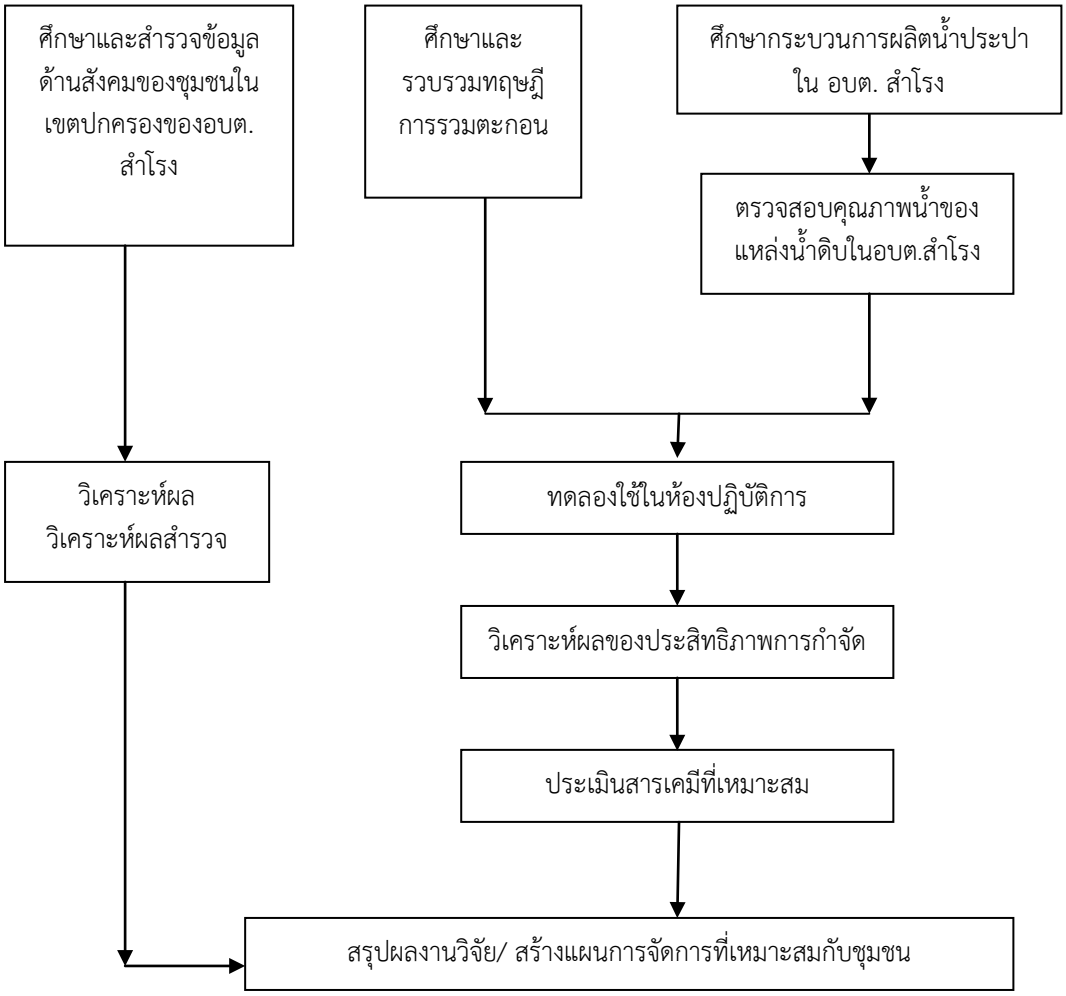
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการสร้างและรวมตะกอนสำหรับระบบผลิตน้ำประปาขององค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง อำเภอสำโรง จังหวัดอุบลราชธานี โดยการกำจัดความขุ่นและสารอินทรีย์ธรรมชาติด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอน (Coagulation – Flocculation process) เพื่อหาปริมาณของสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาแบบผิวดินขององค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง การใช้สารเคมีในกระบวนการข้างต้นเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นและสารอินทรีย์ธรรมชาติ ความเหมาะสมของต้นทุนการผลิตน้ำประปา และการปรับสภาพของน้ำเพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นการทดสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้นจึงมีความจำเป็นสูง แนวคิดดังกล่าวมีกรอบแนวทางการทำงานแสดงดังภาพที่ 2.1 เริ่มจากการศึกษาและรวบรวมทฤษฎีการรวมตะกอน การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน การดำเนินกิจกรรมของชุมชน การศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง ตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบในองค์การบริหารส่วนตำบลสำโรงที่ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาสำหรับใช้ในชุมชน การปรับสภาพของน้ำและการทดสอบในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นและสารอินทรีย์ธรรมชาติ ประเมินปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำและความคุ้มทุน หาข้อสรุปของผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่มของผลการวิจัย



ภาพที่ 2.1 แนวทางการทำงาน

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำผิวดิน สารอินทรีย์ธรรมชาติ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความพึงพอใจของประชาชนต่อการรับบริการน้ำประปา เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลของการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับ นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ความสำคัญของน้ำ

2.1.1 ความสำคัญของน้ำในด้านสุขภาพอนามัย

ศรีเชาวน์ วิหคโต และคณะ (2553) กล่าวว่า น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านสุขภาพอนามัย ใช้ประโยชน์จากน้ำเพื่อให้เกิดสุขภาพอนามัยที่ดีใน 3 ด้าน ได้แก่

1) ใช้เพื่อการบริโภค โดยทั่วไปคนปกติใช้น้ำเพื่อดื่มหรือบริโภคเฉลี่ยวันละ 3 ลิตร ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลและสภาพอากาศ น้ำที่ใช้บริโภคมีประโยชน์ต่อสุขภาพอนามัยหลายประการ ที่สำคัญ คือ ช่วยให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ปกติและมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้น ถ้าร่างกายขาดน้ำหรือเสียความสมดุลของน้ำในร่างกายจะเกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยด้วย เช่น ผิวแห้งแตก เป็นแผลได้ง่าย เกิดความไม่สวยงามและอาจทำให้เชื้อโรคผ่านทางผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าดื่มน้ำเพียงพอจะทำให้ร่างกายเปล่งปลั่งสวยงามและสามารถป้องกันโรคได้ นอกจากนี้น้ำยังช่วยในการขับถ่ายอุจจาระให้สะดวกและปกติ ถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ท้องผูกได้ง่าย ในส่วนของการไหลเวียนของเลือด เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเลือดซึ่งทำหน้าที่นำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงเนื้อเยื่อเซลล์หรืออวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งทำให้ร่างกายเจริญเติบโตและมีชีวิตอยู่โดยปกติสุข แต่ในทางกลับกันถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ปริมาณของเลือดลดลง และทำให้การนำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงร่างกายลดลงด้วย ทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติ การที่ร่างกายขาดออกซิเจนจะทำให้เสียชีวิตในที่สุด ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่าถ้าร่างกายขาดน้ำเพียง 2-3 วัน อาจจะทำให้เสียชีวิตได้ ในขณะที่ถ้าร่างกายขาดอาหารยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นเดือน

2) ใช้เพื่อการอุปโภค คือ เพื่อทำความสะอาดชำระร่างกาย และการทำความสะอาดเสื้อผ้า สิ่งของ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อให้มีสุขภาพที่ดี

3) ใช้เพื่อการนันทนาการและการกีฬา ซึ่งมีผลต่อสุขภาพอนามัยที่ดี แหล่งน้ำต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตก ทะเล แม่น้ำ เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจที่สำคัญ เพราะแหล่งน้ำดังกล่าวมีทิวทัศน์ธรรมชาติที่สวยงาม อีกทั้งยังให้ความเพลิดเพลินและความสุขทางใจได้เป็นอย่างดี

2.1.2 ความสำคัญของน้ำในด้านเศรษฐกิจ

น้ำเป็นวัตถุดิบที่สำคัญยิ่งในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ทางด้านเศรษฐกิจ เช่น

1) การเพาะปลูก น้ำเป็นปัจจัยหลักในการเพาะปลูก การมีน้ำเพียงพอจะช่วยให้มีผลผลิตที่ดีในทางตรงกันข้ามถ้าขาดแคลนน้ำ จะส่งผลให้เกิดความเสียหาย รายได้ลดลงส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอีกด้วย

2) การปศุสัตว์ สำหรับเป็นน้ำดื่มของสัตว์ ทำความสะอาดสัตว์ คอกหรือที่อยู่อาศัยของสัตว์ เพื่อให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ดีและป้องกันโรคที่เกิดจากสัตว์อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะตลอดจนการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้อีกทางหนึ่งด้วย

3) การประมง

4) การอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในการหล่อเย็นเครื่องจักร การชำระล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ หรือเป็นส่วนผสมในการผลิตของอุตสาหกรรม

5) การท่องเที่ยว

2.1.3 ความสำคัญของน้ำในด้านสาธารณูปโภค

สาธารณูปโภคเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายให้กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งน้ำได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องด้วย เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง เป็นต้น

2.1.4 ความสำคัญของน้ำในด้านระบบนิเวศน์

ธรรมชาติของน้ำจะมีการเปลี่ยนสภาพ จากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่งหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักร ถ้าเริ่มต้นที่ผิวโลกก็จะเห็นว่าน้ำอยู่ตามแหล่งต่างๆ เช่น ในแม่น้ำ ทะเล เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จนระเหยเป็นจากสภาพของเหลวกลายเป็นไอลอยสู่บรรยากาศเบื้อง

