การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษาในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวาและเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

รชยา กุลดารมย์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ.2563

The Study of Quality of Drinking Water in Elementary Schools in Ladkrabang District, Khlong Sam Wa District and Nong Chok District of Bangkok

Rachaya Kulladarom

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Anti-aging and Regenerative Medicine

College of Integrative Medicine, Dhurakij Pundit University

2020

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษาในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวา และเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

เสนอโดย รชยา กุลดารมย์

สาขาวิชา วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

กลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์มาศ ไม้ประเสริฐ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์มาศ ไม้ประเสริฐ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(นายแพทย์บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล)

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษาในเขตลาดกระบังคลองสามวา และเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร
ชื่อผู้เขียน	รชยา กุลดารมย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์มาศ ไม้ประเสริฐ
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มภายในสถานศึกษา ในกลุ่มโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 30 โรงเรียน ในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวาและเขตหนองจอก กรุงเทพมหานครโดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 3 แห่ง โรงเรียนขนาดกลาง 15 แห่ง และโรงเรียนขนาดเล็ก 12 แห่ง เพื่อวัดคุณภาพน้ำในด้านข้อมูลทางกายภาพได้แก่สี (Color) ความขุ่น (Turbidity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ข้อมูลปริมาณ Chlorine ในน้ำดื่มข้อมูลทางจุลชีววิทยาได้แก่ แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria) แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) และค่า MPN (Most Probable Number) ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ.2553

พบว่า โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กมีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยต่ำกว่าโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม พบว่าโรงเรียนที่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยมีจำนวน 17 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.67 โดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เป็นโรงเรียนขนาดกลาง 9 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 60.00 ของโรงเรียนขนาดกลาง และเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 50 ของโรงเรียนขนาดเล็ก โดยคุณสมบัติที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย คือ ความขุ่น (Turbidity) และค่า MPN พบว่ามี

โรงเรียนขนาดเล็ก 1 แห่ง และโรงเรียนขนาดกลางอย่างละ 1 แห่งที่มีค่าความขุ่น (Turbidity) ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย ส่วนค่า MPN มีโรงเรียนที่ผ่านเกณฑ์กรมอนามัย 19 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 และมีโรงเรียนขนาดเล็กที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่า MPN มากสุดคิดเป็นร้อยละ 41.67

ผลสรุปจากห้องทดลอง พบปัญหา 2 ข้อ คือ ความขุ่น(Turbidity) และเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อน ข้อเสนอแนะคือ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องความขุ่นของน้ำ ควรใช้เครื่องกรองน้ำที่มีความละเอียดสูงขึ้น และการแก้ไขปัญหาเรื่องเชื้อแบคทีเรียที่ปรากฏในค่า MPN (Most Probable Number) ควรใช้เครื่องกรองน้ำที่มีระบบการฆ่าเชื้อโรคร่วมด้วย

Thematic Paper Title	The Study of Quality of Drinking Water in Elementary Schools in Ladkrabang District, Khlong Sam Wa District and Nong Chok District of Bangkok
Author	Rachaya Kulladarom
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Dr.Mart Maiprasert
Department	Anti-Aging and Regenerative Medicine
Academic Year	2018

ABSTRACT

There has been a study in quality of drinking water provided in thirty primary schools in Bangkok which are located in 3 different districts : Ladkrabang, Khlong Sam Wa and Nong Chok. Three of them are large-sized schools, fifteen are medium-sized schools and twelve are small-sized schools. The study was to test the water quality and to identify physical properties: Color, Turbidity, and pH value, including Chlorine density in drinking water and data concerning microbiology such as Fecal Coliform bacteria, Coliform bacteria, MPN (Most Probable Number) which all these need to meet drinking water quality by The Department of Health 2010.

The results of the study revealed that drinking water provided in medium-sized and large-sized schools met the quality required while small-sized schools barely did. The overall quality analysis showed that drinking water in 17 schools met quality requirements which is considered to be 56.67 % compared to the small-sized schools. Two of these 17 schools are large-sized considered to be 66.67% compared to the large-sized schools, nine are medium-

sized which is considered to be 60% compared to the medium-sized schools, and six are small-sized considered to be 50% compared to the small ones.

The factors studied were considered the turbidity problem shown with MPN value. Turbidity factor and MPN were found in one of the small-sized schools and one of the medium-sized schools. And only 19 schools met the quality required which is considered to be 63.33% while small-sized schools did not meet the quality required, which is considered to be 41.67%.

The laboratory result reveals two problems: turbidity and microbial contamination. At my suggestion, in order to solve turbidity problem, water purifier with high potential filtration system is a good solution. And, microbial contamination problem as found on MPN shall be solved with bacteria elimination system coherently installed in the water purifier.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.นพ.มาศ ไม้ประเสริฐ และท่านอาจารย์ที่กรุณาให้คำแนะนำ ผศ.ดร.เอกราช บำรุงพืชน์, ผศ.ดร.ธิฏิรัตน์ เมฆบัณฑิตกุล, อาจารย์ พ.ท. นพ.ธรณัส กระต่ายทอง และ ผศ. ดร.นพ. พัฒนา เต็งอำนวย ที่กรุณาแนะนำตั้งแต่การเริ่มต้นงานวิจัย ให้ความรู้ความเข้าใจทางด้านการวิจัย เทคนิค การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ขอบพระคุณท่านอาจารย์จากวิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กรุณาเอื้อเฟื้อเรื่องการทดลองวิจัยในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน หวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน นักเรียน และสังคมไทย

รชยา กุลดารมย์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ซ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	3
1.3 คำถามงานวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3 ระเบียบวิธีวิจัย	17
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	17
3.2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูล	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	25

สารบัญ

	หน้า
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	33
4 ผลการศึกษา	34
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	50
ประวัติผู้เขียน	52

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การคำนวณความต้องการน้ำดื่มต่อวันจากน้ำหนักตัวตามสูตรขององค์การอนามัยโลก	1
2	แสดงระดับความรุนแรงของก๊าซChlorineในปริมาณต่าง ๆ	10
3	เปรียบเทียบการขจัดสารพิษจากระบบกรองน้ำต่าง ๆ	12
4	เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ.2553	13
5	จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง	18
6	จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตคลองสามวา	19
7	จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตหนองจอก	20
8	ขนาดของโรงเรียนในแต่ละเขต	21
9	สัดส่วนการเลือกจำนวนโรงเรียนในแต่ละเขต	22
10	ผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน	34
11	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านสี (Color)	37
12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านความขุ่น (Turbidity)	38
13	ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น (Turbidity) ต่ำสุดและสูงสุด	38
14	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า pH	38
15	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้านค่า Chlorine	39
16	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Coliform	39
17	ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของคุณภาพน้ำด้านค่า Coliform bacteria	40

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

18 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Fecal coliform 40

19 ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของคุณภาพน้ำด้านค่า Fecal coliform 41

20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้านค่า MPN (Most Probable Number) 41

21 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม 43

22 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม 44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 Tube ขนาด 50 ml ที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำดื่ม	22
2 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Sterilize)	23
3 แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm)	23
4 ถุงมือยาง	24
5 บริเวณที่ใช้เป็นจุดบริการน้ำดื่มของโรงเรียน	24
6 เครื่องวัดสีแบบตั้งโต๊ะ (Tabletop Spectrophotometer)	26
7 เครื่องวัดค่าความขุ่นแบบพกพา HANNA รุ่น HI-98703	27
8 เครื่องวัด pH	29
9 เครื่องวัดปริมาณChlorine	30
10 เครื่องบ่มเพาะเชื้อ (Bacterial Incubator)	32
11 จานเลี้ยงเชื้อ	32
12 กราฟแสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN	42
13 กราฟแสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา (Background and Significance of the Problem)

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยเฉพาะน้ำเพื่อการบริโภค ร่างกายของคนเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 75% ของน้ำหนักตัว เราอาจจะอดอาหารได้เป็นเดือน ๆ แต่ร่างกายไม่สามารถขาดน้ำได้เกินกว่า 3 -7 วัน การดื่มน้ำอย่างถูกต้องและเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจะช่วยให้การไหลเวียนของโลหิตดี หัวใจทำงานปกติ และมีประสิทธิภาพแข็งแรงขึ้น น้ำที่เราดื่มจะต้องมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของหน่วยงานองค์กรกลางที่รับผิดชอบ สะอาด ปลอดภัย ปราศจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆ

ในแต่ละวันมนุษย์ต้องการน้ำเพื่อการบริโภคประมาณ 8-10 แก้ว โดยสามารถคำนวณจากน้ำหนักตัวตามสูตรที่องค์การอนามัยโลกกำหนดเอาไว้ (https://health.kapook.com/view3891.html)

ตารางที่ 1 การคำนวณความต้องการน้ำดื่มต่อวันจากน้ำหนักตัวตามสูตรขององค์การอนามัยโลก

สูตรคำนวณปริมาณน้ำดื่มต่อวันตามน้ำหนัก	ตัวอย่าง สมมติท่านหนัก 55 กิโลกรัม
$\frac{\text{น้ำหนักตัว(ก.ก.)}}{2}$ x2.2x30 = ? C.C. 1,000 C.C = 1 ลิตร 1 ลิตร = 5 แก้ว	$\frac{55}{2}$x2.2x30 = 1815 C.C. = 1.8 ลิตร = 9 แก้ว

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยเรียน นักเรียนจะต้องอยู่ในบริเวณสถานศึกษานานถึง 8-10 ชั่วโมง น้ำที่สถานศึกษาจัดให้นักเรียนบริโภคจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญและต้องใส่ใจในคุณภาพเป็นอย่างยิ่ง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขมีรายงานผลการวิจัยเมื่อเดือนเมษายน 2556 พบว่าในแต่ละปีมีประชาชนป่วยด้วยโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ เช่น โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน ประมาณ 1 ล้านคน นอกจากนี้ยังมีโรคอื่น ๆ ได้แก่ ไทฟอยด์ ไวรัส ตับอักเสบเอ และพยาธิต่าง ๆ รวมทั้งการเจ็บป่วยจากน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีอีก กรมอนามัยตระหนักดีว่าน้ำดื่มที่ไม่ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐานจะส่งผลให้นักเรียนมีภาวะเจ็บป่วยด้วยโรคดังกล่าวได้ จึงพยายามให้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้สถานศึกษาตระหนักเรื่องการจัดบริการน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะให้แก่นักเรียน (กรมอนามัย. 2551. การจัดการน้ำดื่มในโรงเรียน กระทรวงสาธารณสุข. 32 น.)

