



บทที่ 5

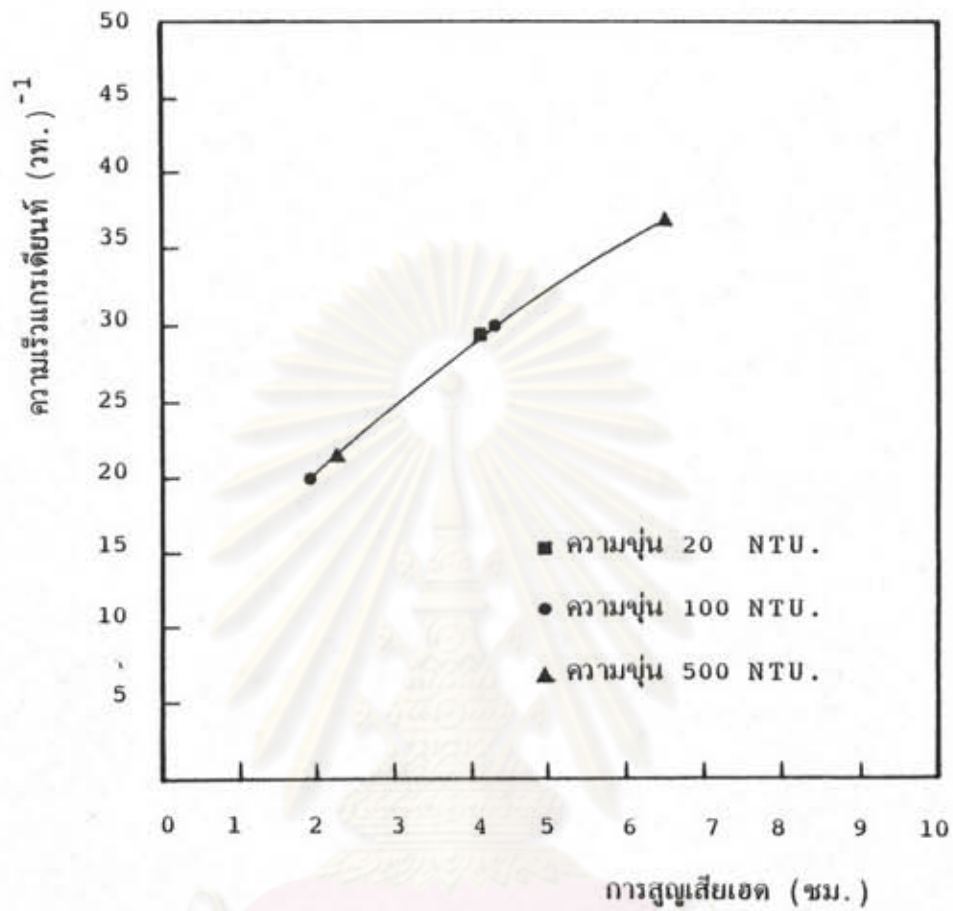
ผลการทดลอง และการวิจารณ์ผล

ผลการทดลองแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ผลการทดลองจารีทดสอบ (14) และผลการทดลองหาค่าดัชนีของการกรองโดยแปรค่าความเร็วแการเคียนท์ ความขุ่นเริ่มแรก พีเอชสุดท้าย และปริมาณสารสัมผัสที่ใช้ในชั้นกวนเร็ว ก่อนเข้า การกรอง เพื่อหาค่าความขุ่นที่เหลือหลังจากผ่านการกรอง และการสูญเสียเฮด แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีของการกรอง ดูภาคผนวกตารางที่ ผ. 1

การทดลองดังกล่าว เป็นการหาค่าดัชนีของการกรอง เพื่อใช้ในการควบคุมโคแอกกูเลชัน โดยพิจารณาการเกิดกลไกโคแอกกูเลชัน จากการแปรค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองจารีทดสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทดลองแบบเดียวกัน เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ และความเหมาะสมในการควบคุมโคแอกกูเลชัน โดยใช้ดัชนีของการกรอง

5.1 การเกิดความเร็วแการเคียนท์ในชั้นทราย

การสูญเสียเฮดที่เกิดขึ้นในชั้นทรายกรอง สามารถหาในรูปของความดันบนของน้ำ ซึ่งอยู่ในรูปของความเร็วแการเคียนท์ และจากการแทนค่าการสูญเสียเฮดที่หาได้จากการทดลอง ในสมการที่ 3-11 ทำให้หาค่าความเร็วแการเคียนท์ที่เกิดขึ้นในชั้นทรายได้ และจากผลการทดลองดังกล่าว สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียเฮดที่เกิดขึ้นในชั้น และความเร็วแการเคียนท์ที่เกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียเฮดที่เกิดขึ้นในชั้นทรายกรอง และความเร็วการตกตะกอนที่เกิดขึ้นจากการกรอง

พิจารณาภาพที่ 5-1 จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสูญเสียเฮดในชั้นทราย และค่าความเร็วการตกตะกอนที่เกิดขึ้น พบว่า ที่ความขุ่น 20, 100 และ 500 NTU. ความเร็วการตกตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีแปรเปลี่ยนในช่วง 19.9-30.0, 19.9-31 และ 21.0-36.9 (วินาที)⁻¹ ตามลำดับ ความเร็วการตกตะกอนที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียเฮดนี้ อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า

เป็นค่าฟล็อกกูเลชันแกรเดียนท์ (Flocculation Gradient) ซึ่งเป็นค่าความปั่นป่วนของน้ำที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างโอกาสสัมผัสระหว่างอนุภาคความขุ่นที่ถูกทำลายเสถียรภาพ หรืออนุภาคความขุ่นกับฟล็อก จนรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน และติดค้างบนชั้นทรายกรองในที่สุด (15)

ความเร็วแกรเดียนท์ดังกล่าวนี้ จะมีค่าแปรเปลี่ยนตามปริมาณสารส้มที่ใช้ ความขุ่นเริ่มแรก และพีเอช ดังแสดงในภาคผนวกที่ ผ.1 ความเร็วแกรเดียนท์ที่เกิดขึ้นจะมีอิทธิพลต่อการสร้างโอกาสสัมผัส และรวมตัวของอนุภาคความขุ่นได้เช่นเดียวกับความเร็วแกรเดียนท์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการกวนช้าของจาร์เทสต์ จะต่างกันก็เพียงแต่ค่าความเร็วแกรเดียนท์ที่เกิดขึ้นในชั้นทรายกรองนั้นมีค่าไม่คงที่ โดยแปรเปลี่ยนตามการสูญเสียเฮด ส่วนความเร็วแกรเดียนท์ในขั้นตอนการกวนช้าของจาร์เทสต์สามารถควบคุมให้คงที่ได้ตลอดการทดลอง

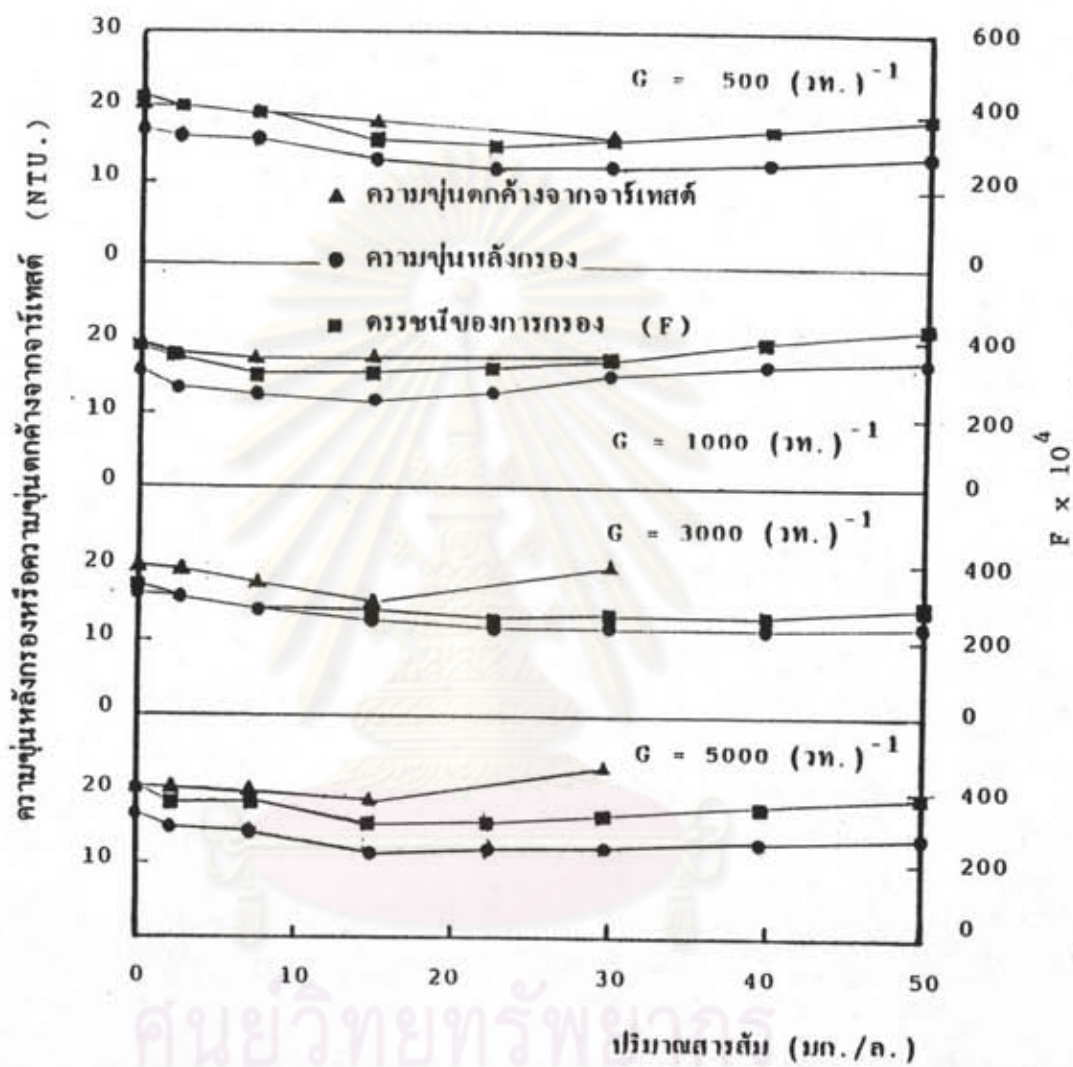
5.2 เปรียบเทียบการทดลองจาร์เทสต์กับการหาค่าครรชนของการกรอง

จากความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ ความขุ่นที่กรองได้ และปริมาณสารส้ม สามารถพิจารณาการเกิดโคแอกกูเลชันตามลำดับความขุ่นได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ความขุ่น 20 NTU.

พิจารณาภาพที่ 5-2 พีเอช 4 ที่ระดับความเร็วแกรเดียนท์ต่าง ๆ จากผลการทดลองจาร์เทสต์ จะเห็นได้ว่า การกำจัดความขุ่นเกิดขึ้นน้อยมาก แม้ว่าจะใช้ปริมาณสารส้มถึง 30 มก./ล. แล้วก็ตาม เนื่องจากในช่วงพีเอชต่ำเช่นนี้ จะเกิดสารประกอบไอออน Al^{+3} เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความสามารถในการทำลายเสถียรภาพต่ำ และที่ความขุ่นต่ำเช่นนี้จะทำให้เป่าสัมผัสน้อย โอกาสสัมผัสระหว่างสารประกอบไอออน Al^{+3} กับอนุภาคความขุ่นเกิดขึ้นได้ยาก ถึงแม้จะใช้ค่าความเร็วแกรเดียนท์สูงเพื่อกระจายสารส้มให้ทั่วถึงก็ตาม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นวโน้มการเกิดกลไกโคแอกกูเลชันเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และสังเกตเห็นได้ไม่เด่นชัด

การทดลองหาค่าครรชนของการกรอง ที่พีเอช 4 ก็เกิดสารประกอบสารส้มไอออนบวก เช่นเดียวกับการทดลองจาร์เทสต์ ซึ่งสารประกอบไอออนบวกนี้จะมีส่วนทำลายเสถียรภาพของอนุภาคความขุ่นก่อนเข้ากรอง เมื่อน้ำผ่านชั้นทรายกรองจะเกิดฟล็อกกูเลชัน-แกรเดียนท์ขึ้นในชั้นทราย และช่วยบีบบังคับให้อนุภาคความขุ่นเคลื่อนที่มาชิดกัน เพื่อเพิ่มโอกาสสัมผัสให้เกิดขึ้น แต่ที่ความขุ่นต่ำเช่นนี้ นวโน้มการเกิดกลไกโคแอกกูเลชันเกิดขึ้นได้



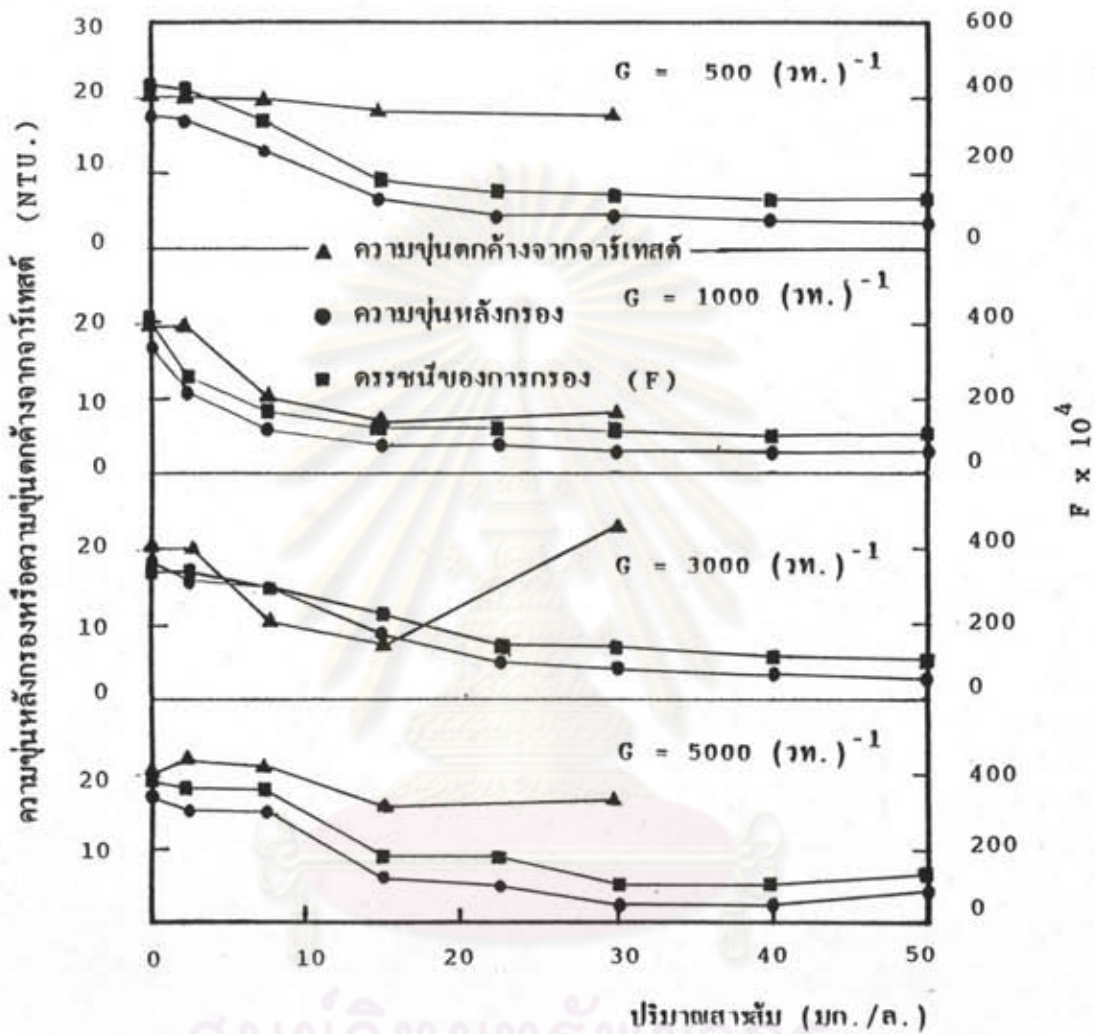
ภาพที่ 5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และคอวรีนของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 4

ไม่สมบูรณ์นัก พิจารณาความขุ่นที่กรองได้ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงกว่า การทดลองจาร์เทสต์ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากกลไกของการกรองที่เกิดขึ้น ได้มีส่วนเสริมสร้าง ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ จะเห็นได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ในลักษณะเช่นเดียวกับความขุ่นที่กรองได้ และ จาร์เทสต์ด้วย ที่ระดับความเร็วแรงแเดียนท์ต่าง ๆ ในช่วงพีเอช 4 นี้ ค่าครรชนของการกรองจะมีค่าอยู่ในช่วง 272×10^{-4} ถึง 420×10^{-4} กล่าวคือ เมื่อมีการเติมสารส้มลงไปจะเกิดการ ทำลายเสถียรภาพของอนุภาคความขุ่น ทำให้ความขุ่นที่กรองได้มีค่าลดลง นั่นคือ ค่าครรชนของการกรองมีค่าลดลงด้วย ซึ่งช่วงพีเอชนี้มีประสิทธิภาพในการทำลายเสถียรภาพต่ำ เป็นเหตุ ให้ค่าครรชนของการกรองที่หาได้ยังคงมีค่าอยู่ในระดับที่สูง

พิจารณาภาพที่ 5-3 ที่พีเอช 5 สำหรับการทดลองจาร์เทสต์จะมีประสิทธิภาพ ในการกำจัดความขุ่นสูงกว่าที่พีเอช 4 เนื่องจากอิทธิพลของ $Al(OH)^{+2}$ เมื่อเพิ่มปริมาณ สารส้มถึง 30 มก./ล. ความขุ่นตกค้างจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ลักษณะเช่นนี้ประเมินได้ว่า เกิดกลไกแบบจุดติดผิว และทำลายประจุ เนื่องจากที่พีเอชต่ำช่วงนี้ ปฏิกริยาไฮโดรไลซิสของ สารส้มเกิดไอออนประจุบวกเป็นจำนวนมาก ดังนั้น เมื่อใช้ปริมาณสารส้ม 7.5-15 มก./ล. ไอออนประจุบวกที่เกิดขึ้นก็เพียงพอต่อการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคความขุ่นซึ่งมีอยู่น้อย เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มที่ใช้ ไอออนประจุบวกที่เกิดขึ้นมีมากเกินไป จนเกิดกลไกคืนกลับของ เสถียรภาพ