บน ไอน้ำที่อยู่ในบรรยากาศนี้นอกจากจะมาจากการระเหยจากแหล่งน้ำต่างๆ แล้ว มีบางส่วนได้มาจากการคายน้ำของพืชและการระเหยในขณะที่ฝนกำลังตก เมื่อไอน้ำลอยตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ ความร้อนของไอน้ำจะลดลงเป็นปฏิภาคกัน เมื่อกระทบกับบรรยากาศเบื้องบนซึ่งเย็นกว่าไอน้ำจะจับกันเป็นกลุ่มก้อนกลายเป็นเมฆฝน มีน้ำหนักมากขึ้นและลดระดับเคลื่อนตัวต่ำลงมาตามแรงดึงดูดของโลก เมื่อเมฆเคลื่อนตัวต่ำลงมานั้นจะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นโลกในที่สุด น้ำส่วนหนึ่งจะซึมลงไปอยู่ใต้ดิน และบางส่วนจะถูกพืชดูดซึมไปเป็นอาหารและเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์อีกครั้ง น้ำในสภาพต่างๆ ดังกล่าวนี้จะระเหยเป็นไอกลับไปอยู่ชั้นบรรยากาศอีกหมุนเวียนกันอยู่เช่นนี้ตลอดไป

2.2 แหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค

2.2.1 น้ำฝนหรือน้ำจากบรรยากาศ (Rain water or precipitation water)

น้ำฝน หมายถึง น้ำทั้งหมดที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆโดยตรง เช่น น้ำฝน หิมะ เป็นต้น แต่เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติในการละลายสิ่งต่างๆ ได้ดี จึงอาจดูดซับแก๊สต่างๆ จากบรรยากาศ ถ้าเป็นบรรยากาศบริเวณทะเลหรือมหาสมุทรที่มีการฟุ้งกระจายก็อาจดูดซับเกลือต่างๆ นอกจากนี้ถ้าน้ำฝนตกผ่านบรรยากาศที่สกปรกอาจทำให้น้ำฝนนั้นมีความสกปรกได้ แต่อาจจะมีปริมาณความสกปรกไม่มากเกินมาตรฐานน้ำดื่มน้ำใช้ และถ้ามีการเก็บกักน้ำฝนดังกล่าวไว้ในภาชนะที่สะอาดก็อาจนำน้ำฝนมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพ

2.2.2 น้ำผิวดิน (Surface water)

น้ำผิวดิน หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ เป็นต้น น้ำผิวดินจะรวมทั้งน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ดังเห็นได้จากลำธารหรือลำห้วยที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดปี การไหลนองบนพื้นดิน ทำให้น้ำผิวดินได้รับความสกปรกจากสิ่งแวดล้อมในรูปต่างๆ กัน น้ำผิวดินอาจมีความขุ่นและสารอินทรีย์สูง ปริมาณเกลือแร่ในน้ำอาจมีมากหรือน้อยก็ได้ นอกจากนี้ยังชะล้างสารพิษต่างๆ จากบริเวณเกษตรกรรมให้ไหลมาปนเปื้อนในน้ำผิวดิน หรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งปล่อยน้ำเสียที่ประกอบด้วยสารพิษหลายชนิดก็ไหลมาปนเปื้อนอยู่ในน้ำผิวดินได้เช่นกัน

ราตรี ภารา (2540) กล่าวว่า การนำน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาใช้ในการผลิตน้ำประปานั้นอาจมีการขุดลอก ขุดขยายพื้นที่แหล่งน้ำ หรือจัดสร้างแหล่งน้ำใหม่เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ สามารถจำแนกแหล่งน้ำผิวดินได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) แหล่งน้ำที่อยู่นิ่ง เป็นแหล่งน้ำปิดที่อาจมีทางติดต่อกับแม่น้ำ ลำธาร หรือบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงในบางแห่งอาจได้รับน้ำจากน้ำฝนแต่เพียงอย่างเดียว แต่บางแห่งได้รับน้ำจากการท่วมท้นของแม่น้ำและการไหลมาโดยลำธารหลายสาย แหล่งน้ำนิ่งจะไม่มีการขึ้นลงของน้ำ โดยน้ำจะเคลื่อนที่ได้ส่วนใหญ่เกิดจากกระแสลม แหล่งน้ำนิ่งที่สำคัญ ได้แก่ ทะเลสาบ บึง แหล่งน้ำท่วมถึง เป็นต้น

2) แหล่งน้ำที่มีการไหล การตรวจว่าแหล่งน้ำเพียงพอหรือไม่ต้องตรวจสอบว่ามีปริมาณน้ำเพียงพอสามารถใช้ได้ตลอดปี เพราะน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำผิวดินอาจไม่เพียงพอในช่วงฤดูแล้งต้องมีการปรับปรุงหรือก่อสร้างเพิ่มเติมเพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับการผลิตน้ำประปาตลอดปี

2.2.3 น้ำใต้ดิน (Ground water หรือ underground water)

น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำที่อยู่ตามรูพรุนของดิน หิน กรวด หรือทราย ซึ่งอยู่ใต้ผิวโลก น้ำใต้ดินเกิดจากการที่น้ำฝนหรือน้ำจากบรรยากาศในรูปอื่น ๆ ตกลงสู่พื้นผิวโลกและบางส่วนได้จากแหล่งน้ำผิวดินไหลซึมลงสู่เบื้องต่ำและน้ำจะถูกกักไว้ตามช่องว่างหรือรูพรุน จนถึงชั้นของดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ แหล่งน้ำดังกล่าว ได้แก่ น้ำพุ น้ำบ่อ บ่อน้ำซับ เป็นต้น

2.3 ลักษณะสมบัติของน้ำ (Characteristic of water)

ชื่นจิต ชาญชิตปรีชา และคณะ (2553) กล่าวว่า เพื่อความสะดวกต่อการเลือกใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำจึงจัดแบ่งประเภทของคุณลักษณะของน้ำไว้เป็น 3 ประเภท คือ ลักษณะ สมบัติทางกายภาพ หรือฟิสิกส์ ลักษณะสมบัติของน้ำทางเคมี และลักษณะสมบัติของน้ำทางชีวภาพ ดังนี้

2.3.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ (Physical Characteristics)

ลักษณะทางกายภาพของน้ำ หมายถึง ลักษณะความสกปรกในน้ำที่ปรากฏให้เห็นด้วยตา ให้รู้รส หรือดมกลิ่นได้ ลักษณะเหล่านี้ ได้แก่ สี ความขุ่น รส กลิ่น และอุณหภูมิ สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ดังต่อไปนี้

1) ความขุ่น (Turbidity) หมายถึง การที่น้ำมีพวกสารแขวนลอยอยู่ในน้ำบดบังแสง ทำให้ไม่สามารถมองลงไปในระดับน้ำที่ลึกได้สะดวก สารแขวนลอยที่ทำให้น้ำมีความขุ่น ได้แก่ ดินละเอียด อินทรียสาร อนินทรียสาร แพลงตอนท์ และจุลินทรีย์ สารพวกนี้อาจมีบางพวกกระจายแสงบางพวกดูดซึมแสง ความขุ่นของน้ำ มีความสำคัญต่อปัญหาทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในด้านความน่าใช้

2) สี (Color) สีในน้ำตามธรรมชาติเกิดจากการหมักหมมทับถมของพืช ใบไม้ เศษวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของสีในน้ำ ถ้าเป็นสีที่เกิดโดยธรรมชาติเกิดจากการสลายของพืช ใบไม้ ใบหญ้า นั้นถึงแม้จะไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค แต่เนื่องจากสีของมันเป็นสีเหลืองน้ำตาล จึงอาจทำให้เกิดความรู้สึกที่ไม่ต้องการใช้น้ำดังกล่าวบริโภค จำเป็นต้องกำจัดออก ถ้ามีปริมาณมากสีของน้ำสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ สีแท้ (True Color) และสีปรากฏ (Apparent Color)

3) กลิ่น (Odor) เกิดจากการที่น้ำมีจุลินทรีย์ เช่น สาหร่าย ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของกลิ่นในน้ำ ทำให้น้ำนั้นไม่น่าใช้สอย

4) รสชาติ (Taste) เกิดจากการละลายน้ำของพวกเกลืออนินทรีย์ เช่น ทองแดง ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของรสชาติในน้ำทำให้น้ำไม่น่าดื่มและไม่น่าใช้

5) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำอาจเกิดจากธรรมชาติ หรือจากการที่น้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติ ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของอุณหภูมิในน้ำนั้นอาจเป็นผลกระทบในทางอ้อม มีผลต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในแหล่งน้ำ เช่น พวกปลาบางชนิดอาจจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ มีผลต่อการทำปฏิกิริยาต่อการใช้เคมีกับน้ำ เช่น การปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารเคมี

2.3.2 ลักษณะสมบัติทางด้านเคมี (Chemical Characteristics)

ชื่นจิต ชาญชิตปรีชา และคณะ (2553) กล่าวว่า ลักษณะสมบัติของน้ำทางด้านเคมี คือ คุณสมบัติของน้ำที่มีองค์ประกอบของสารเคมีและอาศัยหลักการหาโดยปฏิกิริยาเคมี พบว่าส่วนใหญ่ในน้ำถูกกำหนดปริมาณโดยข้อบังคับที่เกี่ยวกับน้ำสำหรับบริโภค ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ความกระด้าง ความเป็นด่าง ความเป็นกรด เป็นต้น

1) ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ หรือค่าพีเอช น้ำที่บริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของพีเอชในน้ำ ถ้ามีพีเอชต่ำมากจะมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนอาจทำให้เกิดการกัดกร่อนท่ออุปกรณ์ หรือภาชนะต่างๆ ได้

2) ความกระด้างของน้ำ เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2550) กล่าวว่า น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วทำให้เกิดฟองได้ยาก ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

ความกระด้างชั่วคราว (Carbonate hardness) เป็นความกระด้างของน้ำที่ประกอบด้วย แคลเซียมและแมกนีเซียมไปรวมกับพวกอัลคาไลนิตี้ คือ ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ไอออน ความกระด้างแบบนี้สามารถกำจัดออกได้ง่ายด้วยวิธี การต้มเพื่อทำให้พวกคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ตกตะกอนซึ่งได้แคลเซียมคาร์บอเนต หรือการเติมปูนขาวลงไปเพื่อให้เกิดการตกตะกอน นำความกระด้างชั่วคราวออกจากน้ำได้ และอาจเติมคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปด้วยเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีตะกอนเกิดขึ้น

ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness) เป็นความกระด้างของน้ำที่ประกอบด้วย แคลเซียมและแมกนีเซียมไปรวมกับไอออนลบจำพวกซัลเฟต ไนเตรต และคลอไรด์ ความกระด้างแบบนี้สามารถกำจัดออกได้ง่ายด้วยวิธี การเติมโซเดียมคาร์บอเนตหรือที่เรียกว่าโซดาไฟ และอาจต้องใช้ปูนขาวเข้าช่วยในการกำจัดความกระด้างถาวรโดยเฉพาะน้ำที่มีแมกนีเซียมอยู่ และอาจต้องเติมคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปด้วยเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีตะกรันเกิดขึ้น หรือใช้วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน ที่ใช้เครื่องกำจัดความกระด้างที่เรียกว่า Zeolite exchange ซึ่งจะทำการกำจัดพวกไอออนของแคลเซียม แมกนีเซียมและไอออนอื่นๆ ออกจากน้ำโดยระดับความกระด้างของน้ำสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับความกระด้างของน้ำ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2550)

ประเภทของน้ำ	ระดับความกระด้าง (มก./ลิตร ของแคลเซียมคาร์บอเนต)
น้ำอ่อน	0 - 40
น้ำกระด้างพอประมาณ	40 - 100
น้ำกระด้าง	100 - 300
น้ำกระด้างมาก	300 - 500
น้ำกระด้างมากมาก	> 500

3) ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) หมายถึง ปริมาณความจุของกรดเข้มข้นที่ทำให้น้ำเป็นกลางโดยอาศัยพีเอช หรือเป็นการหาว่าน้ำจะต้องใช้กรดทำให้เป็นกลางเท่าไร

4) ความเป็นกรดของน้ำ (Acidity) หมายถึง ปริมาณความจุที่ต้องการใช้ด่างเข้มข้นในการทำให้น้ำเป็นกลางที่บ่งชี้ได้โดยค่าพีเอช

5) เหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese) ธาตุเหล็กโดยทั่ว ๆ ไปจะอยู่ในรูปแบบสารไม่ละลายน้ำ ถ้าอยู่ในน้ำและแร่ธาตุจะอยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำ เหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในน้ำตามธรรมชาติแล้วไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค

6) คลอไรด์ (Chloride) ที่ละลายอยู่ในน้ำตามธรรมชาติจะละลายอยู่ในปริมาณความเข้มข้นแตกต่างกันไป

7) ฟลูออไรด์ (Fluoride) โดยทั่วไปแล้วในน้ำตามธรรมชาติมักไม่มีฟลูออไรด์ละลายอยู่ แต่เนื่องจากมีความสำคัญต่อสุขภาพฟัน ถ้ามีน้อยเกินไปอาจทำให้เกิดโรคฟันเปราะหักง่าย แต่ถ้ามีมากเกินไปจะก่อให้เกิดโรคฟันลายได้

8) ทองแดง (copper) การที่ในน้ำมีทองแดงเช่นเดียวกันกับตะกั่ว คือ มักไม่เกิดจากธรรมชาติมีสาเหตุจากกิจกรรมมนุษย์

9) สังกะสี (Zinc) โดยทั่วไปในน้ำผิวดินตามธรรมชาติมักจะมีปริมาณสังกะสีอยู่ปริมาณน้อย การเกิดสังกะสีอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น เกิดจากการกัดกร่อนท่อน้ำหรือภาชนะที่ทำด้วยทองแดง

10) ไนไตรต์ (Nitrite) ไนไตรต์เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในการออกซิเดชั่นแอมโมเนีย และอาจเปลี่ยนเป็นไนเตรต (Nitrate) ที่มีสภาพเสถียรมากกว่า ไนเตรตมีอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณน้อยมากอาจเกิดจากพืชหรือสัตว์น้ำที่มีอินทรีย์

11) แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) เป็นแก๊สที่มักพบในน้ำใต้ดินโดยธรรมชาติซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์และจุลินทรีย์

12) สารหนู (Arsenic) เกิดจากน้ำตามธรรมชาติที่ไหลผ่านชั้นใต้ดินหรือหินที่มีสารหนู

13) พวกไตรฮาโลมีเทน (Thihalomethans, THMs) เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนหรือพวกฮาโลเจนอื่นๆ กับสารฮิวมิคและฟัลวิคหรือเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์อื่นๆ

2.3.3 คุณลักษณะของน้ำทางด้านชีวภาพ

คุณลักษณะของน้ำทางด้านชีวภาพ หมายถึง การที่น้ำมีสิ่งมีชีวิตต่างๆ อยู่ในน้ำ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำมีมากตั้งแต่ พืชน้ำ สัตว์น้ำ แพลงก์ตอน และจุลินทรีย์

1) จุลินทรีย์ไม่ก่อเกิดโรค (Non-phathogenic Microorganism) ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่ายหรือราบางชนิด

2) จุลินทรีย์ก่อเกิดโรค (Pathogenic Microorganism) มีมากมายหลายชนิดที่ก่อให้เกิดอาการของโรคอย่างรุนแรงถึงขั้นตายได้ และมีอาการถึงเจ็บป่วยเพียงเล็กน้อย ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว และหนอนพยาธิ เพราะน้ำเป็นตัวแพร่กระจายโรคบางชนิดได้ดี ดังนี้

ก. ไวรัส (Virus) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากที่สุด ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไวรัสอาจพบแพร่กระจายในน้ำแล้วทำให้เกิดโรคในมนุษย์

ข. แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดโตกว่าไวรัสมาก มองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาส่องได้ มีเซลล์เดียว ส่วนใหญ่เป็นโรคที่สามารถป้องกันรักษาได้ ได้แก่ อหิวาตกโรค โรคไข้ไทฟอยด์ โรคบิด

ค. โปรโตซัว (Protozoa) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า โปรโตซัวที่ทำให้เกิดโรค ได้แก่ โรคบิดชนิดอามีบา โรคจิอาร์เดีย ทำให้เกิดท้องเสีย ท้องร่วง ปวดท้อง

ง. หนอนพยาธิ (Helminth) จัดเป็นพวกปรสิตต้องอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้แก่ พยาธิตัวกลม พยาธิตัวแบน และพยาธิใบไม้

2.4 กระบวนการและทฤษฎีที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

2.4.1 กระบวนการสร้างและรวมตะกอน

แหล่งน้ำตามธรรมชาติประกอบด้วยน้ำ 2 ประเภทได้แก่ น้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน น้ำผิวดินส่วนใหญ่ใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำประปา ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ห้วย ลำธาร ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร โดยองค์ประกอบของน้ำมีหลายประการที่อาจเป็นปัจจัยในการผลิตน้ำประปาโดยเฉพาะกระบวนการรวมตะกอน ได้แก่ สารที่ก่อให้เกิดความขุ่นในน้ำพวกคอลลอยด์ที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ มีสองประเภท คือ พวกที่เกลียดน้ำ (Hydrophobic colloid) และพวกที่ชอบน้ำ (hydrophilic colloid) สารคอลลอยด์พวกที่เกลียดน้ำมีทั้งประจุบวกและลบ สามารถกำจัดได้โดยการเติมสารอิเลคโทรไลท์ทำให้เกิดการรวมตะกอนและเกิดการตกตะกอนในที่สุด สารคอลลอยด์พวกที่ชอบน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น สบู่ แป้ง โปรตีน ซึ่งยากต่อการกำจัดต้องรวมตัวกับโลหะหนักที่มีประจุ +3 เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก กลายเป็นเกลือซึ่งไม่ละลายน้ำ

สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural Organic Matter, NOM) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีผลต่อการรวมตะกอนในกระบวนการตกตะกอน สารอินทรีย์ธรรมชาติเกิดจากการผสมผสานกันของสารเชิงซ้อนของซากพืชซากสัตว์ที่มีการทับถมกันในธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญหลัก ๆ จะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิดและลักษณะโครงสร้างทั่วไปทางเคมี อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปถือว่าองค์ประกอบหลักของ NOM ประกอบด้วย คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน บางแหล่งอาจมี ไนโตรเจน และ ซัลเฟอร์ อยู่ด้วยซึ่งขึ้นกับลักษณะของแหล่งน้ำ สารอินทรีย์ธรรมชาติทำให้เกิดสีเนื่องจากองค์ประกอบของสารที่มีสีและไม่มีสี สารอินทรีย์ธรรมชาติที่มีสี ได้แก่ กรดฮิวมิก (humic acid) และกรดฟัลวิค (fulvic acid) จัดอยู่ในกลุ่มของสารฮิวมิก (humic substances) องค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ไม่มีสีจัดว่าเป็นพวกไม่ใช่สารฮิวมิก (non-humic substances) ได้แก่ โปรตีน กรดอะมิโนและคาร์โบไฮเดรต กรดฮิวมิกจัดว่าเป็นสารที่เกลียดน้ำหรือ (hydrophobic) กรดฟัลวิคเป็นสารที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ส่วนการวิเคราะห์สารฮิวมิก สามารถทำได้โดยทางอ้อม เช่น การวัดปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนละลาย (dissolved organic carbon, DOC) และการวัดค่าการดูดกลืนแสงของ UV_{254} (254 nm wavelength) เป็นค่าการดูดกลืนแสงของพันธะคู่ (double bond) ของโครงสร้างของสารอินทรีย์ธรรมชาติ

กรดฮิวมิกเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของธาตุ C, H, O, N, S และอาจมีธาตุอีกหลายธาตุเป็นองค์ประกอบรอง มีสีตั้งแต่สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ กรดฮิวมิกสามารถทำการออกฤทธิ์หรือส่วนที่ทำปฏิกิริยาได้ เรียกว่า reactive group หรือ functional groups ได้แก่ carboxyl

groups, aliphatic และ cations มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำ ค่าฟังก์ชันนัลกรุ๊ปของสารอินทรีย์ในน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำ ส่งผลต่อปัจจัยการรวมตะกอนของกระบวนการผลิตน้ำประปา