จากรายงานการเฝ้าระวังโรคของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เด็กวัยเรียนช่วงอายุ 3-14 ปีป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน 230,810 ราย คิดเป็นร้อยละ 19.87 ของผู้ป่วยทั้งหมด (สำนักระบาดวิทยา, กลุ่มงานเฝ้าระวังสอบสวนทางระบาดวิทยา, 2550) และจากการสำรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนทั่วประเทศ พบว่าน้ำดื่มในโรงเรียนร้อยละ 65.3 ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย (กรมอนามัย, 2548) นอกจากนั้น นักเรียนอาจจะได้รับอันตรายจากสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งอาจจะสะสมอยู่ในร่างกายโดยที่อาจยังไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงวัยเรียน แต่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพในระยะยาวได้

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสำรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร 3 เขต ที่อยู่ในชุมชนใกล้เคียงกับที่พักอาศัย จึงทำการสำรวจแบบสุ่ม โดยไปสัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาและขอเยี่ยมชมระบบการจัดการน้ำดื่ม จำนวน 12 โรงเรียน ในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวา และเขตหนองจอก เมื่อเดือนกันยายน 2561 และเยี่ยมชมการบริหารจัดการน้ำดื่มของโรงเรียน เพื่อหาคำตอบในทางปฏิบัติที่โรงเรียนต่าง ๆ ใช้โดยทั่วไป พบว่าทุกโรงเรียนที่ไปเยี่ยมชมยังไม่เคยมีการส่งน้ำดื่มไปตรวจสอบคุณภาพ ทางโรงเรียนมีเครื่องกรองน้ำติดตั้งไว้บริการนักเรียน โดยติดตั้งไว้หลายจุดซึ่งอยู่ในความดูแลของนักการภารโรงบ้าง บุคลากรอื่น ๆ บ้าง และท่านผู้บริหารเองก็ต้องการทราบว่าน้ำดื่มในโรงเรียนที่บริการนักเรียนนั้นมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานหรือไม่

จากการสำรวจโรงเรียนประถมศึกษาใน 3 เขตดังกล่าว พบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่มากกว่า 90% ใช้เครื่องกรองน้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ เป็นแบบสแตนเลส 3 ท่อ ประกอบด้วย สารคาร์บอน สารเรซินและเซรามิค ซึ่งต้องมีการล้างทำความสะอาด (Back Wash) เปลี่ยนสารในท่อที่ 1 ที่เป็นสารคาร์บอน มีการล้างด้วยน้ำเกลือและเปลี่ยนสารให้กับสารกรองเรซิน และต้องถอดไส้กรองเซรามิคออกมาล้างตามกำหนด เวลาที่ทางผู้ขายแจ้งไว้ ซึ่งแต่ละโรงเรียนก็มอบหมายให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบดูแลเป็นผู้ดำเนินการ แต่ไม่ได้มีเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มอย่างเป็นทางการ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำงานชิ้นนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของโรงเรียนในชุมชนในการบริการเรื่องน้ำดื่มแก่นักเรียนให้เป็นไปอย่างถูกสุขลักษณะ เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนโดยตรง

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มภายในสถานศึกษา ได้แก่ โรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 30 โรงเรียนในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวาและเขตหนองจอก

1.3 คำถามการวิจัย

น้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษาในกรุงเทพมหานครมีมาตรฐานตามที่กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้หรือไม่

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

<u>ขอบเขตพื้นที่</u> ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มภายในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 30 โรงเรียน ในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวาและเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

เนื้อหา

ประเด็นที่วัดคุณภาพน้ำคือ

ข้อมูลทางกายภาพได้แก่ สี ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง

ข้อมูลสารทางเคมีทั่วไป ได้แก่ ปริมาณ Chlorine ในน้ำดื่ม

ข้อมูลทางจุลชีววิทยา ได้แก่ แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria) และแบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria))

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สถานศึกษาจะได้ทราบถึงคุณภาพน้ำดื่มที่ใช้บริการนักเรียนและเจ้าหน้าที่ และกระตุ้นให้มีการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มให้ตรงตามมาตรฐานของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

น้ำดื่ม

หมายถึง น้ำสะอาดที่ประชาชนใช้บริโภคได้อย่างปลอดภัย น้ำดื่มสำหรับประชาชนในกรุงเทพ- มหานคร หมายถึง การนำน้ำประปามาบำบัดเพื่อการบริโภค น้ำประปาเป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านขั้นตอนการตกตะกอน การกรอง การฆ่าเชื้อโรค และการสูบจ่ายไปยังผู้บริโภคผ่านท่อประปา

คุณภาพน้ำดื่ม

หมายถึง คุณลักษณะของน้ำดื่มทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ที่ต้องมีปริมาณไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มต่างๆ เช่น เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ. 2553 หรือเกณฑ์เสนอ แนะคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก เป็นต้น

ผลกระทบต่อสุขภาพ

หมายถึง การเจ็บป่วยด้วยโรคที่มีสาเหตุจากน้ำเป็นสื่อ (Water-borne Disease) ซึ่งหากผู้บริโภคดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆ แล้วอาจจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ได้แก่

1. คุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Properties)

1.1 สี (Color) เกิดจากสารละลายของอินทรียวัตถุ เช่น ต้นหญ้า พืชน้ำหรือใบไม้ที่เน่าเปื่อยทำให้น้ำมีสีเหมือนสีชา หรือสีน้ำตาลปนแดง ไม่น่าดื่ม มีความยุ่งยากในการกำจัดในกระบวนการผลิตน้ำประปา

1.2 ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสารที่ไม่ละลายน้ำ มีขนาดเล็กแขวนลอยในน้ำ ทำให้น้ำนั้นมีลักษณะไม่น่าดื่ม มีผลกระทบต่อการใช้ Chlorine ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากสารแขวนลอยไปห่อหุ้มเชื้อโรคทำให้ Chlorine ไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ดี นอกจากนี้ความขุ่นมีผลต่อเครื่องกรองน้ำ ทำให้อุดตันและชำรุดง่าย

1.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สิ่งสำคัญ คือ ภาคเคมีของเลือด หรือ ความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งมีทฤษฎี ดังนี้

• ค่า pH ในเลือดต่ำ คือ ความเป็นกรดในเลือดจะสูง ค่าออกซิเจนจะต่ำ แคลเซียมในเลือดจะสูง เพราะค่า pH ที่เป็นกรดอ่อน ๆ จะไปละลายแคลเซียมในกระดูกออกมา ก็ทำให้เพิ่มความเสี่ยงเรื่องกระดูกพรุนและหลอดเลือดอักเสบได้ เมื่อหลอดเลือดอักเสบ ทำให้ร่างกายต้องสร้างพังผืดขึ้นมา หลอดเลือดจะเกิดหินปูนเกาะได้ง่าย การไหลเวียนของเลือดจึงไม่สะดวก

• ค่า pH ในเลือดสูง คือ มีค่าความเป็นด่างมากเกินไป อาจส่งผลต่อกระบวนการอิเล็กโทรไลท์ (Electrolyte) เป็นกระบวนการทำลายของสารอาหารในน้ำนอกเซลล์กับในเซลล์ ถ้าสารอาหารในน้ำนอกเซลล์มีค่า pH สูง เป็นด่างมาก การทำละลายของโซเดียมคลอไรด์จะไม่เกิดขึ้น ซึ่งการทำละลายจะเกิดประสิทธิภาพเต็มที่ ที่ค่า pH 7.35-7.45 เมื่อเรารับประทานอาหารเข้าไปแล้ว กระบวนการอิเล็กโทรไลท์จะนำพาสารอาหาร วิตามิน เกลือแร่และออกซิเจนเข้าสู่เซลล์ ถ้าค่าเป็นด่างมากจะไม่เกิดการทำละลาย ร่างกายจะอ่อนเพลีย การดื่มน้ำที่มีค่า pH ที่เป็นด่างเล็กน้อย จะช่วยปรับสมดุลความเป็น กรด-ด่างในเลือดได้ โดยค่า pH ของน้ำดื่มที่เหมาะสมอยู่ที่ 7.4-8.5

(อาจารย์สุภชัย จารุสมบูรณ์ ที่ปรึกษามูลนิธิเพื่อการพัฒนาการแพทย์ทางเลือกประเทศไทย , https://www.haijai.com/2740/)

1.4 รส (Taste) และ กลิ่น (Odour) น้ำดื่มที่มีมาตรฐานและมีความปลอดภัยไม่ควรมีรสชาติและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

2. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา (Microbiological Properties)

ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย อี.โคไล (E.coli) สเตปโตดอกคัสออเรียส (Staphylococcus aureus หรือ S.aureus) ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) คอสตริเดียม เพอฟริงเกน (*Clostridium perfringens)* อาจทำให้เกิดปัญหาต่อระบบทางเดินอาหาร ท้องเสีย บิด ไทฟอยด์ เป็นต้น

3. คุณลักษณะที่เป็นพิษ (Toxic Substances)

ที่อาจจะพบในน้ำดื่ม ได้แก่

3.1 ตะกั่ว (Pb) มักมาจากไอเสียรถยนต์ สารเคมีกำจัดแมลง น้ำทิ้งอุตสาหกรรม หากเข้าร่างกายส่งผลต่อระบบประสาท พัฒนาการของสมอง อาจทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง

3.2 อาร์เซนิก (As) หรือสารหนู ส่วนใหญ่มาจากเหมืองแร่ สารกำจัดศัตรูพืช สารหนูทำให้เกิดพิษทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง ถ้าเข้าร่างกายในปริมาณมากจะทำให้เกิดการระคายเคืองกระเพาะอาหารและลำไส้ อาจมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ชีพจรเต้นเร็ว หมดสติได้ กรณีที่เข้าสู่ร่างกายเป็นระยะเวลานาน ก่อให้เกิดความเสี่ยงเรื่องโรคมะเร็งผิวหนัง ปอด ตับ ไต กระเพาะปัสสาวะและส่งผลต่อพัฒนาการของเด็กด้วย

3.3 ปรอท (Mercury : Hg) ปรอทอัลคิล (Alkyl mercury) ใช้ในยาฆ่าเชื้อรา ป้องกันเชื้อราในเมล็ดธัญพืช ใช้เป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลง และยากำจัดโรคพืช ส่วนปรอทฟีนิลเมอร์คิวรีอะซิเตต (Phenyl mercury acetate) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ช่วยป้องกันการเกิดโคลนของเยื่อกระดาษ ปรอทอัลคิล ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติก

ปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางระบบทางเดินหายใจ ทางผิวหนังและระบบทางเดินอาหาร ถ้าสะสมที่อวัยวะภายในจะทำให้เกิดพิษเฉียบพลันได้ง่าย เช่น รู้สึกแสบร้อนในลำคอ กระเพาะอาหาร และลำไส้ วิงเวียนศีรษะ อาเจียน เป็นต้น

3.4 แคดเมียม (Cd) มาจากน้ำเสียอุตสาหกรรมการทำสี แบตเตอรี่ การผลิตสังกะสี การทำเหมืองแร่ ปุ๋ยฟอสเฟต เมื่อเข้าร่างกายจะมีผลต่อตับ ตับอ่อน ทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคอิไต-อิไต และโรคมะเร็งได้

4. คุณลักษณะทางเคมี (Chemical Properties)

สารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำประปาโดยปกติจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ได้มาตรฐาน ได้แก่ คลอไรด์ (Cl) แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) เป็นต้น ยกเว้นในกรณีที่มีการใช้เครื่องบำบัดน้ำดื่มและภาชนะจัดเก็บที่ไม่ได้มาตรฐานหรืออยู่ใกล้สภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยง ซึ่งหากมีสารเหล่านี้ในน้ำดื่มมากเกินค่ามาตรฐานก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น หากมีแมงกานีส (Mn) สะสมในร่างกายนาน ๆ อาจทำให้เกิดความเสี่ยงเรื่องสมองฝ่อ มีอาการปวดศีรษะ ซึมเซา การโต้ตอบช้า หรืออาจจะเป็นโรคเฮ๊อ แมงกานีส (Mn) มักมาจากเหมืองแร่ อุตสาหกรรมผลิตโลหะ โรงงานเชื่อมโลหะ โรงงานทำถ่านไฟฉาย