พิจารณาจากความขุ่นที่กรองได้ จะเห็นได้ว่าเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ และไอออนบวกเกิดขึ้นที่ปริมาณสารส้ม 30 มก./ล. ก็เป็นการเพียงพอที่จะทำลายเสถียรภาพ ของอนุภาคความขุ่นในระดับพีเอชนี้เช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มมากกว่า 30 มก./ล. จะไม่เกิดปรากฏการณ์กลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ ทั้งนี้ เนื่องจากที่ผิวของเม็ดทรายกรอง แสดงประจุลบ ดังนั้น ไอออนบวกที่เกิดขึ้น และเป็นปริมาณที่เกินพอ จะเกิดการทำลายเสถียร ภาพกับประจุที่ผิวของทรายกรอง และเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นที่เกิดขึ้น สูงกว่าการทดลองจาร์เทสต์อย่างเห็นได้ชัด (16) (17)



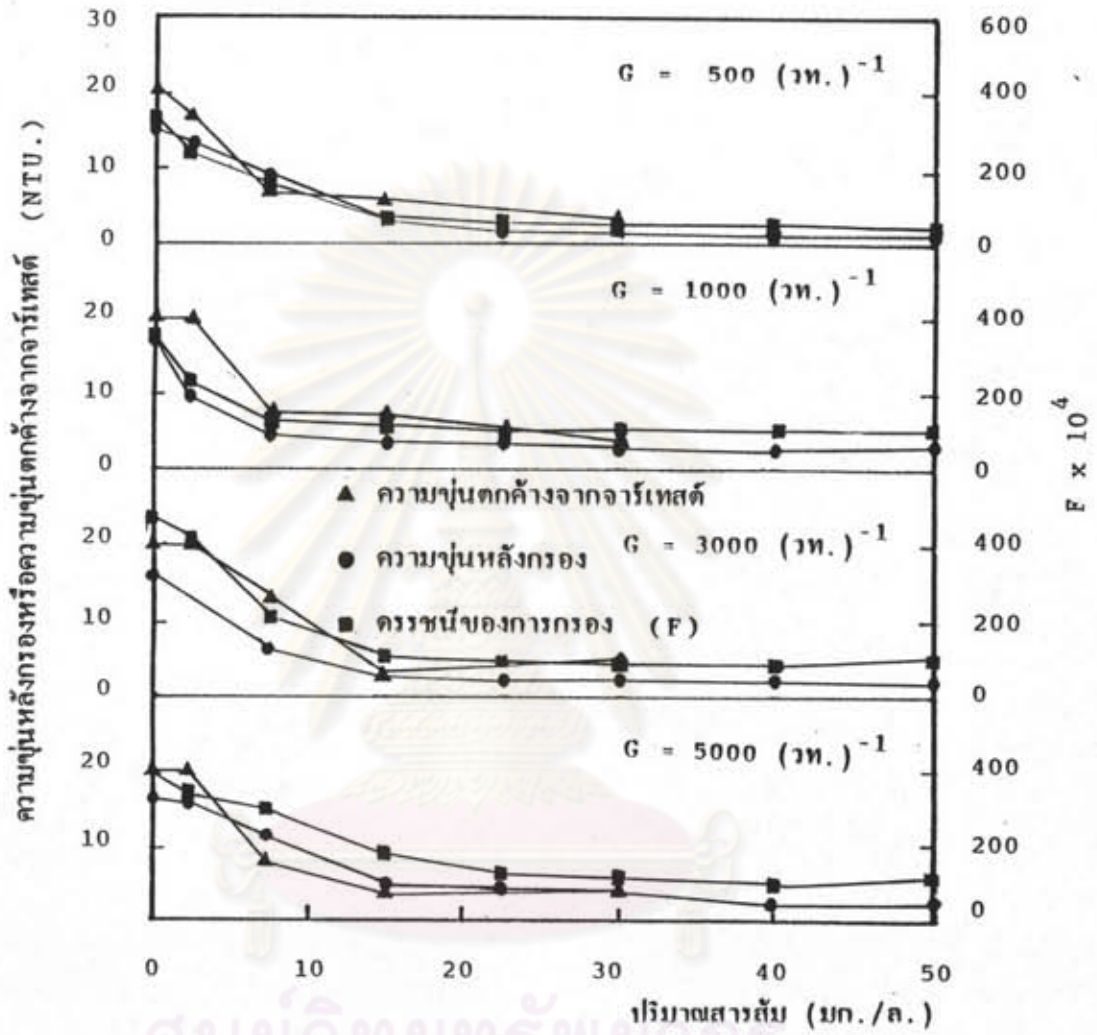
ภาพที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 5

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีของการกรองที่พีเอช 5 นี้ จะมีค่าอยู่ในช่วง 93×10^{-4} ถึง 432×10^{-4} ซึ่งจะมีค่าลดต่ำกว่าที่พีเอช 4 ทั้งนี้ เนื่องจากอิทธิพลของ $Al(OH)^{+2}$ จะมีบทบาทต่อการทำลายเสถียรภาพได้ดีกว่าที่เกิดขึ้นมากในช่วงพีเอช 4 (18) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีของการกรอง และความขุ่นที่กรองได้มีแนวโน้มเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากการทดลองจาร์เทสต์ที่เกิดกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ

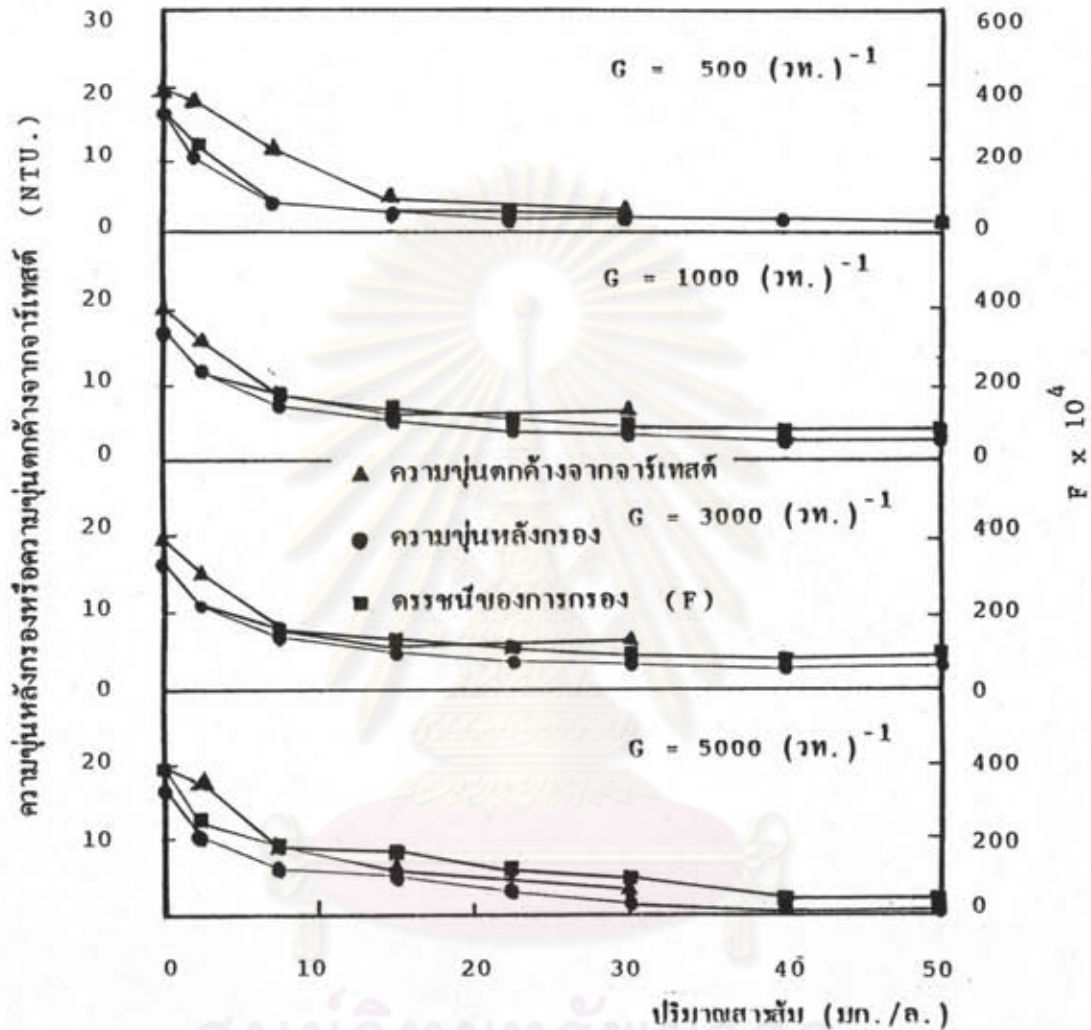
พิจารณาภาพที่ 5-4 ถึง 5-6 ที่พีเอช 6-8 สารประกอบสารส้มส่วนใหญ่อยู่ในรูปของผลึก $Al(OH)_3$ จากการทดลองจาร์เทสต์จะเห็นได้ว่า ระดับความเร็วแกรเดียนท์ไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการเกิดโคแอกกูเลชัน ดังนั้นโคแอกกูเลชันจึงเกิดจากกลไกแบบกวาด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Amirtharajah (3)

สำหรับการหาค่าดัชนีของการกรองในช่วงพีเอชดังกล่าว ผลึก $Al(OH)_3$ ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดกลไกในลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองจาร์เทสต์ เมื่อพิจารณาจากความขุ่นที่กรองได้ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่าสูงกว่าการทดลองจาร์เทสต์ และอิทธิพลของความเร็วแกรเดียนท์ที่ระดับต่าง ๆ จะไม่มีผลต่อการเกิดโคแอกกูเลชันเช่นเดียวกัน

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีของการกรองจะมีค่าอยู่ในช่วง 59×10^{-4} ถึง 471×10^{-4} ในช่วงพีเอชนี้ ประสิทธิภาพในการกรองมีค่าสูง จึงทำให้ค่าดัชนีของการกรองมีค่าต่ำ และมีค่าต่ำกว่าในช่วงพีเอช 4 และ 5 อีกด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกิดกลไกแบบกวาด ทำให้ผลึก $Al(OH)_3$ ที่เกิดขึ้นอาจติดค้างที่ผิวทรายกรอง เพื่อทำหน้าที่เป็นเป้าสัมผัส และดักจับอนุภาคความขุ่นด้วยกลไกเช่นเดียวกับการกวนช้าในจาร์เทสต์ เพียงแต่การกวนช้าเป็นการสร้างความเร็วของน้ำแต่ละจุดให้แตกต่างกัน เพื่อให้ฟล็อกที่เกิดขึ้นมีโอกาสสัมผัสกับอนุภาคความขุ่น และรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน จนตกตะกอนในที่สุด สำหรับการกรองฟล็อกที่เกิดขึ้นจะตกค้างในชั้นทราย และอยู่กับที่เพื่อเป็นเป้าสัมผัสต่อไป

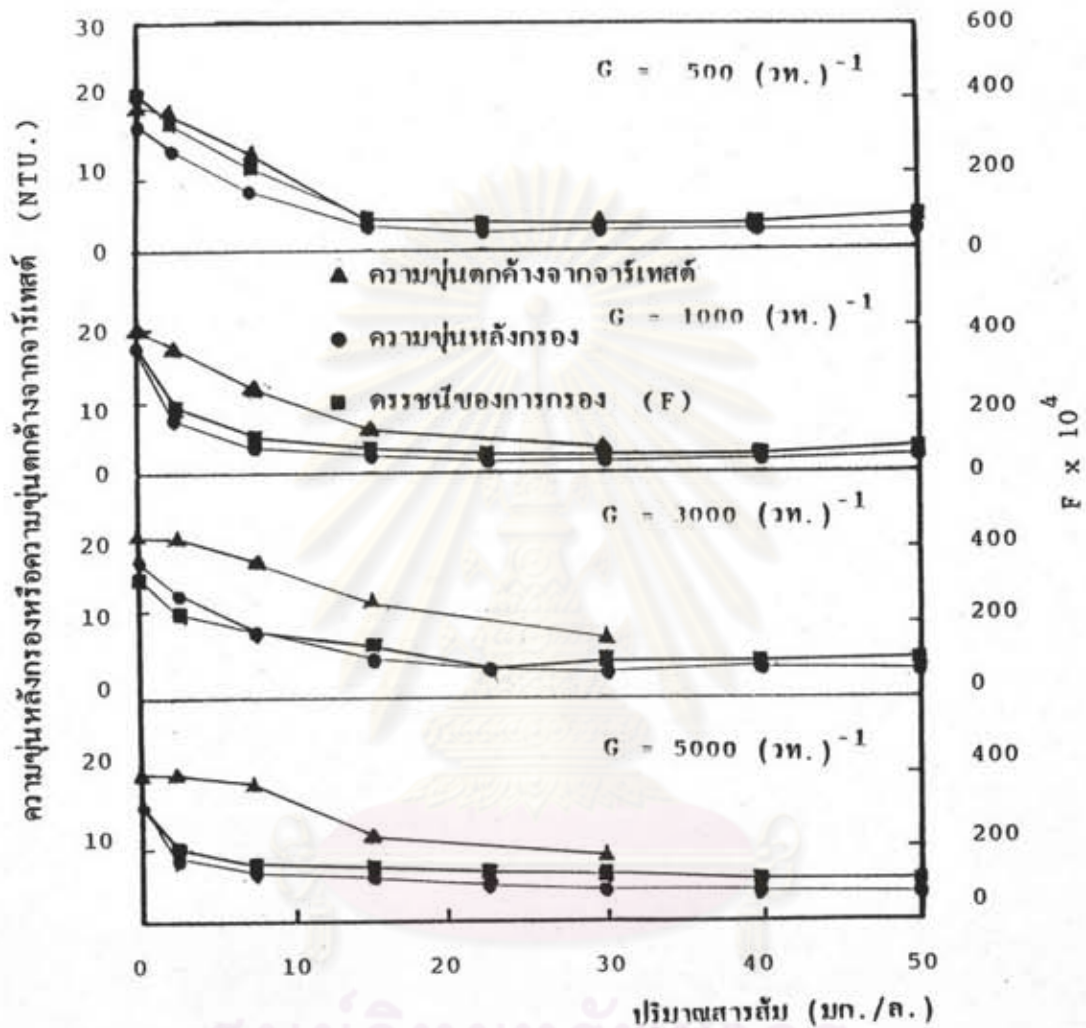


ภาพที่ 5-4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครวชน้ของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 6



ภาพที่ 5-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 7

ศูนย์วิทยุโทรคมนาคม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 8

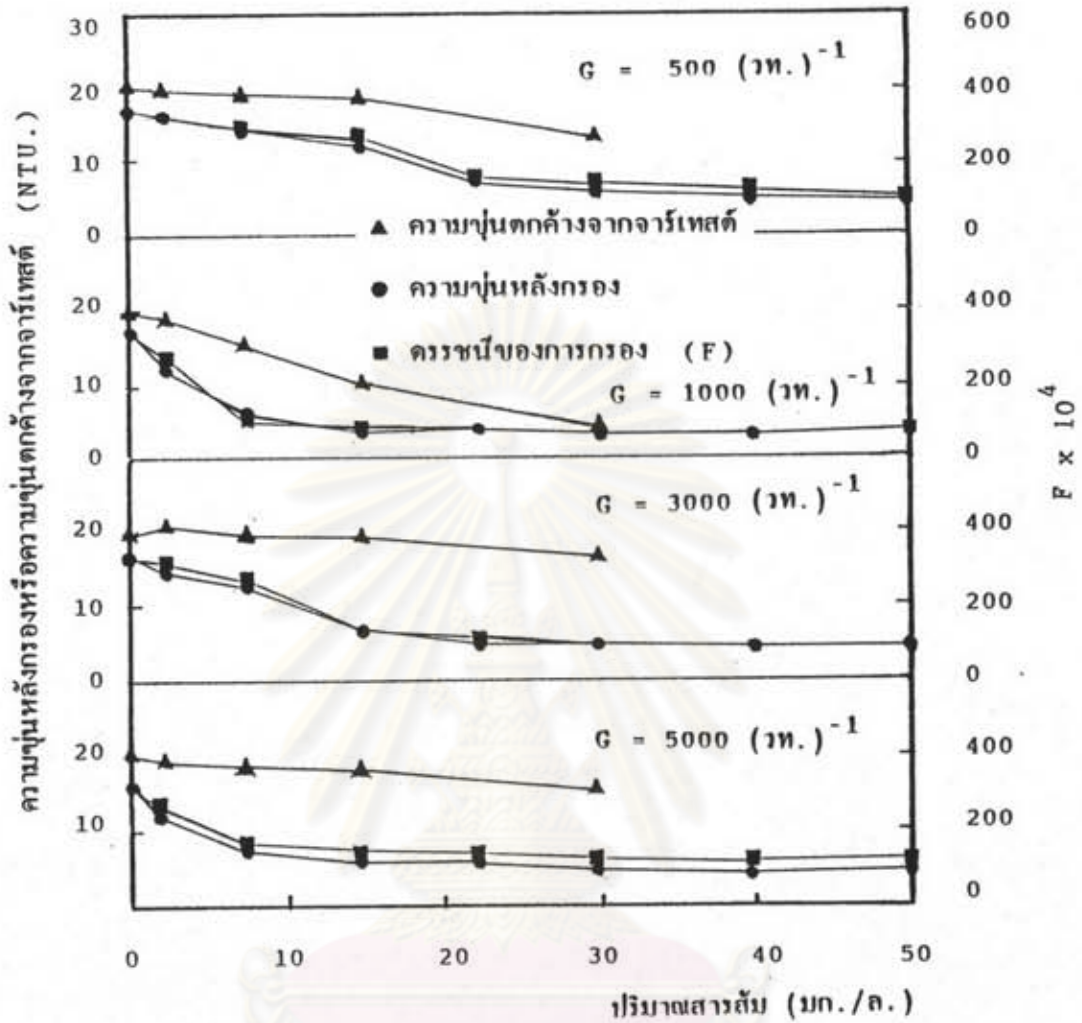
พิจารณาภาพที่ 5-7 ที่พีเอช 9 สารส้มที่ใช้จะเกิดสารประกอบไอออนลบ เป็นส่วนใหญ่ และเกิด $Al(OH)_3$ เพียงบางส่วน การทดลองจาร์เทสต์ที่ปริมาณสารส้ม 30 มก./ล. สำหรับค่าความเร็วแกรเดียนท์ 1000 (วินาที)⁻¹ สังเกตความขุ่นตกค้างจะมีค่าลดลง และมีแนวโน้มของการเกิดกลไกแบบกวาด แต่ที่ค่าความเร็วแกรเดียนท์ 500, 3000 และ 5000 (วินาที)⁻¹ โคแอกกูเลชันเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และเห็นไม่เด่นชัด เนื่องจากอิทธิพลของ สารประกอบไอออนลบ ซึ่งแตกต่างจากการกรอง จะเห็นได้ว่าเกิดกลไกแบบกวาด และเห็น ได้ชัดเจนกว่าจาร์เทสต์ที่เกิดขึ้นทุกระดับค่าความเร็วแกรเดียนท์ ถึงแม้ว่าสารส้มที่ใช้จะเกิดผลึก $Al(OH)_3$ เป็นส่วนน้อยก็ตาม แต่ผลึก $Al(OH)_3$ มีอิทธิพลต่อกลไกของการกรอง ทำให้ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเกิดขึ้นเนื่องจากการกรองมีค่าสูงกว่าการทดลองจาร์เทสต์มาก

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตรรกะของการกรอง กับปริมาณสารส้มที่ใช้ สำหรับพีเอช 9 นี้ ค่าตรรกะของการกรองจะมีค่าอยู่ระหว่าง 43×10^{-4} ถึง 408×10^{-4} และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ เพียงแต่ประสิทธิภาพในการกรองสูงกว่าจาร์เทสต์ที่ทุก ๆ ระดับค่าความเร็วแกรเดียนท์ ดังได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงทำให้ ค่าตรรกะของการกรองที่หาได้มีค่าต่ำ

5.2.2 ความขุ่น 100 NTU.