กระบวนการบำบัดน้ำเบื้องต้นในกระบวนการผลิตน้ำประปาด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนโดยการเติมสารช่วยในการสร้างตะกอน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในน้ำและการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติ การใช้ปริมาณสารที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการสร้างและรวมตะกอน การเติมสารเคมีลงไปในน้ำเพื่อเพิ่มจำนวนประจุบวกในน้ำ ทำให้เกิดการลดแรงผลักของอนุภาคที่ส่งผลให้อนุภาคอยู่ห่างกัน การลดแรงผลักนั้นทำให้อนุภาคเคลื่อนตัวเข้าหากันและอนุภาคเข้ามาเกาะกันมากขึ้น ขณะที่มีสารเคมีเข้ามาสัมผัสกับอนุภาคในขั้นนี้การผสมอย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทำให้การกระจายของสารเคมีเป็นไปได้อย่างดี และเป็นการเพิ่มโอกาสให้อนุภาคต่าง ๆ เข้าทำปฏิกิริยากันมากขึ้น กระบวนการนี้เกิดขึ้นในระยะเวลาอันสั้น อาจจะน้อยกว่าวินาที ผลที่ได้คือการเกิดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากเกิดการสูญเสียการคงตัวโดยการลดแรงผลักของประจุลงเกิดการทำลายเสถียรภาพ (Destabilized) บนผิวของคอลลอยด์แล้ว ต่อมาทำให้เกิดกลุ่มตะกอน (floc) หรือเรียกว่า กระบวนการรวมตะกอน (flocculation) โดยกลไกการเกิดของกลุ่มตะกอน (floc) นั้นเกิดจากการเชื่อมโยงของสารเคมี หรือ เรียกว่า กลไกสะพานเชื่อมทางเคมี (chemical bridging mechanism) การเกิดกลุ่มตะกอน (floc) โดยการผสมเบา ๆ และใช้เวลานานเพื่อที่จะเปลี่ยนอนุภาคจากขนาดเล็กให้เป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งมองเห็นได้และเกิดการตกตะกอนอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นกระบวนการสร้างและรวมตะกอนเกิดขึ้นเมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำ เพื่อทำลายประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้อนุภาคเกาะกันเป็นกลุ่มอนุภาคใหญ่ขึ้น อัตราเร็วของการตกตะกอนเกิดเร็วยิ่งขึ้นในถังตกตะกอน การเติมสารเคมีหรือเรียกว่า เคมิคอลโคแอกกูเลชัน (Chemical Coagulation) และการทำให้ตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยการใช้สารเคมี เรียกว่า สารทำให้ตกตะกอน (Coagulant หรือ flocculating agent)

ปฏิกิริยาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการตกตะกอนโดยวิธีเคมี ส่วนใหญ่สารที่ทำให้ตกตะกอนที่นิยมใช้ ได้แก่ เฟอร์ริกคลอไรด์ หรืออะลูมิเนียมซัลเฟต ซึ่งมีปฏิกิริยาในกระบวนการตกตะกอนทางเคมีของสารทั้งสองตัวนี้เหมือนกัน เนื่องจากอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ใช้กันส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารส้ม (Alum) $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14\ H_2O]$ การเติมอะลูมิเนียมซัลเฟตลงไปในน้ำในถังกวนเร็วทำให้โมเลกุลของสารสลายตัว อะลูมิเนียมไอออน (Al^{3+}) และซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) เกิดสารเชิงซ้อน (complex) ซึ่งเกิดจากการไฮโดรไลซีสของอะลูมิเนียม เช่น $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_3$, $Al(OH)_4^-$ ผลิตภัณฑ์ของการไฮโดรไลซีสบางตัวจะรวมกันเป็นโซ่ยาวของโพลิเมอริกอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Polymeric aluminium hydroxide) ซึ่งมีประจุมากขึ้น พวกที่มีประจุบวกอาจจะรวมกับคอลลอยด์ซึ่งมีประจุลบเพื่อทำให้ประจุบนอนุภาคคอลลอยด์สะเทินทำให้เกิดอัคโกเมอเรชั่น (agglomeration) ของคอลลอยด์เกิดเป็นก้อนใหญ่ขึ้น

$$Al^{3+} + \underset{\text{---------}}{\overset{\text{---------}}{\text{-colloid-}}} \longrightarrow \underset{\text{---------}}{\overset{\text{---------}}{\text{Al colloid -}}}$$

ค่าพีเอชของน้ำมีความสำคัญมากในการบอกว่ามีผลิตภัณฑ์ชนิดไหนจากการไฮโดรไลซีสที่เกิดขึ้นมากกว่าชนิดอื่น ถ้าพีเอชต่ำพวกที่มีประจุบวกจะเกิดมาก โดยทั่วไปสารเชิงซ้อนที่มีประจุบวกมากจะให้ผลในการเพิ่มทั้งปริมาณและอัตราเร็วของการตกตะกอน พวกไอออนที่มีประจุลบบางตัว เช่น ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) หรือ ฟอสเฟตไอออน (PO_4^{3-}) สามารถรวมตัวกับไอออนที่มีประจุบวกเกิดเป็นสารเชิงซ้อนเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งผลของการตกตะกอน และพีเอชที่เหมาะสมที่สุดที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้น ถึงแม้ว่าปฏิกิริยาเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาทางเคมี แต่ปฏิกิริยาทั้งหมดในการตกตะกอนค่อนข้างซับซ้อน การดูดซึมของไอออนและคอลลอยด์จึงมีความสำคัญมากในกระบวนการนี้

นอกจากอะลูมิเนียมไอออน (Al^{3+}) สามารถจับกับอนุภาคคอลลอยด์ ดังสมการข้างต้นแล้ว Al^{3+} ยังทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ในน้ำกลายเป็นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($Al(OH)_3$) เป็นตะกอนเล็กๆ รวมตัวกับอนุภาคชนิดอื่นเกิดเป็นตะกอนที่มีประจุบวก และไปจับกับอนุภาคขนาดใหญ่ได้ ดังสมการ

$$Al(OH)_3 + \text{positive ion} \longrightarrow [Al(OH)_3]^+$$

$$[Al(OH)_3]^+ + \text{colloid-} \longrightarrow Al(OH)_3\ \text{colloid-}$$

$[Al(OH)_3]^+$ ที่เหลืออยู่จะทำปฏิกิริยากับอนุภาคลบอื่น เช่น ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-})

$$[Al(OH)_3]^+ + SO_4^{2-} \longrightarrow [Al(OH)_3]\downarrow + \text{adsorbed sulfate}$$

เนื่องจาก Al^{3+} มีประสิทธิภาพสูงกว่า $[Al(OH)_3]^+$ ในการทำลายประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ ดังนั้น เมื่อเติมสารละลายสารส้ม (alum) ลงไปจะต้องผสมอย่างรวดเร็วทันที ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาในกรณีแรกให้มากที่สุด โดยทั่วไปเวลาที่ใช้ในการกวนเร็ว (rapid mix) ประมาณ 10 วินาที

เมื่ออนุภาคคอลลอยด์จับกันเป็นกลุ่ม floc เล็กๆ ซึ่งมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องลดอัตราเร็วในการผสมเปลี่ยนมาเป็นการกวนช้า (slow mix) เพื่อไม่ให้กลุ่ม floc เล็กๆ ที่เกิดขึ้นแตกตัว และเพื่อให้กลุ่มอนุภาคที่เกิดขึ้นมีโอกาสสัมผัสกันจับกันเป็นตะกอนใหญ่เวลาที่ใช้ในการกวนช้า (Slow mix) ประมาณ 20-30 นาที ตะกอนที่เกิดขึ้นแยกออกได้โดยการตกตะกอนในถังตะกอน

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอาจแสดงโดยสมการอย่างง่ายใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตเป็นตัวทำให้เกิดการตกตะกอน เมื่อเติมอะลูมิเนียมซัลเฟตลงในน้ำจะรวมกับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เกิดเป็น $Al(OH)_3$, H^+, SO_4^{2-} ดังสมการ

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 6\,H^+ + 3SO_4^{2-}$$

เมื่ออะลูมิเนียมซัลเฟตหรือสารส้ม (alum) ละลายน้ำจะเกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งทำให้พีเอชลดลงจนกระทั่งถึงจุดที่ทำให้อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ไม่เกิดจนกว่า H^+ จะถูกกำจัดออกด้วยความเป็นด่างในน้ำเนื่องจากไบคาร์บอเนตจะช่วยไม่ให้พีเอชลดลงโดยทำลาย H^+ เสียก่อน ดังสมการนี้

$$HCO^-_3 + H^+ \longrightarrow H_2CO_3 \longleftrightarrow CO_2 + H_2O$$

เพื่อให้เป็นทิศทางการหาปริมาณ (Quantitative aspect) อาจเขียนสมการในรูปของโมเลกุล ดังนี้

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3\,H_2SO_4$$
$$2\,Ca(HCO_3)_2 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 3CaSO_4 + 6\,CO_2 + 6H_2O$$
$$Al_2(SO_4)_3 + 3\,Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$$

เขียนสมการความสัมพันธ์ของน้ำหนักสาร ได้ดังนี้

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14\,H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6\,CO_2 + 14\,H_2O$$
$$600 \qquad 3 \times 100 = 300 \qquad 6 \times 44 = 264$$

น้ำหนักโมเลกุลโดยประมาณของ alum = 600 g/mol ส่วน $Ca(HCO_3)_2$ แทนค่าความเป็นด่างในน้ำ ซึ่งบอกในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 100 g/mol ดังนั้น จะได้

600 ส่วน ของ alum จะทำลาย 300 ส่วนของ alkalinity และให้ 264 ส่วนของ CO_2

หรือ 1 mg/l ของ alum จะทำลาย 0.5 mg/l ของ alkalinity และให้ 0.44 mg / l ของ CO_2

ภายหลังจากเติมตัวทำให้ตกตะกอนลงไปในน้ำแล้วพีเอชของน้ำจะลดลง และ $Ca(HCO_3)_2$ จะถูกเปลี่ยนไปเป็น $CaSO_4$ ซึ่งเป็นความกระด้างถาวร จึงถือว่าเป็นข้อเสียจากการกำจัดความกระด้าง ในกรณีที่ความเป็นด่างในน้ำไม่เพียงพอต้องเติมด่างลงไปอาจเป็นในรูปของปูนขาวหรือโซดาแอชได้ ปฏิกิริยาที่เกิดเป็นดังนี้

$$Al_2(SO_4)_3 + 3\,Ca(OH)_2 \longrightarrow Al(OH)_3 + 3\,CaSO_4$$

$$Al_2(SO_4)_3 + 3\,Na_2CO_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3\,Na_2SO_4 + 3\,CO_2$$