<u>การบำบัดน้ำเพื่อการใช้บริโภค</u>

ในกรุงเทพมหานคร การประปาสามารถเข้าถึงครัวเรือนต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง ประชาชนจึงสามารถนำน้ำประปามาบำบัดเพื่อใช้บริโภคได้เอง

ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาดไว้ใช้อุปโภคบริโภคนับเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญยิ่งของประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย เนื่องจากสภาพความแห้งแล้งที่เกิดจากการบุกรุกทำลายป่าเป็นผลให้ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ก่อให้เกิดปัญหาความขาดแคลนน้ำทั่วไป นอกจากนี้แหล่งน้ำที่มีอยู่ยังมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นผลให้น้ำเกิดมลพิษ และที่พบค่อนข้างมาก คือ การปนเปื้อนของเชื้อโรค เช่น บิด ไทฟอยด์ อหิวาตกโรคหรือโรคอุจจาระร่วงอื่น ๆ ดังนั้นจึงมักจะพบข่าวที่ปรากฏในสื่อมวลชนต่าง ๆ

เกี่ยวกับการเกิดโรคอุจจาระร่วงในประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลายซึ่งมีปัญหามาจากการขาดแคลนน้ำดื่มที่สะอาดนั่นเอง

อย่างไรก็ตามในเมืองหรือชุมชนที่เจริญก็มักจะมีการผลิตน้ำสะอาดให้ประชาชนไว้ใช้ประโยชน์ที่เรียกว่าน้ำประปา โดยกรรมวิธีการผลิตน้ำประปานั้นจะต้องนำดิบมาสู่ขบวนการต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนสภาพให้เป็นน้ำสะอาด ในขบวนการเหล่านี้จะมีอยู่ขั้นตอนหนึ่งที่ต้องมีการเติม Chlorine ลงไปเพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรคที่ปะปนมากับน้ำ โดยทั่วไปจะใช้ Chlorine ประมาณ 0.1-0.2 พีพีเอ็ม (ppm) ซึ่งเป็นปริมาณที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอนามัยโลกว่าอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภค แต่เนื่องจากปัจจุบันประเทศต่าง ๆ มีน้ำสะอาดใช้น้อยลง น้ำที่มีอยู่ในแต่ละประเทศก็มักมีปัญหาเรื่องความสะอาดอยู่เสมอ ๆ ดังนั้นการผลิตน้ำประปาหรือน้ำดื่มจึงต้องเติม Chlorine ในปริมาณมากกว่าที่กำหนดไว้ โดยสังเกตได้จากน้ำที่ไหลออกมาจากก๊อกน้ำจะมีกลิ่น Chlorine ฉุน ทำให้หลายคนมีคำถามว่า ถ้าหากดื่มน้ำที่มี Chlorine ปนเปื้อนอยู่เสมอ ๆ แล้วจะเป็นผลอย่างไรต่อร่างกาย คำตอบที่ได้ก็คือ ยิ่งดื่มน้ำที่มี Chlorine ปนเปื้อนมากเท่าใด ก็จะมีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็งของกระเพาะปัสสาวะมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก Chlorine ในน้ำออกฤทธิ์ต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเนื้อเยื่อในกระเพาะปัสสาวะจะได้รับผลกระทบมากที่สุด จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งได้มากขึ้น (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2549)

คลอรีน (Chlorine) เป็นสารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เป็นส่วนหนึ่งของเกลือ (Literal salt) บนโลกที่มีอยู่มาก คนใช้ประโยชน์จาก Chlorine ในการฆ่าเชื้อต่าง ๆ แต่ขณะเดียวกันคนก็สามารถได้รับพิษที่เกิดจาก Chlorine ด้วย เราใช้ Chlorine เป็นสารฆ่าเชื้อโรค (Disinfectant) ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้าน โดยใช้เป็นสารระเหย (Fumigant) ในการหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เช่น เชื้ออีโคไล (E. coli) และเชื้อไกอาเดีย (Giardia) และใช้เป็นตัวฆ่าเชื้อในระบบน้ำ แม้ว่าการฆ่าเชื้อในน้ำดื่มด้วย Chlorine จะมีความจำเป็น แต่ก็ต้องระวังเรื่องความปลอดภัยของ Chlorine เพราะมีการระบุถึงความเชื่อมโยงระหว่าง Chlorine กับปัญหาสุขภาพซึ่งรวมถึง ส่งผลให้การรับรู้ของประสาทส่วนกลางลดลง เกิดอาการมึน จนถึงขั้นอาจสลบได้ และมีผลต่อสุขภาพในระยะยาวคือ เป็นพิษต่อตับ ไต (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2527)

โดยสามารถศึกษาจากตารางที่ 2 แสดงระดับความรุนแรงของก๊าซ Chlorine ในปริมาณต่าง ๆ

ตารางที่ 2 แสดงระดับความรุนแรงของก๊าซ Chlorine ในปริมาณต่าง ๆ

ระดับความรุนแรง	ลักษณะอาการ	ความเข้มข้น (ppm)
ปริมาณความเข้มข้นที่ทำให้รับรู้ได้ว่ามี Chlorine อยู่	-	0.1 – 0.3
ความเข้มข้นที่อาจมีได้ในระยะเวลายาวนาน	-	1
เกิดพิษน้อย	น้ำตาไหล ไอ และมีน้ำมูกไหล	2 - 5
เกิดพิษค่อนข้างมาก	หายใจไม่สะดวก ลืมตาไม่ค่อยขึ้น เจ็บหน้าอก และเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตในเวลา 30 นาที – 1 ชม.	5 - 30
เป็นพิษมาก	หายใจไม่ออก หมดสติ เสียชีวิตภายใน 30 นาที – 1 ชม.	30 - 60
เสียชีวิต	-	1000

ข้อดีของ Chlorine

Chlorine มีข้อได้เปรียบสารอื่น ๆ ที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำหลายประการได้แก่

1. ราคาถูกเหมาะกับสภาพเศรษฐกิจของสังคมไทยเมื่อเทียบกับสารที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคชนิดอื่น ๆ เช่น โอโซน Chlorine ไดออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

2. หาซื้อง่าย มีจำหน่ายทั่วไป

3. มีให้เลือกใช้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น Chlorine ก๊าซ Chlorine น้ำและ Chlorine ผง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ผลิต

4. การเติม Chlorine ลงในน้ำค่อนข้างง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

ข้อเสียของ Chlorine

Chlorine ถึงแม้จะมีข้อดีหลายอย่างแต่ก็มีข้อด้อยเช่นกัน ได้แก่

1. กรณีที่น้ำมีปริมาณสารอินทรีย์สูงจะทำให้สิ้นเปลือง Chlorine มาก เพราะ Chlorine ส่วนหนึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ จะให้ผลิตภัณฑ์พลอยได้พวก THMs ซึ่งเป็นสารพิษเป็นโทษต่อร่างกาย

2. ในกรณีที่น้ำมีค่า pH สูงเกิน 8 ขึ้นไปประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคจะลดลง เนื่องจาก Chlorine อิสระจะอยู่ในรูปของ OCl – ดังนั้นการฆ่าเชื้อโรคด้วย Chlorine ต้องปรับ pH ไม่ให้สูงเกินไป

3. Chlorine ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ Protozoa จำพวก Giardia sp. และ Cryptosporidium sp

(การประปานครหลวง https://www.mwa.co.th/ewt_dl_link.php?nid=440)

เครื่องกรองน้ำแบบต่าง ๆ ก็มีความสามารถในการกำจัดสารต่าง ๆ ไม่เท่ากัน

ตารางเปรียบเทียบ ความสามารถในการขจัดสารพิษต่างๆที่อยู่ในน้ำ ของระบบการกรองแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการขจัดสารพิษจากระบบกรองน้ำต่าง ๆ

(Activate Water Nano ที่2:52 PM Web: http://waterconner.blogspot.com)

		อาร์โอ	เรซิล	คาร์บอน	ตกตะกอน	กลั่น	ต้ม
สิ่งปนเปื้อน	**สาเหตุของโรค**	**ขจัดสารพิษ**	**ขจัดสารพิษ**	**ขจัดสารพิษ**	**ขจัดสารพิษ**	**ขจัดสารพิษ**	**ขจัดสารพิษ**
Chlorine	สารก่อมะเร็ง	***	*	***	*	***	*
คลอโรฟอร์ม	มะเร็ง	***	*	***	*	***	*
แบคทีเรีย	โรคติดต่อจากเชื้อแบคทีเรีย	***	*	**	*	***	***
ไวรัส	โรคติดต่อจากเชื้อไวรัส	***	*	*	*	***	***
ฟลูออไรด์	ฟันผุ	***	***	*	*	***	*
แคลเซียม	เก๊าท์	***	***	*	*	***	*
ยาปราบศัตรูพืช	นิ่ว,ลำไส้อักเสบ	***	*	*	***	***	*
ยาฆ่าแมลง	ตับ,อาหารเป็นพิษ	***	*	***	*	***	*
ตะกั่ว	ไต,ระบบประสาท	***	***	*	*	***	*
โซเดียม	หัวใจ,ความดันโลหิต	***	***	*	*	***	*
ซัลเฟต,แมกเนเซียม	ทางเดินอาหาร	***	***	*	*	***	*
แคดเมียม	ปวดกระดูก	***	***	*	*	***	*
หมายเหตุ : *** ออกได้หมด / ** ได้บางส่วน / * ออกไม่ได้							

ตารางที่ 4 เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ.2553

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	เกณฑ์ที่กำหนด
คุณภาพน้ำทางกายภาพ		
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5
ความขุ่น(Turbidity)	เอ็นทียู	ไม่เกิน 5
สี (Colour)	แพลทินัม-โคบอลต์	ไม่เกิน 15
คุณภาพน้ำทางเคมีทั่วไป		
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย(TDS)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1,000
ความกระด้าง (Hardness)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 500
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
คลอไรด์ (Cl)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
ไนเตรท (NO_3)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 50
ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.7
คุณภาพน้ำทางโลหะหนักทั่วไป		
เหล็ก (Fe)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.5
แมงกานิส (Mn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.3
ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 3.0
คุณภาพน้ำทางโลหะหนักสารเป็นพิษ		
ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
โครเมียม (Cr)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.003

ตารางที่ 4 เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ.2553 (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	เกณฑ์ที่กำหนด
สารหนู (As)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
ปรอท (Hg)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.001
คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย		
ประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria)	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	ต้องตรวจไม่พบ
ประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal Coliform bacteria)	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	ต้องตรวจไม่พบ

หมายเหตุ : 1. Chlorine อิสระคงเหลือ (Residual Free Chlorine) กำหนดให้มีที่ปลายเส้นท่อ 0.2-0.5 มก./ลิตร ใช้ในระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปา

2. วิธีตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามวิธีการในหนังสือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Edition21st 2005 APHA AWWA AEF.