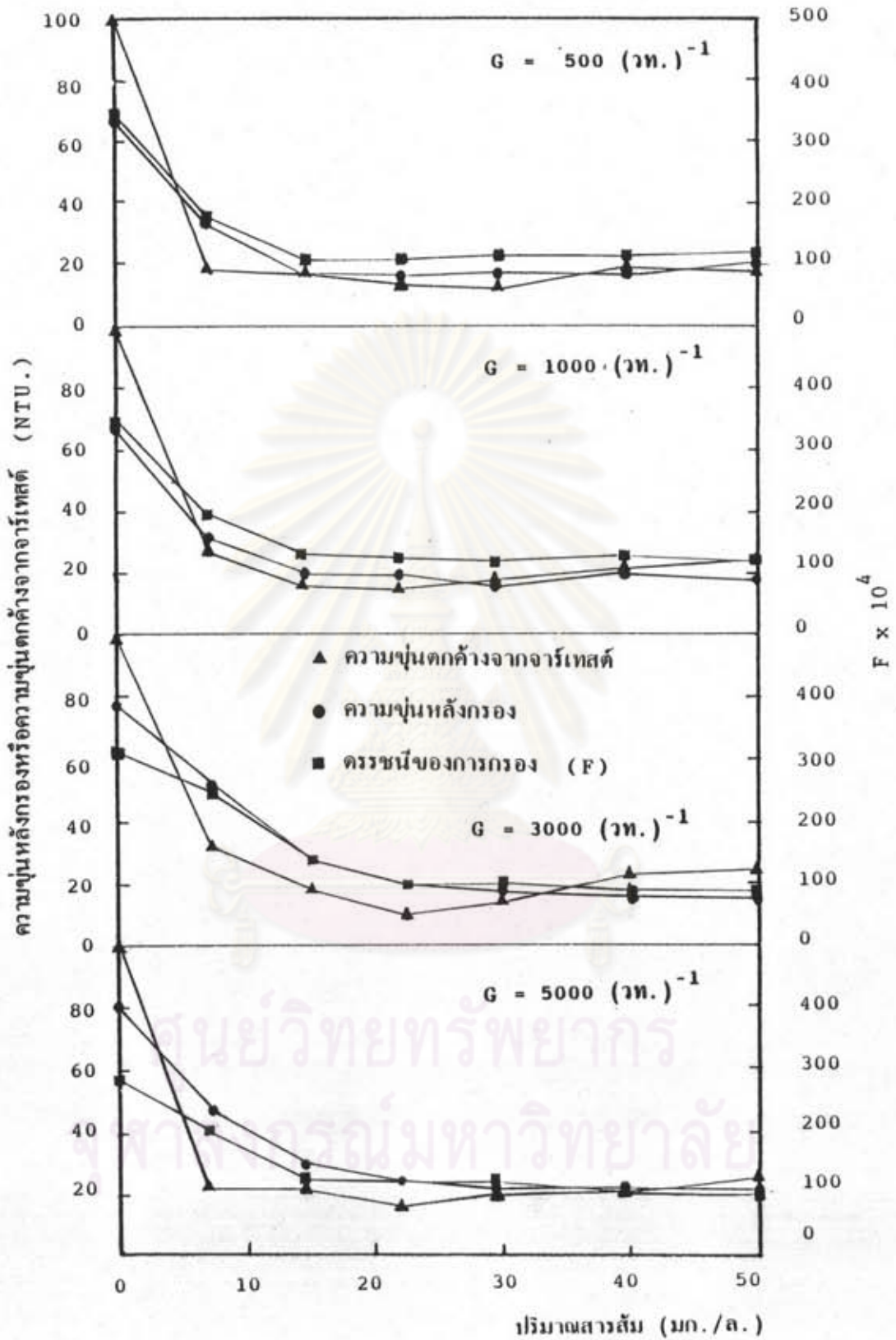
พิจารณาภาพที่ 5-8 ที่พีเอช 4 จะเห็นได้ว่าการทดลองจาร์เทสต์มีประสิทธิภาพ ในการกำจัดความขุ่นสูงที่ทุก ๆ ระดับค่าความเร็วแกรเดียนท์ แม้ว่าจะใช้ปริมาณสารส้มเพียง 7.5 มก./ล. ก็ตาม เนื่องจากที่พีเอช 4 เป็นพีเอชที่เหมาะสมสำหรับเกิดไอออนบวกของ สารส้ม การกำจัดความขุ่นเกิดจากกลไกแบบดูดติดผิว และทำลายประจุซึ่งเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่ ความขุ่น 20 NTU. เนื่องจากมีเป่าสัมพัทธ์มากขึ้น

การหาค่าตรรกะของการกรอง จะเห็นได้ว่าอิทธิพลของสารประกอบไอออนบวก ของสารส้ม ทำให้โคแอกกูเลชันมีแนวโน้มเกิดขึ้นด้วยกลไกเช่นเดียวกับการทดลองจาร์เทสต์ และจากการพิจารณาความขุ่นที่กรองได้ พบว่า จาร์เทสต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูง กว่า สังเกตเห็นแนวโน้มการเกิดกลไกแบบดูดติดผิว และทำลายประจุค่อนข้างเด่นชัดกว่า การกรอง



ภาพที่ 5-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และ दरชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พีเอช 4

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ ค่าครรชนของการกรองจะมีค่าอยู่ในช่วง 91×10^{-4} ถึง 357×10^{-4} มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับความขุ่นที่กรองได้ และจาร์เทสต์ แต่การกรองมีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นค่อนข้างต่ำกว่าจาร์เทสต์ จึงทำให้ค่าครรชนของการกรองมีค่าสูงตามไปด้วย

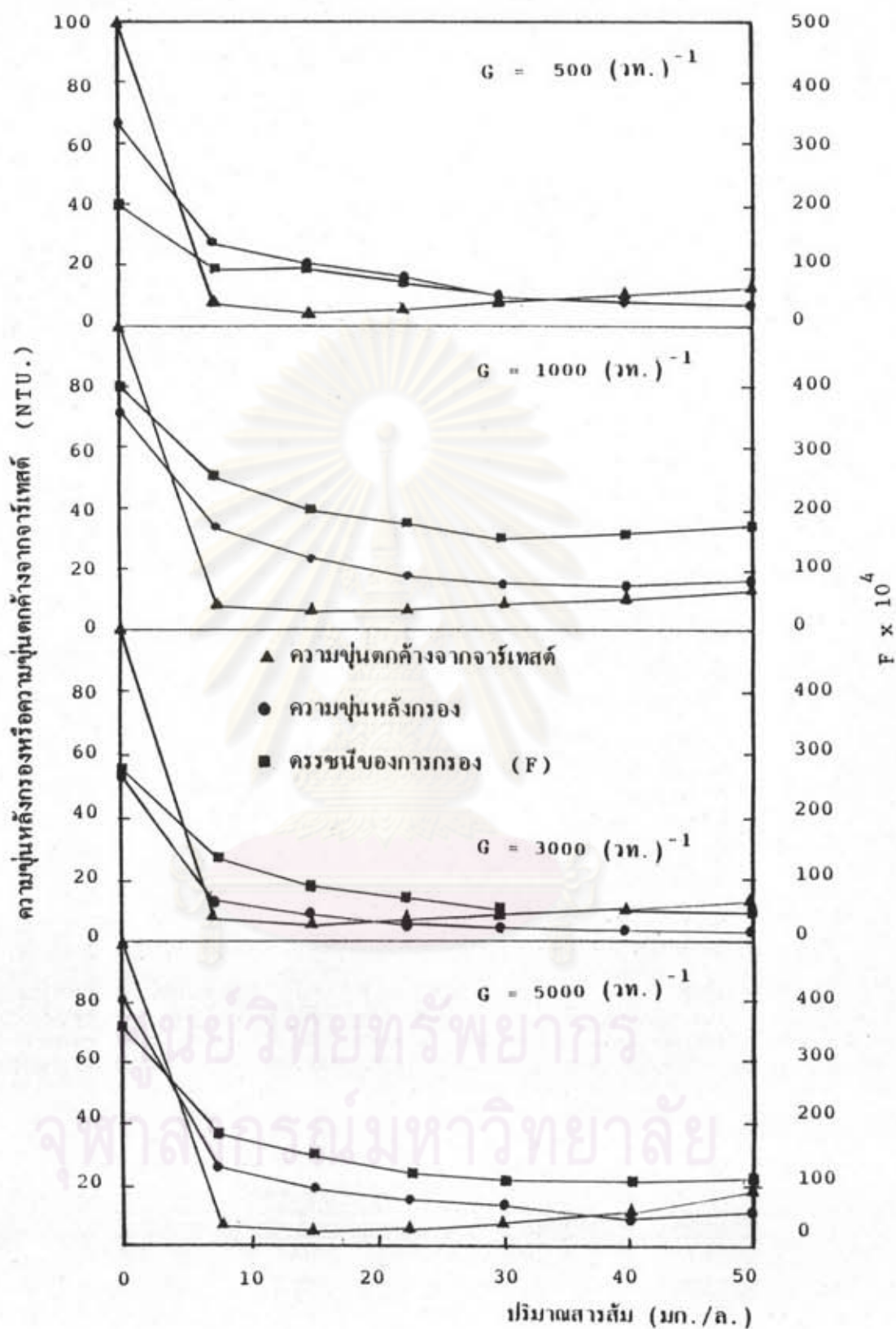
พิจารณาภาพที่ 5-9 ที่พีเอช 5 การทดลองจาร์เทสต์จะพบว่า $Al(OH)^{+2}$ จะเริ่มมีบทบาทในการทำลายเสถียรภาพที่ระดับค่าความเร็วแกรเดียนต์ต่าง ๆ ช่วงปริมาณสารส้ม 7.5-50 มก./ล. ซึ่งจะเกิดกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพขึ้น เนื่องจากไอออนประจุบวกที่เกิดขึ้นมากเกินไป และดูดติดผิวอนุภาคความขุ่นจนทำให้อนุภาคเหล่านั้นมีประจุบวก และเกิดเสถียรภาพขึ้นอีกครั้ง

สำหรับการกรองจะไม่พบปรากฏการณ์คืนกลับของเสถียรภาพ แม้ว่า会增加ปริมาณสารส้มถึง 50 มก./ล. ก็ตาม เนื่องจากไอออนประจุบวกที่เกิดขึ้นมากเกินไป จะเกิดการทำลายเสถียรภาพอีกครั้ง เมื่อผ่านชั้นทรายกรองที่มีประจุลบที่ผิว และทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงขึ้น

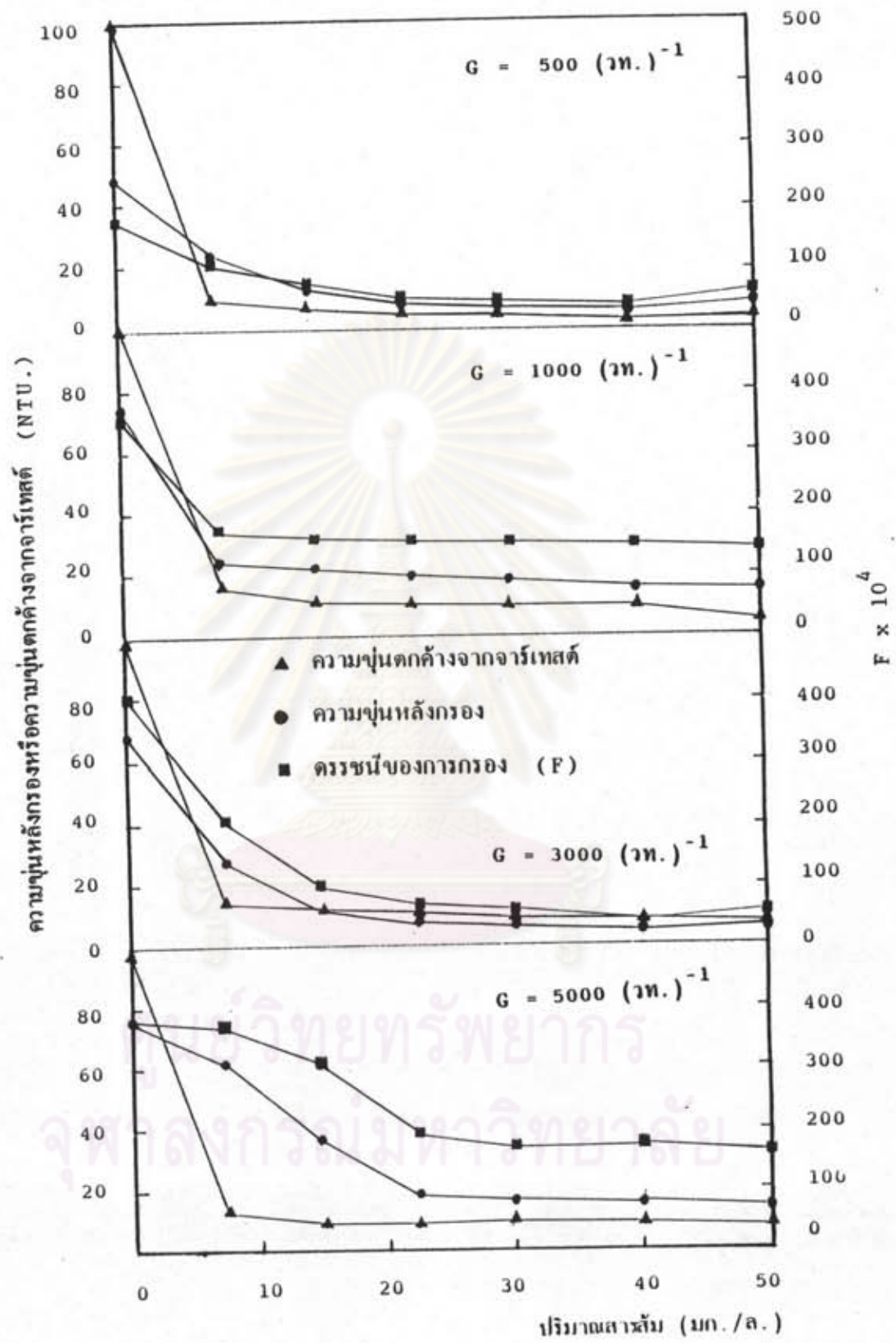
พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ จะเห็นได้ว่าค่าครรชนของการกรองที่หาได้มีค่าอยู่ในช่วง 93×10^{-4} ถึง 352×10^{-4} และแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับความขุ่นที่กรองได้ เพียงแต่ทดลองจาร์เทสต์จะเกิดกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ

พิจารณาภาพที่ 5-10 ถึง 5-13 ที่พีเอช 6-8 การทดลองจาร์เทสต์ มีแนวโน้มเกิดผลึก $Al(OH)_3$ มาก ถึงแม้ว่าปริมาณสารส้มเพียง 7.5 มก./ล. ก็ตาม ส่วนพีเอช 9 มีการเกิดผลึก $Al(OH)_3$ เพียงบางส่วน แต่ที่ระดับความขุ่นนี้มีเป่าสัมผัสมากขึ้น จึงทำให้มีแนวโน้มเกิดกลไกแบบกวาดเช่นเดียวกับช่วงพีเอช 6-8 ดังกล่าว

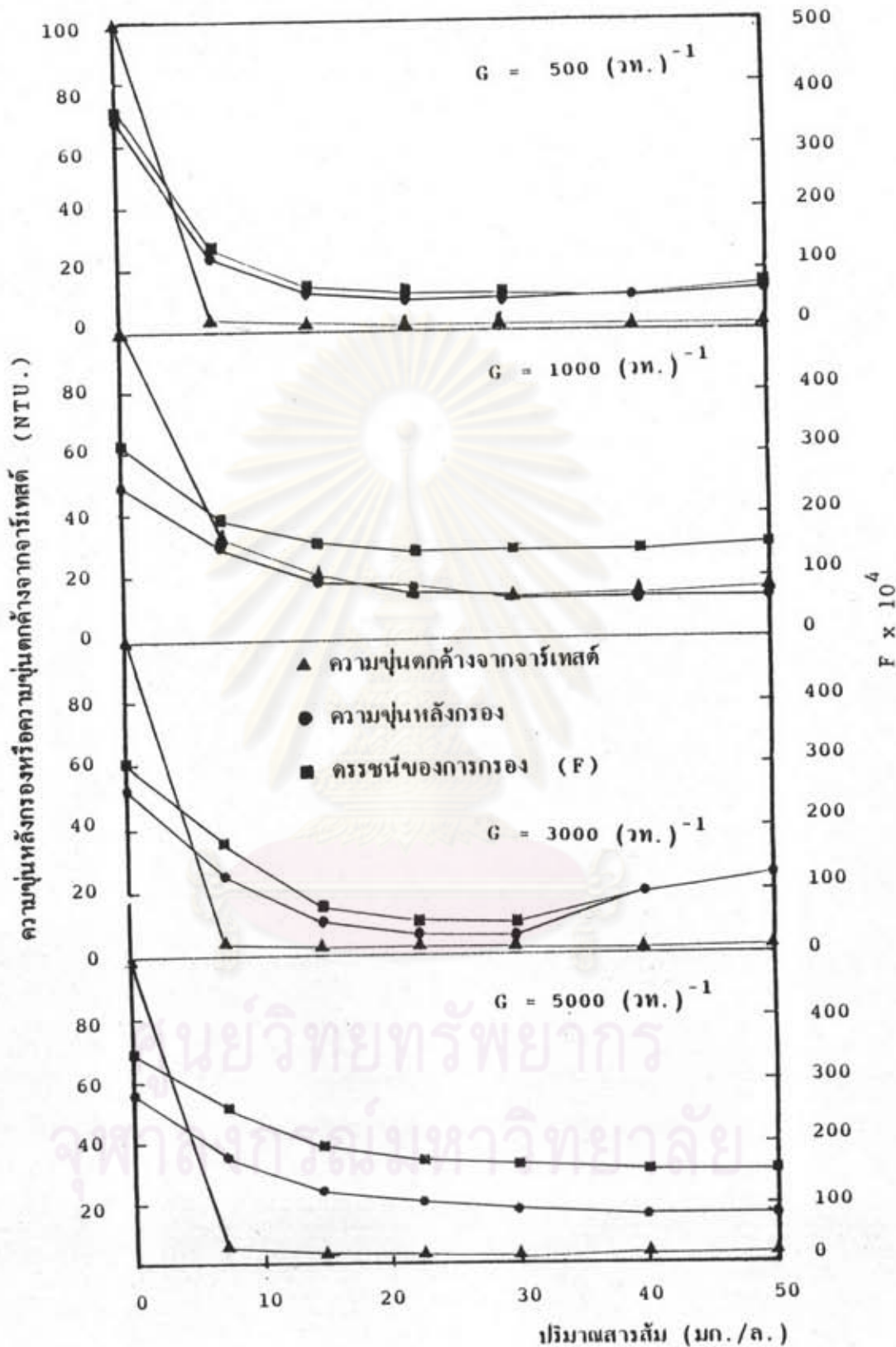
สำหรับการหาค่าครรชนของการกรอง จะเกิดกลไกเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ด้วยอิทธิพลของ $Al(OH)_3$ เพียงแต่ จาร์เทสต์จะมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงกว่าการกรองที่ทุกระดับค่าความเร็วแกรเดียนต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากที่ความขุ่น หรือเป่าสัมผัสมากจะเกิดการ