การตกตะกอนจะได้ผลดีที่สุดที่ค่าพีเอชช่วงหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำให้ตกตะกอนที่ใช้ พีเอชส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 5-6.5 สำหรับสารส้มค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5-7 อนุภาคคอลลอยด์บางชนิดตกตะกอนได้ยากถ้าใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว ในกรณีนี้ต้องใช้ Coagulant aid หรือสารช่วยให้ตกตะกอน ซึ่งเป็นสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยให้อนุภาคคอลลอยด์จับตัวกันได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น coagulant aid ที่ใช้กันมาก ได้แก่ polyelectrolyte ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีกลุ่มอนุภาคซึ่งแตกตัวให้ประจุไฟฟ้ามาก polyelectrolyte มี 3 ชนิด คือ anionic (แตกตัวให้ประจุลบ) cationic (แตกตัวให้ประจุบวก) และ nonionic (แตกตัวให้ทั้งประจุลบและบวก)

การใช้สารเคมีเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) มีฤทธิ์กัดกร่อนถ้ามีความชื้นอยู่ด้วย สาร $FeCl_3$ จะทำปฏิกิริยากับความเป็นด่างในน้ำ เกิดเป็นเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ [$Fe(OH)_3$] ตามทฤษฎี

1 ppm ของ $FeCl_3$ จะทำปฏิกิริยากับ 0.92 ppm alkalinity as $CaCO_3$ และ 0.72 ppm 95 % hydrated lime

โดยทั่ว ๆ ไปเฟอร์ริกโคแอกกูแลนต์ (Ferric coagulant) จะทำงานที่พีเอชต่ำกว่าเกลือของอะลูมิเนียมและสามารถใช้ในช่วงพีเอชที่กว้างกว่า คือ ตั้งแต่ 4-11 ที่พีเอชต่ำ เฟอร์ริกโคแอกกูแลนต์ (ferric coagulant) ใช้ได้ดีในการกำจัดสีและที่พีเอชสูงใช้ได้ดีในการกำจัดเหล็ก แมงกานีส ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดสี นอกจากนี้ กลุ่มตะกอนเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ($Fe(OH)_3$ floc) ยังหนักกว่ากลุ่มตะกอนอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($Al(OH)_3$ floc) และตกตะกอนได้เร็วกว่า ข้อดีของทั้งเฟอร์รัส (ferrous) และเฟอร์ริกโคแอกกูแลนต์ (ferric coagulant) เปรียบเทียบกับอะลูมิเนียมโคแอกกูแลนต์ (aluminium coagulant) คือ กลุ่มตะกอนเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ($Fe(OH)_3$ floc) จะไม่กลับมาละลายซ้ำอีกครั้งที่ค่าความเป็นด่างสูง ๆ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากต้องใช้พีเอชสูงจึงทำงานได้ดี ทำให้สิ้นเปลืองด่างจึงมักใช้กับน้ำที่ผ่านการกำจัดความกระด้างด้วยปูนขาวแล้วเท่านั้น

การที่เกลือของเหล็กและอะลูมิเนียมเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวตกตะกอนเพราะมีคุณสมบัติในการตกตะกอนคอลลอยด์ได้มากกว่าตัวอื่น ทั้งนี้เพราะการตกตะกอนของคอลลอยด์มีผลโดยไอออนของอิเลคโทรไลท์ที่เติมลงไปมีประจุตรงข้ามกับอนุภาคคอลลอยด์ และผลที่เกิดจากไอออนเหล่านั้นเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนประจุบนตัวของมัน ตารางที่ 2.2 แสดงกำลังการตกตะกอนสัมพัทธ์ของอิเลคโตรไลท์ต่าง ๆ

ตารางที่ 2.2 กำลังการตกตะกอนสัมพัทธ์ (Relative coagulation power) ของอิเลคโทรไลท์ต่างๆ

อิเลคโทรไลท์	กำลังการตกตะกอนสัมพัทธ์ของกระบวนการสร้างและรวมตะกอน	
	คอลลอยด์ประจุบวก	คอลลอยด์ประจุลบ
NaCl	1	1
Na_2SO_4	30	1
Na_3PO_4	1,000	1
$BaCl_2$	1	30
$MaSO_4$	30	30
$AlCl_3$	1	1,000
$Al_2(SO_4)_3$	30	>1,000
$FeCl_3$	1	1,000
$Fe_2(SO_3)_4$	30	>1,000

ค่าเหล่านี้เป็นค่าประมาณและใช้สำหรับสารละลายที่มีค่า Ionic strength สมมูลกัน

2.4.2 ขั้นตอนในการผลิตน้ำประปา

“น้ำประปา” เป็นน้ำที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ หลายขั้นตอนกว่าจะเป็นน้ำประปาให้บริการแก่ประชาชนได้นั้น มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนและต้องมีการลงทุนที่สูงมาก มีขบวนการผลิตต่อไปนี้

2.4.2.1 การสูบน้ำ การผลิตน้ำประปา เริ่มจาก "โรงสูบน้ำแรงต่ำ" ทำการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิต ซึ่งน้ำดิบที่สามารถนำมาผลิตน้ำประปาได้นั้นต้องเป็นน้ำที่ไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีสิ่งสกปรกโสโครกปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่าสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำประปาได้และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาผลิตน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง

2.4.2.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ น้ำดิบที่สูบเข้ามาแล้วจะผสมด้วยสารเคมี เช่น สารส้มและปูนขาว เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ สารละลายสารส้มจะช่วยให้มีการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้นและสารละลายปูนขาวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำหรือสาหร่ายในน้ำ หรือบางครั้งจะมีการเติมคลอรีน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่อาจจะปนมากับน้ำในขั้นต้นนี้ก่อน

2.4.2.3 การตกตะกอน ขั้นตอนนี้จะปล่อยน้ำที่ผสมสารส้มและปูนขาวแล้ว ที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเพื่อให้น้ำกับสารเคมีรวมตัวกันจะช่วยให้มีการจับตัวของตะกอนได้ดียิ่งขึ้น และนำน้ำเหล่านี้ให้เข้าสู่ถังตะกอนที่มีขนาดใหญ่ เพื่อทำให้เกิดน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะตกลงสู่ก้นถัง และถูกดูดทิ้งน้ำใสด้านบนจะไหลตามรางรับน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

2.4.2.4 การกรอง ในการกรองจะใช้ทรายหยาบและทรายละเอียดเพื่อการกรองตะกอนขนาดเล็กมากในน้ำ และให้มีความใสสะอาดมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้น้ำที่ผ่านการกรองจะมีความใสมากแต่จะมีความขุ่นหลงเหลืออยู่ประมาณ 0.2-2.0 หน่วยความขุ่น และทรายกรองจะมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การกรองมีประสิทธิภาพ

2.4.2.5 การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วจะมีความใส แต่อาจมีเชื้อโรคเจือปนมากับน้ำ ฉะนั้นจึงต้องทำการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้คลอรีน ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี น้ำที่ได้รับการผสมคลอรีนแล้ว เรียกว่า "น้ำประปา" สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ และทำการจัดเก็บไว้ในถังขนาดใหญ่ เรียกว่า ถังน้ำใส เพื่อจัดการบริการต่อไป น้ำประปาที่ทำการผลิตมาแล้วนั้นต้องวิเคราะห์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจากนักวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบนี้จะดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาด ปลอดภัย สำหรับการอุปโภคบริโภค

2.4.2.6 การสูบจ่าย น้ำประปาที่ผลิตมาแล้วนั้นต้องให้บริการถึงบ้านเรือนของประชาชนผู้ใช้น้ำโดยส่งผ่านไปตามเส้นท่อ ดังนั้นการสูบจ่ายจึงมีความจำเป็น ด้านการส่งจากหอถังสูงที่สามารถบริการได้ในพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ห่างไกลออกไปหรือมีความสูงมากจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำเพื่อให้น้ำประปาสามารถบริการได้อย่างทั่วถึง

2.5 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ศรีเชาวน์ วิหคโต และคณะ (2550) กล่าวว่า น้ำที่ใช้เพื่อการบริโภค-อุปโภคของคนนั้นต้องเป็นน้ำที่สะอาด ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.5.1 การต้ม

การต้มเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ง่ายที่สุด กรรมวิธี คือ ต้มน้ำให้เดือดนานประมาณ 15-30 นาที ที่อุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นความร้อนที่พอทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ อาจลดปริมาณความขุ่น กลิ่น และความกระด้างของน้ำได้ด้วย วิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อย เหมาะที่จะใช้ภายในครัวเรือน

2.5.2 การกลั่น

การกลั่นเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ทำให้คุณภาพน้ำดีที่สุด คือ สามารถทำให้น้ำปราศจากทั้งคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และจุลินทรีย์ แต่กรรมวิธีค่อนข้างทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายมาก ส่วนใหญ่วิธีนี้จะทำในวงจำกัด เช่น ในวงการวิทยาศาสตร์ และวงการแพทย์ เป็นต้น

2.5.3 การกรอง

การกรองเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สะอาด นิยมใช้กันทั่วไปในกิจการประปา การกรองสามารถทำได้โดยผ่านเครื่องกรองสองแบบซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการและคุณภาพของน้ำที่นำมากรอง คือ