3. ประกาศกรมอนามัย (13 ตุลาคม 2553)

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการตรวจสอบปริมาณ Chlorine ในน้ำดื่ม และเชื้อแบคทีเรียบางชนิดที่มักมีการปนเปื้อนในน้ำดื่ม เพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เพราะหากไม่พบเชื้อโรคในน้ำดื่ม ก็ไม่ควรมีปริมาณ Chlorine มากเกินค่ามาตรฐานด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(1) กลุ่มพัฒนาคุณภาพน้ำดื่ม กองสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เอกสาร “สถานการณ์การจัดการและคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน” ปีที่ 9 ฉบับที่ 4 พ.ศ.2547 สรุปไว้ว่า น้ำดื่มของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย ร้อยละ 15 โดยโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาและสำนักงานการประถมศึกษาไม่พบการปนเปื้อน สำหรับโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครและสำนักงานคณะกรรมการศึกษาเอกชนพบการปนเปื้อนในสัดส่วนใกล้เคียงกัน ร้อยละ 19 และ 18 ตามลำดับ

หากพิจารณาการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียตามประเภทของน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนสูงอันดับแรก

ได้แก่ น้ำฝนร้อยละ 80 รองลงมาเป็นน้ำบาดาลร้อยละ 67 น้ำบรรจุขวดร้อยละ 66 น้ำบ่อตื้นร้อยละ 61 และน้ำประปาร้อยละ 59 จากการทดสอบความแตกต่างของคุณภาพน้ำดื่มด้วยค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square) พบว่าคุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับจังหวัดต่าง ๆ มีคุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=.000) โดยพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำดื่มมากกว่าพื้นที่กรุงเทพมหานคร และเมื่อทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำดื่มประเภทน้ำประปายังพบว่า โรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครกับจังหวัดต่าง ๆ คุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) จากข้อมูลและสถานการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยได้เสนอแนะให้จัดการประชุมนักวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิ ครูและนักเรียน เพื่อร่วมกันพิจารณาข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนให้ดียิ่งขึ้น เช่น จัดให้มีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มด้วยวิธีการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำอย่างง่าย การดูแลรักษาภาชนะสำหรับดื่มน้ำให้อยู่ในสภาพที่สะอาด การดูแลระบบเครื่องกรองน้ำ เป็นต้น โดยอาสาสมัครนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและรับทราบปัญหา

(2) การที่นักเรียนมีน้ำดื่มสะอาดน่าจะช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตของเด็กนักเรียน เนื่องจากลดการเจ็บป่วยจากโรคที่เกิดจากการดื่มน้ำไม่สะอาด และจากการสังเกตการขาดเรียนของเด็กนักเรียนในโรงเรียนหนึ่งพบว่า ในสัปดาห์ที่คนส่งน้ำไม่มาส่งน้ำดื่มสะอาดให้โรงเรียนตามกำหนด มีเด็กนักเรียนขาดเรียนมากขึ้น (Paul Hunter, 2015)

(3) ผลการศึกษาน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นภายในมหาวิทยาลัยทักษิณส่วนใหญ่ใช้น้ำประปา โดยกระบวนการผ่านระบบเครื่องกรองน้ำ และนำเข้าสู่ระบบเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อให้บริการ (95%) จากการตรวจสอบคุณภาพพบว่า ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยความกระด้าง คลอไรด์ ซัลเฟต ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟลูออไรด์ ตะกั่ว เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี โคลิฟอร์มแบคทีเรียและอีโคไล ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 256) พ.ศ.2545 เรื่องน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ทุกอาคาร ยกเว้นโรงฝึกพลศึกษาที่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินมาตรฐานเพียงอาคารเดียว (ธนาวัฒน์ รักกมล, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ค.ศ.1996 ที่กำหนดค่าไว้ต่ำกว่ามาตรฐานข้างต้น พบว่า มีสารตะกั่วเกินมาตรฐานจำนวน 3 อาคาร (15%) และโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ผ่านมาตรฐานทุกอาคาร (100%) จากผลการศึกษาครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะให้มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง โดยเฉพาะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายในควรกำกับดูแลการทำความสะอาด การบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นและระบบกรองน้ำในทุกอาคาร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนโลหะหนัก และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

(4) จากการเก็บข้อมูลจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 55 แห่ง พบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E.coli* และ *S.aureus* เกินมาตรฐานร้อยละ 98.2, 92.7 และ 74.5 ในเครื่องดื่ม พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E.coli* ,*S.aureus* ยีสต์และราเกินมาตรฐานร้อยละ 85.7, 85.7, 71.4 และ42.9 ภาชนะบรรจุน้ำดื่มและภาชนะใส่น้ำดื่ม พบโคลิฟอร์มเกินมาตรฐานร้อยละ 65.5 และ 70.9

จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำดื่ม เครื่องดื่ม ภาชนะบรรจุและแก้วอาจบ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของการปน เปื้อน ได้แก่ มือ (*S.aureus* และ *E.coli*) และสิ่งแวดล้อม หมายถึงความสะอาดของภาชนะ บริเวณที่ตั้ง และพฤติกรรมของผู้ให้บริการ การปนเปื้อนจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารจากน้ำเป็นสื่อที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และผู้เกี่ยวข้องควรตระหนักถึงความสำคัญที่ต้องมีการดำเนินการแก้ไข เพื่อให้ได้น้ำดื่มและเครื่องดื่มที่สะอาดปลอดภัยต่อการบริโภค มีการตรวจเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มและเครื่องดื่มอย่างสม่ำเสมอ (ดาริวรรณ เศรษฐีธรรมและเนตรนภา เจียระแม, 2555)

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนประถมศึกษา โดยเก็บตัวอย่างจากโรงเรียนประถมศึกษา ในเขตลาดกระบัง เขตคลองสามวา และเขตหนองจอก รวม 3 เขต เขตละ 10 โรงเรียน รวมทั้งหมด 30 โรงเรียน

ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ 1 เดือน โดยการเก็บ 1 ครั้ง และจะทดสอบน้ำ 3 รอบ โดยนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต

<u>การเลือกพื้นที่ศึกษา</u>

การกำหนดขนาดของสถานศึกษาแยกโรงเรียนระดับประถมศึกษาออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่

ขนาดเล็ก มีนักเรียนตั้งแต่ 499 คนลงมา
ขนาดกลาง 500- 1,499 คน
ขนาดใหญ่ 1,500 คนขึ้นไป

จากข้อมูลจำนวนนักเรียนของสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2561 โรงเรียนสังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานครใน 3 เขตนี้ มีจำนวนนักเรียนดังนี้

เขตลาดกระบัง มีโรงเรียนขนาดเล็ก 6 โรงเรียน ขนาดกลาง 12 โรงเรียน และขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน รวม 20 โรงเรียน

โรงเรียนประถมศึกษาส่วนใหญ่จะมีเครื่องบำบัดน้ำดื่มประเภทเดียวกันคือ มีเครื่องกรองน้ำ แล้วต่อท่อออกมาทางก๊อกน้ำ ซึ่งเป็นระบบที่ทางโรงเรียนบำบัดน้ำดื่มเอง

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง

ลำดับ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	ขนาด
1	วัดลาดกระบัง	1,021	กลาง
2	วัดปลูกศรัทธา	1,105	กลาง
3	วัดสังฆราชา	659	กลาง
4	วัดบำรุงรื่น	804	กลาง
5	วัดพลมานีย์	1,190	กลาง
6	วัดสุทธาโภชน์	712	กลาง
7	แสงหิรัญวิทยา	1,233	กลาง
8	ประสานสามัคคี	106	เล็ก
9	วัดบึงบัว	600	กลาง
10	วัดทิพพาวาส	751	กลาง
11	ลำพะอง	890	กลาง
12	วัดราชโกษา	1,236	กลาง
13	วัดขุมทอง	109	เล็ก
14	ตำบลขุมทอง	64	เล็ก
15	ขุมทอง	101	เล็ก
16	วัดลานบุญ	1,730	ใหญ่
17	วัดปากบึง	1,357	กลาง
18	สุเหร่าลำนายโส	235	เล็ก
19	แดงเป้า	195	เล็ก
20	เคหะชุมชนลาดกระบัง	2,135	ใหญ่
	รวมทั้งสิ้น	16,233	

เขตคลองสามวามีโรงเรียนขนาดเล็ก 8 โรงเรียน ขนาดกลาง 8 โรงเรียน และขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน รวม 18 โรงเรียน

ตารางที่ 6 จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตคลองสามวา

ลำดับ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	ขนาด
1	กลางคลองสอง	438	เล็ก
2	บางชัน	3,098	ใหญ่
3	บ้านแบนชะโด	168	เล็ก
4	บ้านหนองระแหง	334	เล็ก
5	ประชาราษฎร์อุปถัมภ์วิทยา	1,381	กลาง
6	วัดคู้บอน	1,604	ใหญ่
7	วัดบัวแก้ว	935	กลาง
8	วัดแป้นทอง	955	กลาง
9	วัดพระยาสุเรนทร์	886	กลาง
10	วัดลำกระดาน	445	เล็ก
11	วัดศรีสุก	343	เล็ก
12	วัดสุขใจ	201	เล็ก
13	วัดสุทธิสะอาด	780	กลาง
14	สุเหร่าเกาะขุนเณร	145	เล็ก
15	สุเหล่าคลองสี่	170	เล็ก
16	สุเหร่าคลองหนึ่ง	981	กลาง
17	สุเหร่าสามวา	495	กลาง
18	สุเหร่าแสนแสบ	848	กลาง
	รวมทั้งสิ้น	14,207	

เขตหนองจอกมีโรงเรียนขนาดเล็ก 26 โรงเรียน ขนาดกลาง 9 โรงเรียน และขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน รวม 37 โรงเรียน

ตารางที่ 7 จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตหนองจอก

ลำดับ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	ขนาด
1	โรงเรียนวัดหนองจอก	1,814	ใหญ่
2	โรงเรียนสุเหร่าหะยีมินา	771	กลาง
3	โรงเรียนสุเหร่าบ้านเกาะ	262	เล็ก
4	โรงเรียนลำบุหรี่พวง	98	เล็ก
5	โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง	249	เล็ก
6	โรงเรียนสุเหร่าใหม่	329	เล็ก
7	โรงเรียนสามแยกท่าไข่	229	เล็ก
8	โรงเรียนหลวงแพ่ง	237	เล็ก
9	โรงเรียนนีลราษฎร์อุปถัมภ์	189	เล็ก
10	โรงเรียนบ้านเจียรดับ	825	กลาง
11	โรงเรียนวัดทรัพย์สโมสร	919	กลาง
12	โรงเรียนสุเหร่านาดับ	164	เล็ก
13	โรงเรียนสุเหร่าอีรั้ว	222	เล็ก
14	โรงเรียนอิสลามลำไทร	293	เล็ก
15	โรงเรียนบ้านลำต้นกล้วย	533	กลาง
16	โรงเรียนวัดพระยาปลา	750	กลาง
17	โรงเรียนวัดแสนเกษม	188	เล็ก
18	โรงเรียนวัดใหม่เจริญราษฎร์	87	เล็ก
19	โรงเรียนวัดสีชมพู	170	เล็ก
20	โรงเรียนลำเจดีย์	140	เล็ก
21	โรงเรียนสุเหร่าคลองเก้า	229	เล็ก
22	โรงเรียนสุเหร่าคลองสิบ	93	เล็ก
23	โรงเรียนสุเหร่าคลองสิบเอ็ด	114	เล็ก
24	โรงเรียนสุเหร่าสนามกลางลำ	148	เล็ก
25	โรงเรียนวัดใหม่กระทุ่มล้ม	151	เล็ก
26	โรงเรียนผลลีรุ่งเรือง	107	เล็ก
27	โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง	572	กลาง
28	โรงเรียนคลองสอง	154	เล็ก
29	โรงเรียนคารีอุปถัมภ์	163	เล็ก
30	โรงเรียนศิริวังวิทยาคาร	202	เล็ก