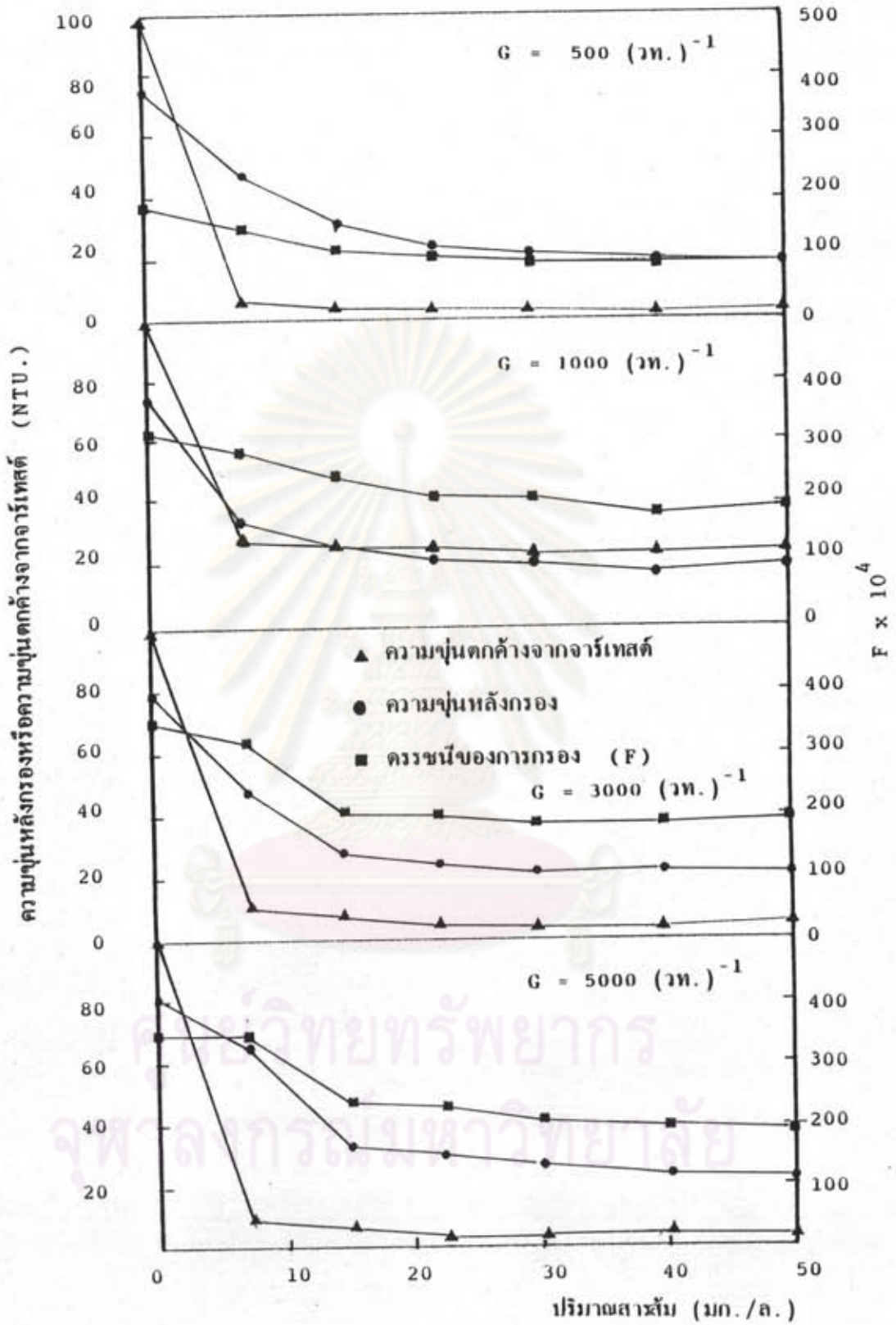
ภาพที่ 5-9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และควรรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พี่เอช 5



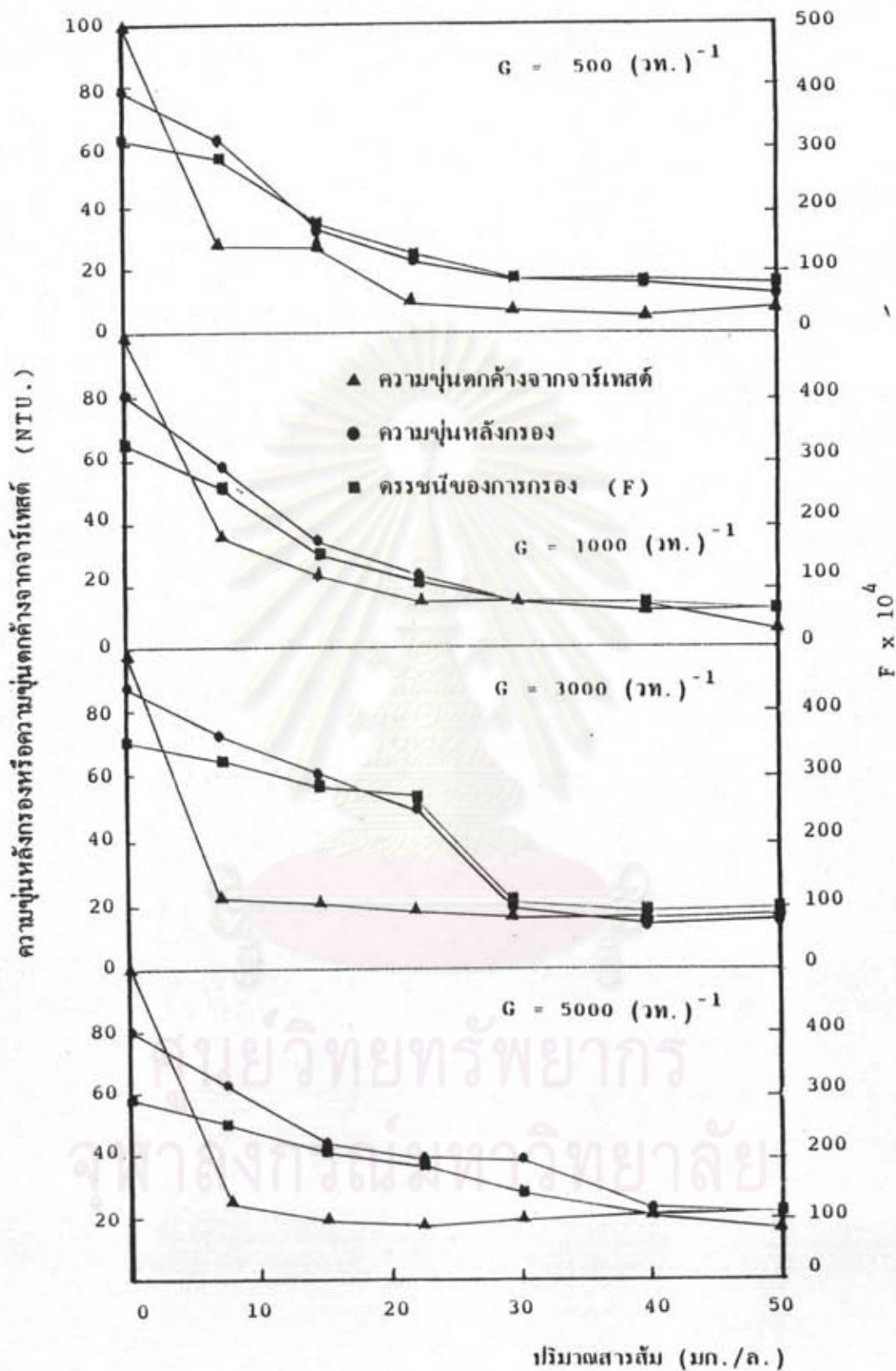
ภาพที่ 5-10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และควรรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พีเอช 6



ภาพที่ 5 - 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และ दरชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พีเอช 7



ภาพที่ 5-12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และควรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พีเอช 8



ภาพที่ 5 -13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และคหระชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 100 NTU. พีเอช 9

จุดต้นสูงขึ้น จึงทำให้ประสิทธิภาพของการกรองลดลง ส่วนค่าครชนีของการกรองที่หาได้ มีค่าอยู่ในช่วง 36×10^{-4} ถึง 368×10^{-4} แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเช่นเดียวกับ จาร์เทสต์ และความขุ่นที่กรองได้

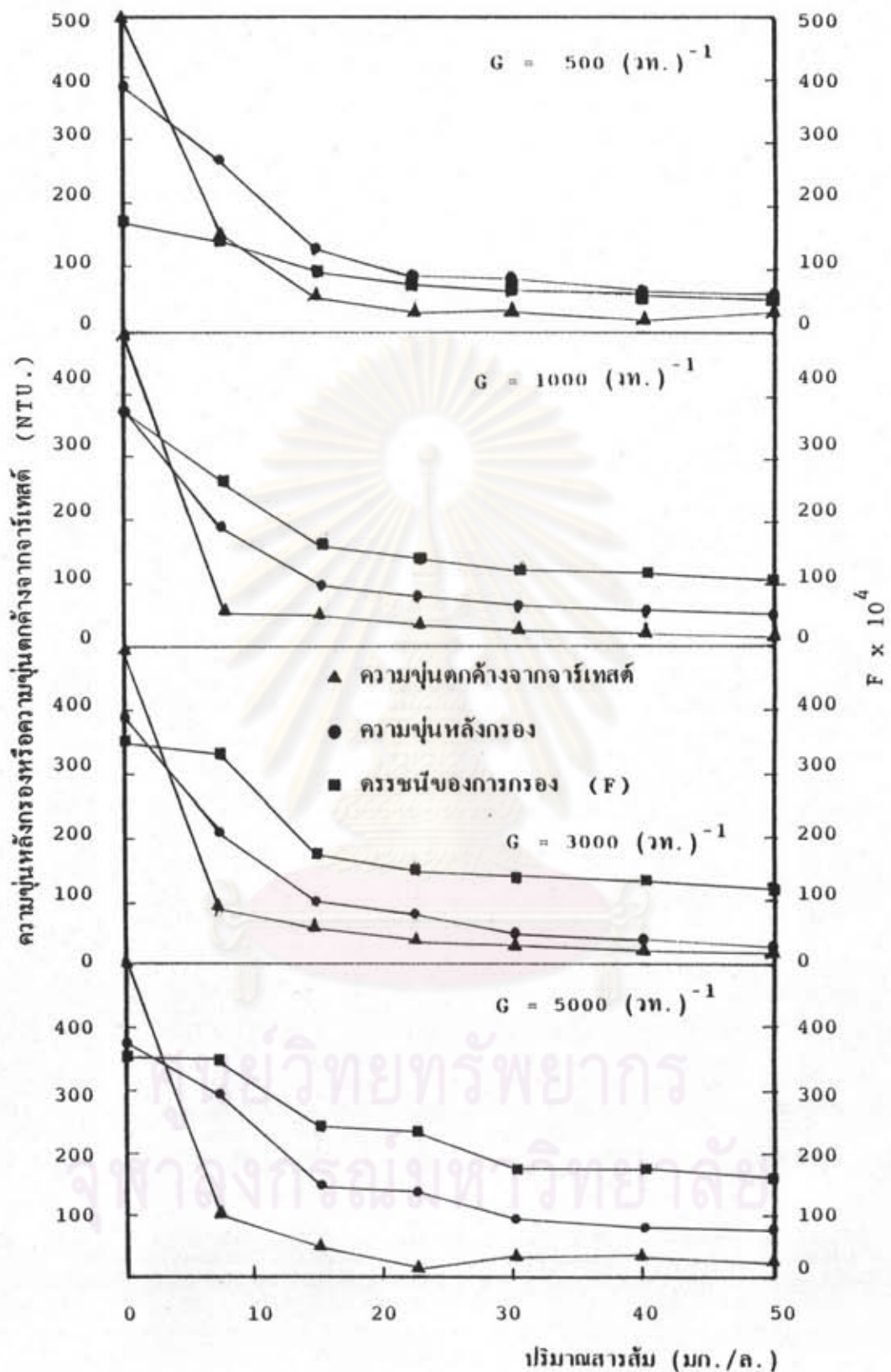
5.2.3 ความขุ่น 500

พิจารณาภาพที่ 5-14 ที่พีเอช 4 การทดลองจาร์เทสต์มีประสิทธิภาพในการกำจัด ความขุ่นสูงที่ทุก ๆ ระดับความเร็วแaggerเตียนท์ กล่าวได้ว่าที่พีเอช 4 จะมีอิทธิพลของไอออน ประจุบวกที่เกิดขึ้น ประกอบกับความขุ่นหรือเป่าสัมผัสมาก ทำให้เกิดกลไกแบบดูดติดผิว และทำลายประจุ แม้ว่าปริมาณสารส้มจะมากถึง 50 มก./ล. ก็ไม่เกิดปรากฏการณ์คืนกลับของ เสถียรภาพ เนื่องจากมีความขุ่นมากนั่นเอง

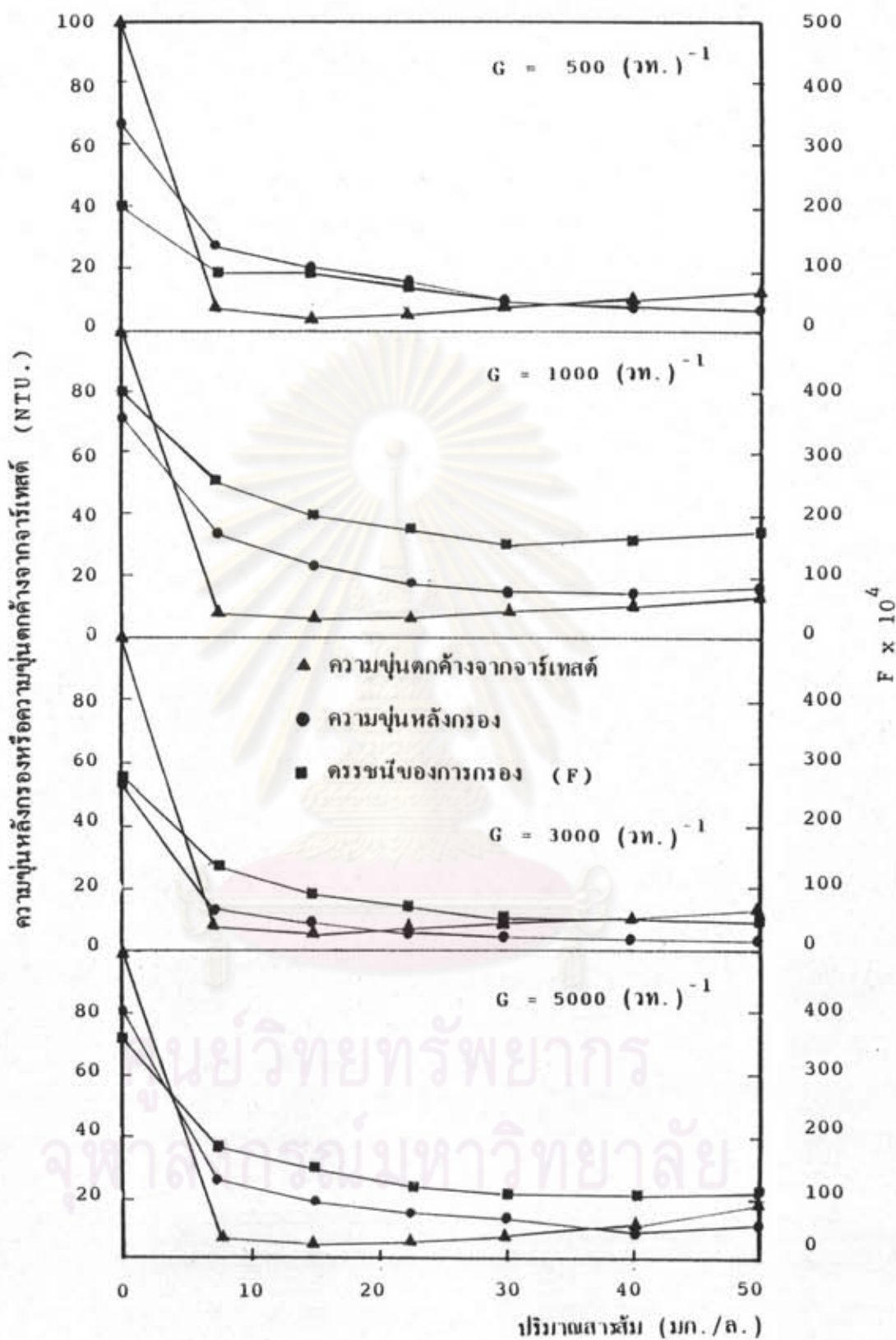
การหาค่าครชนีของการกรอง ที่พีเอช 4 จะเกิดกลไกแบบจุดติดผิว และทำลาย ประจุเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ แต่การกรองจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นต่ำกว่าการ ทดลองจาร์เทสต์ เนื่องจากความขุ่นสูงและมีเป่าสัมผัสมากนี้เอง จึงทำให้การสูญเสียเฮดมีค่าสูง ตามไปด้วย เป็นเหตุให้ประสิทธิภาพในการกรองลดลง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า ครชนีของการกรองที่หาได้กับปริมาณสารส้มที่ใช้จะมีค่าอยู่ในช่วง 49×10^{-4} ถึง 349×10^{-4} และมีแนวโน้มเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ และความขุ่นที่กรองได้

พิจารณาภาพที่ 5-15 ที่พีเอช 5 ที่ปริมาณสารส้มต่ำ สำหรับการทดลองจาร์เทสต์ จะเห็นได้ว่าการกำจัดความขุ่นเกิดขึ้นได้ดีที่ทุก ๆ ระดับค่าความเร็วแaggerเตียนท์ เมื่อปริมาณสาร ส้มสูงขึ้นจะเกิดกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ เนื่องจากอิทธิพลของไอออนบวกที่เกิดขึ้นมาก เกินพอ ลักษณะเช่นนี้ประเมินได้ว่าเกิดกลไกแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ แต่การทดลองหาค่า ครชนีของการกรองจะไม่พบกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ ถึงแม้ว่าจะเพิ่มปริมาณสารส้ม มากจนทำให้ไอออนประจุบวกที่เกิดขึ้นมากเกินไปก็ตาม แต่เมื่อผ่านชั้นทรายกรองจะถูกทำลาย เสถียรภาพด้วยประจุลบที่ผิวของเม็ดทรายอีกครั้งหนึ่ง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น สูงกว่าพีเอช 4

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครชนีของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้จะ เห็นได้ว่ามีค่าอยู่ในช่วง 50×10^{-4} ถึง 414×10^{-4} และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น



ภาพที่ 5 -14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. ทีเอช 4



ภาพที่ 5 -15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครวชน้ของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 5



เช่นเดียวกับความขุ่นที่กรองได้ ซึ่งแตกต่างจากจาร์เทสต์จะเกิดกลไกการคืนกลับของเสถียรภาพ และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่าต่ำกว่าจาร์เทสต์ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากว่าความขุ่นสูงจะเกิดการอุดตันสูง และทำให้ประสิทธิภาพในการกรองลดลง

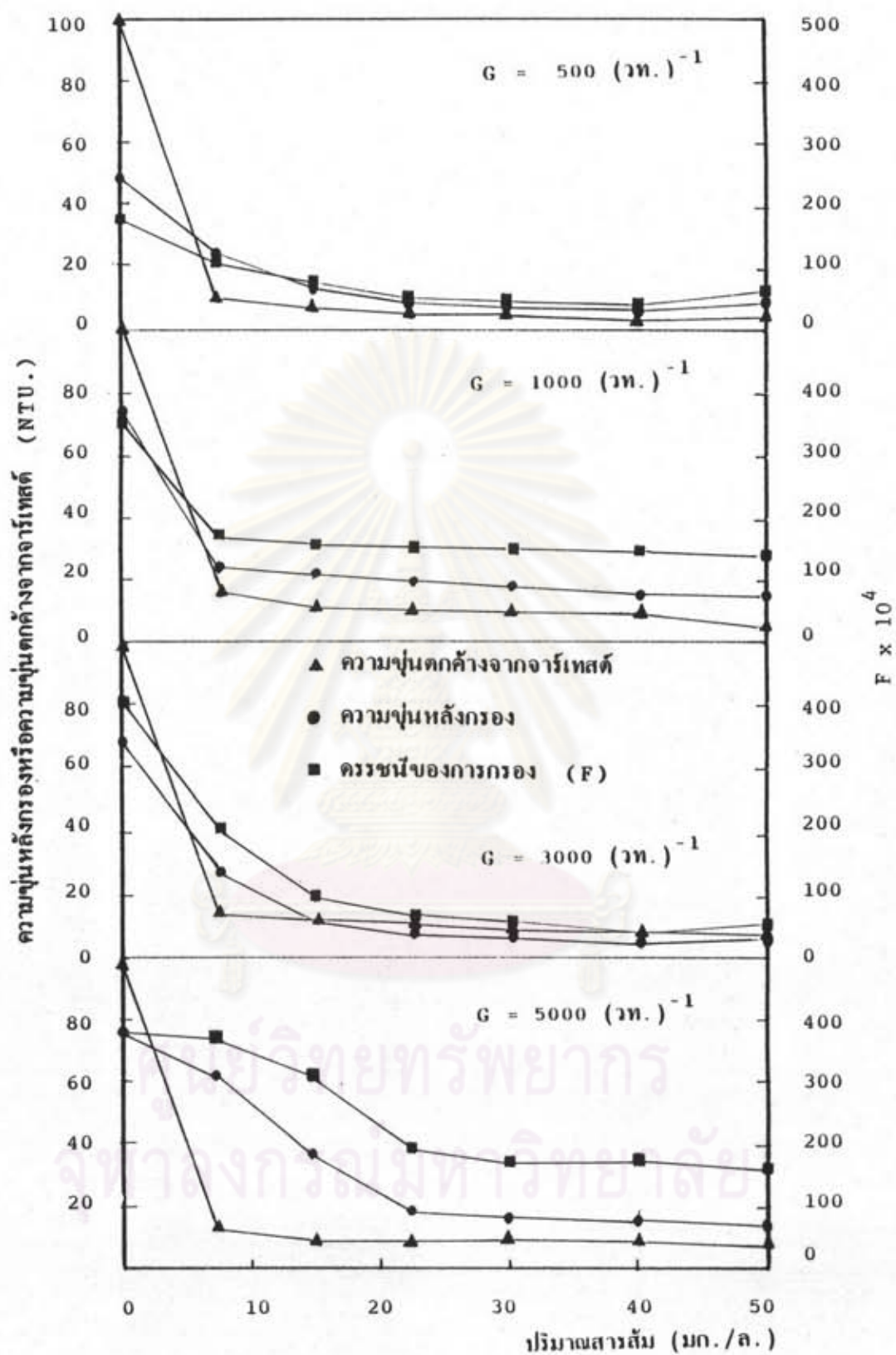
พิจารณาภาพที่ 5-16 ถึง 5-19 ที่พีเอชสุดท้าย 6-9 อิทธิพลของผลึก $Al(OH)_3$ จะมีบทบาท ประกอบกับความขุ่นสูง และมีเป้าหมายสัมพัทธ์มากเช่นนี้ จึงทำหน้าที่เป็นแกนนำในการตกผลึก จะเห็นได้ว่าการทดลองจาร์เทสต์สามารถกำจัดความขุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงปริมาณสารส้ม 22.5-40 มก./ล. ความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์จะมีแนวโน้มคงที่ แม้จะเพิ่มปริมาณสารส้มมากถึง 50 มก./ล. ก็ตาม ลักษณะเช่นนี้พบว่าเกิดกลไกแบบกวาด

ส่วนการหาค่าครรชนีของการกรอง จะเห็นได้ว่าการกรองสามารถกำจัดความขุ่นได้ดีในช่วงปริมาณสารส้มดังกล่าวเช่นเดียวกัน เพียงแต่ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของจาร์เทสต์จะมีค่าสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากมีความขุ่นสูงเช่นนี้จะมีแนวโน้มการอุดตันในชั้นทรายกรองสูง จึงทำให้ประสิทธิภาพของการกรองลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนีของการกรองกับปริมาณสารส้มที่ใช้ จะเห็นได้ว่าค่าครรชนีของการกรองที่หาได้ มีค่าอยู่ในช่วง 43×10^{-4} ถึง 414×10^{-4} และมีแนวโน้มเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ และความขุ่นที่กรองได้

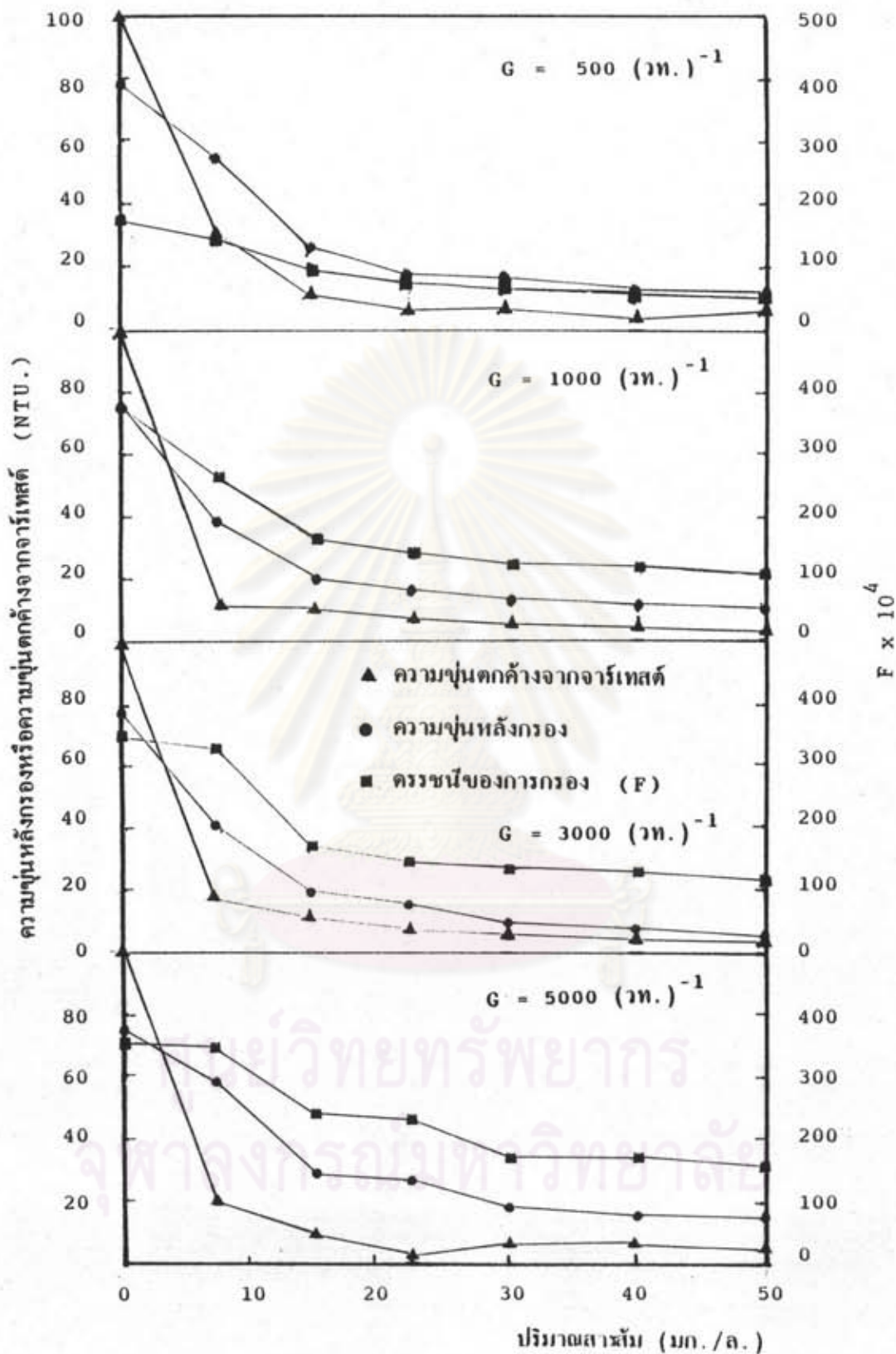
5.3 ครรชนีของการกรองในการควบคุมโคแอกกูเลชัน

จากผลการทดลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.2 นั้น ทำให้ทราบแนวโน้มของการเกิดกลไกโคแอกกูเลชันซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกับจาร์เทสต์ที่สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ กลไกแบบกวาด กลไกดูดติดผิว และทำลายประจุ ส่วนปรากฏการณ์กลไกแบบคืนกลับของเสถียรภาพจะเห็นไม่เด่นชัดเท่ากับการทดลองจาร์เทสต์

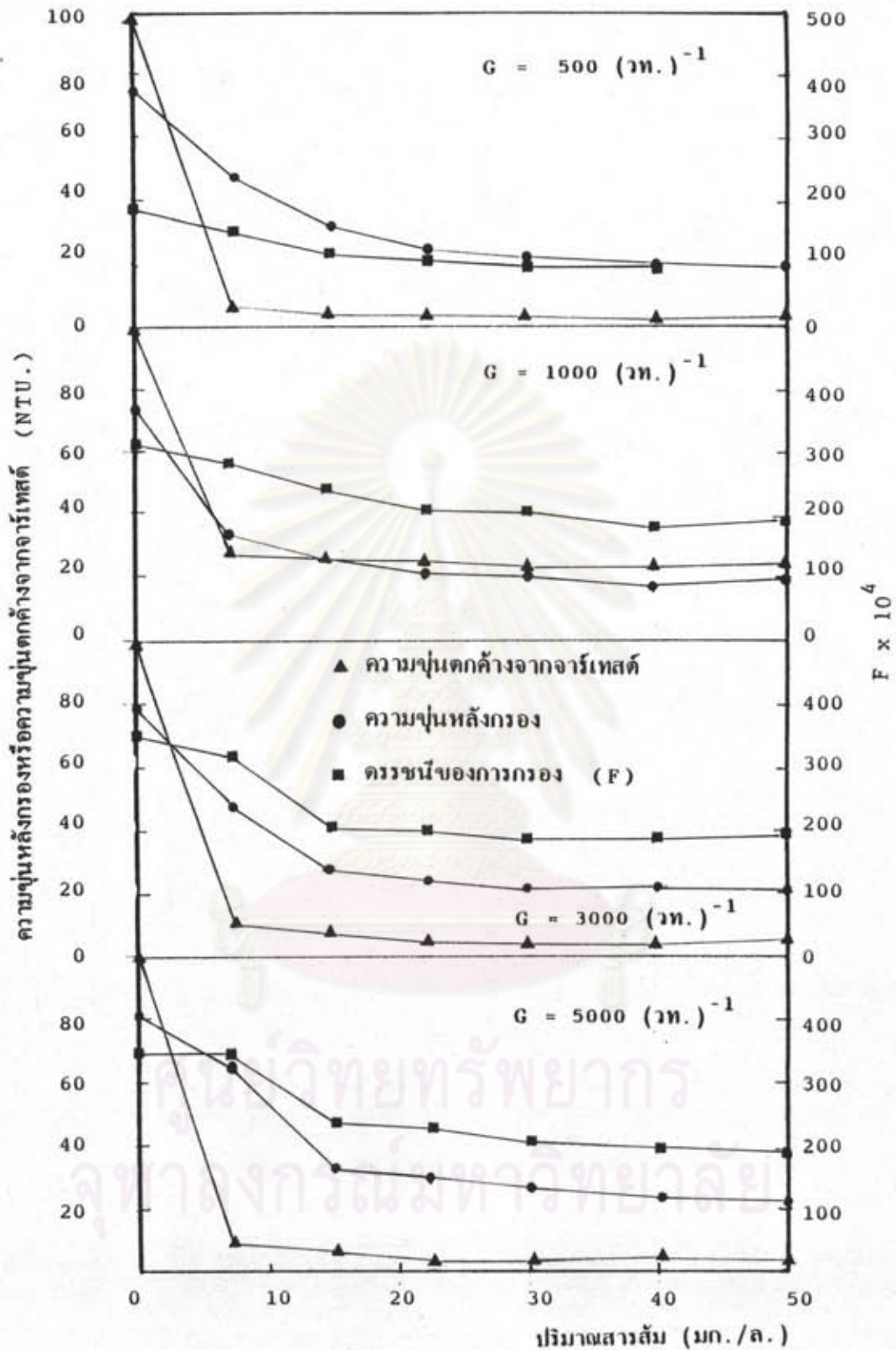
สำหรับการทดลองจาร์เทสต์ในครั้งนี้จะมุ่งวิเคราะห์เปรียบเทียบความขุ่นตกค้าง หรือประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นตกค้างกับปริมาณสารส้มที่ใช้ และในสภาวะเดียวกันจะนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาปริมาณสารส้มที่สามารถกำจัดความขุ่นได้มาก หรือเหมาะสมที่สุด ซึ่งพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นที่กรองได้กับปริมาณสารส้มที่ใช้ยังมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองจาร์เทสต์



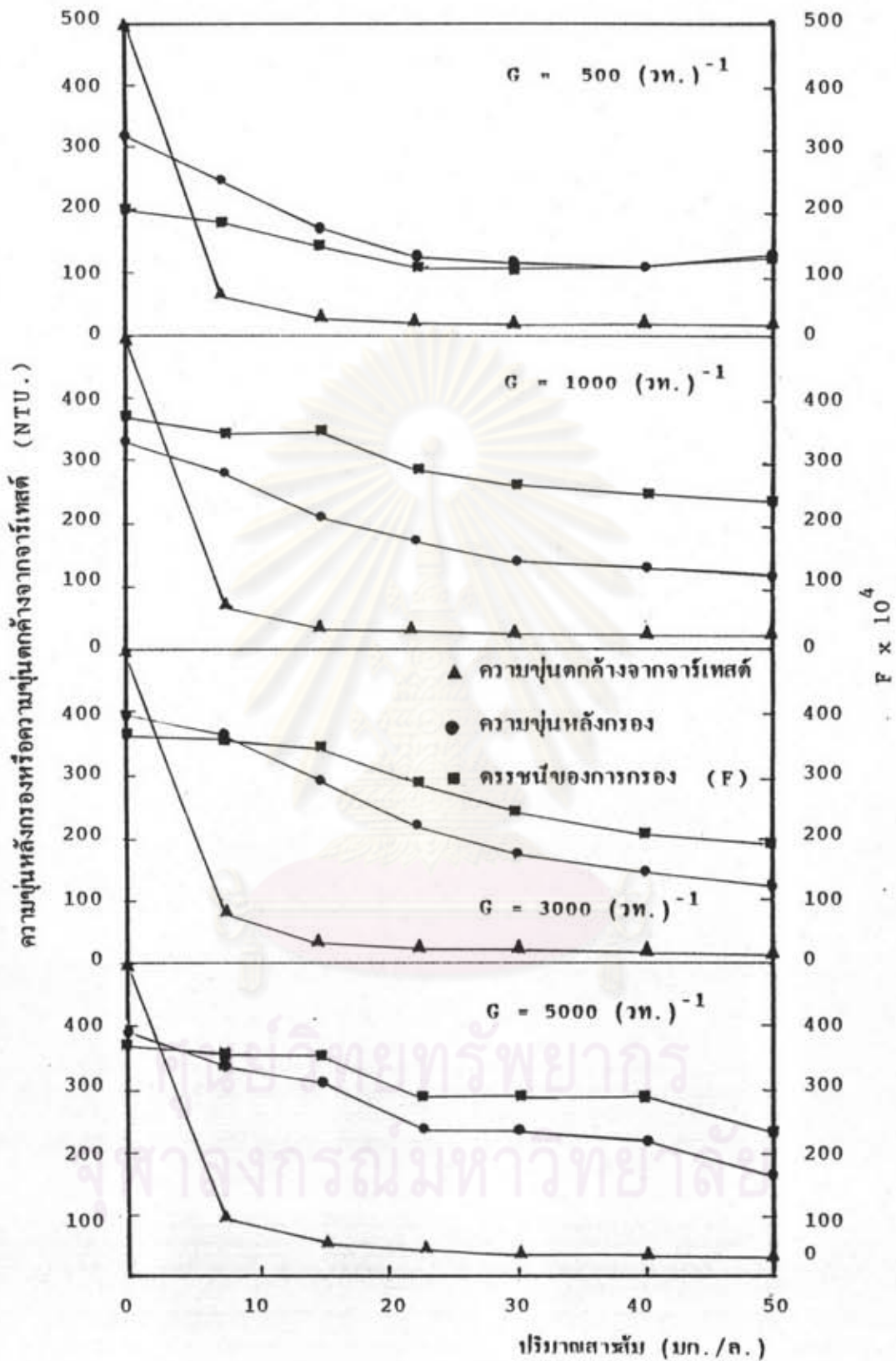
ภาพที่ 5 -16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และควรรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 6



ภาพที่ 5-17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และ दरชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พิเศษ 7



ภาพที่ 5-18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และ दरชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 8



ภาพที่ 5-19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และดรรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 9

5.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น และครรชนีของการกรอง อนุภาคความขุ่นที่มีขนาดใหญ่ จะถูกกำจัดด้วยกลไกทางฟิสิกซ์ได้ สำหรับอนุภาค ความขุ่นที่มีขนาดเล็กนั้นต้องอาศัยกลไกที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับจาร์เทสท์ กล่าวคือ การเติมสารส้ม จะช่วยในการทำลายเสถียรภาพ และดูดติดผิว ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการกรอง

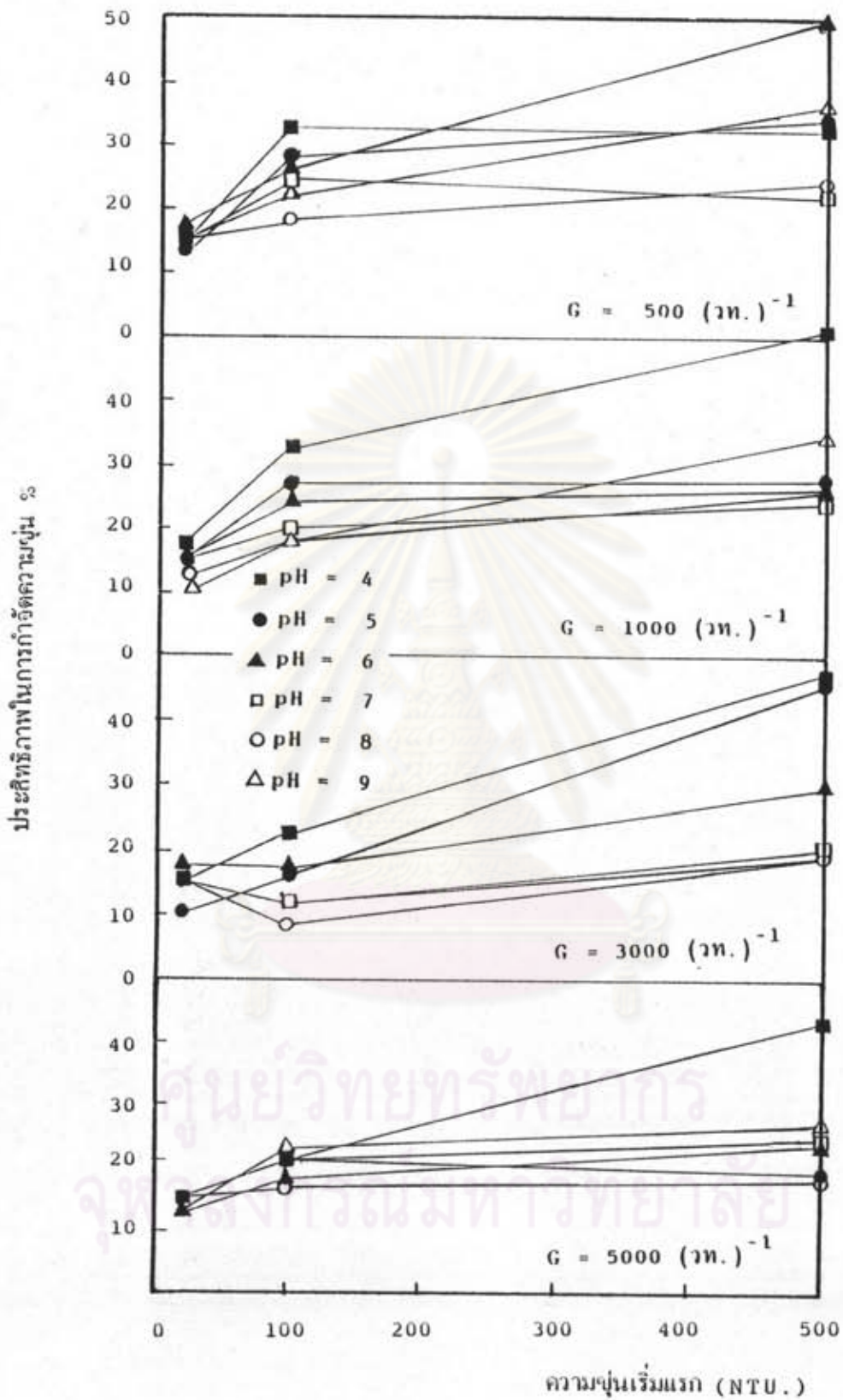
5.3.1.1 กรณีไม่มีการเติมสารส้ม

โดยทำการกวนเร็วด้วยความเร็วแรงแยงที่ระดับต่าง ๆ แล้วนำมากรองต่อเนื่อง เพื่อวัดค่าความขุ่นที่กรองได้ จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ได้ดังนี้คือ

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น \%} = \frac{(\text{ความขุ่นเริ่มแรก} - \text{ความขุ่นที่กรองได้}) \times 100}{\text{ความขุ่นเริ่มแรก}}$$

แม้ว่าจะไม่มีการเติมสารส้มก็ตาม แต่เมื่อน้ำผ่านชั้นทรายกรองอนุภาคความขุ่น บางส่วนจะถูกกำจัดไป ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นในสภาวะต่าง ๆ ดังแสดงในภาพ ที่ 5-20

พิจารณาภาพที่ 5-20 พบว่า เมื่อไม่มีการเติมสารส้ม การกรองสามารถกำจัดความ ขุ่นได้และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความขุ่นเริ่มแรก กล่าวคือ ที่ความขุ่นเริ่มแรกสูงเมื่อผ่านชั้นทรายกรองแล้วอนุภาคความขุ่นจะถูกกำจัดออกมาก ทั้งนี้อาจ เนื่องจากอนุภาคความขุ่นที่มีเสถียรภาพ จะถูกทำลายเสถียรภาพโดยการอัดตัวของชั้นกรรจาย จึงเป็นผลให้ความหนาแน่นของชั้น กรรจายทำหน้าที่สะเทินประจุไฟฟ้าของอนุภาคให้ลดน้อยลง ดังนั้นการอัดตัวของชั้นกรรจายเช่นนี้จะทำให้อนุภาคมีโอกาสเข้าใกล้กันมากยิ่งขึ้น และเกิด การรวมตัวระหว่างอนุภาคขึ้นในที่สุด (11) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ความขุ่นเริ่มแรกสูง ประสิทธิภาพ ในการกำจัดความขุ่นจะสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มระดับความเร็วแรงแยงที่มี อิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นไม่มีผล ต่อประจุไฟฟ้าของอนุภาค



ภาพที่ 5-20 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นเริ่มแรก กับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเมื่อไม่มีการเติมสารส้ม ที่ระดับความเร็วแตรเจียนท์ต่าง ๆ

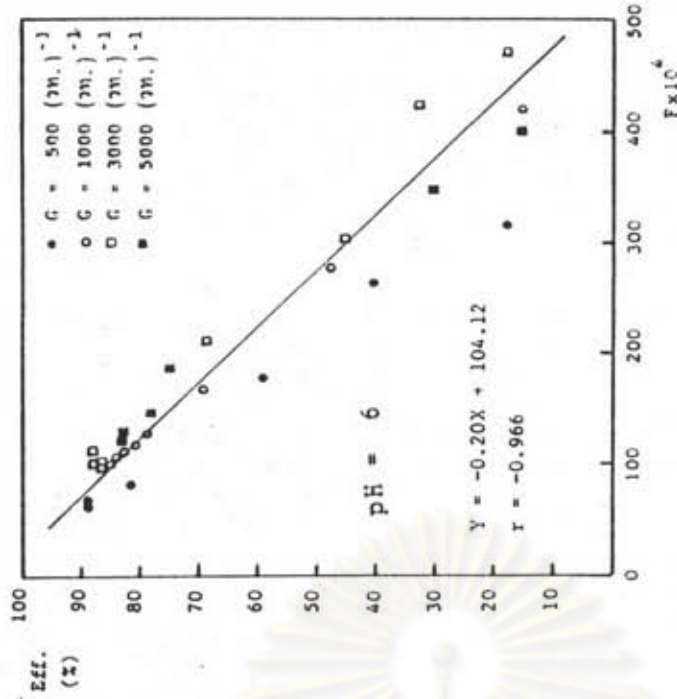
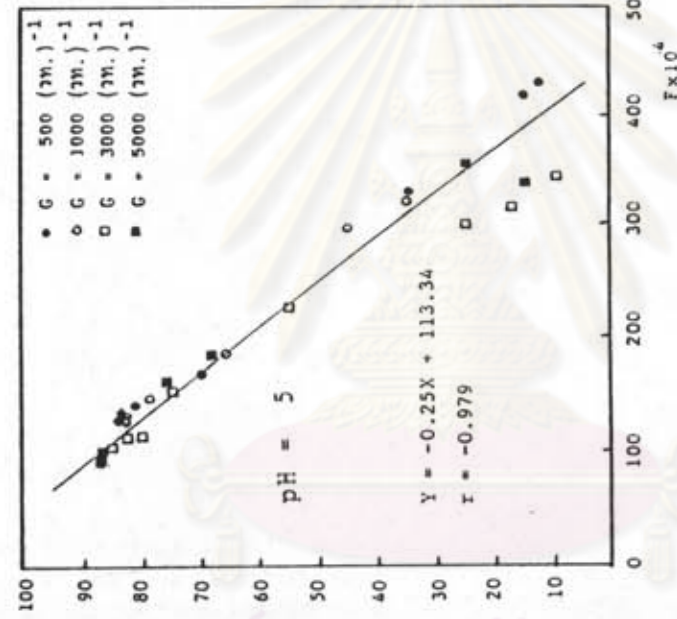
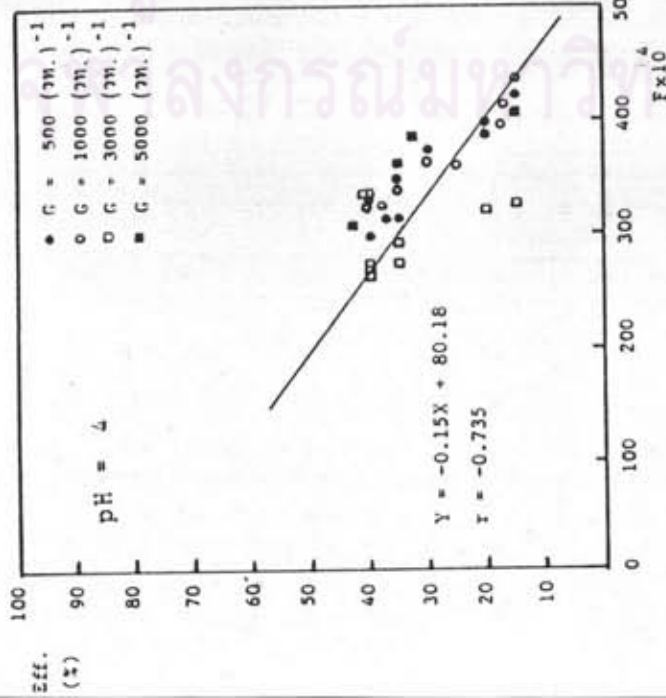
5.3.1.2 กรณีที่มีการเติมสารส้ม

โดยทำการเติมสารส้มที่ปริมาณ 2.5-50 มก./ล. ในช่วงการกวนเร็ว และแปรเปลี่ยนพีเอช 4-9 ที่ระดับความเร็วแรงแย่นที่ต่าง ๆ จากนั้นจึงหาประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นในทำนองเดียวกับข้อ 5.3.1.1 พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับค่าครรชนีของการกรองตามลำดับความขุ่นเริ่มแรก ดังแสดงในภาพที่ 5-21 ถึง 5-26

พิจารณาภาพที่ 5-21 ถึง 5-26 สำหรับความขุ่น 20 100 และ 500 NTU. ในช่วงพีเอช 4-9 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับค่าครรชนีของการกรอง มีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผกผัน จากการวิเคราะห์หาสมการถดถอยสองตัวแปร (bivariate regression analysis) ใช้สมการทดสอบแบบสมการเส้นตรง โดยที่ X เป็นค่าครรชนีของการกรอง และ Y เป็นประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

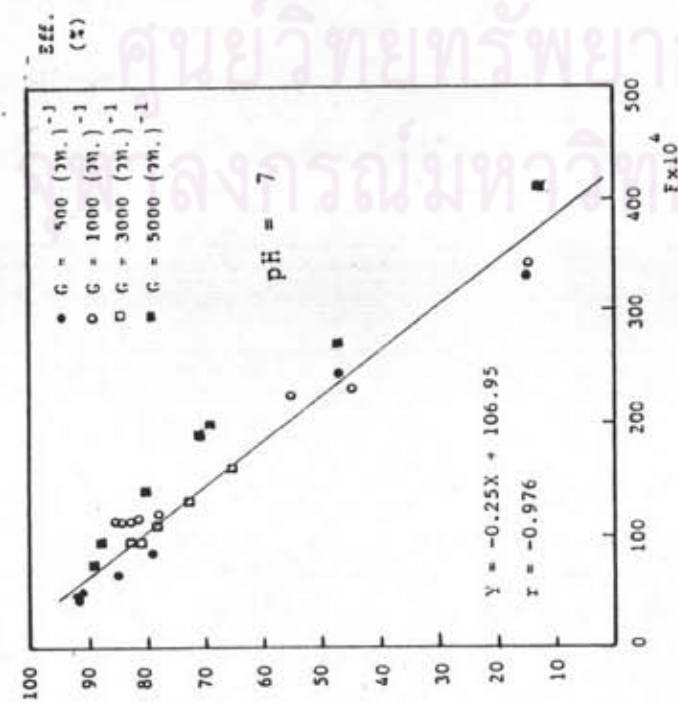
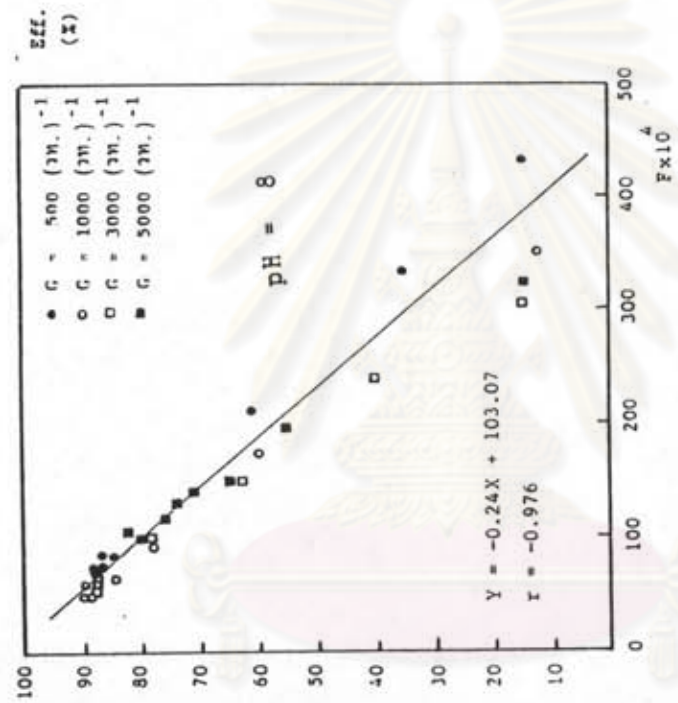
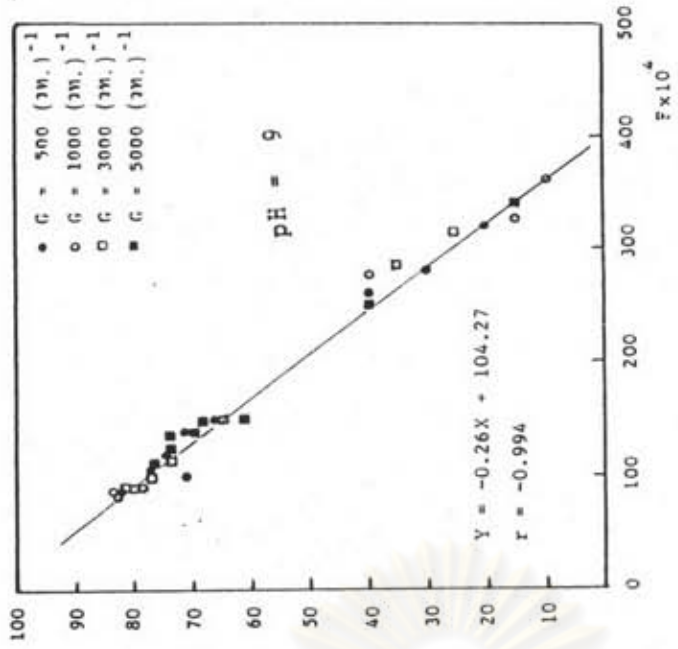
ความขุ่น (NTU.)	พีเอช	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
20	4	-0.73
	5	-0.98
	6	-0.97
	7	-0.98
	8	-0.98
	9	-0.99
100	4	-0.95
	5	-0.98
	6	-0.99
	7	-0.99
	8	-0.99
	9	-0.99
500	4	-0.96
	5	-0.96
	6	-0.95
	7	-0.94
	8	-0.91
	9	-0.89



