บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

แอลจีเป็นพืชน้ำที่เกิดขึ้นในน้ำธรรมชาติที่ใส โดยทั่ว ๆ ไปจะสามารถพบได้ในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น ในแม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาป หรือแม้แต่น้ำใต้แผ่นน้ำแข็งในทวีปอาร์คติค การเจริญเติบโตของแอลจีเหล่านี้อาจจะเกิดจากการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) โดยอาศัยอาหารจากแร่ธาตุตามธรรมชาติ จากน้ำเสียที่ปล่อยลงไปในแหล่งน้ำต่าง ๆ หรือการเกิดของแอลจีซึ่งไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ (4)

การนำน้ำดิบจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ซึ่งมีแอลจีจำนวนมากมาผลิตเป็นน้ำประปาจะก่อให้เกิดปัญหาอย่างมากสำหรับระบบผลิตน้ำประปาที่ใช้โดยทั่วไป ได้มีการสรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับผลเสียที่เกิดขึ้นในระบบผลิตน้ำประปาที่เกิดจากแอลจี เช่น การทำงานของระบบโคแอกกูเลชันล้มเหลว การตกตะกอนของฟลอกในถังตกตะกอนไม่ได้ผล การอุดตันของถังทรายกรองทำให้ช่วงเวลาของการกรองสั้นลง ทำให้สูญเสียน้ำสะอาดในการล้างย้อน (Backwash) มากขึ้น การอุดตันของท่อส่งน้ำของระบบจ่ายน้ำประปา เป็นต้น พร้อมทั้งมีการเสนอแนะวิธีการต่างๆ ที่จะกำจัดแอลจี เช่น การใช้สารเคมีฆ่าแอลจีโดยตรง (algicide) การเพิ่มปริมาณสารส้มในระบบโคแอกกูเลชัน การปรับพีเอชโดยการเติมสารเคมี การใช้ไมโครสเตรนเนอร์และระบบพรีฟิลเตอร์

การลดปริมาณแอลจีก่อนที่จะนำเข้าระบบทรายกรอง จะเห็นว่ามีอยู่หลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้พรีฟิลเตอร์เป็นตัวกรองก่อน เพื่อลดภาระของถังทรายกรองเร็วในแง่การลดปริมาณแอลจีและลักษณะสมบัติของน้ำ เพื่อเป็นแนวความ

คิดใหม่ ๆ ในการใช้ระบบผลิตน้ำประปาที่มีราคาในการลงทุนก่อสร้างไม่สูงนักและง่ายต่อการควบคุมระบบ

1.2 ปัญหาเนื่องจากแอลจีต่อระบบผลิตน้ำประปา

ในการนำน้ำจากแหล่งที่มีปัญหาการเกิดของแอลจีมาผลิตเป็นน้ำประปา อาจจะเกิดปัญหาต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.2.1 การทำงานของระบบโคแอกกูเลชัน (Coagulation) ล้มเหลวจากการวิจัยที่ผ่านมา[4] พบว่า ปริมาณของสารส้มที่พอเหมาะสำหรับความขุ่นไม่สามารถทำให้เกิดฟลอกที่เหมาะสม จะต้องเพิ่มปริมาณของสารส้มที่ใช้ทำให้สิ้นเปลืองค่าสารเคมีเพิ่มขึ้น

1.2.2 การตกตะกอนของฟลอกล้มเหลว เนื่องจากแอลจีที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ จะมีการดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำไป ทำให้ค่าพีเอชของน้ำสูงขึ้น และในเวลากลางคืนเมื่อแอลจีไม่ได้สังเคราะห์แสง จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากขบวนการหายใจ ทำให้พีเอชลดลงอีก การเปลี่ยนแปลงของพีเอชนี้ จะมีผลทำให้สารโคแอกกูแลนต์ไม่สามารถทำให้เกิดฟลอกที่ดีได้