ตารางที่ 7 จำนวนนักเรียนของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตหนองจอก (ต่อ)

ลำดับ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	ขนาด
31	โรงเรียนวัดอู่ตะเภา	218	เล็ก
32	โรงเรียนลำผักชี	236	เล็ก
33	โรงเรียนหนองจอกพิทยานุสรณ์	2,297	ใหญ่
34	โรงเรียนวัดสามง่าม	837	กลาง
35	โรงเรียนสุเหร่าลำแขก	660	กลาง
36	โรงเรียนสังฆประชานุสสรณ์	843	กลาง
37	โรงเรียนวัดลำต้อยติ่ง	479	เล็ก
	รวมทั้งสิ้น	15,972	

เพื่อให้ได้ตัวแทนประชากรที่ครอบคลุม ผู้วิจัยมีเกณฑ์การคัดเลือกสถานศึกษาเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำ โดยการคำนวณตามสัดส่วนโรงเรียน มีการกระจายให้ครบทั้ง 3 ขนาด จากนั้นกำหนดหมายเลขให้โรงเรียนในแต่ละระดับ แต่ละเขต แล้วใช้การสุ่มจับสลากตามหมายเลข รวม 3 เขต 30 โรงเรียน ดังนี้

ตารางที่ 8 ขนาดของโรงเรียนในแต่ละเขต

ลำดับ	เขต	โรงเรียนขนาดเล็ก	โรงเรินขนาดกลาง	โรงเรียนขนาดใหญ่	รวม
1	ลาดกระบัง	6	12	2	20
2	คลองสามวา	8	8	2	18
3	หนองจอก	26	9	2	37
	รวม	40	29	6	75

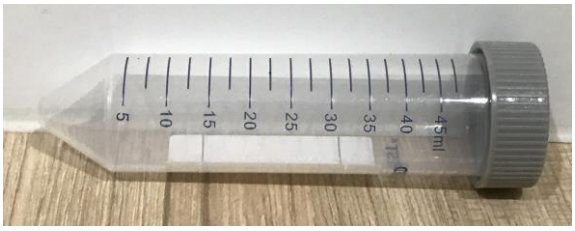
ตารางที่ 9 สัดส่วนการเลือกจำนวนโรงเรียน ในแต่ละเขต

ลำดับ	เขต	โรงเรียนขนาดเล็ก	โรงเรินขนาดกลาง	โรงเรียนขนาดใหญ่	รวม
1	ลาดกระบัง	2	6	1	9
2	คลองสามวา	2	4	1	7
3	หนองจอก	8	5	1	14
	รวม	12	15	3	30

3.2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูล

1. ทำหนังสือจากมหาวิทยาลัยเพื่อติดต่อชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำงานวิจัยไปยังผู้อำนวยการสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตเก็บน้ำดื่มจากเครื่องกรองน้ำทั้ง 30 โรงเรียน

2. การเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้ Tube ขนาด 50 ml จำนวน 30 หลอด เก็บน้ำดื่มโรงเรียนละ 1 หลอด ในจุดบริการน้ำ 1 จุดของแต่ละโรงเรียน โดยทำเครื่องหมายกำกับไว้ว่าเก็บจากจุดไหน แล้วนำไปตรวจยังห้องทดสอบ โดยมีการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง การเก็บน้ำแบ่งเป็น 3 วัน วันละ 10 โรงเรียน โดยเก็บวันจันทร์ และนำส่งตรวจวันอังคาร



ภาพที่ 1 Tube ขนาด 50 ml ที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำดื่ม

ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำนี้ เป็นวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดด่างและสารพิษในตัวอย่างน้ำ ทนทานไม่เปราะหรือแตกง่าย มีฝาปิดสนิท มีรูปร่างและขนาดที่พอเหมาะที่จะบรรจุตัวอย่างน้ำได้พอเพียงสำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทั้ง 3 ด้านคือ คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางชีววิทยา

การเตรียมภาชนะก่อนใช้ ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างแก้ว ล้างน้ำสะอาดและใช้ใส่ในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Sterilize)

ภาพที่ 2 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Sterilize)

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำคือก๊อกน้ำที่ผ่านการกรองแล้วที่นักเรียนใช้บริโภคตามจุดบริการของโรงเรียน ทำฉลากปิดภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำอย่างชัดเจน โดยใช้ Code บนฉลากเพื่อเป็นการเก็บรักษาข้อมูลส่วนตัวของแต่ละโรงเรียน ได้แก่

ใช้แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm) พันปิดรอบฝาหลอดบรรจุน้ำ (Tube) หลังจากปิดฝา Tube แล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและสวมถุงมือขณะเก็บตัวอย่างน้ำ

ภาพที่ 3 แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm)

ภาพที่ 4 ถุงมือยาง

ภาพที่ 5 บริเวณที่ใช้เป็นจุดบริการน้ำดื่มของโรงเรียน

3. การเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ เก็บในความเย็น 4-10 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพของน้ำให้เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และส่งตัวอย่างน้ำให้ถึงห้องปฏิบัติการภายใน

ระยะเวลา 8-24 ชั่วโมง ห้องปฏิบัติการที่ใช้คือ วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

- ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ สี ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง

- ข้อมูลทางเคมี ได้แก่ ปริมาณ Chlorine

- ข้อมูลทางจุลชีววิทยา ได้แก่ แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria) แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) และค่า MPN (Most Probable Number)

5. นำผลการตรวจที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6. อภิปรายผลการทดสอบวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ สี ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง ดังภาพที่ 6,7 และ8

ข้อมูลทางเคมี ได้แก่ ปริมาณ Chlorine ดังภาพที่ 9

ข้อมูลทางจุลชีววิทยา ได้แก่ แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria) และแบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) ดังภาพที่ 10,11

ภาพที่ 6 เครื่องวัดสีแบบตั้งโต๊ะ (Tabletop Spectrophotometer)

<u>คุณลักษณะเฉพาะ</u>

- Wavelength range 400 nm - 700 nm
- Two reflectance measurement areas
- Excellent inter-instrument agreement
- Includes EasyMatch QC software
- Large transmission compartment open on three sides
- 10 nm optical resolution and reporting interval
- Measures reflectance, transmittance and haze
- **Measurement Principle:** Dual-beam spectrophotometer
- **Geometry:** d/8° reflectance, d/8° total transmission, d/0° regular transmission
- **Spectrometer:** 256 element diode array and high resolution, concave holographic grating
- **Sphere Diameter:** 152 mm (6 in)
- **Sphere Coating:** Spectraflect™ for sphere, Duraflect™ for port plate and specular exclusion door
- **Lens Switching for LAV/SAV:** Automatic
- **Specular Component:** Automated Included (RSIN) or Excluded (RSEX) in reflectance
- **Spectral Range:** 400 nm - 700 nm
- **Wavelength Resolution:** < 3 nm

- **Effective Bandwidth:** 10 nm equivalent triangular
- **Reporting Interval:** 10 nm
- **Photometric Range:** 0 to 200%
- **Photometric Resolution:**003% (0.01% reported)

ภาพที่ 7 เครื่องวัดค่าความขุ่นแบบพกพา HANNA รุ่น HI-98703

คุณลักษณะเฉพาะ

- High accuracy at low ranges (below 0.05 NTU)
- Two, three or four point calibration
- USB and RS232 PC connectivity
- Log up to 200 records
- GLP Features
- User friendly, backlit display with guidance codes
- Battery % on startup
- Continuous current time on display

Range	0.00 to 9.99; 10.0 to 99.9 and 100 to 1000 NTU
Range Selection	automatic
Resolution	0.01 NTU from 0.00 to 9.99 NTU; 0.1 NTU from 10.0 to 99.9 NTU; 1 NTU from 100 to 1000 NTU

Accuracy @25°C	±2% of reading plus 0.02 NTU
Repeatability	±1% of reading or 0.02 NTU, whichever is greater
Stray Light	< 0.02 NTU
Light Detector	silicon photocell
Light Source	tungsten filament lamp
Lamp Life	greater than 100,000 readings
Method	Ratio Nephelometric Method (90°), ratio of scattered and transmitted light; Adaptation of the USEPA Method 180.1 and Standard Method 2130 B
Measuring Mode	normal, average, continuous
Turbidity Standards	<0.1, 15, 100 and 750 NTU
Calibration	two, three or four-point calibration
Log Memory	200 records
PC Connectivity	USB or RS232
Environment	up to 50°C (122°F); RH max 95% non-condensing
Power Supply	1.5V AA alkaline batteries (4) or AC adapter; auto-off after 15 minutes of non-use
Dimension/Weight	224 x 87 x 77 mm (8.8 x 3.4 x 3.0”) / 512 g (18 oz.)