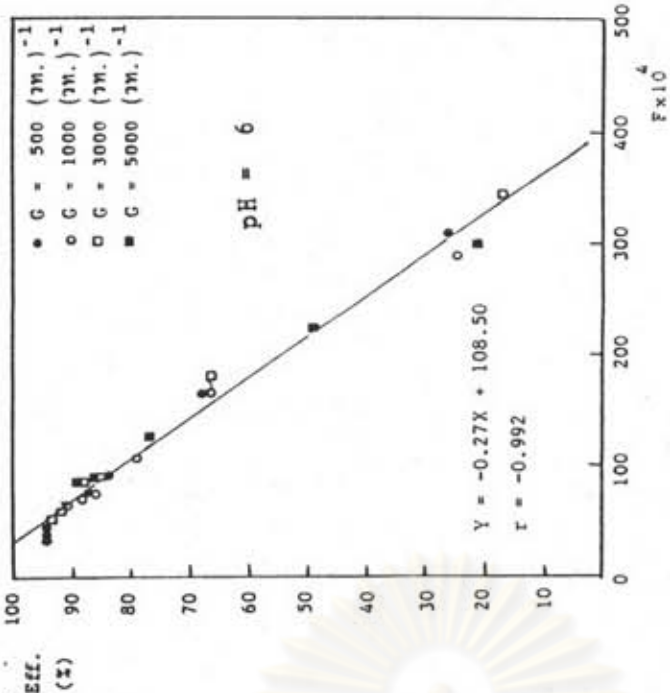
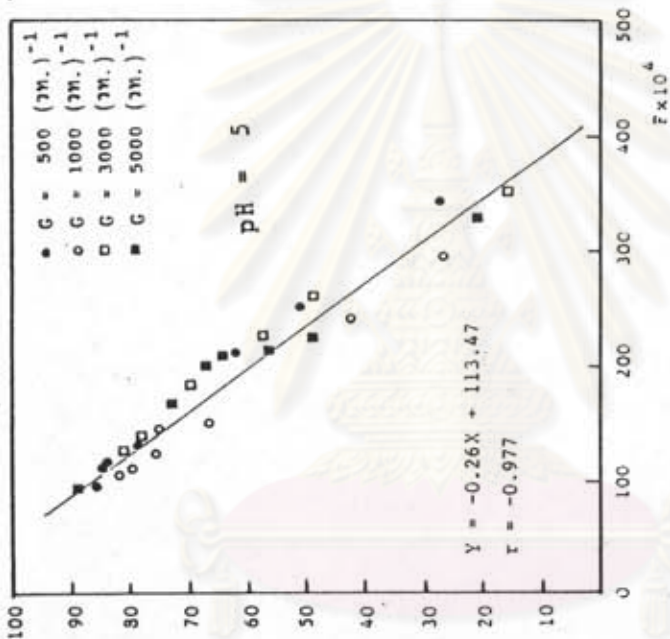
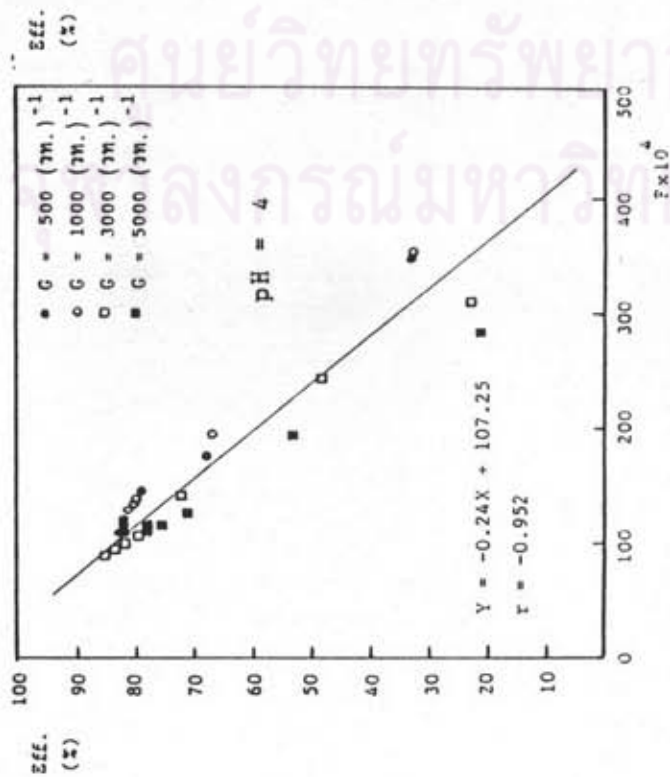
ภาพที่ 5-21

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครุภัณฑ์ของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 20 NTU. ช่วงพีเอช 4-6



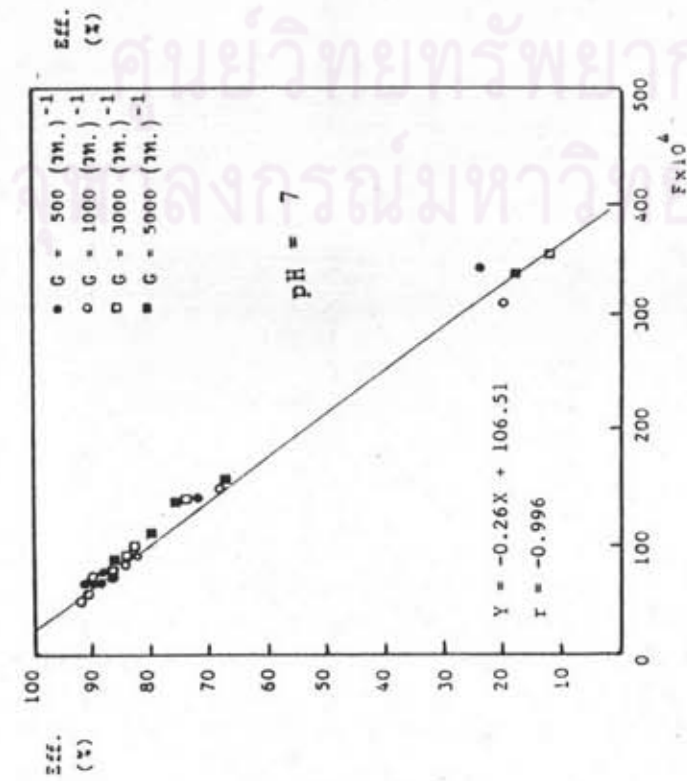
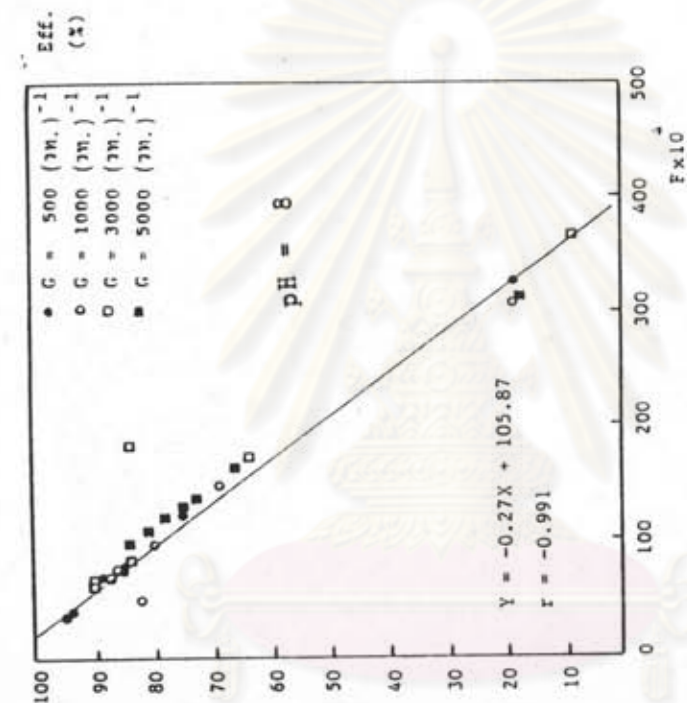
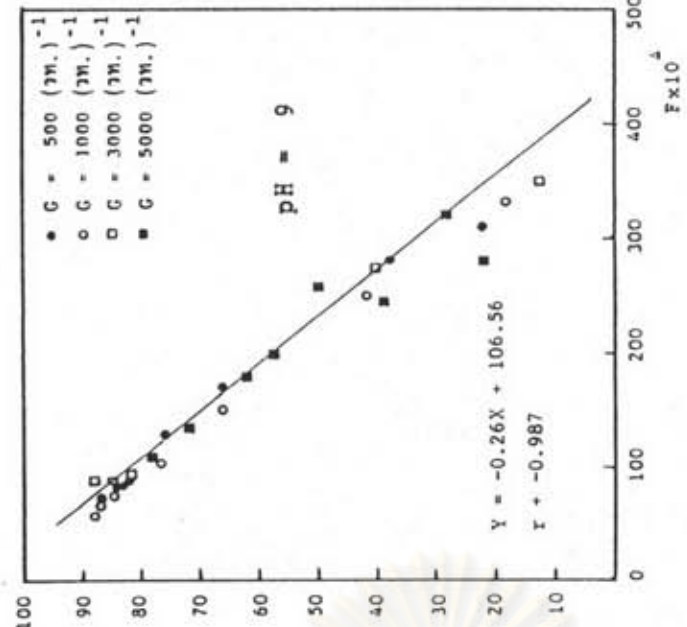


ภาพที่ 5-22 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าตรรกะนึ่งของการกรอง ที่ความเข้มข้นเริ่มแรก 20 NTU. ช่วงพีเอช 7-9



ภาพที่ 5-23

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าความขุ่นของ
การกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 100 NTU. ช่วงพีเอช 4-6

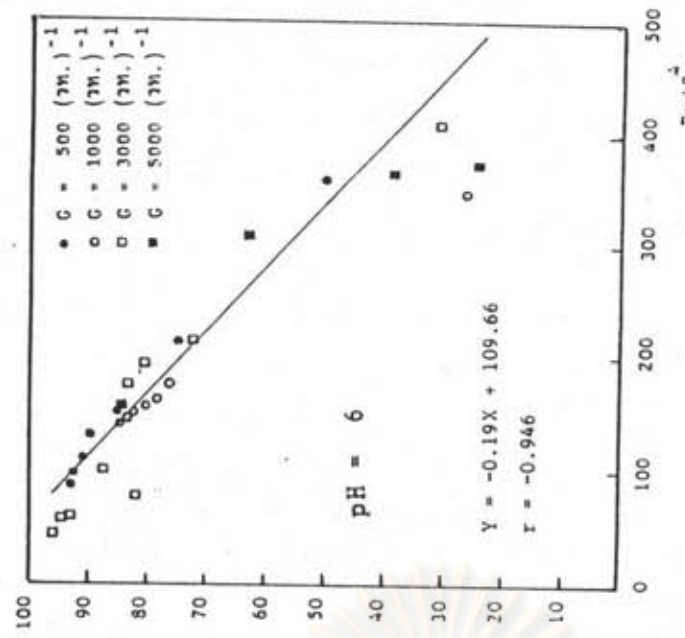
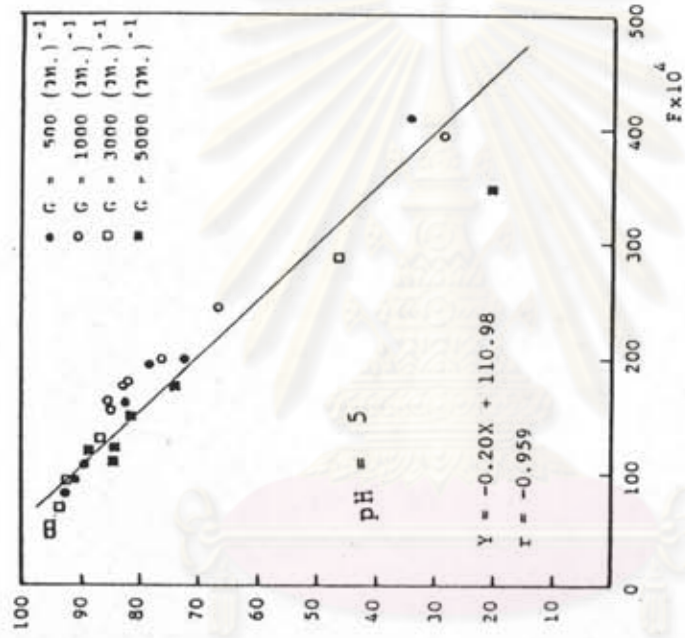
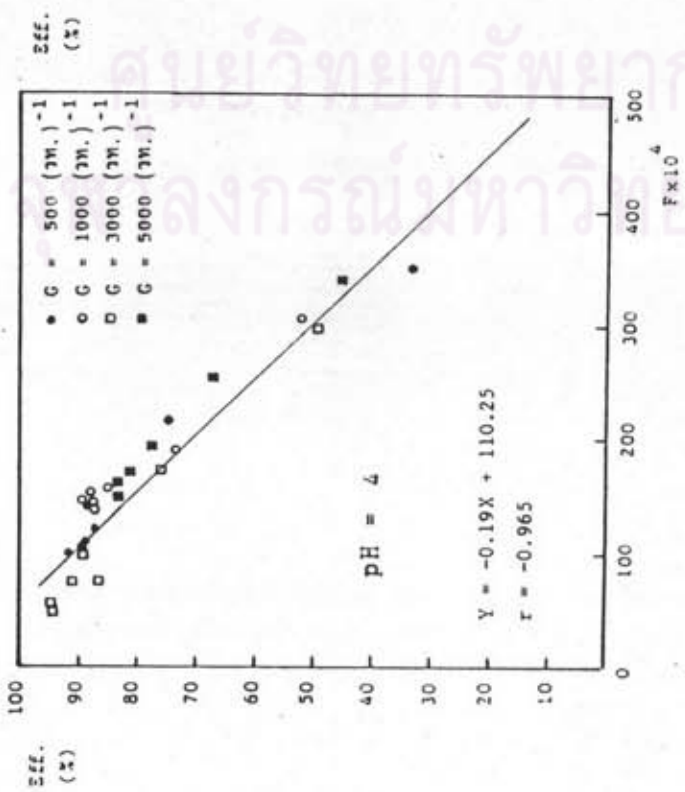


ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าตรรกซ์ของ

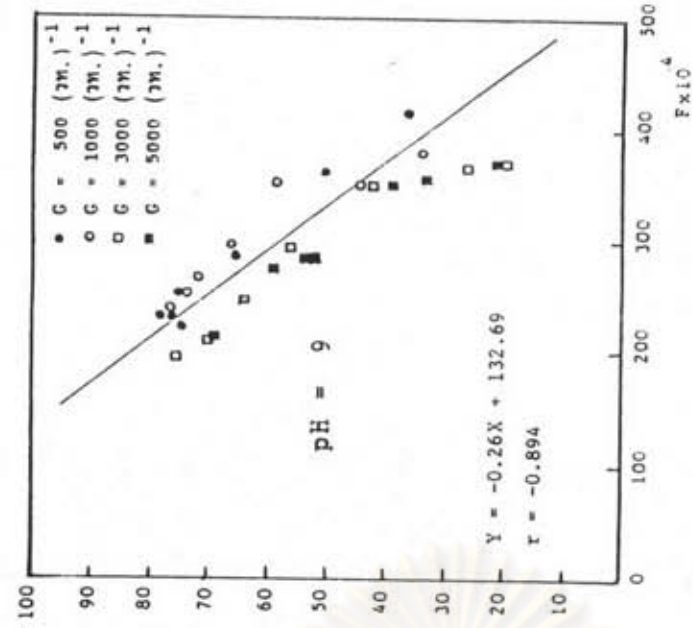
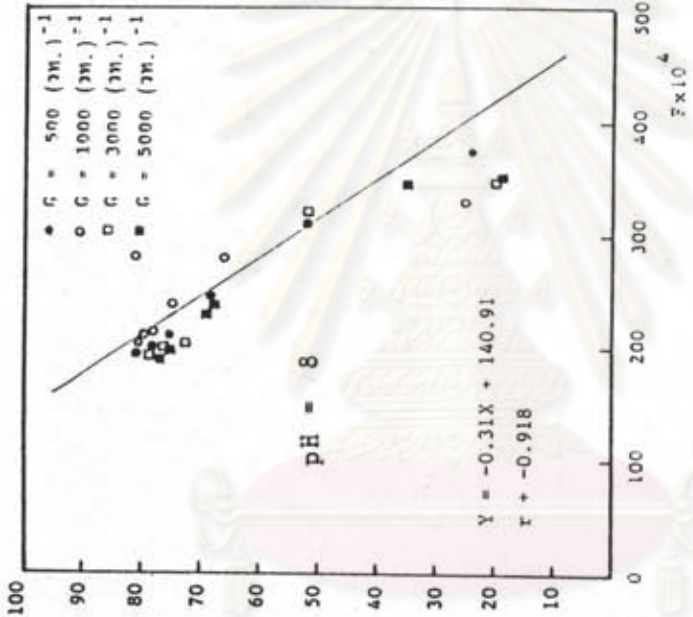
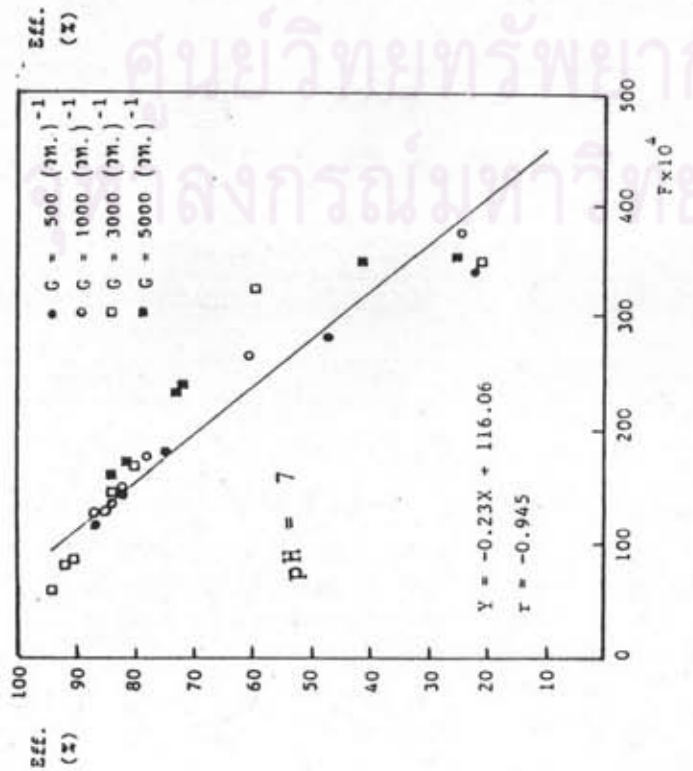
การกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 100 NTU. ช่วงพีเอช 7-9

ภาพที่ 5-24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-25 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าตรรกนิจของการกรอง ที่ความจุเริ่มต้นแรก 500 NTU. ช่วงพีเอช 4-6



ภาพที่ 5-26

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครุณีของ การกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 500 NTU. ช่วงพีเอช 7-9

พิจารณาตารางที่ 5-1 จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่ค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์มากกว่า -0.9 นั้นแสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกรอง และค่าครวชนีของการกรองมีความน่าเชื่อถือสูง ดังนั้นค่าครวชนีของการกรองมีค่าต่ำแสดงว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูง

5.3.2 การใช้ค่าครวชนีของการกรองในการหาค่าปริมาณสารสัมที่เหมาะสม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับค่าครวชนีของการกรองจะเกิดขึ้นในลักษณะแปรผกผัน หรืออาจกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่าสูงจะเกิดขึ้นที่ค่าครวชนีของการกรองต่ำ และจากหลักการนี้สามารถนำมาพิจารณาหาค่าปริมาณสารสัมที่เหมาะสมได้ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าครวชนีของการกรอง และปริมาณสารสัมที่ใช้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณสารสัมที่เหมาะสมที่หาได้จากการทดลองจาร์เทสต์ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นตกค้างที่สภาวะเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 5-2

พิจารณาตารางที่ 5-2 จะเห็นได้ว่าปริมาณสารสัมที่เหมาะสมได้มาจากการทดลองจาร์เทสต์ และหาค่าครวชนีของการกรองจะมีผลลัพธ์ไม่เท่ากันที่ทุกเงื่อนไข ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของกลไกที่เกิดขึ้นในการกำจัดความขุ่นนั่นเอง

จากข้อมูลในตารางที่ 5-2 สามารถนำมาวิเคราะห์สมการถดถอยสองตัวแปร โดยใช้สมการทดสอบแตกต่าง 4 สมการ จะได้ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5-3

พิจารณาตารางที่ 5-3 โดยที่ X เป็นปริมาณสารสัมที่เหมาะสมหาจากการทดลองจาร์เทสต์ และ Y เป็นปริมาณสารสัมที่เหมาะสมหาโดยใช้ค่าครวชนีของการกรอง เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทั้ง 4 สมการ จะเห็นได้ว่า ที่ความขุ่น 20 100 และ 500 NTU. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.74 ถึง 0.77, 0.54 ถึง 0.56 และ -0.09 ถึง -0.17 ตามลำดับ ซึ่งที่ความขุ่น 20 NTU. จะมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดแต่ยังคงค่อนข้างต่ำ และมีค่าลดต่ำลงตามลำดับความขุ่นที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณารวมทั้ง 3 ระดับความขุ่น จะเห็นได้ว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.61 ซึ่งความน่าเชื่อถือยังคงต่ำอยู่นั่นเอง แสดงว่าปริมาณสารสัมที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองจาร์เทสต์ กับการหาค่าครวชนีของการกรองจะมีความสัมพันธ์ไม่

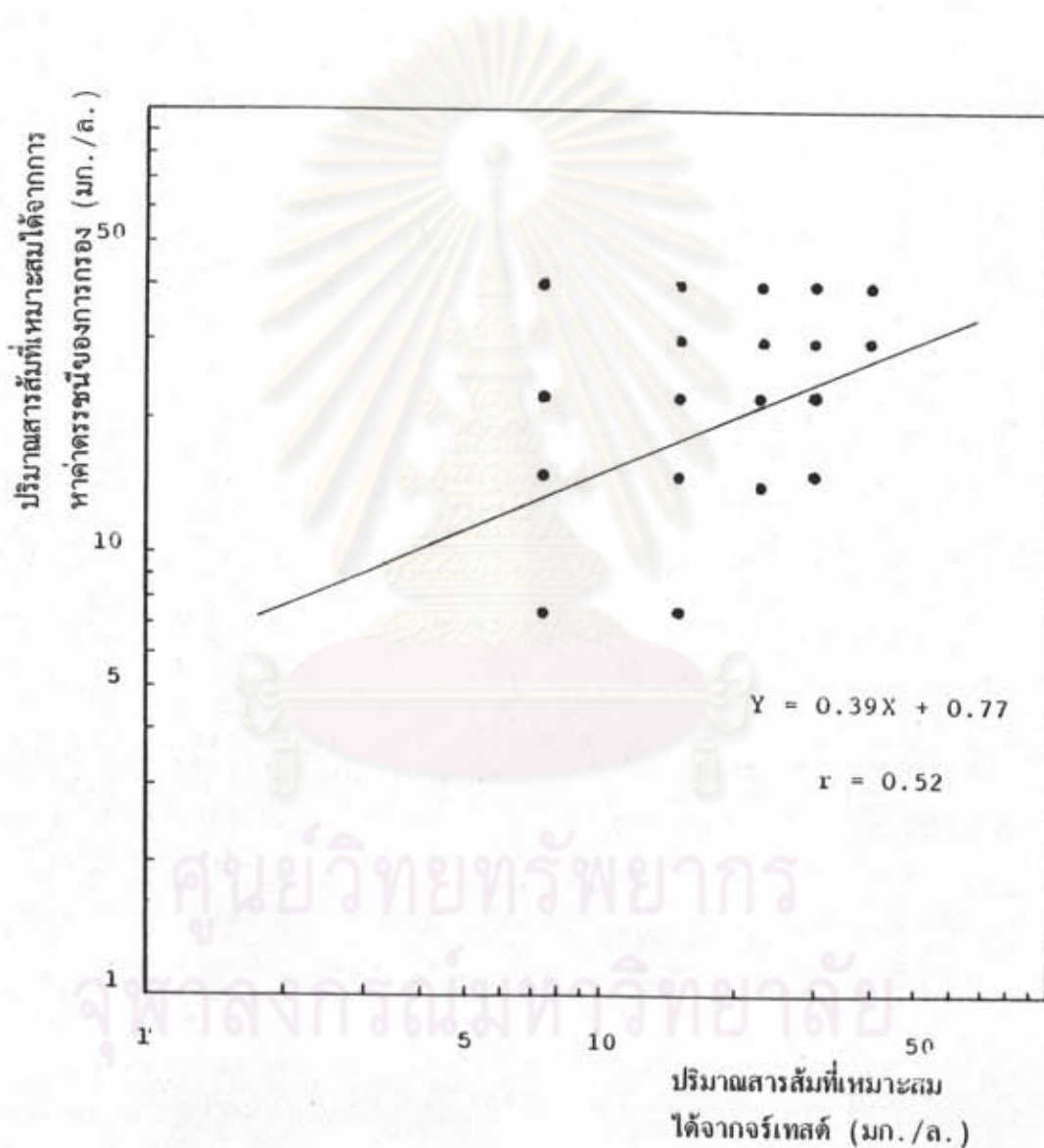
ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบปริมาณสารส้มที่เหมาะสมที่ได้มาจากทดลองจาร์เทสต์กับการหาค่าครวชนีของการกรอง

pH	ความขุ่น NTU G^{-1} (S^{-1})	20		100		500	
		ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมได้จาก					
		จาร์เทสต์	F	จาร์เทสต์	F	จาร์เทสต์	F
4	500	30	15	30	15	22.5	22.5
	1000	7.5	7.5	15	30	22.5	22.5
	3000	15	7.5	22.5	22.5	22.5	22.5
	5000	7.5	15	22.5	40	22.5	30
5	500	15	22.5	40	30	15	30
	1000	15	15	7.5	40	15	30
	3000	15	22.5	40	40	15	30
	5000	15	30	7.5	15	15	30
6	500	30	22.5	15	30	22.5	22.5
	1000	30	22.5	30	22.5	15	7.5
	3000	15	15	40	40	30	40
	5000	15	22.5	7.5	22.5	15	30
7	500	15	22.5	22.5	22.5	15	15
	1000	15	30	22.5	40	22.5	22.5
	3000	15	30	22.5	30	15	22.5
	5000	30	40	40	40	30	40
8	500	15	15	40	40	15	22.5
	1000	30	22.5	40	40	15	22.5
	3000	30	22.5	7.5	15	22.5	30
	5000	30	22.5	22.5	15	22.5	30
9	500	30	30	30	30	22.5	22.5
	1000	30	15	22.5	30	15	30
	3000	30	22.5	30	30	15	40
	5000	30	30	15	40	22.5	22.5

ตารางที่ 5-3 เปรียบเทียบสมการที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสัมพันธ์มาจากการทดลองอาร์เทสต์ และการหาค่าครอนนิงของการกรอง

สมการที่ใช้ทดสอบ	a					b					สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์					
	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)
จำนวน NTU.	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)	20	100	500	20-500 (ทั้งช่วง)
$y=a+bx$	0.50	0.41	1.76	0.77	0.69	0.67	-0.12	0.39	0.75	0.54	-0.09	0.52	0.75	0.54	-0.09	0.52
$y=a+b \ln x$	1.20	1.08	1.80	1.19	0.51	0.84	-0.41	0.50	0.76	0.54	-	0.55	0.76	0.54	-	0.55
$y=ae^{bx}$	0.56	0.60	1.72	0.81	0.74	0.56	-0.07	0.32	0.74	0.56	-	0.55	0.74	0.56	-	0.55
$y=ax^b$	1.19	1.05	1.72	1.14	0.56	0.70	-6.23	0.43	0.77	0.56	-0.14	0.61	0.77	0.56	-0.14	0.61

เด่นชัด กล่าวคือปริมาณสารส้มที่เหมาะสมที่หาได้จากทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างกลไกของการรวมตะกอน พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่หาได้จากการทดลองจาร์เทสต์ และได้จากการหาค่าครรชนีของการกรอง แล้วมากำหนดสมการถดถอยดังกล่าว ดูภาพที่ 5-27



ภาพที่ 5-27 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่หาได้จาก
ค่าครรชนีของการกรอง กับการทดลองจาร์เทสต์

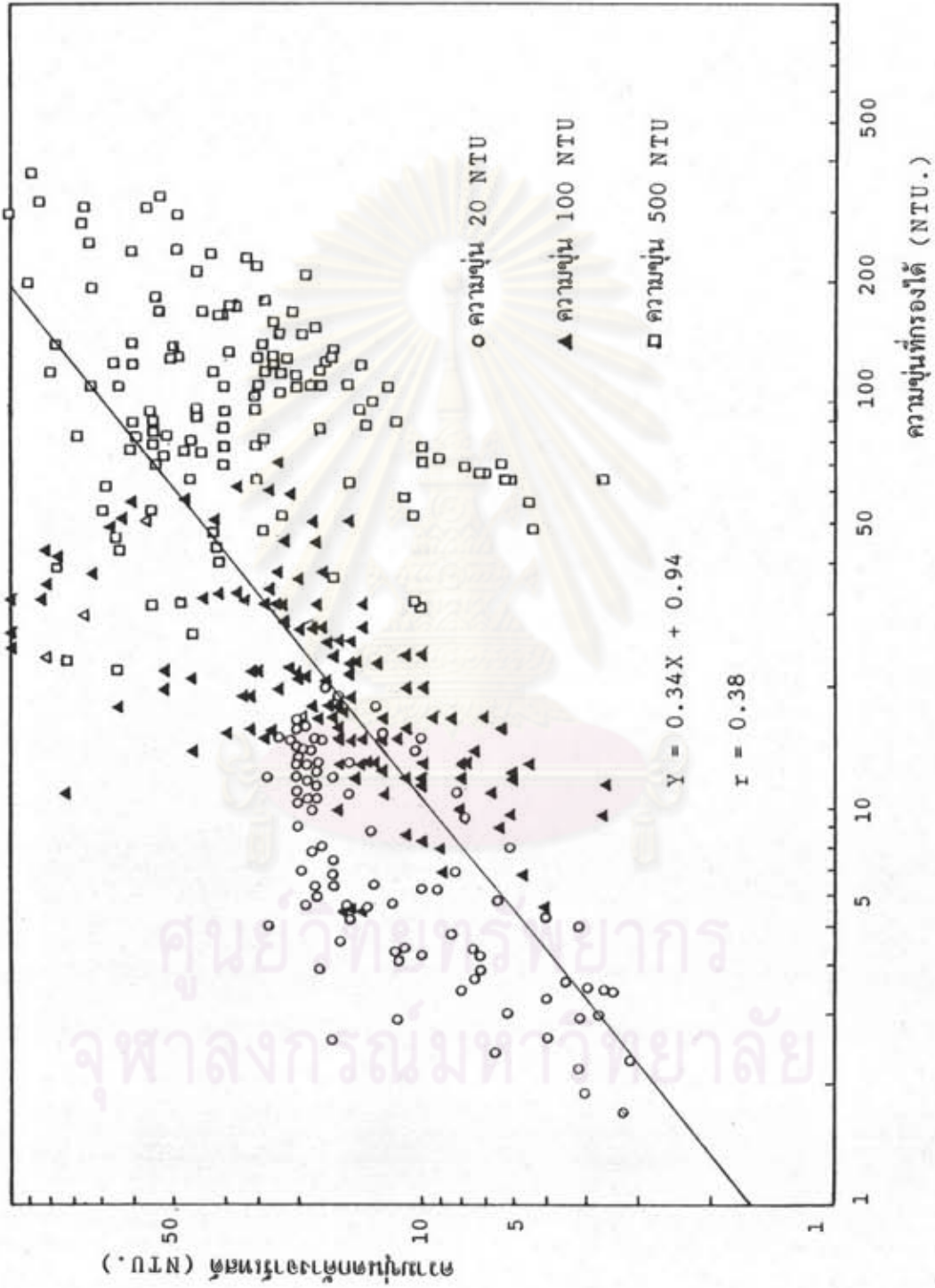
5.4 ความเหมาะสมของการใช้ค่าดัชนีของการกรองในการควบคุมโคลอแอกูเลชัน จากผลที่แสดงในหัวข้อ 5.2 และ 5.3 ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้ทราบแนวโน้มการเกิดกลไกโคลอแอกูเลชัน และปริมาณสารสัมพันธ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถนำค่าความขุ่นที่กรองได้ เปรียบเทียบกับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ จะเห็นได้ว่าที่ความขุ่น 20 NTU. ความขุ่นที่กรองได้จะมีค่าต่ำกว่าความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ และที่ความขุ่น 100 และ 500 NTU. ความขุ่นที่กรองได้มีค่าสูงกว่าความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์มากขึ้นตามลำดับ อาจเนื่องจากที่ความขุ่นต่ำกลไกของการกรองจะมีอิทธิพลต่อการรวมตัวของอนุภาคความขุ่น และเมื่อความขุ่นสูงขึ้นจะเกิดการอุดตันในชั้นทรายกรองสูงขึ้นด้วย จึงเป็นเหตุให้การสูญเสียเฮดสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นลดต่ำกว่าจาร์เทสต์ สังเกตเห็นได้ว่าค่าดัชนีของการกรองจะมีค่าเพิ่มขึ้น จากข้อมูลระหว่างความขุ่นที่กรองได้ กับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ ดังแสดงในภาคผนวกที่ ผ. 1 สามารถนำวิเคราะห์สมการถดถอยสองตัวแปร โดยใช้สมการทดสอบแตกต่าง 4 สมการ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 การเปรียบเทียบสมการที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่เหมาะสม ได้จากการทดลองจาร์เทสต์ และหาค่าดัชนีของการกรอง

สมการที่ใช้ทดสอบ	a	b	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$Y=a+bx$	0.94	0.34	0.382
$Y=a+b \ln x$	1.28	0.41	0.380
$Y=ae^{bx}$	0.97	2.69	0.381
$Y=ax^b$	1.27	0.33	0.381

พิจารณาตารางที่ 5-4 โดยที่ X เป็นความขุ่นที่กรองได้ และ Y เป็นความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ สำหรับความขุ่น 20, 100 และ 500 NTU. จะเห็นได้ว่าสมการถดถอยข้อมูลดังกล่าว เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทั้ง 4 สมการ จะมีค่าใกล้เคียงกันและค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าความขุ่นที่กรองได้กับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์มีความสัมพันธ์กันไม่เด่นชัด ดูภาพที่ 5-28 กล่าวคือ ที่ความขุ่น 20 NTU. แนวโน้มความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์จะมีค่ามากกว่าความขุ่นที่กรองได้ หมายความว่า การควบคุมโดยใช้ค่าครรชนีของการกรองน่าจะใช้ปริมาณสารสัมมน้อยกว่าควบคุมด้วยจาร์เทสต์ ส่วนที่ความขุ่น 100 และ 500 NTU. ความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์จะมีค่าน้อยกว่าความขุ่นที่กรองได้ตามลำดับ ดังนั้นการควบคุมโดยใช้ค่าครรชนีของการกรองน่าจะใช้ปริมาณสารสัมมากกว่าควบคุมด้วยจาร์เทสต์ แต่จริง ๆ แล้วอาจไม่เป็นเช่นนั้น เพราะจะต้องมีการปรับแก้ให้สัมพันธ์กับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ นั่นคือ ที่ความขุ่น 20 NTU. ต้องปรับแก้ด้วยค่าที่น้อยกว่า 1 และความขุ่น 100 และ 500 NTU. ต้องปรับแก้ด้วยค่าที่มากกว่า 1 หรือปรับแก้ด้วยส่วนกลับของความขุ่นนั่นเอง ดังนั้นการหาค่าครรชนีของการกรองจำเป็นต้องพิจารณาความขุ่นที่กรองได้ และเปรียบเทียบกับความขุ่นมาตรฐานของจาร์เทสต์ จากนั้นจึงเชื่อมโยงสัมพันธ์ไปหาค่าครรชนีของการกรองอีกครั้งหนึ่ง โดยเทียบกับประสิทธิภาพของการกรอง ดังได้กล่าวมาแล้ว จากนั้นจึงนำค่าครรชนีของการกรองมากำหนดการควบคุมโคแอกกูเลชัน

อีกประการหนึ่ง ค่าครรชนีของการกรองไม่ได้มาจากทฤษฎีการกรองโดยตรง ดังนั้นจึงใช้ไม่ได้ที่ค่าที่ดีที่สุดของตัวแปร กล่าวคือ ที่ความเร็วของการกรองสูงมากจะให้ค่าครรชนีของการกรองต่ำ แต่การกรองจะไม่ดี และความขุ่นที่เข้ากรองต่ำมากจะทำให้ความขุ่นที่กรองได้มีค่าใกล้เคียงกัน นั่นคือ C/C_0 เข้าใกล้ 1 หรือสารกรองที่ใช้มีขนาดใหญ่มาก เช่น ขนาด 5 มม. จะทำให้การสูญเสียเฮดต่ำ ลักษณะเช่นนี้จะเหมือนกับว่าไม่มีการกรอง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าครรชนีของการกรองนั้นถูกจำกัด ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องเลือกตัวแปรต่าง ๆ ให้เหมาะสมที่คาดว่าจะทำให้เกิดการกรองขึ้น และที่น่าสังเกตสำหรับการทดลองครั้งนี้คือ การกรองต้องใช้เวลาดึง 8 นาที ดังนั้น อนุภาคความขุ่นที่ถูกทำลายเสถียรภาพในขั้นตอนแรกเร็วแล้วนั้น จะมีบางส่วนรวมตัวกันและตกตะกอนก่อนผ่านการกรอง ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้



ภาพที่ 5-28

ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นที่กรองได้ กับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์

ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย