การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ
Construction and Performance Verification of Chlorine Dispenser According to The Quantity of Water

สุธีร์ ก่อบุญขวัญ[1,*] โกมล เทโหปการ[2] และจิรพล บุญยัง[3]

*[*123]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี รหัสไปรษณีย์ 84000*

บทคัดย่อ

บทความนี้การวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ผลการวิจัยพบว่า

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร มีช่องป้อนน้ำเข้า 1 ช่อง มีช่องป้อนคลอรีนเข้า 1 ช่อง มีช่องจ่ายคลอรีนออก 1 ช่อง และช่องจ่ายน้ำที่ผสมคลอรีนแล้ว 1 ช่อง มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์วัดการไหล และปั๊มแรงดันสูง มีแรงดัน 4.8 บาร์ 31 วัตต์ มีระบบการทำงาน 2 ระบบ

1) ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ ใช้เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำส่งสัญญาณพัลส์ออกมายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่เข้ามาและสั่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มแรงดันสูง ในอัตราส่วนที่ตั้งไว้ ซึ่งมีค่าความถูกต้องในระดับสูง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18% และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มแรงดันสูง ในปริมาณที่กำหนด ซึ่งมีค่าความถูกต้องในระดับสูง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 96.50% และคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ : เครื่องจ่ายคลอรีน, คลอรีนอิสระ,การทำลายเชื้อโรค

Abstract

The purpose of this study aims to construction and performance verification of the chlorine dispenser according to the quantity of water. Research methodology was divided into 4 parts as follows. Study and collecting data, designing, constructing and testing chlorine dispenser. Data record form was used as a research instrument to collect the information. The data from experiment results were analysed in term of means and percentage.

The chlorine dispenser is 20 cm. wide, 35 cm. long, and 55 cm. high. At has 1 water inlet, 1 chlorine inlet, 1 chlorine outlet, and 1 water outlet. The dispenser consists of microcontroller, flow sensor and a high pressure pump, 4.8 bar, 31 watt. Chlorine dispenser has 2 systems as follows:

1) Dispensing chlorine and water automatically according to the amount of water we need, using send pulse signal to microcontroller in order to calculate the quantity of water and provide the amount of chlorine through a high pressure pump. The chlorine was dispensed correctly according to the amount of water we need. (98.18%) The left - over free chlorine residual was 1.03 ppm.

2) Dispensing chlorine according to the amount of water specified microcontroller was used for dispensing chlorine through high pressure pump. The chlorine was dispensed correctly according to the amount of water specified. (96.50%) The left-over free chlorine residual is 0.52 ppm.

Keywords : Chlorine dispenser, Free chlorine residual, Disinfection

1. บทนำ

น้ำเป็นสารประกอบที่พบมากถึง 3 ใน 4 ส่วน ของพื้นโลก และในร่างกายของมนุษย์ มีอยู่ถึง 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว นอกจากนั้น น้ำยังถูกนำไปใช้ในการอุปโภค และบริโภคในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลของการประปาพบว่า ในครัวเรือนทั่วไป จะมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงถึง 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ดังนั้นจะต้องมีปริมาณน้ำที่พอเพียงและมีคุณภาพที่เหมาะสมกับการอุปโภคและบริโภค มิใช่น้ำที่มีสารปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นน้ำสะอาดจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยน้ำสะอาดที่ใช้กันในปัจจุบัน มีการใช้คลอรีนในการกำจัดเชื่อโรคที่อยู่ในน้ำซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะผสมกับน้ำเพื่อต้องการกำจัดเชื่อโรคที่อยู่ภายในน้ำที่ใช้กันในบ้านเรือน การประปาเป็นอีกหนึ่งแห่งที่มีการใช้คลอรีนในการผสมกับน้ำที่จ่ายน้ำให้กับประชาชน ซึ่งวิธีนี้นิยมนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา เนื่องจากการใช้วิธีอื่นๆในการฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ เช่น การฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีการใช้ความร้อน การใช้รังสีอุตราไวโอเลตหรือการใช้โอโซน ซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายและใช้พลังงานสูง การผลิตน้ำประปาจึงนิยมใช้คลอรีนเนื่องจากราคาถูกและใช้งานได้ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ [1] อีกทั้งคลอรีนเป็นที่นิยมใช้กันในหลายประเทศทั่วโลก เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำประปาเพื่อนำไปจ่ายให้กับบ้านเรือนของแต่ละพื้นที่ โดยมาตรฐานสากลของสหประชาชาติประกาศให้ปี 2525-2534 เป็นปีทศวรรษน้ำสะอาดทั่วโลก เพื่อจัดทำแผนงานและระบบการประปาให้แก่ประชาชนให้มีมามาตรฐานสากลโลก [2] น้ำประปาต้องระมัดระวังการใช้คลอรีน และควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คลอรีนน้ำใช้งานง่าย และสะดวกไม่มีกากปูนขาวตกค้าง และระบายทิ้งให้เกิดสกปรกในบริเวณการประปา เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมให้ดูสวยงามและมั่นใจได้ว่าผู้ใช้น้ำต้องปลอดภัยจากเชื้อโรคที่ปะปนมากับน้ำประปา แม้จะมีข้อดีในการกำจัดเชื้อโรคและแบคทีเรียต่าง ๆ ได้ดีแต่ก็สามารถสร้างสารเคมีที่เป็นอันตรายทำให้เกิดมะเร็งได้ถ้าเติมปริมาณคลอรีนไม่ได้อัตราส่วนกับปริมาณน้ำ

ปัจจุบันการใช้น้ำมีปริมาณสูงมากขึ้นทุกปี แต่แหล่งน้ำตามธรรมชาติกลับมีน้อยลงโดยเฉพาะในฤดูร้อน ดังนั้นจึงทำให้มีการกำหนดสูตรขึ้นมาเพื่อคำนวณปริมาณคลอรีนที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมกับ

ปริมาณน้ำที่ต้องการ เพื่อป้องกันการเกิดสารเคมี และลดกลิ่นความเป็นกรดของน้ำ แต่ทว่าในการใช้สูตรนั้นยุ่งยาก เนื่องจากคุณภาพของน้ำดิบที่เข้ามาในแต่ละช่วงเวลามีคุณภาพของน้ำที่ต่างกัน ทำให้การกำหนดปริมาณของคลอรีนไม่เป็นไปตามสูตร เป็นผลให้น้ำประปาที่จ่ายให้กับผู้บริโภคมีคุณภาพน้ำที่ไม่คงมีปริมาณคลอรีนน้อยกว่าปกติบ้าง จึงฆ่าแบคทีเรียหรือเชื้อโรคได้ไม่ดี หรือมีปริมาณคลอรีนมากเกินกว่าที่ต้องการบ้าง ทำให้เกิดอันตรายจากผลของคลอรีน ประกอบกับในปัจจุบันประชาชนหรือชุมชนหลายแห่งสามารถหาแหล่งน้ำดิบได้เอง เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อ น้ำสระ น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ แต่น้ำดิบเหล่านี้ผู้บริโภคไม่ทราบได้ว่ามีแบคทีเรียหรือเชื้อโรคปะปนอยู่หรือไม่ ซึ่งการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื่อโรคจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สะดวกที่สุด แต่ประชาชนโดยทั่วไปไม่มีความรู้เพียงพอในการใช้ปริมาณคลอรีนให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำดิบที่มีอยู่

ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไป หรือชุมชนสามารถกำหนดปริมาณคลอรีนให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำดิบที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพเพื่อนำไปอุปโภค บริโภค และยังช่วยลดความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดแบคทีเรียหรือเชื้อโรค การเป็นกรดของน้ำ กลิ่นของคลอรีน รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงของสารเคมีที่เป็นอันตรายเข้าสู้ร่างการต่อสุขภาพของผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment) หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมพอที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งวิธีการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี (Chemical Wastewater Treatment) การบำบัดด้วยวิธีทางเคมีเป็นการใช้สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้มีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเรียกตะกอนดังกล่าวว่า Floc และกระบวนดังกล่าวว่า การสร้างตะกอน (Coagulation) และการรวมตะกอน (Flocculation)

2) เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้ เรียกกระบวนดังกล่าวว่า การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

3) เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไป เช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนี้มักจะทำร่วมกันกับหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยการใช้สารเคมีเพื่อทำให้ตกตะกอน เป็นต้น ในปัจจุบันนี้มีการใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีหลายอย่างด้วยกันแต่จะขอกล่าวเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ คือ การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี

การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (Chemical Coagulation หรือ Precipitation) เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอน โดยให้เติมสารเคมี (Coagulant) ลงไปเพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นรียกกระบวนดังกล่าวว่า (Flocculation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) เป็นการปรับสภาพความเป็น กรด-ด่าง หรือพีเอชให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่น ต่อไป โดยเฉพะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ ซึ่งต้องการน้ำเสียที่มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.5-8.5 แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดีแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพพีเอชอยู่ในช่วง 5-9 ถ้าพีเอชต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง ด่างที่นิยมนำมาใช้คือ โซดาไฟ ($NaOH$) ปูนขาว (CaO) หรือแอมโมเนีย (NH_3) เป็นต้น และถ้าน้ำเสียมีค่าพีเอชสูงต้องทำการปรับสภาพพีเอชให้เป็นกลางโดยใช้กรด กรดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดเกลือ (HCl) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การทำลายเชื้อโรค (Disinfection) การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันกาแพร่กระจายของเชื้อโรคสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซนฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

3.2 คลอรีน [3]

คลอรีน (Chlorine, Cl_2) เป็นก๊าซอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในบ้านเรือนรวมไปถึงอุบัติภัยที่เกิดจากก๊าซคลอรีนในประเทศไทยที่เคยเกิดมาแล้วบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงขอนำเสนอเรื่องที่น่าสนใจเกี่ยวกับก๊าซคลอรีน คลอรีน ในภาวะปกติเป็นก๊าซที่กลิ่นฉุนและมีความจำเพาะ ซึ่งใครที่เคยได้กลิ่นแล้วจะสามารถจำกลิ่นของมันได้ดี ก๊าซคลอรีนเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะให้กรดเกลือ (Hydrochloric Acid) และกรดไฮโปคลอรัส (Hypochlorous Acid) ตามสมการ

$$Cl_2 + H_2O \text{----------} > HCl + HOCl \qquad (1)$$

กรดไฮโปคลอรัสจะแตกตัวต่อให้เป็นกรดเกลือและออกซิเจนอิสระ (Oxygen Free Radical) ก๊าซคลอรีนจะมีฤทธิ์ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อต่างๆ ภายในของร่างกาย โดยมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนมากกว่ากรดเกลือ 10-30 เท่า ความรุนแรงของการกัดกร่อนขึ้นกับปริมาณของก๊าซ ระยะเวลาที่สัมผัส และ ปริมาณน้ำในอวัยวะที่สัมผัส ก๊าซคลอรีนมีฤทธิ์เป็นสาร Oxidizing และฟอกสีได้ดี จึงมีการใช้ในอุตสาหกรรมผ้า กระดาษ หรือพลาสติก ขบวนการสังเคราะห์สารเคมีตัวอื่นเช่น Carbon Tetrachloride, Trichloroethylene,Trichloroethane,VinylChloride สารเคมีกำจัดแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิด คลอรีนยังใช้เติมฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา สระว่ายน้ำ และบ่อบำบัดน้ำเสีย

3.2.1 ชนิดของคลอรีน

คลอรีนเป็นสารที่นิยมใช้กันมากในการทำลายเชื้อโรคในน้ำ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคได้สูงและราคาถูก มีสีขาว แต่จะมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย สารคลอรีนโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ คลอรีนชนิดก๊าซคลอรีน และคลอรีนชนิดผง

คลอรีนชนิดก๊าซคลอรีน มีลักษณะเป็นสีเหลืองแกมเขียว มีความหนาแน่นประมาณ 2.5 เท่าของอากาศ ก๊าซคลอรีนที่ผลิตได้จะมีอุณหภูมิและความชื้นสูง มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนโลหะ โดยเฉพาะเหล็กอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านขบวนการลด

อุณหภูมิ และขจัดความชื้นออกไปก่อนที่จะผ่านก๊าซคลอรีนที่แห้งเข้าเครื่องเพิ่มความดันและเครื่องควบแน่น เพื่อเปลี่ยนสถานะจาก คลอรีนก๊าซเป็นของเหลว ลงสู่ถังเก็บทนความดันสูง พร้อมนำไปใช้และสะดวกต่อการขนส่ง และเมื่อเป็นของเหลว (คลอรีนน้ำ 99%) จะมีสีเหลืองใส มีความหนาแน่นเป็น 1.44 เท่าของน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปอดและเนื้อเยื่อต่างๆ โดยจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ เยื่อบุจมูก และผิวหนัง ซึ่งผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการสัมผัสกับก๊าซคลอรีนที่จะเริ่มเห็นได้ชัดเจน คือที่ความเข้มข้นประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป และที่ความเข้มข้น 5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การหายใจติดขัด น้ำตาไหล ระคายเคืองผิวหนัง ระคายเคืองปอด และเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น เช่น หากได้รับก๊าซคลอรีนในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความระมัดระวัง และต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและควบคุมการทำงาน

3.2.2 ประโยชน์ของคลอรีน

ประโยชน์ของคลอรีน ใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ใน น้ำดื่ม และน้ำในสระว่ายน้ำ ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ทำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำสีผสมอาหาร ยาฆ่าแมลง สี ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม พลาสติก เวชภัณฑ์ อุตสาหกรรมเท็กไทล์ ฯลฯในทางอินทรีย์เคมี ใช้ธาตุนี้ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันและทำปฏิกิริยาแทนที่ เพราะคลอรีนมีคุณสมบัติเคมีที่ต้องการใน สารประกอบอินทรีย์ เมื่อเข้าไปแทนที่ ไฮโดรเจน (ในการผลิต ยางสังเคราะห์) ใช้ในการผลิตคลอเรต (Chlorates) เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) และใช้ในการสกัด โบรมีน

3.2.3 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน [4]

การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน สิ่งที่สำคัญที่สุดไม่ใช่ปริมาณของคลอรีนที่เติมลงไปในน้ำ หากแต่เป็นปริมาณของคลอรีนที่ตกค้างอยู่ในน้ำ (Chlorine Residual) ที่วัดได้หลังจากช่วงเวลาสัมผัส ซึ่งมีผลจากความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (Free Chlorine Residual) ความเข้มข้นและปริมาณของคลอรีนที่เติมลงในน้ำไม่ใช่สิ่งที่สำคัญที่สุดในการฆ่าเชื้อโรค หากแต่เป็นปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำ ซึ่งวัดได้หลังจากช่วงระยะเวลาสัมผัสอันหนึ่งแต่การเติมคลอรีนน้อยเกินไป จะไม่ทำให้เกิดคลอรีนอิสระขึ้นและอาจจะทำลายเชื้อโรคในน้ำได้ไม่ทั้งหมด แต่การเติมคลอรีนในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้น้ำมีกลิ่นฉุนของคลอรีนและทำให้รสชาติของน้ำเสียไปด้วย ทั้งยังเป็นการสิ้นเปลืองคลอรีนโดยใช่เหตุ นอกจากนี้ คลอรีนยังมีฤทธิ์กัดกร่อน อาจทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เสียหายได้ ดังนั้น ในการเติมคลอรีนจึงต้องเติมในปริมาณที่พอเหมาะ คือ สามารถฆ่าเชื้อโรคได้หมด รวมทั้งก่อให้เกิดคลอรีนอิสระที่แนะนำคือระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.2-0.5 ppm.) ณ เวลาสัมผัส 30 นาที กล่าวคือภายหลังจากที่ทำการเติมสารละลายคลอรีนไปแล้ว 30 นาที ต้องสามารถวัดปริมาณคลอรีนอิสระได้ระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรค (Duration of contact) ทั้งนี้โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่เติมสารละลายผงปูนคลอรีนลงไปในน้ำจนถึงเวลาที่ผู้ใช้เริ่มใช้น้ำเป็นรายแรกไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที หรือถ้านานกว่านั้นการฆ่าเชื้อโรคของสารละลายผงปูนคลอรีนก็จะมีมากขึ้นด้วยและทำให้กลิ่นลดลง

อุณหภูมิ (Temperature) ถ้าอุณหภูมิสูงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงคลอรีนจะลดลง แต่ในทางตรงข้ามถ้าอุณหภูมิต่ำ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงปูนคลอรีนจะดีขึ้น

ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) อนุภาคความขุ่นในน้ำอาจเป็นเกราะกำบังให้เชื้อโรค ทำให้คลอรีนไม่สามารถเข้าไปสัมผัสและฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้คลอรีนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี

จึงต้องทำให้น้ำมีความใสสูง คือ ต้องมีความขุ่นน้อยกว่า 10 NTU โดยการเติมสารส้ม เพื่อให้อนุภาคของความขุ่นจับตัวรวมกันตกตะกอน และผ่านถังกรอง

สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) มีผลต่อการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน เนื่องจากคลอรีนจะแตกตัวเป็นไฮโปรคลอรัส (Hypochlorus : HOCl) ซึ่งมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีเมื่อน้ำมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย หาก pH สูงกว่า 7.5 จะทำให้เกิด OCl- มากขึ้น ซึ่ง OCl- นี้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคด้อยกว่า HOCl จะทำให้ต้องสิ้นเปลืองคลอรีนมากขึ้น และหากค่า pH สูงถึง 9.5 จะเกิด OCl- ถึง 100%

3.3 บอร์ด Arduino [5]

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย สามารถดัดแปลง ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ โดยผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด

บอร์ด Arduino มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อน สามารถพัฒนาเพิ่มเติม เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นมี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ในหลายๆประเภท ซึ่งเหมาะแก่การออกแบบควบคุมง่าย ๆ รวมไปถึงการออกแบบในงานอุตสาหกรรมที่ใช้ความซับซ้อนในการใช้งาน

รูปที่ 1 การใช้งานบอร์ด Arduino

บอร์ด Arduino นั้นเป็นที่นิยมกันแพร่หลายด้วนเทคโนโลยีที่ทันสมัยในยุกต์ปัจจุบันนั้นกลไกลการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีผลต่อการใช้งานในชีวิตประจำวันของมนุษย์จึงมีสิ่งประดิษฐ์มากมายที่ใช้ Arduino ในการออกแบบ และสร้างสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้น จึงเหมาะแก่การทำไปฝึกฝนสำหรับมือใหม่ในการทดลองและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ง่ายยิ่งขึ้น

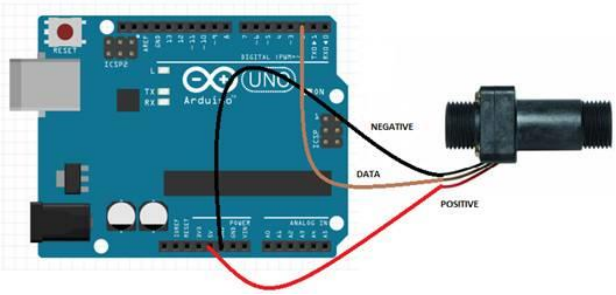
3.4 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ

เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำประกอบด้วยเซ็นเซอร์ผล Hall ที่ส่งสัญญาณพัลส์สำหรับการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ภายในตัวเครื่องมีขายึดขนาดเล็กที่มีแม่เหล็กถาวรติดอยู่ เมื่อน้ำไหลผ่านตัวยึด Pinwheel จะเริ่มหมุนและแม่เหล็กที่ต่ออยู่ใกล้กับเซ็นเซอร์วัด Hall ในทุกๆรอบเซนเซอร์รับภาพ Hall ถูกปกคลุมด้วยโครงพลาสติกแยกต่างหากเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำ ผลลัพธ์จะสร้างชีพจรไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าต่ำไปจนถึงแรงดันไฟฟ้าสูงหรือแรงดันไฟฟ้าสูงไปจนถึงแรงดันต่ำซึ่งขึ้นอยู่กับความขั้วของแม่เหล็กถาวรที่แนบมากับตัวเซนเซอร์ และเกิดชีพจรผลลัพธ์ที่สามารถอ่านและนับโดยใช้ Arduino

ในการแสดงผลลัพธ์ออกมาเซ็นเซอร์วัดการไหลของของเหลว–ทิศทางการไหลจะมีเครื่องหมายลูกศรแสดงมุมมองด้านในของเซ็นเซอร์การไหลของของเหลวสามารถเห็น Pinwheel ที่อยู่ภายใน

รูปที่ 2 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ

เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำที่เชื่อมต่อกับ Arduino Ethernet Shield โดยใช้สายไฟสามสายซึ่งสามารถใช้เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำได้โดยตรงโดยใช้ Arduino เนื่องจากเซ็นเซอร์การไหลของน้ำที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ทำงานภายใต้ 5 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำมาก อ่านคู่มือผลิตภัณฑ์เพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้าและช่วงกระแสไฟฟ้าที่จัดหาเพื่อช่วยประหยัด Arduino ของคุณจากการใช้กระแสไฟสูงโดยใช้เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ ถ้าเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำต้องใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 200 มิลลิแอมแปร์ หรือแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 5 โวลต์ ทำงานได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 3 การต่อเซ็นเซอร์การไหลของน้ำกับบอร์ด Arduino

การอ่านพัลส์ของเซ็นเซอร์การไหลของน้ำ เซ็นเซอร์จะผลิตและส่งสัญญาณพัลส์ดิจิตอลซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน พัลส์เหล่านี้สามารถตรวจพบและนับได้โดยใช้บอร์ด Arduino สมมติว่าเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำที่เราใช้สำหรับโครงการนี้จะสร้างประมาณ 450 กะพริบต่อลิตร (ส่วนใหญ่ค่านี้จะอยู่ในแผ่นข้อมูลผลิตภัณฑ์) ดังนั้น 1 ชีพจรประมาณเท่ากับ [1000 ml /450 pulses] 2.22 มิลลิลิตร. ค่าเหล่านี้อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเร็วของการไหลของน้ำ และขั้วต่อการติดตั้งของเซ็นเซอร์การไหลของน้ำ Arduino สามารถอ่านพัลส์ดิจิตอลที่สร้างโดยเซ็นเซอร์การไหลของน้ำผ่านสายข้อมูลขอบที่เพิ่มขึ้นและขอบที่ลดลงมีพัลส์

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การใช้คลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ตามอัตราส่วนที่ถูกต้อง และระยะเวลาเหมาะสม เมื่อเติมสารละลายคลอรีนไปแล้วคลอรีนจะต้องสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้หมดขณะเดียวกันต้องมีคลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ในน้ำด้วย ซึ่งถ้าต้องการน้ำดื่ม น้ำใช้ เมื่อใช้คลอรีนผสมกับน้ำดิบ ที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค หลังจากนั้นจะต้องมีคลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำต่อไป แต่ในกรณีที่มีการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหารที่มีน้ำเป็นสื่อ เช่น โรคอุจจาระร่วงอย่างรุนแรง โรคบิด ฯลฯ ต้องเพิ่มปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือเป็นประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้น ในการเติมคลอรีนเพื่อการฆ่าเชื้อโรคในน้ำต้องเติมสารละลายคลอรีนให้มีปริมาณคลอรีนสูงกว่าจำนวนที่จะให้เกิดเป็นคลอรีนอิสระเสมอ สำหรับการเตรียมสารละลายคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในครัวเรือนมักใช้

คลอรีนน้ำโดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้คลอรีนน้ำความเข้มข้น 10% การใช้สูตรในการผสมสัดส่วนระหว่างคลอรีนและน้ำเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณคลอรีนที่ใช้งาน มีดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอรีน} = \frac{\text{ppm ที่ต้องการ x น้ำที่จะใช้ (ลิตร)}}{\text{\%ความเข้มข้นของคลอรีน } \mathbf{X}\ 10}$$

การคำนวณปริมาณคลอรีนที่ต้องใช้ เมื่อต้องการนำคลอรีนน้ำ ความเข้มข้น 10% ไปผสมกับน้ำดิบ 500 ลิตร แล้วยังมีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีคำนวณ

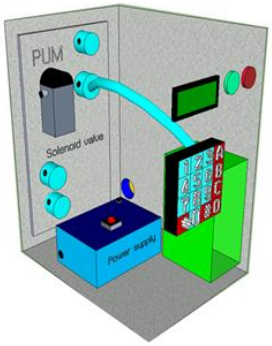
ปริมาณคลอรีน = (1 x 500)/(10 x 10)

= 5 กรัม

4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.1 ออกแบบโครงสร้างภายนอก และการวางอุปกรณ์ภายใน

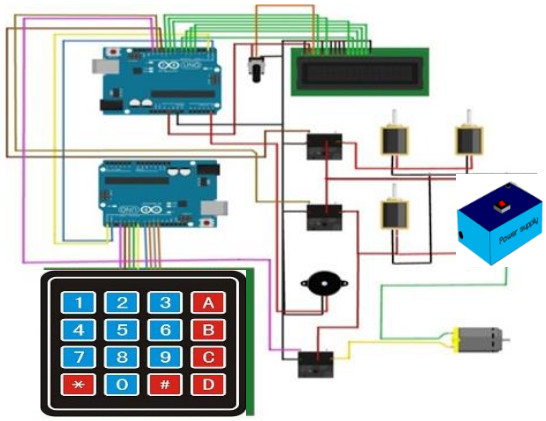
การออกแบบได้คำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน โดยได้กำหนดให้ปุ่มกำหนดการสั่งงาน และช่องจ่ายคลอรีนอยู่ด้านหน้า ช่องป้อนน้ำเข้า และคลอรีนเข้า อยู่ด้านขวา ช่องจ่ายน้ำผสมคลอรีนอยู่ด้านซ้าย ส่วนอุปกรณ์ควบคุมต่างๆอยู่ภายในตู้โลหะ



รูปที่ 4 โครงสร้างภายนอกและการวางอุปกรณ์ของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.2 การออกแบบวงจรควบคุมการจ่ายคลอรีนและเขียนโปรแกรมควบคุม

วงจรควบคุม ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัว ซึ่งถูกเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรก ทำหน้าที่ในรับสัญญาณจากการสั่งงานของผู้ใช้ผ่านคีย์แพด ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของจอ LCD และรับสัญญาณพัลส์จากเซ็นเซอร์การไหลของน้ำแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของปั๊มแรงดันสูงในการจ่ายคลอรีน



รูปที่ 5 วงจรควบคุมระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

4.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับโครงสร้าง

รูปที่ 6 ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับตู้โลหะ

4.3 ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย

4.3.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 7 ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติ

4.3.2 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำในระบบกำหนดน้ำที่ต้องการเมื่อต้องการน้ำที่มีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

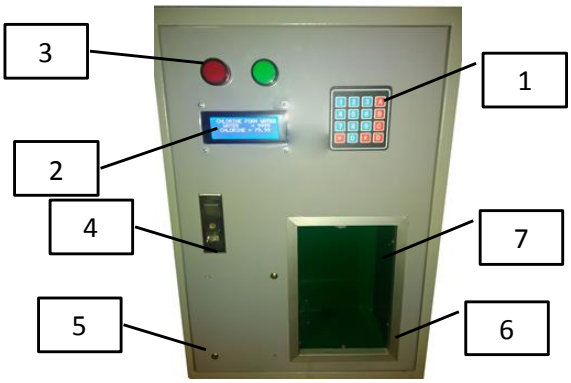
รูปที่ 8 ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสร้างเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำมีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 35 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร มีช่องป้อนน้ำเข้า 1 ช่อง มีช่องป้อนคลอรีนเข้า 1 ช่อง มีช่องจ่ายคลอรีนออก 1 ช่อง และช่องจ่ายน้ำที่ผสมคลอรีนแล้ว 1 ช่อง โดยในการจ่ายคลอรีนจะจ่ายผ่านปั๊มแรงดันสูงซึ่งมีแรงดัน 4.8 บาร์ 31 วัตต์ ถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำใช้ไฟฟ้า AC 220 โวลต์ คลอรีนที่ใช้กับเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำเป็นแบบคลอรีนน้ำ มีความเข้มข้น 10% โดยเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ มีระบบการทำงาน 2 ระบบ ได้แก่ เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการเปิดเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ตัวเครื่องจะแสดงข้อความผ่านจอแสดงผลเพื่อทำการเลือกระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติหลังจากทำการเลือกระบบเรียบร้อยตัวเครื่องจะทำการนับปริมาณน้ำที่จ่ายให้กับตัวเครื่องโดยจะมีเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำซึ่งจะทำการนับปริมาณน้ำที่เข้ามาแสดงสถานะเป็นคลื่นพัลส์ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำการนับพัลส์และคำนวณปริมาณน้ำที่ได้รับ เพื่อจ่ายคลอรีนในปริมาณที่ถูกต้อง และสั่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มน้ำแรงดันสูงให้ผสมไปกับน้ำภายในท่อ และผ่านออกไปยังถังเก็บน้ำที่ต้องการต่อไป

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการเปิดเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ตัวเครื่องจะแสดงข้อความผ่านจอแสดงผลเพื่อทำการเลือกระบบการจ่ายคลอรีน จากนั้นตัวเครื่องจะให้ผู้ใช้งานระบุค่าปริมาณน้ำที่ต้องการนำคลอรีนไปผสม เมื่อทำการระบุเรียบร้อยตัวเครื่องจะส่งข้อมูลที่ระบุไว้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการคำนวณปริมาณคลอรีนที่ถูกต้อง และสั่งจ่ายคลอรีนผ่านปั๊มน้ำแรงดันสูง ไปยังช่องจ่ายคลอรีนของเครื่องต่อไป



รูปที่ 9 เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ

จากรูปที่ 9 หมายเลขต่างมีความหมายดังนี้

หมายเลข 1 คือ ปุ่มกดกำหนดการสั่งงาน

หมายเลข 2 คือ จอ LCD แสดงผลการสั่งงาน

หมายเลข 3 คือ ไฟแสดงสถานะการทำงาน

หมายเลข 4 คือ ช่องป้อนน้ำเข้า

หมายเลข 5 คือ ช่องป้อนคลอรีนเข้า

หมายเลข 6 คือ ช่องจ่ายน้ำผสมคลอรีน

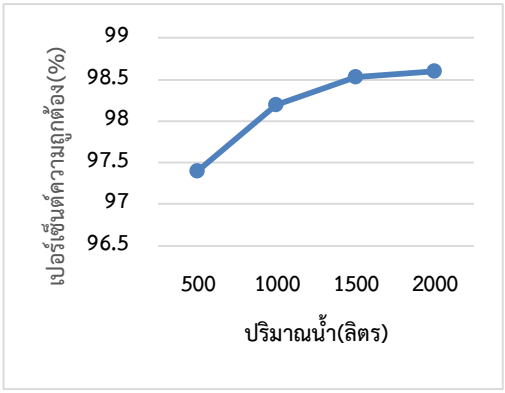
หมายเลข 7 คือ ช่องจ่ายคลอรีน

5.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ครั้งที่	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ต้องการ (ลิตร)	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (ลิตร)	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1	500	513	97.40
2	1000	1018	98.20
3	1500	1522	98.53
4	2000	2028	98.60
ค่าเฉลี่ย			**98.18**

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ในระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500 ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18%



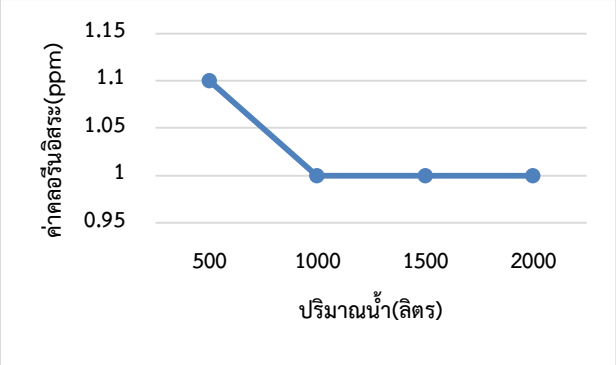
รูปที่ 10 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้

จากรูปที่ 10 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง จะมีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการในปริมาณน้ำที่มากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ

ครั้งที่	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ต้องการ (ลิตร)	ปริมาณน้ำผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (ลิตร)	ค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ(ppm)
1	500	513	1.1
2	1000	1018	1
3	1500	1522	1
4	2000	2028	1
ค่าเฉลี่ย			**1.03**

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติตามปริมาณน้ำที่ต้องการ จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500 ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้จากเครื่อง เมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่ามีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 มิลลิกรัม ต่อลิตร



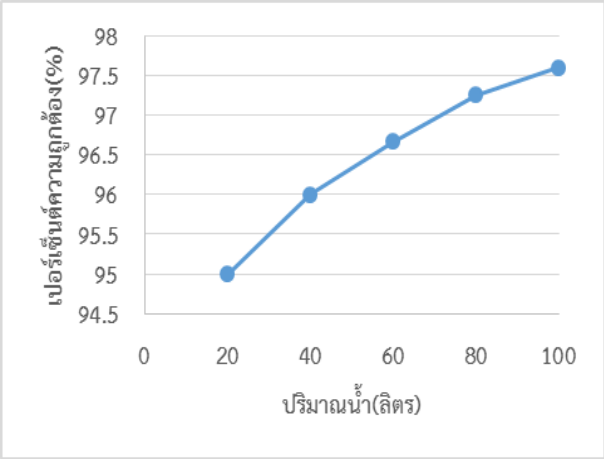
รูปที่ 11 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ

จากรูปที่ 11 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ พบว่าค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำที่ได้ มีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการในปริมาณที่มากขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด

ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่กำหนด (ลิตร)	ระดับคลอรีนที่ได้จากการคำนวณ (มิลลิกรัม)	ระดับคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (มิลลิกรัม)	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1	20	100	105	95.00
2	40	200	208	96.00
3	60	300	310	96.67
4	80	400	411	97.25
5	100	500	512	97.60
ค่าเฉลี่ย				**96.50**

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาปริมาณคลอรีนที่ได้จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนที่เครื่องจ่ายได้ มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 96.50%



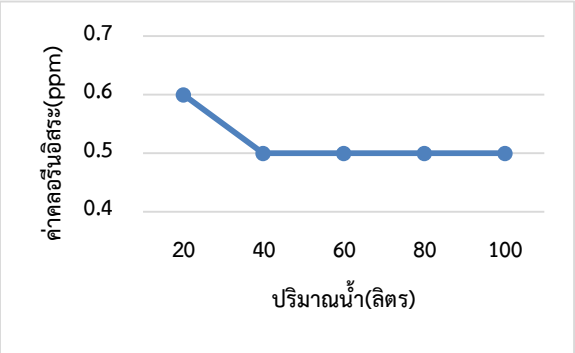
รูปที่ 12 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้

จากรูปที่ 12 กราฟเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของปริมาณคลอรีนที่ได้จากเครื่อง มีค่าความถูกต้องสูงขึ้นเมื่อกำหนดค่าปริมาณน้ำในปริมาณที่มากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด

ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่กำหนด (ลิตร)	ระดับคลอรีนที่ได้จากการคำนวณ (มิลลิกรัม)	ระดับคลอรีนที่ได้จากเครื่อง (มิลลิกรัม)	ค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ (ppm)
1	20	100	105	0.6
2	40	200	208	0.5
3	60	300	310	0.5
4	80	400	411	0.5
5	100	500	512	0.5
ค่าเฉลี่ย				**0.52**

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาหาปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนเครื่องจ่ายได้เมื่อนำไปผสมน้ำ และทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที ในการฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่ามีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 13 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ

จากรูปที่ 13 กราฟค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำ พบว่าค่าคลอรีนอิสระที่คงเหลือในน้ำที่ได้ มีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อการกำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการในปริมาณที่มากขึ้น

6. อภิปรายผลการวิจัย

เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำดิบแบบอัตโนมัติตา ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำระบบการจ่ายคลอรีนผสมกับน้ำแบบอัตโนมัติ และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณน้ำที่ต้องการ 4 ปริมาณ คือ 500 ลิตร 1000 ลิตร 1500 ลิตร และ 2000 ลิตร ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำที่ผสมคลอรีนที่ได้คิดเป็น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 98.18% และเมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค คลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 1.03 ส่วนเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด ผลจากการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำในระบบการจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำที่กำหนด และมีปริมาณค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากปริมาณน้ำที่กำหนด 5 ปริมาณ คือ 20 ลิตร 40 ลิตร 60 ลิตร 80 ลิตร และ 100 ลิตร ปริมาณของคลอรีนเครื่องจ่ายได้ มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ย เท่ากับ 96.50% และเมื่อนำคลอรีนที่ได้ไปผสมกับน้ำที่ต้องการใช้ แล้วทิ้งระยะเวลาไว้ 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค ปรากฏว่าคลอรีนอิสระคงเหลือเฉลี่ย เท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือการจ่ายคลอรีนของเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ทั้ง 2 ระบบ มีค่าความถูกต้องในระดับสูง ทั้งนี้เพราะว่าได้เลือกใช้เซนเซอร์การไหลของน้ำที่มีคุณภาพสูงมาใช้ในการวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในท่อ และใช้ปั๊มน้ำแรงดันสูงที่มีกำลังวัตต์สูงในการจ่ายคลอรีน ซึ่งการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสอง ถูกควบคุมด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำให้การปรับค่าต่างๆเป็นไปได้อย่างละเอียด ทำให้การจ่ายคลอรีนแต่ละครั้งมีความถูกต้องและเที่ยงตรงในระดับสูง ส่งผลให้น้ำที่ผสมคลอรีนแล้วนั้น เมื่อทิ้งไว้ 30 นาที ค่าคลอรีนอิสระยังคงเหลือมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การจ่ายน้ำดิบเข้าเครื่องจ่ายคลอรีนควรจ่ายผ่านปั๊มน้ำเพื่อรักษาระดับความดันน้ำในท่อให้คงที่ และในการใช้เครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ หลังการใช้ควรทำความสะอาดระบบภายใน เพราะคลอรีนเมื่อแห้งจะลักษณะเป็นผงปูนสีขาว และคลอรีนยังทำปฏิกิริยาการวัตถุที่เป็นโลหะ

7.2 ควรศึกษาการสร้างและทดสอบเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ ที่มีฟังก์ชั้นการใช้งานตามความต้องการน้ำ เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ อื่นๆ เช่น นำไปล้างผักสด ผลไม้ ล้างปลา ล้างเขียง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, “คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ”,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 2, พ.ศ.2540.

[2] สาวิตรี คงยืน, “ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรคในระบบประปาหมู่บ้าน”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาลัยมหิดล, พ.ศ.2544.

[3] ธีรวิทย์ ปูผ้า, ยิ่งเจริญ คุสกุลรัตน์ และวรพจน์ กนกกันฑพงษ์, “ปัญหาคลอรีน คลอไรด์ ในน้ำประปาที่ใช้ในอุตสาหกรรมและแนวทางการแก้ไข”, วารสาร มฉก. วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 8, ฉบับที่ 16, พ.ศ.2548.

[4] พิเชฐ พิศภา, “การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน”, สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา, พ.ศ.2542.

[5] เอกชัย มะการ, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino”, บริษัท อีทีที จำกัด, พ.ศ.2552.