ภาพที่ 8 เครื่องวัด pH

<u>คุณลักษณะเฉพาะ</u>

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่ามิลลิโวลต์ (mV) และอุณหภูมิ (Temperature) แบบตั้งโต๊ะ สำหรับห้องปฏิบัติการ
- สามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่างได้ในช่วง 00 ถึง 14.00 มีค่าความถูกต้องแม่นยำในการวัด (accuracy) ±0.01 และมีความละเอียดในการวัด (Resolution) 0.1/0.01
- สามารถวัดค่ามิลลิโวลต์ (mV) ได้ไม่น้อยกว่า ±1999mV มีค่าความถูกต้องแม่นยำในการวัด (accuracy) ±0.1% F.S และมีความละเอียดในการวัด (Resolution) ไม่น้อยกว่า 1 มิลลิโวลต์
- สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 0 ถึง 0 องศาเซลเซียส มีค่าความถูกต้องในการวัด (accuracy) ±0.5 องศาเซลเซียส และมีความละเอียดในการวัด (Resolution) 0.1 องศาเซลเซียส
- มีระบบปรับชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ (ATC)
- สามารถสอบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ (Auto Calibration) ได้ทั้งแบบจุดเดียวและหลายจุดไม่น้อยกว่า 3 จุด
- ตัวเครื่องสามารถเก็บข้อมูลได้มากถึง 50 ข้อมูล โดยสามารถบันทึกข้อมูลของค่าที่บันทึก หน่วยที่วัดได้ ค่าอุณหภูมิ และสถานะของระบบปรับชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ
- สายต่อเชื่อมอิเล็กโทรดแบบ BNC
- หน้าจอชนิด LCD ขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้ง่าย พร้อมทั้งแสดงสัญลักษณ์หน้ายิ้มเมื่อค่าในขณะวัดหรือสอบเทียบคงที่ และแสดงสัญลักษณ์ L/M/H ในการบอกสถานะของการสอบเทียบที่จุดต่างๆ รวมถึงแสดงสัญลักษณ์ความผิดพลาดต่างๆ

- ตัวเครื่องมีความคงทนและป้องกันน้ำได้ตามมาตรฐานระดับ IP54
- ใช้หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 9 VDC 300 มิลลิแอมแปร์
- ตัวเครื่องมีขนาดกว้าง 240 มิลลิเมตร ยาว 235 มิลลิเมตร สูง 103 มิลลิเมตร
- ตัวเครื่องมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม
- อุปกรณ์ประกอบที่ได้รับพร้อมกับตัวเครื่อง มีดังนี้
    - สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานพีเอช 4.01, 7.00, 10.00 อย่างละ 1 ขวด
    - อิเล็กโทรด 3 in 1 ชนิด combination จำนวน 1 ชิ้น
    - ขาตั้งสำหรับอิเล็กโทรด จำนวน 1 ชุด
    - คู่มือการใช้งานฉบับภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ชุด
- มีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงหรือใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศสิงคโปร์
- บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2008
- รับประกันคุณภาพตัวเครื่องตามสภาพการใช้งานปกติ 3 ปี และรับประกันคุณภาพอิเล็กโทรด 6 เดือน

ภาพที่ 9 เครื่องวัดปริมาณ Chlorine

รุ่น HI 96771C Free Chlorine and Ultra High Range Chlorine Meter with Cal Check

<u>คุณลักษณะเฉพาะ</u>

Rang Free Chlorine 0.00 to 5.00 mg/L

Range	Total Chlorine	0.00 to 5.00 mg/L
Resolution		0.01 mg/L from 0.00 to 3.50 mg/L; 0.10 mg/L above 3.50 mg/L
Accuracy		±0.03 mg/L ±3% of reading @ 25°C
Light Source		Tungsten lamp
Light Detection		Silicon Photocell
Power Supply		9V battery; auto-off: after ten minutes of non-use in measure – ment mode; after one hour of non-use in calibration mode; with last reading reminder
Environment		0 to 50°C (32 to 122°F); RH max 95% non-condensing
Dimensions		192 x 104 x 69 mm (7.6 x 4.1 x 2.7”)
Weight		360 g (12.7 oz.)
Method		Adaptation of the USEPA method 330.5 and Standard Medthod 4500-CI G

ภาพที่ 10 เครื่องบ่มเพาะเชื้อ (Bacterial Incubator)

ภาพที่ 11 จานเลี้ยงเชื้อ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อนำตัวอย่างน้ำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้ว จะนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ และร้อยละ

จะมีค่าต่าง ๆ สรุปออกมาเป็นตารางคือ

No.	Sample	Color (Pt-Co)	Turbidity (NTU)	pH	Chlorine (mg/L)	Total plate count		MPN (MPN/100 ml)
						Coliform bacteria (CFU/ml)	Fecal coliform (CFU/ml)	
1	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx

No คือ ลำดับที่ของตัวอย่าง

Sample คือ รายชื่อตัวอย่างโรงเรียนต่าง ๆ จำนวน 30 โรงเรียน

Color /Pt-Co คือ หน่วย Platinum–Cobalt scale หมายถึง หน่วยวัดระดับความเข้มของสีแท้ (True color) ของน้ำ โดยเปรียบเทียบกับสีของสารละลาย มาตรฐานโพแทสเซียมคลอโรแพลทติเนท กับโคบอลต์ (II) คลอไรด์

Turbidity หน่วย NTU (Nephelometric Turbidity Unit) คือ หน่วยวัดความขุ่นในน้ำโดยวิธีเนฟีโลเมตรี

pH ค่า pH ของน้ำดื่มที่เหมาะสมอยู่ที่ 7.4-8.5

Chlorine (mg/L) Chlorine อิสระคงเหลือ กำหนดให้ที่ปลายเส้นท่อ 0.2 -2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังน้ำประปา

CFU/ml คือ Colony forming unit เป็นหน่วยที่ได้จากวิธีตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ซึ่งเจริญขึ้นมาบนผิวหน้าของอาหารแข็งในจานเลี้ยงเชื้อ โดยเจริญและแบ่งตัวจนเป็นกลุ่มเรียกว่า โคโลนี (colony)

MPN คือ วิธีการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารโดยวิธีการประมาณ (estimation) จำนวนเชื้อในอาหารหรือน้ำ ที่มีความหนาแน่นของเชื้อน้อย ใช้ในการตรวจวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย เช่น โคลิฟอร์ม (coliform) มีหน่วยเป็น MPN/g หรือ MPN/ml

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1) ผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มโรงเรียน จำนวน 30 โรงเรียน

ตารางที่ 10 ผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน

No.	Sample	Color (Pt-Co)	Turbidity (NTU)	pH	Chlorine (mg/L)	Total plate count		MPN (MPN/ 100 ml)
						Coliform bacteria (CFU/ml)	Fecal coliform (CFU/ml)	
1	A1.1	**1.17**	1.69	7.87±0.19	0.03	0	0	0
2	A2.1	**0.33**	0.70	8.06±0.01	0.02	76	0	<3
3	A2.2	**0.00**	0.00	8.08±0.03	0.09	0	0	0
4	A2.3	**0.17**	0.20	7.88±0.02	0.02	0	0	0
5	A2.4	**1.10**	1.00	8.19±0.01	0.03	22.5	0	3
6	A2.5	**0.33**	0.50	8.20±0.02	0.02	0	0	0
7	A2.6	**0.17**	0.32	7.89±0.03	0.07	41	0	<3
8	A3.1	**13.50**	17.34	8.16±0.01	0.01	0	0	0
9	A3.2	**0.33**	0.50	8.22±0.01	0.06	21	0	<3

10	B1.1	**1.33**	1.92	8.15±0.02	0.01	49	0	4

ตารางที่ 10 ผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน (ต่อ)

No.	**Sample**	**Color (Pt-Co)**	**Turbidity (NTU)**	**pH**	**Chlorine (mg/L)**	**Total plate count**		**MPN (MPN/ 100 ml)**
						Coliform bacteria (CFU/ml)	**Fecal coliform (CFU/ml)**	
11	B2.1	**1.50**	2.55	8.18±0.01	0.05	100	10	9
12	B2.2	**0.00**	0.00	7.89±0.03	0.05	0	0	0
13	B2.3	**12.00**	8.79	8.11±0.02	0.02	31	0	<3
14	B2.4	**0.17**	0.64	7.98±0.02	0.01	0	0	<3
15	B3.1	**0.00**	0.00	8.03±0.01	0.02	0	0	<3
16	B3.2	**1.00**	0.85	8.03±0.03	0.01	50	0	<3
17	C1.1	**0.00**	0.00	7.78±0.01	0.07	49	0	<3
18	C2.1	**1.50**	3.01	7.91±0.04	0.02	100	0	7
19	C2.2	**7.50**	4.30	7.92±0.01	0.12	2	0	<3
20	C2.3	**1.00**	3.40	7.84±0.02	0.09	100	0	7
21	C2.4	**0.08**	0.10	7.43±0.05	0.01	10	0	<3
22	C2.5	**1.50**	1.95	8.24±0.01	0.08	100	0	7
23	C3.1	**0.50**	0.94	8.23±0.01	0.01	100	0	7
24	C3.2	**0.02**	0.03	8.27±0.01	0.06	200	30	11

25	C3.3	**1.07**	0.91	8.22±0.01	0.10	300	0	4

ตารางที่ 10 ผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน (ต่อ)

No.	**Sample**	**Color (Pt-Co)**	**Turbidity (NTU)**	**pH**	**Chlorine (mg/L)**	**Total plate count**		**MPN (MPN/ 100 ml)**
						Coliform bacteria (CFU/ml)	**Fecal coliform (CFU/ml)**	
26	C3.4	**1.32**	1.40	8.25±0.00	0.04	200	1.5	7
27	C3.5	**1.00**	0.40	7.47±0.05	0.10	0	0	0
28	C3.6	**1.00**	3.48	8.25±0.01	0.01	50	0	3
29	C3.7	**0.17**	0.28	8.28±0.01	0.10	0	0	0
30	C3.8	**0.00**	0.00	8.19±0.00	0.02	0	0	0
	Normal	**< 15**	**< 5.0**	**6.5-8.5**	**0.2-2.0**	**500 CFU/ml**		**Negative**

<u>หมายเหตุ</u>

ค่าปกติจากเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มกรมอนามัย พ.ศ.2553

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสี (Color) เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่าน้อยกว่า 15 จากตาราง 11 พบว่า โรงเรียนมีคุณภาพสีของน้ำผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์แสดงให้เห็นตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสี (Color) ของน้ำ

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Color (Pt-Co) เกณฑ์ของกรมอนามัย < 15				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	12	100.00	0	0.00	12
กลาง	15	100.00	0	0.00	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	30	100.00	0	0.00	30

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านความขุ่น (Turbidity) เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่าความขุ่น น้อยกว่า 5 NTU จากตาราง 12 และ 13 พบว่า โรงเรียนขนาดเล็กและโรงเรียนขนาดกลางมีค่าความขุ่น (Turbidity) ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย ขนาดละ 1 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 8.33 และ 6.67 ตามลำดับ โดยโรงเรียนขนาดกลางมีค่าความขุ่นสูงสุด 8.79 และโรงเรียนขนาดเล็กมีค่าความขุ่นสูงสุด 17.34 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของกรมอนามัยที่ต้องมีค่าความขุ่นไม่เกิน 5 ส่วนโรงเรียนขนาดใหญ่ มีค่าความขุ่น(Turbidity) ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน โดยมีค่าความขุ่นสูงสุดอยู่ที่ 1.92

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านความขุ่น (Turbidity)

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Turibidity (NTU) เกณฑ์ของกรมอนามัย < 5				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	11	91.67	1	8.33	12
กลาง	14	93.33	1	6.67	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	28	93.33	2	6.67	30

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น (Turbidity) ต่ำสุดและสูงสุด

ขนาดโรงเรียน	ค่าความขุ่น (Turbidity)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
เล็ก	0	17.34
กลาง	0	8.79
ใหญ่	0	1.92

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า pH เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่า pH ระหว่าง 6.5-8.5 จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์พบว่า โรงเรียนมีคุณภาพน้ำด้านค่า pH ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า pH

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ pH เกณฑ์ของกรมอนามัย (6.5-8.5)				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	12	100.00	0	0.00	12
กลาง	15	100.00	0	0.00	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	30	100.00	0	0.00	30

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Chlorine เกณฑ์ของกรมอนามัย ค่า Chlorine มีค่าระหว่าง 0.01 - 0.12 mg/L จากตาราง 15 พบว่า โรงเรียนมีคุณภาพน้ำด้านค่า Chlorine ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Chlorine