1.2.3 การอุดตันของถังทรายกรองเร็ว ในน้ำดิบที่มีแอลจีและอนุภาคแขวนลอยต่าง ๆ ในปริมาณที่มากเกินพอ จะต้องผ่านขบวนการต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณแอลจี และอนุภาคแขวนลอยให้พอเหมาะ ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบถังทรายกรองเร็ว อย่างไรก็ตามถ้าขบวนการบำบัดเบื้องต้น เช่น การโคแอกกูเลชันล้มเหลว หรือปริมาณแอลจีที่หลงเหลืออยู่มีมากพอ และหลุดไปที่ถังทรายกรองเร็ว จะทำให้เกิดการสูญเสียเฮด (Head) ของถังทรายกรอง เนื่องจากการอุดตันของชั้นทรายกรอง ทำให้ช่องของการทำความสะอาดชั้นทรายกรองโดยวิธีล้างย้อน (backwash) ถี่ขึ้นนั่นคือ ปริมาณน้ำสะอาดที่ผลิตได้ต้องสูญเสียในการทำความสะอาดชั้นทรายเพิ่มมากขึ้น

1.2.4 การอุดตันของท่อส่งน้ำของระบบจ่ายน้ำประปา เนื่องจากการจับตัวของแอลจีเป็นกลุ่ม หรือเป็นชั้นเมือก (Slime layer) ถ้าระบบผลิตน้ำไม่สามารถกำจัดแอลจีออกได้ หรือเกิดแอลจีขึ้นภายหลังขบวนการผลิตน้ำ

1.2.5 ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช ความเป็นด่าง คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้ต้องใช้สารเคมีเพื่อปรับลักษณะสมบัติของน้ำให้เหมาะสม

1.2.6 ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกลิ่น สี และรส ของน้ำประปาที่ผลิตได้ ทำให้น้ำไม่น่าดื่มน่าใช้[1]

1.3 <u>การกำจัดแอลจี</u>

จากปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบผลิตน้ำประปาอันเนื่องมาจากแอลจีดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ได้มีการใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อกำจัดหรือลดปริมาณของแอลจี โดยมีทั้งวิธีการทั้งทางเคมี กายภาพ และทางไฟฟ้า วิธีการดังกล่าวได้แก่

1.3.1 การใช้สารเคมีเพื่อฆ่าแอลจี (algicide) คอปเปอร์-ซัลเฟต ($CuSO_4$) เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ที่สุดในการนี้ อย่างไรก็ตามจะมีปัญหายุ่งยากในการควบคุมปริมาณสารเคมีที่ใช้ ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาข้างเคียงขึ้นได้ เช่น กลิ่นและรส นอกจากนี้สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าแอลจีคือ คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) และคลอรีน (Chlorine) ยังมีอันตรายสำหรับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำด้วย ดังตารางที่ 1.1 แสดงถึงปริมาณคอปเปอร์ซัลเฟตและคลอรีนที่ใช้ฆ่าแอลจี และตารางที่ 1.2 แสดงถึงปริมาณของคอปเปอร์ซัลเฟตที่สัตว์น้ำยังทนอยู่ได้[15]

ตารางที่ 1.1 Quantity of copper sulfate and chlorine required for different organisms

