อมทั้งน้ำ และดิน ย่อมเป็นส่วนสำคัญที่ควรพิจารณาเช่นเดียวกัน การเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดลมสามารถพัดพาเอาพลาสติกจากพื้นดิน ที่พักขยะ รวมไปถึงแหล่งจัดการขยะที่ขาดคุณภาพไปไกลจากแหล่งกำเนิดของตัวเอง มีการรายงานถึงการค้นพบไมโครพลาสติกในที่ห่างไกลจากชุมชนบ้านเรือน เช่น การพบไมโครพลาสติกตกลงมาจากอากาศ จำนวนมากถึง 365 ชิ้นต่อตร.กม. ที่ภูเขา Pyrenees ทางตอนใต้ของประเทศฝรั่งเศส (Leahy, 2019) ไมโครพลาสติกที่พบมีทั้งอยู่ในลักษณะที่เป็นเส้นใยและเป็นชิ้น เมือง Dongguang ประเทศจีน ก็มีการรายงานเช่นเดียวกันถึงการพบไมโครพลาสติก 31 – 43 ชิ้นต่อ ตร.ม. ต่อวันจากอากาศ (Cai et al., 2017) อย่างไรก็ตามไมโครพลาสติกที่ถูกจัดว่าเป็นมลพิษทางอากาศเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการศึกษาใหม่ที่จำเป็นต้องทำการขยายผลการศึกษาต่อไป

2.2.5 ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบจากพลาสติกและไมโครพลาสติกเป็นที่สนใจของนักวิชาการในวงกว้าง โดยเฉพาะไมโครพลาสติก เพราะมีคุณสมบัติต่างๆ ของพลาสติกแต่ละชนิดอย่างครบถ้วน ไม่แตกต่างจากพลาสติกนั้นๆ แต่ด้วยลักษณะที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มม. ทำให้เกิดการแพร่กระจายตัว และปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้ในวงกว้างมากกว่าเดิม หากตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเพิ่มโอกาสการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตซึ่งทำให้เกิดผลกระทบอันสามารถยกตัวอย่างได้ เช่น การเกิดรอยถลอกที่สร้างความเสียหายแก่เนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตหากรับเข้าสู่ร่างกาย การขัดขวางทางระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิต การเพิ่มอัตราการเสียชีวิต การลดความสามารถทางการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึม การปลดปล่อยสารปนเปื้อนเดิมแต่ต่างอื่น ๆ ที่เป็นพิษออกมาด้วย และการเป็นตัวกลางแก้มลพิษอื่น ๆ ตัวอย่างที่ยกขึ้นมานี้เป็นผลกระทบที่ขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง ประเภทของพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและความเข้มข้นที่พบด้วย (Zhang et al., 2018)

Cole et al. (2013) รายงานผลของไมโครพลาสติกชนิดโพลีสไตรีนหรือ PS ต่อแพลงก์ตอนสัตว์ 2 ชนิด ได้แก่ *Centropages typicus* และ *Calanus helgolandicus* พบว่ามีการสะสมไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อของแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งอาจส่งผลต่อการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร และพบว่า

แพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 2 ชนิดมีอัตราการสืบพันธุ์ลดลง ไม่มีขนาดเล็กลง มีอัตราการฟักเป็นตัวต่ำและมีอัตราการตายที่สูงขึ้น คณะของ Rist, Assidqi & Zamani (2016) พบว่า พลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ หรือ PVC ขนาด 1–50 ไมโครเมตรส่งผลกระทบต่อการทำงานของหัวใจ การกรองอาหาร การสร้างสารเมือก และเพิ่มอัตราการตายของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis: green mussel*) รวมไปถึงหอยนางรม (*Ostrea edulis* และ *Mytilus edulis*) ถูกรายงานว่าได้รับผลกระทบจากไมโครพลาสติกต่อระบบการกรองน้ำและอาหาร โดยทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น (Green, Boots, O'Connor, & Thompson, 2017)

แม้ว่าจะมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องและหลากหลายเกี่ยวกับผลกระทบของไมโครพลาสติก แต่ยังไม่สามารถใช้อ้างอิงได้โดยตรงถึงการประเมินผลกระทบที่แท้จริง เพราะยังต้องการจุดเชื่อมต่อการศึกษาระหว่างการศึกษากาสนามและการศึกษาเกี่ยวกับพิษวิทยาในหอยในห้วงปฏิบัติการ ในกรณีที่ประเมินผลกระทบเฉพาะตัวของไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำผิวดินเพียงอย่างเดียวอาจสามารถกล่าวได้ว่าผลกระทบดังกล่าวค่อนข้างต่ำ แต่อย่างไรก็ตามหากมีการพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ให้ลึกซึ้ง เช่น สันฐานวิทยาของไมโครพลาสติก หรือการส่งผ่านและปนเปื้อนต่อไปยังห่วงโซ่อาหารร่วมด้วยก็อาจจะมีการส่งผลกระทบที่สูงขึ้นซึ่งต้องระมัดระวังต่อไป นอกจากนี้ไมโครพลาสติกยังสามารถแตกตัวออกเป็นชิ้นที่เล็กกว่าเดิมได้อีกจนถึงขนาดที่เล็กกว่า 1 ไมโครเมตร เรียกว่า นาโนพลาสติก (Mitrano, 2019) ซึ่งพิจารณาว่าอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศมากกว่าไมโครพลาสติก และไม่สามารถตรวจสอบด้วยเครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ทั่วไป แต่หากต้องใช้เทคนิคการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ในขั้นที่สูงขึ้นไป การพบนาโนพลาสติกได้รับการยืนยันว่าสามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดทั่วไป และลอยตัวอยู่ในวงวนขนาดใหญ่ในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ (the North Atlantic Subtropical Gyre) (Hernandez, Yousefi, & Tufenkji, 2017)

ไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแทบทุกประเทศทั่วโลกและยังคงเป็นปัญหาที่ต้องการงานวิจัยเพื่อให้ได้วิธีการและกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการลดปริมาณของไมโครพลาสติกเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ลดปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม หรือกำจัดออกจากสิ่งแวดล้อม รวมทั้งยังมีความจำเป็นต้องศึกษาในเชิงลึกในด้านต่าง ๆ เช่น การสะสมการส่งถ่ายไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร และผลของไมโครพลาสติกทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิต

ในประเทศไทยนั้นพบว่าการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกมีจำนวนน้อยชิ้นโดยส่วนใหญ่เป็นการสำรวจการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมที่มุ่งเน้นการศึกษาวิจัยในทะเลจึงไม่ครอบคลุมในสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ ดิน แหล่งน้ำจืด (น้ำผิวดินและใต้ดิน) รวมไปถึงการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์ แมลง พืช อาหารและเครื่องดื่ม นอกจากนี้ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร ผลของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต รวมไปถึงวิธีการกำจัดหรือลดจำนวนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรเพิ่มงานวิจัยในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไมโครพลาสติกตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำเพื่อเป็นการหาแนวทางในการบรรเทา

ผลกระทบจากการปนเปื้อนไมโครพลาสติก และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการกับไมโครพลาสติกอย่างเหมาะสมและครอบคลุมทุกมิติ

งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์และคณะผู้วิจัยความมุ่งหวังในการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาจากแม่น้ำปิง ในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการนำไปศึกษาสถานการณ์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกของประเทศไทยต่อไป