2.5.3.1 เครื่องกรองช้า เครื่องกรองแบบนี้สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำดิบได้ถึง 98-99 เปอร์เซ็นต์ เป็นการกรองโดยให้น้ำไหลผ่านทรายอย่างช้า ๆ ในอัตราไม่เกิน 50 แกลลอนต่อเนื้อที่ผิวทราย 1 ตารางฟุตในเวลา 1 วัน การกรองในวิธีนี้ต้องบรรจุทราย กรวด และหิน ลงในถังกรองตามลำดับ ทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายละเอียด ชั้นทรายมีความหนาประมาณ 2-5 ฟุต เม็ดทรายควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.25-0.35 มิลลิลิตร ชั้นกรวดและชั้นหินหนาประมาณ 18 นิ้ว น้ำที่กรองมีความขุ่นไม่เกิน 5 ส่วนในน้ำล้านส่วน ถ้าความขุ่นเกินกว่านี้ควรใช้สารเคมีทำให้ความขุ่นลดลงเสียก่อน มิฉะนั้นถังกรองจะอุดแน่นเร็วกว่าปกติ การทำความสะอาดถังกรองทำได้โดยตักเอาทรายหน้าออกทิ้งแล้วเอาทรายใหม่มาใส่แทนก็ได้ การทำความสะอาดถังกรองควรทำประมาณ 7 วันต่อครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำที่นำมากรอง

2.5.3.2 เครื่องกรองเร็ว สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำดิบได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ เครื่องกรองน้ำแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องกรองช้า แต่มีอัตราการกรองสูงกว่า คือ กรองได้ในอัตรา 3 แกลลอนต่อพื้นที่ผิวทราย 1 ตารางฟุตในเวลา 1 นาที การทำความสะอาดถังกรองทำได้โดยใช้น้ำที่สะอาดปล่อยเข้าก้นถังกรอง โดยอาศัยความดันอากาศเข้าช่วยเพื่อขจัดตะกอนออกให้หมด

2.5.4 สารเคมี

สารเคมีสามารถทำลายเชื้อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำได้ เช่น ด่างทับทิม ใช้ทิงเจอร์ไอโอดีน และที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ คลอรีน ซึ่งคลอรีนที่นิยมใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำมี 2 ชนิด คือ ชนิดผงและชนิดก๊าซ การเติมคลอรีนลงไปในน้ำก็เพื่อต้องการฆ่าเชื้อโรค แต่คลอรีนอาจจะทำปฏิกิริยากับสารอื่นด้วย จึงจำเป็นต้องเติมคลอรีนให้มีปริมาณพอเพียงที่จะต้องใช้คลอรีนตกค้างอยู่

ด้วย คลอรีนตกค้างอาจจะอยู่ในรูปของคลอรีนอิสระ ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีกว่าคลอรีนรวมตัว

2.5.5 การกักเก็บหรือทำให้ตกตะกอน

การกักเก็บหรือทำให้ตกตะกอนเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยอาศัยสภาวะที่สงบนิ่งของน้ำหรือแหล่งเก็บกักน้ำ พวกตะกอนจะค่อยๆ ตกจมลงสู่ก้นของแหล่งเก็บกักน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ความขุ่นลดลงแล้วจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในน้ำจะค่อยๆ ลดปริมาณลงด้วย

2.5.6 การทำให้ตะกอนรวมตัวกันตกตะกอน

การทำให้ตะกอนรวมตัวกันตกตะกอน เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยเครื่องมือและสารเคมีช่วยทำให้น้ำตกตะกอนรวมตัวกันก่อน เช่น ให้ความร้อนแก่น้ำ การปรับค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำ การเติมสารเคมีแล้วจึงทำให้เกิดการตกตะกอนโดยบังคับตะกอนให้จับตัวรวมกันเป็นกลุ่มก้อนมีขนาดโตๆ ด้วยเครื่องมือกล วิธีการนี้นิยมใช้กับกิจการประปาขนาดใหญ่ทั่วไป เพราะมีประสิทธิภาพดี แต่ใช้ทุนสูง

2.5.7 การใช้ปูนขาว

การใช้ปูนขาวเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ไม่ยุ่งยากและใช้ทุนต่ำ โดยมุ่งขจัดความกระด้างของน้ำ กล่าวคือ ปูนขาวจะทำให้น้ำที่ขุ่นตกตะกอน น้ำใสที่อยู่ส่วนบนสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคได้

น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่างๆ ที่กล่าวแล้วข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่ามีความสะอาดแตกต่างกัน น้ำที่สามารถนำไปใช้เพื่อการบริโภคได้นั้นเป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต้ม กลั่น กรอง และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้สารคลอรีน

2.6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำประปา

มาตรฐานคุณภาพของน้ำประปานั้นเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบประปาในการกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ปนเปื้อนมาจากน้ำผิวดินที่เข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งจะมีเกณฑ์มาตรฐาน มาตรฐานน้ำประปาที่ใช้อยู่ในประเทศไทย เป็นมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคและมาตรฐานการประปานครหลวง (ตามข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปี 2536) ดังตารางที่ 2.3 และ 2.4

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (2550)

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (maximum acceptable concentration)	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด (maximum allowable concentration)
1. ลักษณะสมบัติทางกายภาพ		
สี (Color), Pt/Co unit	5	15
รส (Taste)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น (odor)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความขุ่น (Turbidity), NTU	5	20
ความเป็นกรด – ด่าง (pH range)	6.5 – 8.5	ไม่เกิน 9.2
2. ลักษณะสมบัติทางเคมี		
ปริมาณสารทั้งหมด (Total solids)	500	1500
เหล็ก (Fe)	0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	5.0	1.5
ความกระด้าง (Total Hardness) as $CaCO_3$	300	500
แคลเซียม (Ca)	75	200
แมกนีเซียม (Mg)	50	150
ซัลเฟต (SO_4)	200	250
คลอไรด์ (Cl^-)	250	600
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1.0
ไนเตรต (NO_3)	45	45
3. ลักษณะสมบัติทางด้านสารพิษ (mg/L)		
ปรอท (Hg)	0.0001	-
ตะกั่ว (Pb)	0.05	-
อาร์เซนิก (As)	0.05	-

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (maximum acceptable concentration)	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด (maximum allowable concentration)
เซเลเนียม (Se)	0.01	-
โครเมียม (Cr hexavalent)	0.05	-
แคดเมียม (Cd)	0.01	-

4. ลักษณะสมบัติทางจุลชีววิทยา		
แสตนดาร์ดเพลตเคานต์	500	-
เอ็มพีเอ็น (โคลิฟอร์มออร์แกนิสซึม ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้อยกว่า 2.2	-
อี. โคไล (*E. coli*)	ไม่พบ	-

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (2543)

พารามิเตอร์	**หน่วย (units)**	**ค่าแนะนำ (Guideline Value)**
1. คุณสมบัติทางแบคทีเรีย (Bacteriological quality)		
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliform bacteria)	พบ-ไม่พบ/100 ml	ไม่พบ/100 ml
แบคทีเรียชนิด อีโคไล (E. coli)	พบ-ไม่พบ/100 ml	ไม่พบ/100 ml
2. คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ (Physical and Chemical quality)		
สี ปรากฏ (Appearance colour)	True color unit	15
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	5
รส และ กลิ่น (Taste and odour)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ
สารหนู (Arsenic)	mg/l	0.01
แคดเมียม (Cadmium)	mg/l	0.003
โครเมียม (Chromium)	mg/l	0.05
ไซยาไนด์ (Cyanide)	mg/l	0.07
ตะกั่ว (Lead)	mg/l	0.01
ปรอท (Mercury)	mg/l	0.001
เซเลเนียม (Selenium)	mg/l	0.01
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	mg/l	1.5
คลอไรด์ (Chloride)	mg/l	250
ทองแดง (Copper)	mg/l	1
เหล็ก (Iron)	mg/l	0.3
แมงกานีส (Manganese)	mg/l	0.1
พารามิเตอร์	**หน่วย (units)**	**ค่าแนะนำ (Guideline Value)**
อลูมิเนียม (Aluminum)	mg/l	0.1
โซเดียม (Sodium)	mg/l	200
ซัลเฟต (Sulfate)	mg/l	250
สังกะสี (Zinc)	mg/l	3
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)	mg/l	0.05
ปริมาณมวลสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	mg/l	1,000
ไนเตรทในรูปไนเตรท (Nitrate as NO_3-)	mg/l	50
ไนไตรท์ในรูปไนไตรท์ (Nitrite as NO_2-)	mg/l	3
คลอรีนอิสระคงเหลือ (Free residual chlorine)	mg/l	> 0.2

เบนซิน (Benzene)	µg/l	10
คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	µg/l	2
ไดโครโรมีเทน (Dichloromethane)	µg/l	20
หนึ่ง, สอง-ไดโครโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	µg/l	30
เบนโซไพรีน (Benzo[a]pyrene)	µg/l	0.7
ไมโครซีสติน-แอลอาร์ (Microcystin-LR)	µg/l	1
3. สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)		
อัลดรินและดิลดริน (Aldrin/Dieldrin)	µg/l	0.03
คลอเดน (Chlordane)	µg/l	0.2
ดีดีที (DDT)	µg/l	2
สอง,สี่-ดี (2,4-D)	µg/l	30
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and Heptachlor epoxide)	µg/l	0.03
เฮกซะคลอโรเบนซิน (Hexachlorobenzene)	µg/l	1
ลินแดน (Lindane)	µg/l	2
เมททอกซิคลอ (Methoxychlor)	µg/l	20
เพนตาคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	µg/l	9
4.ไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes) sum of the ratio	-	1
คลอโรฟอร์ม (Chloroform, $CHCl_3$)	µg/l	200
โบรโมไดคลอโรมีเทน (Bromodichloromethane , $CHBrCl_2$)	µg/l	60
ไดโบรโมคลอโรมีเทน (Dibromochloromethane, $CHBr_2Cl$)	µg/l	100
โบรโมฟอร์ม (Bromoform , $CHBr_3$)	µg/l	100
5. กัมมันตภาพรังสี (Radioactive)		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา (Gross alpha activity)	Bq/l	0.1
ความแรงรวมรังสีเบต้า (Gross beta activity)	Bq/l	1