Organisms	Odor	Copper sulfate, mg/l	Chlorine, mg/l
Chrysophyta:			
Asterionella	Aromatic, fishy, geranium	0.10	0.5-1.0
Melosira	.....	0.30	2.0
Synedra	Earthy	1.00	1.0
Navicula	.....	0.07	
Chlorophyta:			
Conferva	.....	1.00	
Scenedesmus	.....	0.30	
Spirogyra	.....	0.20	0.7-1.5
Ulothrix	.....	0.20	
Volvox	Fishy	0.25	0.3-1.0
Xygnema	.....	0.70	
Coelastrum	.....	0.30	
Cyanophyta:			
Anabaena	Moldy, grassy, vile	0.10	0.5-1.0
Clathrocystis	Grassy, vile	0.10	0.5-1.0
Oscillatoria	.....	0.20	1.1
Aphanizomenon	Moldy, grassy, vile	0.15	0.5-1.0
Protozoa:			
Euglena	.....	0.05	
Uroglena	Fishy, oily	0.05	0.3-1.0
Peridunium	Fishy	2.00	
Chlamydomonas	.....	0.50	
Dinobryon	Aromatic, violet, fishy	0.30	0.3-1.0
Synura	Cucumber, fishy bitter	0.10	0.3-1.0
Schizomycetes:			
Beggiatoa	Putrefactive	5.00	
Crenothrix	Putrefactive	0.30	0.5

ตารางที่ 1.2 Fish tolerance to copper sulfate

Fish	mg/l
Trout	0.14
Carp	0.30
Suckers	0.30
Catfish	0.40
Pickerel	0.40
Goldfish	0.50
Perch	0.75
Sunfish	1.20
Black bass	2.10

1.3.2 การเพิ่มพีเอช (pH) ของน้ำ เป็นการป้องกันการเติบโตของแอลจีได้[4] ซึ่งจะทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับสารเคมีที่ใช้และทำให้การควบคุมระบบยุ่งยากขึ้น

1.3.3 การเพิ่มปริมาณของสารโคแอกกูแลนท์ (Coagulant) ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อาจจะเกิดปัญหาการไม่จมตัวของฟลอก เนื่องจากแรงลอยตัวโดยธรรมชาติของแอลจี ทำให้ไปเพิ่มภาระของถังทรายกรองขึ้นอีก

1.3.4 การใช้ระบบกรองก่อนที่จะเข้าสู่ถังทรายกรอง เช่น การใช้ไมโครสเตรนเนอร์ (Microstrainer) เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากในประเทศอังกฤษ[4] **ตารางที่ 1.3(1)** แสดงถึงปริมาณของน้ำที่ใช้ในการล้างไมโครสเตรนเนอร์ และถังทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) ซึ่งใช้เป็นพรีฟิลเตอร์ก่อนที่จะเข้าสู่ถังทรายกรองช้า

ตารางที่ 1.3(1) Operational Data of Sample Filtration Works

Primary Filtration	Washwater used as %
Kempton Park rapid sand filters	1.15-1.62 of filtered water
Ashford Common Microstrainers	1.64-2.03 of filtered water

1.3.5 การใช้กระแสไฟฟ้า (Electrolytic control) S.K. Paul et. al.[12] ได้แสดงถึงการใช้กระแสไฟฟ้าในการฆ่าแอลจี ดังที่แสดงใน ตารางที่ 1.3 (2)

1.3.6 การป้องกันแสงแดด เหมาะสำหรับถังเก็บน้ำหรือบ่อน้ำที่ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบ เป็นการป้องกันไม่ให้ปริมาณของแอลจีเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ระบบผลิตน้ำประปาที่มีฝาปิดถังต่าง ๆ สามารถลดปัญหาซึ่งเกิดจากแอลจีลงได้

จากวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำจัดแอลจีจะเห็นว่า จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการก่อสร้างระบบเพิ่มเติม ค่าสารเคมี ตลอดจนทำให้การควบคุมระบบยุ่งยากซับซ้อนขึ้น ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตน้ำประปาซึ่งผลิตน้ำสะอาดสำหรับชุมชนเล็ก ๆ หรือชุมชนที่ขาดผู้ควบคุมระบบที่มีความชำนาญ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเห็นในวิธีการที่ไม่ยุ่งยากในการควบคุมระบบ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างเพิ่มเติมไม่สูงนัก นั่นคือ การใช้ระบบพรีฟิลเตอร์เพื่อลดปริมาณของแอลจีก่อนที่เข้าสู่ถังทรายกรองเร็ว