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Chlorine (mg/L) 0.2-0.5				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	12	100.00	0	0.00	12
กลาง	15	100.00	0	0.00	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	30	100.00	0	0.00	30

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Coliform bacteria เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่า Coliform bacteria ไม่เกิน 500 CFU/ml จากตาราง 16 และตาราง 17 พบว่า โรงเรียนทั้ง 3 ขนาดมีค่า Coliform bacteria ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์ โดยโรงเรียนขนาดใหญ่มีค่า Coliform bacteria สูงสุด 49 CFU/ml โรงเรียนขนาดกลางมีค่า Coliform bacteria สูงสุด 100 CFU/ml และโรงเรียนขนาดเล็กมีค่า Coliform bacteria สูงสุด 300 CFU/ml

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Coliform bacteria

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Coliform bacteria (CFU/ml)<500 CFU/ml				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	12	100.00	0	0.00	12
กลาง	15	100.00	0	0.00	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	30	100.00	0	0.00	30

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของคุณภาพน้ำด้านค่า Coliform bacteria

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Coliform bacteria (CFU/ml)<500 CFU/ml	
	ต่ำสุด	สูงสุด
เล็ก	0	300
กลาง	0	100
ใหญ่	0	49

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Fecal coliform เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่า Fecal coliform ไม่เกิน 500 CFU/ml จากตาราง 18 และตาราง 19 พบว่า โรงเรียนทั้ง 3 ขนาดมีค่า Fecal coliform ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์ โดยโรงเรียนขนาดใหญ่ทุกโรงเรียนมีค่า Fecal coliform เท่ากับ 0 CFU/ml โรงเรียนขนาดกลางมีค่า Fecal coliform สูงสุด 10 CFU/ml และโรงเรียนขนาดเล็กมีค่า Fecal coliform สูงสุด 30 CFU/ml

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Fecal coliform

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Fecal coliform<500 CFU/ml				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	12	100.00	0	0.00	12
กลาง	15	100.00	0	0.00	15
ใหญ่	3	100.00	0	0.00	3
รวม	30	100.00	0	0.00	30

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของคุณภาพน้ำด้านค่า Fecal coliform

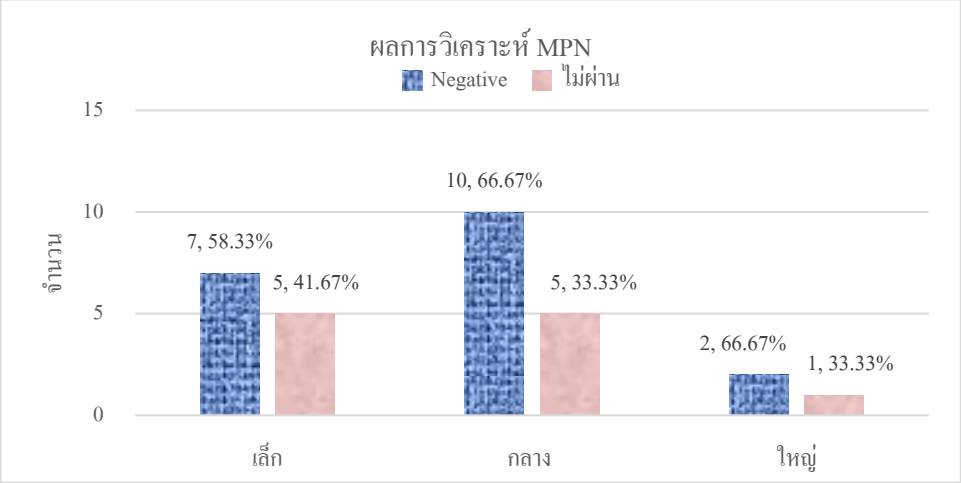
ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ Fecal coliform<500 CFU/ml	
	ต่ำสุด	สูงสุด
เล็ก	0	30
กลาง	0	10
ใหญ่	0	0

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN (Most Probable Number)

เกณฑ์ของกรมอนามัยต้องมีค่า MPN/100 ml เป็น Negative จากตาราง 20 พบว่า โรงเรียนที่มีค่า MPN เป็น Negative มีจำนวน 19 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 โดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เป็นโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 10 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 58.33 ของโรงเรียนขนาดเล็ก

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN (Most Probable Number) *

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์ MPN (MPN/100 ml) Negative = ผ่าน				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	7	58.33	5	41.67	12
กลาง	10	66.67	5	33.33	15
ใหญ่	2	66.67	1	33.33	3
รวม	19	63.33	11	36.67	30



ภาพที่ 11 กราฟแสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN

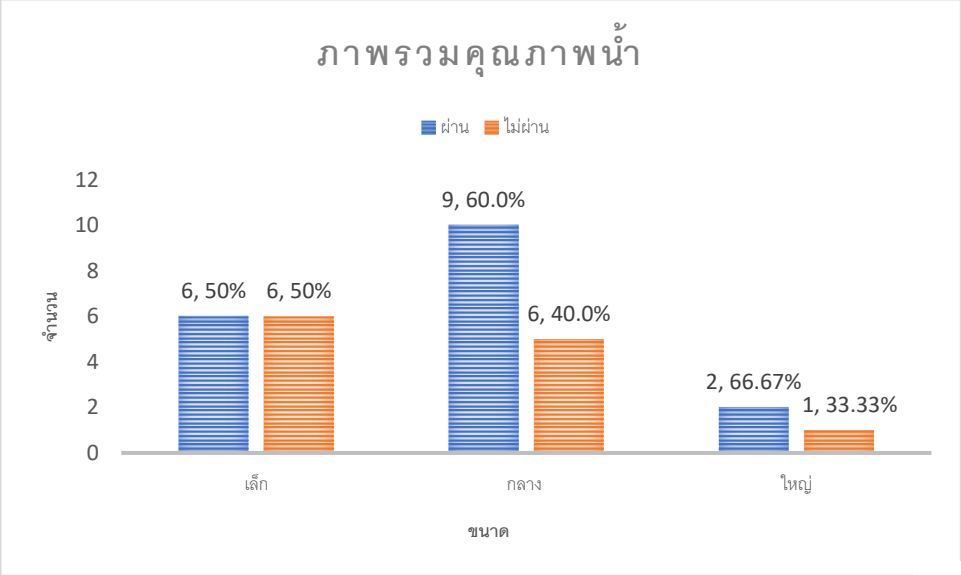
จากตาราง 21 และ 22 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวมพบว่า โรงเรียนที่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยมีจำนวน 17 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.67 โดยจำแนกตามขนาดโรงเรียนได้ดังนี้ โรงเรียนขนาดใหญ่มีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยร้อยละ 66.67 โรงเรียนขนาดกลางมีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยร้อยละ 60.00 และโรงเรียนขนาดเล็กมีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย ร้อยละ 50

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม

No.	Sample	ขนาด	Color	Turbidity	pH	Chlorine	Coliform	Fecal	MPN	MPN	ผ่าน/ไม่ผ่าน
1	A1.1	ใหญ่	1.17	1.69	7.87±0.19	0.03	0	0	Negative	0	ผ่าน
2	A2.1	กลาง	0.33	0.7	8.06±0.01	0.02	76	0	Negative	<3	ผ่าน
3	A2.2	กลาง	0	0	8.08±0.03	0.09	0	0	Negative	0	ผ่าน
4	A2.3	กลาง	1.17	0.2	7.88±0.02	0.02	0	0	Negative	0	ผ่าน
5	A2.4	กลาง	1.1	1	8.19±0.01	0.03	22.5	0	3*	3	ไม่ผ่าน
6	A2.5	กลาง	0.33	0.5	8.20±0.02	0.02	0	0	Negative	0	ผ่าน
7	A2.6	กลาง	0.17	0.32	7.89±0.03	0.07	41	0	Negative	<3	ผ่าน
8	A3.1	เล็ก	13.5	17.34*	8.16±0.01	0.01	0	0	Negative	0	ไม่ผ่าน
9	A3.2	เล็ก	0.33	0.5	8.22±0.01	0.06	21	0	Negative	<3	ผ่าน
10	B1.1	ใหญ่	1.33	1.92	8.15±0.02	0.01	49	0	4*	4	ไม่ผ่าน
11	B2.1	กลาง	1.5	2.55	8.18±0.01	0.05	100	10	9*	9	ไม่ผ่าน
12	B2.2	กลาง	0	0	7.89±0.03	0.05	0	0	Negative	0	ผ่าน
13	B2.3	กลาง	12	8.79*	8.11±0.02	0.02	31	0	Negative	<3	ไม่ผ่าน
14	B2.4	กลาง	1.17	0.64	7.98±0.02	0.01	0	0	Negative	<3	ผ่าน
15	B3.1	เล็ก	0	0	8.03±0.01	0.02	0	0	Negative	<3	ผ่าน
16	B3.2	เล็ก	1	0.85	8.03±0.03	0.01	50	0	Negative	<3	ผ่าน
17	C1.1	ใหญ่	0	0	7.78±0.01	0.07	49	0	Negative	<3	ผ่าน
18	C2.1	กลาง	1.5	3.01	7.91±0.04	0.02	100	0	7*	7	ไม่ผ่าน
19	C2.2	กลาง	7.5	4.3	7.92±0.01	0.12	2	0	Negative	<3	ผ่าน
20	C2.3	กลาง	1	3.4	7.84±0.02	0.09	100	0	7*	7	ไม่ผ่าน
21	C2.4	กลาง	0.08	0.1	7.43±0.05	0.01	10	0	Negative	<3	ผ่าน
22	C2.5	กลาง	1.5	1.95	8.24±0.01	0.08	100	0	7*	7	ไม่ผ่าน
23	C3.1	เล็ก	0.5	0.94	8.23±0.01	0.01	100	0	7*	7	ไม่ผ่าน
24	C3.2	เล็ก	0.02	0.03	8.27±0.01	0.06	200	30	11*	11	ไม่ผ่าน
25	C3.3	เล็ก	1.07	0.91	8.22±0.01	0.1	300	0	4*	4	ไม่ผ่าน
26	C3.4	เล็ก	1.32	1.4	8.25±0.00	0.04	200	1.5	7*	7	ไม่ผ่าน
27	C3.5	เล็ก	1	0.4	7.47±0.05	0.1	0	0	Negative	0	ผ่าน
28	C3.6	เล็ก	1	3.48	8.25±0.01	0.01	50	0	3*	3	ไม่ผ่าน
29	C3.7	เล็ก	0.17	0.28	8.28±0.01	0.1	0	0	Negative	0	ผ่าน
30	C3.8	เล็ก	0	0	8.19±0.00	0.02	0	0	Negative	0	ผ่าน
เกณฑ์กรมอนามัย			< 15	< 5.0	6.5-8.5	0.2-2.0	500 CFU/ml			Nagative	

ตาราง 22 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม

ขนาดโรงเรียน	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ				
	ผ่าน	ร้อยละ	ไม่ผ่าน	ร้อยละ	รวม
เล็ก	6	50.00	6	50.00	12
กลาง	9	60.00	6	40.00	15
ใหญ่	2	66.67	1	33.33	3
รวม	17	56.67	13	43.33	30



ภาพที่ 12 กราฟแสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มภายในสถานศึกษา ได้แก่ โรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 30 โรงเรียนใน 3 เขต คือ เขตลาดกระบัง เขตคลองสามวา และเขตหนองจอก โดยเก็บตัวอย่างเขตละ 10 โรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 3 แห่ง โรงเรียนขนาดกลาง 15 แห่ง และโรงเรียนขนาดเล็ก 12 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากก็อกน้ำดื่มของโรงเรียนในจุดที่อยู่ใกล้โรงอาหารที่สุด ระหว่างวันที่ 7-9 มกราคม 2562 และนำตัวอย่างน้ำดื่มไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต

มาตรฐานที่ใช้วัดคุณภาพน้ำคือ ข้อมูลทางด้านกายภาพได้แก่ สี (Color) ความขุ่น (Turbidity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ข้อมูลทางด้านสารทางเคมีทั่วไป ได้แก่ ปริมาณ Chlorine ในน้ำดื่ม และข้อมูลทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria)แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) และค่า MPN (Most Probable Number) ตามมาตรฐานกรมอนามัย เพื่อสถานศึกษาจะได้ทราบถึงคุณภาพน้ำดื่มที่ใช้บริการนักเรียนและเจ้าหน้าที่ และกระตุ้นให้มีการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มให้ตรงตามมาตรฐานของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

สรุปผลการศึกษา แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวม พบว่า โรงเรียนที่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยมีจำนวน 17 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.67 โดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เป็นโรงเรียนขนาดกลาง 9 แห่ง คิด

เป็นร้อยละ 60.00 ของโรงเรียนขนาดกลาง และเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 50 ของโรงเรียนขนาดเล็ก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในด้านต่าง ๆ พบว่า

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านสี (Color) พบว่าโรงเรียนมีคุณภาพน้ำด้านสีผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านความขุ่น (Turbidity) พบว่า มีโรงเรียนที่มีค่าความขุ่น (Turbidity) ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยจำนวน 2 แห่ง เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 1 แห่ง และโรงเรียนขนาดกลาง 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 8.33 และ 6.67 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนขนาดใหญ่มีค่าความขุ่น(Turbidity) ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัยทุกโรงเรียน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า pH พบว่า ทุกโรงเรียนมีค่า pH ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Chlorine พบว่า ทุกโรงเรียนมีค่า Chlorine ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย คิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Coliform bacteria พบว่าทุกโรงเรียนมีค่า Coliform bacteria ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย โดยโรงเรียนขนาดใหญ่มีค่า Coliform bacteria สูงสุด 49 CFU/ml โรงเรียนขนาดกลางมีค่า Coliform bacteria สูงสุด 100 CFU/ml และโรงเรียนขนาดเล็กมีค่า Coliform bacteria สูงสุด 300 CFU/ml

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า Faecal coliform พบว่าทุกโรงเรียนทั้ง 3 ขนาดมีค่า Coliform bacteria ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย โดยโรงเรียนขนาดใหญ่ทุกโรงเรียนมีค่า Fecal coliform เท่ากับ 0 CFU/ml โรงเรียนขนาดกลางมีค่า Fecal coliform สูงสุด 10 CFU/ml และโรงเรียนขนาดเล็กมีค่า Fecal coliform สูงสุด 30 CFU/ml

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN พบว่า โรงเรียนที่มีค่า MPN เป็น Negative มีจำนวน 19 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 โดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เป็นโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 10 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 58.33 ของโรงเรียนขนาดเล็ก

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาพรวมพบว่า โรงเรียนที่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยมีจำนวน 17 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.67 โดยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ เป็นโรงเรียนขนาดกลาง 9 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 60.00 ของโรงเรียนขนาดกลาง และเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 50 ของโรงเรียนขนาดเล็ก จะเห็นว่าโรงเรียนขนาดเล็กมีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยต่ำสุด เพียงร้อยละ 50 โดยโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัย ร้อยละ 66.67 และ 60.00 ตามลำดับ โดยด้านที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย คือ ด้านความขุ่น (Turbidity) และด้านค่า MPN โดยด้านความขุ่น(Turbidity) พบว่า มีโรงเรียนขนาดเล็ก 1 แห่ง และโรงเรียนขนาดกลาง 1 แห่งที่มีค่าความขุ่น(Turbidity) ไม่ผ่านเกณฑ์ของกรมอนามัย ส่วนด้านค่า MPN มีโรงเรียนที่ผ่านเกณฑ์กรมอนามัย 19 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 โดยโรงเรียนขนาดเล็กไม่ผ่านเกณฑ์ด้านค่า MPN มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 41.67

5.2.2 จากข้อมูล พบว่าโรงเรียนขนาดเล็กมีคุณภาพน้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัยจำนวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่ ทั้งที่ใช้ระบบการกรองน้ำที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าน่าจะมีปัจจัยบางสิ่งที่แตกต่างกัน เช่น ประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ การดูแลรักษา การทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำ ฯลฯ

5.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านค่า MPN (Most Probable Number) ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรีย เช่น โคลิฟอร์ม(coliform) ได้แก่ Escherichia coli, Staphylococcus aureus เกณฑ์ของกรมอนามัยซึ่งต้องมีค่า MPN/100 ml เป็น Negative พบว่า โรงเรียนที่มีค่า MPN เป็น Negative มีจำนวน 19 แห่ง และมีโรงเรียนที่ไม่ผ่านมาตรฐานนี้ถึง 11 แห่ง ซึ่งน่าสนใจศึกษาต่อไปว่า โรงเรียนต่างๆ เหล่านี้ เคยประสบปัญหาในด้านสุขภาพต่อนักเรียนหรือไม่ เพราะ *Escherichia coli* หรือ E. coli เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform) ประเภท fecal coliform เป็นโคลิฟอร์มที่พบในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ อาการทั่วไปคือ ท้องร่วง ปวดท้อง ไข้ต่ำ คลื่นไส้ และ อ่อนเพลีย ส่วนอาการที่มีสาเหตุจาก *Staphylococcus aureus* สารพิษนี้ทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ : http://www.foodnetworksolution.com/wiki)

5.2.4 การที่ค่า Chlorine ปลายท่อมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานมาก ส่งผลให้มีปริมาณแบคทีเรียสะสมในน้ำดื่มได้ เพราะค่าที่กำหนดไว้คือ 0.2-2.0 แต่พบว่า ทุกโรงเรียนมีค่า Chlorine ต่ำกว่ามาตรฐาน มากบ้างน้อยบ้าง ส่งผลให้พบแบคทีเรีย (Positive) จำนวน 11 โรงเรียน จากจำนวน 30 โรงเรียน ซึ่งมากถึงร้อยละ 36.67 ด้วยเหตุนี้ จึงควรพิจารณาว่าการใช้ระบบการกรองน้ำประปาแต่เพียงอย่างเดียว แม้จะมีการกรองหลาย ๆ แบบผสมผสานกันก็อาจจะไม่เพียงพอสำหรับการบำบัดน้ำดื่ม อาจจะต้องมีระบบอื่นเข้ามาช่วยด้วย เช่น การใช้หลอดอุลตร้าไวโอเล็ต (UV) ในการฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้วิจัยจะมีการแจ้งข้อมูลด้านผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำให้แต่ละโรงเรียนรับทราบ เพื่อร่วมกันพิจารณากำหนดแนวทางการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนให้เป็นไปตามเกณฑ์ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และอาจจะมีผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ที่จะทำงานวิจัยต่อไปอีก เพื่อพัฒนาคุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน
2. ควรมีการเก็บข้อมูลน้ำดื่มในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของโรงเรียนแต่ละแห่งให้ชัดเจนในแต่ละช่วงเวลา ว่ามีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำดื่มหรือไม่ เช่น อุณหภูมิ (ร้อน-เย็น) ฯลฯ
3. จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบปัญหา 2 ข้อ คือ ความขุ่น(Turbidity) และเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อน ข้อเสนอแนะคือ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องความขุ่นของน้ำ ควรใช้เครื่องกรองน้ำที่มีความละเอียดสูงขึ้น และการแก้ไขปัญหาเรื่องเชื้อแบคทีเรียที่ปรากฏในค่า MPN (Most Probable Number) ควรใช้เครื่องกรองน้ำที่มีระบบการฆ่าเชื้อโรคร่วมด้วย เพราะการกรองอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ
4. ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในเรื่องการจัดการน้ำสะอาดเพื่อการบริโภคสำหรับนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียน ควรจัดตั้งหน่วยงาน... รับผิดชอบดูแลอย่างจริงจัง เพื่อความปลอดภัยของนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จิราวรรณ จานทอง. (2553). *ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำประปาและน้ำสระว่ายน้ำที่ฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน* (วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดาริวรรณ เศรษฐีธรรม และ เนตรนภา เจียระแม. (2555). *สถานการณ์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม เครื่องดื่มและภาชนะที่ให้บริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดมหาสารคาม* (วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม 2555).

ธนาวัฒน์ รักกมล และคณะ. (2555). *คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยทักษิณวิทยาเขตพัทลุง* (วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2555).

บัญญัติ สุขศรีงาม. (2549). *Chlorine ในน้ำประปามีอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างไร* (รวมบทความวิชาการน่ารู้ สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพจิตร์ วราชิต, นายแพทย์. (2550). *ปัญหาน้ำดื่มปนเปื้อนสารเคมี โลหะหนัก จุลินทรีย์* (คอลัมน์คุณภาพชีวิตและสุขภาพ หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. 7 มกราคม 2550).

สำนักส่งเสริมสุขภาพ สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2556). *การจัดการน้ำบริโภคในโรงเรียน* (ศูนย์สื่อและสิ่งพิมพ์แก้วเจ้าจอม). กรุงเทพฯ:

สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *คู่มือการควบคุมและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียน*. (หนังสือคู่มือฉบับเดือน กรกฎาคม 2561). กรุงเทพฯ:

Michelle Chebeir and Haizhou Liu. (2018). *Oxidation of Cr (III) – Fe (III) Mixed - Phase Hydroxides by Chlorine: Implications on the Control of Hexavalent Chromium in Drinking Water*. (Environmental Science and Technology). CA: University of California.

Paul Hunter. (2015). *Impact of the provision of safe drinking water on school absence rates in Cambodia*. (A quasi-experimental study). Norwith: Norwich School of Medicine, University of East Anglia.

Zhao Y and Yang YJ. (2018). *The dependence of chlorine decay and DBP formation kinetics on pipe flow properties in drinking water distribution*. (Water Res). Hangzhou: Zhejiang University.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวรชยา กุลดารมย์
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยบูรพาชลบุรี พ.ศ. 2526
	รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต (รป.ม.) มหาวิทยาลัย-ศรีปทุม กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2553
ประวัติการทำงาน	ข้าราชการครู โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคารอำเภออรัญ-ประเทศ จังหวัดสระแก้ว พ.ศ.2527-2528
	ข้าราชการครู โรงเรียนตรายตระการคุณ อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด พ.ศ.2529-2531
	ข้าราชการครู โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2532-2540
	กรรมการผู้จัดการ บริษัทดิจิตอลลิงค์ จำกัด พ.ศ.2540-ปัจจุบัน