หมายเหตุ : การประปานครหลวงพิจารณาวิเคราะห์รายการที่มีผลต่อสุขภาพและความน่าดื่มน่าใช้
แหล่งที่มา: การประปานครหลวง กรุงเทพมหานคร (2543)

2.7 ทฤษฎีความพึงพอใจ

ศิริโสภาค บุรพาเดช (2518: 156-157) ทฤษฎีนี้กล่าวว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใดๆที่ให้ความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความลำบาก ซึ่งอาจจะแบ่งประเภทความพึงพอใจได้ 3 ประเภทดังนี้

1. ความพอใจด้านจิตวิทยา (Psychological Hedonism) เป็นทัศนะของความพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติแล้วต้องแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ

2. ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (Egotistical Hedonism) เป็นทัศนะของความพอใจว่ามนุษย์จะแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขจะเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

3. ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (Ethical Hedonism) ทัศนะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และจะเป็นผู้รับประโยชน์นี้ด้วย

นักจิตวิทยาที่สนับสนุนทฤษฎีนี้ กล่าวว่า คนถูกจูงใจให้กระทำเนื่องมาจากการกระทำนั้นๆ ทำให้คนได้รับความพอใจ อารมณ์จึงกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรม

สมิต สัชฌุกร (2542: 10) ได้กล่าวถึงทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Theory of Need Gratification) ซึ่งเป็นทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของ Maslow (Abraham H.Maslow) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า มนุษย์ทุกคนล้วนแต่มีความต้องการที่จะสนองความต้องการให้กับตนเองทั้งสิ้น และความต้องการของมนุษย์นี้มีมากมายหลายอย่างด้วยกัน โดยที่มนุษย์จะมีความต้องการในขั้นสูงๆ ถ้าความต้องการในขั้นต้นๆ ได้รับการตอบสนองอย่างพึงพอใจเสียก่อน

2.8 แนวคิดเกี่ยวกับความต้องการ

ความต้องการของบุคคลตามลำดับขั้นมีดังนี้

1. บุคคลย่อมมีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด และเมื่อความต้องการใดได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ตั้งแต่เกิดจนตาย

2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจในพฤติกรรมอย่างอื่นอีกส่วนความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองจะเป็นสิ่งจูงใจในพฤติกรรมของบุคคล

3. ความต้องการของบุคคลแต่ละบุคคลจะเรียงลำดับความสำคัญจากความต้องการขั้นพื้นฐานจนถึงความต้องการขั้นสูงสุด เรียกว่า ลำดับขั้นของความต้องการ เมื่อความต้องการระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้วบุคคลก็จะให้ความสนใจกับความต้องการระดับสูงขั้นต่อๆไป

4. ลำดับขั้นของความต้องการของ Maslow ได้แบ่งลำดับขั้นความต้องการของบุคคลออกเป็น 5 ระดับ ตามความสำคัญ ดังนี้

4.1 ความต้องการทางสรีระวิทยา เป็นความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อความอยู่รอดของชีวิต ได้แก่ ความต้องการปัจจัยสี่ ความต้องการพักผ่อน ความต้องการออกกำลังกาย เป็นต้น

4.2 ความต้องการความปลอดภัย เป็นความต้องการแสวงหาความมั่นคง ปลอดภัยในการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

4.3 ความต้องการความรักและการยอมรับ เป็นความต้องการทางสังคมที่อยากให้มีคนเอาใจใส่ แสดงความรัก ความห่วงใย และยอมรับว่าตนเป็นส่วนหนึ่งของสังคม

4.4 ความต้องการการยกย่องนับถือ เป็นความต้องการดีเด่นในด้านความสามารถของบุคคล อยากให้ผู้อื่นเห็นความสมารถของตน และยกย่องให้เกียรติ

4.5 ความต้องการความสำเร็จในชีวิต เป็นความต้องการในขั้นสูงสุด ซึ่งเป็นความต้องการรู้จักและเข้าใจในตนเองด้วยความพยายามผลักดันชีวิตตนเองไปในทางที่คาดหวังให้ดีที่สุด

อาจกล่าวได้ว่า มนุษย์ทุกคนต่างมีความต้องการ ซึ่งความต้องการแต่ละขั้นอาจได้รับ

การตอบสนองตามที่คาดหวังมากหรือน้อยต่างกัน

2.9 ข้อมูลพื้นฐานองค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง

ตำบลสำโรง เดิมประกอบด้วย หมู่ที่ 1 บ้านสำโรง หมู่ที่ 2 บ้านหว้าน หมู่ที่ 3 บ้านโนนสวน หมู่ที่ 4 บ้านหนองสองห้อง หมู่ที่ 5 บ้านหนองเทา หมู่ที่ 6 บ้านผับแล้ง หมู่ที่ 7 บ้านโนนยาง หมู่ที่ 8 บ้านแคน และ หมู่ที่ 9 บ้านบูรพา โดยให้บ้านสำโรงเป็นจุดที่ตั้งของตำบล ซึ่งบ้านสำโรงมีมูลเหตุของการตั้งชื่อมาจากอดีตก่อนมีต้นสำโรงขนาดใหญ่เป็นสัญลักษณ์ บริเวณบ้านเป็นที่โนนกว้างใหญ่ หมู่บ้านนี้ก่อตั้งมาแล้วเป็นเวลานานประมาณ 1,000 ปี ซึ่งมีจำนวนประชากรในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจำนวน 5,676 คน และจำนวนครัวเรือนจำนวน 1,274 ครัวเรือน ตำบลสำโรง เป็นที่ตั้งของอำเภอสำโรง โดยที่ว่าการอำเภอสำโรง ตั้งอยู่ที่บ้านบูรพา หมู่ที่ 9 รวมทั้งส่วนราชการที่สำคัญต่าง ๆ ด้วย ยกเว้นโรงพยาบาล อำเภอสำโรง ตั้งอยู่บ้านแคน หมู่ที่ 8 ริมถนนสายวาริน - กันทรลักษณ์ สภาพทางภูมิศาสตร์ โดยทั่วไปเป็นที่ราบ และราบลุ่ม ลักษณะของดิน เป็นดินร่วนปนทราย มีศักยภาพในการอุ้มน้ำต่ำ มีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ กุดชี ลำห้วยผับ และลำห้วยผับแล้ง

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาญวิทย์ พลบุบผา และนารีรัตน์ อาวรณ์ (2551) ได้ทำการศึกษาระบบประปาในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ มีกระบวนการผลิตโดยเริ่มต้นจากน้ำดิบ 2 แหล่ง คือ น้ำผิวดินซึ่งมีอัตราการไหลเข้าเฉลี่ยในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน มีค่า 20.73 18.87 และ 21.74 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง น้ำใต้ดินซึ่งมีอัตราการไหลเข้าเฉลี่ยในฤดูหนาวและฤดูร้อน คือ 2.65 และ 2.37 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และไม่มีการผลิตในฤดูฝน ค่าเฉลี่ยของน้ำประปาที่ผลิตได้ในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ของสารแขวนลอยมีค่า 2.63, 2.5 และ 4.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่นมีค่า 4.27, 4.27 และ 4.99 NTU ความนำไฟฟ้ามีค่า 81.25, 60 และ 95 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความเป็นกรด-ด่าง มีค่า 6.42, 6.26 และ 6.45 ตามลำดับ ความกระด้างมีค่า 12.51, 15.01 และ 16.94 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต เหล็กทั้งหมดมีค่า 0.38, 0.25 และ 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร โคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่า 178,385 และ 1,425 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่า 6,076 และ 58 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดสารแขวนลอยได้ร้อยละ 47.5, 74.68 และ 84.4 ความขุ่นร้อยละ 39.96, 55.22 และ 81.09 เหล็กทั้งหมดร้อยละ 2.56, 19.35 และ 63.89 โคลิฟอร์มทั้งหมด 98.88, 94.66 และ 89.62 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 96.92, 58.93 และ 97.84 ตามลำดับ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าระบบประปาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ สามารถกำจัดค่าความขุ่นได้ตามเกณฑ์มาตรฐานส่วนโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูหนาวไม่สามารถกำจัดได้ตามเกณฑ์มาตรฐานการประปาส่วนภูมิภาคและการประปานครหลวง

วิณัฐชยา สงวนไกรพงษ์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในน้ำดิบจากลำห้วยช่างเคียน และตัวอย่างน้ำจากโรงผลิตน้ำประปา ของแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวน 5 ชุด ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม 2546 – กุมภาพันธ์ 2547) และฤดูฝน (พฤษภาคม – มิถุนายน 2547)

พบว่า อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำดิบเข้าโรงผลิตน้ำประปาในฤดูหนาวและฤดูฝนเป็น 5.65 และ 4.22 ลิตรต่อวินาที ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในฤดูหนาวและในฤดูฝนของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำดิบผิวดินที่เข้าสู่โรงผลิตน้ำประปามีค่า 10.49 และ 8.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี มีค่า 72.22 และ 51.91 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทีเคเอ็นมีค่า 2.80 และ 3.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณไนเตรตในรูปไนโตรเจนและปริมาณไนไตร์ทในรูปไนโตรเจนตรวจไม่พบด้วยวิธีการที่ศึกษา ปริมาณฟอตเฟตตรวจพบเฉพาะฤดูฝนมีค่า 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าภาระเฉลี่ยของความต้องการออกซิเจนทางเคมีแต่ละจุดทั้ง 5 จุด ในฤดูหนาวมีค่า 35.20, 41.10, 42.23, 44.67 และ 41.11 กิโลกรัมต่อวัน และในฤดูฝนมีค่า 18.88, 12.43, 13.56, 6.62 และ 6.62 กิโลกรัมต่อวัน ภาระเฉลี่ยของไนเตรตในรูปไนโตรเจนและไนไตร์ทในรูปไนโตรเจนทุกจุดเก็บมีค่า 0 กิโลกรัมต่อวันทั้งสองฤดู ส่วนภาระเฉลี่ยของฟอสเฟตในฤดูหนาวทุกจุดเก็บมีค่า 0 กิโลกรัมต่อวัน และในฤดูฝนมีค่า 0.10, 0.007, 0, 0 และ 0 กิโลกรัมต่อวัน การที่ภาระสารอินทรีย์ในโรงผลิตน้ำประปามีค่าสูงนั้นน่าจะเป็นผลจากการทำความสะอาดน้ำและการระบายตะกอนออกจากถังตกตะกอน รวมทั้งการดูแลรักษาโรงผลิตน้ำประปาที่มีประสิทธิภาพไม่สม่ำเสมอ ทำให้มีการตกค้างของสารอินทรีย์อยู่ในระบบ จึงควรติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและดูแลรักษาระบบผลิตเป็นประจำ สำหรับปริมาณสารอาหารที่ตรวจหาในแหล่งน้ำดิบและในโรงผลิตน้ำประปานั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดิบผิวดินแต่ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปอุปโภคบริโภค

ภัทรา วงษ์พันธ์กลม และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบครั้งคราวเดือนละ 2 ครั้ง จากจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 5 จุด คือ น้ำดิบผิวดิน น้ำออกจากถังกวนเร็ว น้ำออกจากถังกวนช้า น้ำออกจากถังตกตะกอน และน้ำออกจากถังกรอง โดยทำการเก็บน้ำก่อนการปรับปรุง 2 เดือน (พฤษภาคม-มิถุนายน 2550) และหลังการปรับปรุง 3 เดือน (ตุลาคม – ธันวาคม 2550) พบว่าลักษณะทางกายภาพก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ย 25.80 และ 22.10 องศาเซลเซียส และความขุ่นมีค่าเฉลี่ย 11.29 และ 7.29 NTU ตามลำดับ ส่วนลักษณะทางเคมีก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพ ได้แก่ สภาพความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 6.24 และ 6.23 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 60.18 และ 52.38 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความกระด้างทั้งหมดเฉลี่ย 19.10 และ 17.83 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ของแข็งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 57.50 และ 44.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 53.25 และ 42.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 4.25 และ 1.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และคุณลักษณะทางชีวภาพก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 205.75 และ 19.17 โคโลนีต่อมิลลิลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 7.50 และ 2.67 MPNต่อ 100 มิลลิลิตร และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ย 5.50 และ 2.00 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ สรุปได้ว่า น้ำประปาผิวดินของโรงผลิตน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วสามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพดีขึ้นและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น ความขุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

Homklin S. (2004) ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำชนิดชอบน้ำและไม่ชอบน้ำในน้ำดิบโดยกระบวนการโคแอกกูเลชันด้วยซึ่งกระบวนการโคแอกกูเลชันมี

ค่า pH เท่ากับ 5.5 และความเข้มข้นของสารส้มเท่ากับ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร pH เท่ากับ 6.0 และความเข้มข้นของสารส้มเท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และ pH เท่ากับ 6.0 ความเข้มข้นของสารส้มเท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว เขื่อนกวง และแม่น้ำแม่สา ตามลำดับ และที่สภาวะดังกล่าวสามารถลดสารอินทรีย์ละลายน้ำชนิดชอบน้ำและไม่ชอบน้ำในน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว เขื่อนแม่กวงและแม่น้ำแม่สาได้เท่ากับ 33.0 และ 79.6 เปอร์เซ็นต์ 27.6 และ 50.2 เปอร์เซ็นต์ และ 50.9 และ 79.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Jiarsirikul V. (2003) ได้ทำการศึกษาน้ำดิบและน้ำที่ผ่านกระบวนการสร้างและรวมตะกอนของบ่อน้ำตื้นใกล้พื้นที่เทกองมูลฝอยที่ปิดดำเนินการแล้ว จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย ถูกตรวจวัดเพื่อหาความเข้มข้นของสารไตรฮาโลมีเทน (THMFP) และตัวแทนสารอินทรีย์ธรรมชาติ (NOM surrogate parameters) การทดลองโคแอกกูเลชันในห้องปฏิบัติการใช้ภายใต้สภาวะในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่าง 5 ถึง 8 และค่าความเข้มข้นของสารส้ม ในช่วง 10 ถึง 60 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษาพบว่า ในน้ำดิบไม่สามารถตรวจพบ THMs แต่พบว่ามีค่า THMFP เฉลี่ยเท่ากับ 139.08, 209.91 และ 190.02 ไมโครกรัมต่อลิตร จากบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ทำการตรวจวัดหาคุณลักษณะของน้ำดิบ พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของ TOC เท่ากับ 2.58, 12.22 และ 1.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของ DOC เท่ากับ 1.78, 9.24 และ 2.57 มิลลิกรัมต่อลิตร และ UV-254 มีค่าเท่ากับ 0.25, 15.65 และ 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับน้ำดิบจากบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3 ตามลำดับ พบว่า ความเข้มข้นของ THMFP ในน้ำดิบของบ่อน้ำตัวอย่างมีค่ามากกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม (80 ไมโครกรัมต่อลิตร เสนอโดย USEPA) โอกาสการเกิด THMFP ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเติมสารส้มที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และสามารถลดโอกาสการเกิดไตรฮาโลมีเทนได้ดีที่สุดเมื่อเติมสารส้มที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้สภาวะในช่วงค่า pH 5 นอกจากนี้ยังพบว่า คลอโรฟอร์มเป็นสปีชีส์หลักของสาร THMFP ในน้ำตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยคิดเป็นร้อยละที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่างเท่ากับ 50–80 ในขณะที่พบไดคลอโรฟอร์มและไดโบรโม-คลอโรฟอร์มร้อยละ 10-30 และ 5-20 ตามลำดับ และพบโบรโมฟอร์มเพียงเล็กน้อยในบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2

จุมพล จันทร์คำ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องความพึงพอใจและพฤติกรรมของผู้ใช้น้ำประปาต่อการบริการการประปา บริษัท ประปานครสวรรค์ จำกัด พบว่า ความพึงพอใจผู้ใช้น้ำต่อการบริการของบริษัทประปา นครสวรรค์ จำกัด โดยรวมอยู่ในระดับเฉยๆ ด้านคุณภาพและด้านการบริการผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใจ ส่วนด้านบุคลากร ด้านประชาสัมพันธ์ และด้านราคาและค่าใช้จ่ายผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในระดับเฉยๆ ผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการใช้น้ำในด้านปริมาณการใช้คิดเป็นมูลค่า 200 บาท/เดือน และช่วงเวลาการใช้น้ำ เวลา 18.00-22.00 น. ผู้ใช้น้ำที่มีเพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ประเภทผู้ใช้น้ำ และสถานที่ตั้งแตกต่างกันมีพฤติกรรมการใช้บริการของผู้ใช้น้ำประปาของบริษัท ประปานครสวรรค์ จำกัด ในด้านปริมาณการใช้น้ำไม่ต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ส่วนผู้ใช้น้ำที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนแตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการของผู้ใช้น้ำประปาของบริษัท ประปานครสวรรค์ จำกัด ในด้านปริมาณการใช้น้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ปัจจัยด้านความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประกอบด้วย ความพึงพอใจในด้านคุณภาพน้ำ ด้านการบริการ ด้านประชาสัมพันธ์และด้าน

บุคลากรเป็นปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้น้ำต่อการบริการของบริษัท ประปานครสวรรค์ จำกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนด้านราคาและค่าใช้จ่ายไม่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้น้ำ ความพึงพอใจโดยรวมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำกับพฤติกรรมการใช้บริการของผู้ใช้น้ำประปาของบริษัท ประปานครสวรรค์ จำกัด ด้านปริมาณการใช้น้ำ คิดเป็นมูลค่าโดยเฉลี่ยต่อเดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จิตราภรณ์ เพียรการ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจและความคาดหวังในการใช้บริการน้ำประปาหมู่บ้าน:กรณีศึกษาตำบลต๊ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่า ผู้ใช้บริการน้ำประปาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา มีอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ระยะเวลาที่ใช้น้ำประปา 1-5 ปี จำนวนสมาชิกในครอบครัวน้อยกว่า 5 คน และค่าน้ำประปาที่จ่ายในแต่ละเดือนน้อยกว่า 100 บาท ความพึงพอใจในการใช้น้ำประปาหมู่บ้าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านราคา ด้านผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ด้านระดับความแรง การไหลของน้ำประปา ด้านราคาโดยภาพรวมอยู่ในระดับ
ปานกลาง

ความคาดหวังในการใช้บริการประปาหมู่บ้านโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ปัญหาการใช้บริการน้ำประปาหมู่บ้านโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

เฉลิม ราชอาสา (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการใช้น้ำประปาของประชาชนประเภทครัวเรือนที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า พฤติกรรมการปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ คือ ด้านการใช้ส้วมมีการใช้ส้วมแบบตักราด มีการอาบน้ำโดยอ่างอาบน้ำเพียงส่วนน้อยส่วนใหญ่จะใช้ฝักบัวและขันตักอาบ ด้านการซักเสื้อผ้าส่วนใหญ่จะใช้เครื่องซักผ้า ด้านการล้างรถจะใช้สายยางฉีดล้างเป็นส่วนใหญ่ ด้านการใช้น้ำประปาสำหรับดื่มหรือปรุงอาหารในครัวเรือนส่วนใหญ่ใช้น้ำประปาในการดื่มและปรุงอาหาร มีการปิดก๊อกน้ำขณะแปรงฟันหรือฟอกสบู่ มีการนำเศษอาหารที่ติดจานหลังจากรับประทานอาหารออกก่อนล้างทำความสะอาดทุกครั้ง ด้านการรดต้นไม้ส่วนใหญ่รถโดยใช้สายยางฉีด มีการปิดก๊อกน้ำทันทีเมื่อเลิกใช้น้ำและมีการตรวจเครื่องสุขภัณฑ์ เมื่อพบชำรุดแล้วทำการเปลี่ยนทันที ส่วนการนำน้ำครั้งสุดท้ายจากการซักผ้า ล้างถ้วยจานไปรดน้ำต้นไม้มีการปฏิบัติเป็นบางครั้ง