ตารางที่ 1.3(2) Electrolytic Control Test Results

Test No.	Rate of Flow l/min	Conc. of Algae mg/l	Voltage Volts AC	Current Ampres	Gap between Electrodes mm.	Remarks
1	0.36	130	85	3.6	10	unaffected
2	0.36	132	90	4.0	10	unaffected
3	0.36	134	105	5.0	10	some dead
4	0.236	142	120	6.0	10	all dead
5	0.236	132	115	5.6	10	all dead
6	0.125	140	110	6.0	10	all dead
7	0.886	131	135	4.0	15	unaffected
8	0.394	92	140	4.4	15	few alive
9	0.394	190	145	5.0	15	few alive
10	0.179	110	150	5.6	15	all dead
11	0.313	105	150	5.6	15	all dead
12	0.345	90	145	4.0	20	unaffected
13	0.157	93	190	5.9	20	all dead
14	0.129	124	110	2.0	25	unaffected
15	0.332	66	195	3.0	27	unaffected
16	0.413	110	195	3.8	30	unaffected
17	1.47	45	165	5.5	6.5	all dead
18	2.06	97	151	5.0	6.5	all dead
19	3.20	144	151	5.0	6.5	all dead
20	3.20	185	120	3.75	6.5	all dead
21	1.84	195	112	3.50	6.5	all dead
22	4.10	179	112	3.50	6.5	all dead
23	4.10	296	112	3.50	6.5	all dead
24	4.10	395	112	3.50	6.5	all dead
25	4.10	429	112	3.50	6.5	all dead
26	4.10	787	112	3.50	6.5	all dead
27	4.10	1353	112	3.50	6.5	all dead
28	4.30	150	112	3.50	6.5	all dead
29	4.30	172	112	3.5	6.5	all dead
30	4.30	230	99	3.0	6.5	partially affected

Tests numbered 1-16 were mixed cultures of algae tests numbered 17-30 were Spirogyra only.

จากการวิจัยของโคม สิทธิเวทย์[24] ได้ใช้พรีฟิลเตอร์ร่วมกับถังทรายกรองช้าพรีฟิลเตอร์ที่ใช้เป็นแบบปล่อยให้น้ำดิบไหลผ่านสารกรองคือ กรวดขนาดต่างๆ 4 ชั้น ในแนวนอน น้ำดิบที่ใช้เป็นน้ำผิวดินจากสระขนาดย่อม ผลิตน้ำประปาให้ราษฎรของหมู่บ้านท่าสะมุ่น ซึ่งเป็นหมู่บ้านอพยพจากบริเวณที่ถูกน้ำท่วมจากการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ ได้สรุปผลของการวิจัยไว้ดังนี้.-

1. ประสิทธิภาพของการลดความขุ่นเฉลี่ย 94% และ 96% ของอัตราการกรอง 311 ม.^{3}/วัน และ 194 ม.^{3}/วัน ตามลำดับ
2. ประสิทธิภาพการลด Total Coliform 98-99.9% ของทั้ง 2 อัตรากรอง
3. ช่วงทำความสะอาดทรายกรองของถังทรายกรองช้า 21 วัน และ 40 วัน ของอัตรากรอง 311 ม.^{3}/วัน และ 194 ม.^{3}/วัน

และจากการติดตามการทำงานของระบบผลิตประปานี้ ได้ให้ข้อสังเกตุต่อไปว่า พรีฟิลเตอร์ที่ใช้กรวดเป็นตัวกรองนี้ สามารถลดความขุ่นได้ 45% ลด Total Coliform ได้ 80 - 90% ลดปริมาณของแอลจีและจุลชีพลงได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ได้ให้ข้อสังเกตุสำหรับการลดปริมาณแอลจีและจุลชีพเช่นเดียวกันนี้ ซึ่งพอจะเป็นแนวทางได้ว่า พรีฟิลเตอร์แบบใช้กรวดเป็นตัวกรองนี้ สามารถใช้ลดปริมาณแอลจีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของถังทรายกรอง

ในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นการนำเอาพรีฟิลเตอร์โดยใช้กรวดเป็นสารกรองมาใช้ร่วมกับถังทรายกรองเร็ว เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปาที่มีปัญหาเกี่ยวกับแอลจีโดยเฉพาะ เช่น น้ำในอ่างเก็บน้ำ และเป็นแนวทางพัฒนาในการออกแบบผลิตน้ำประปาที่ควบคุมง่ายและประหยัดต่อไป

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยจะใช้พรีฟิลเตอร์ร่วมกับถังทรายกรองเร็ว โดยใช้น้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

1.4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของ Horizontal coarse grained media prefilter มีลักษณะการไหลคล้ายกับแบบ Baffle type และใช้กรวดเป็นสารกรอง ในการเตรียมน้ำให้มีลักษณะสมบัติที่เหมาะสมสำหรับถังทรายกรองเร็ว

1.4.2 ศึกษาการลดปริมาณของแอลจีเมื่อผ่านพรีฟิลเตอร์

1.4.3 ศึกษาขนาดของกรวดที่เหมาะสมในช่วงขนาดเดียวตลอดทั้งถังพรีฟิลเตอร์เพื่อใช้เป็นสารกรอง

1.4.4 ศึกษาขนาดของกรวดที่เหมาะสม เมื่อใช้กรวด 2 ขนาดร่วมกันในถังพรีฟิลเตอร์ เพื่อใช้เป็นสารกรอง

1.4.5 หาข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการลงทุน การควบคุมและการบำรุงรักษา

1.5 ขอบข่ายในการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้จะใช้ Pilot plant ที่มีอัตราการผลิตน้ำประปา ขนาด 15 ม.^{3}/ชม. สำหรับ Pilot plant นี้เป็นระบบผลิตน้ำประปาของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ที่เขื่อนศรีนครินทร์สร้างเพิ่มเติม เพื่อผลิตน้ำประปาสำหรับพนักงานที่ประจำที่เขื่อนศรีนครินทร์ เวลาในการทำการผลิตน้ำประปา 24 ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.1 น้ำดิบที่ใช้ ใช้น้ำดิบในอ่างเก็บน้ำที่เขื่อนสรีนครินทร์

1.5.2 เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยเก็บตัวอย่างที่จุดต่าง ๆ ดังนี้

- น้ำในถังน้ำดิบ
- น้ำหลังจากผ่านพรีฟิลเตอร์
- น้ำหลังจากผ่านถังทรายกรองเร็ว

1.5.3 ศึกษาขนาดที่เหมาะสมของกรวดที่ใช้เป็นสารกรองสำหรับพรีฟิลเตอร์ โดยแบ่งการศึกษาขนาดของกรวดออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

1) ใส่กรวดขนาดเดียวกันตลอดทั้งถังพรีฟิลเตอร์คือ ขนาดระหว่าง 9 – 20 มม. และอัตราการไหล 5.6 $ม.^3$/ชม.

2) ใช้กรวด 2 ขนาดร่วมกันในถังพรีฟิลเตอร์คือ ขนาดระหว่าง 9 – 20 มม. และขนาดระหว่าง 4 – 12 มม. และอัตราการไหล 5.6 $ม.^3$/ชม.

3) ใช้กรวดขนาดเช่นเดียวกับข้อ 2 และอัตราการไหล 3.6 $ม.^3$/ชม.

ในการศึกษาขนาดของกรวดที่เหมาะสมนี้ จะเน้นในเรื่องประสิทธิภาพของการลดปริมาณแอลจี และความขุ่นของน้ำที่ผ่านพรีฟิลเตอร์

1.5.4 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำสูญเสีย ของพรีฟิลเตอร์แต่ละส่วน

1.5.5 วิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง การควบคุมดูแลรักษา และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง