บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน ส่งผลให้มีการพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตทั้งทางด้านเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เพื่อรองรับความต้องการในการอุปโภค บริโภคของมนุษย์ ซึ่งมีผลให้เกิดปัญหามลภาวะต่างๆขึ้น เช่น มลภาวะทางน้ำ อากาศ ดินและอื่นๆ ปัญหามลภาวะทางน้ำ เช่นการปนเปื้อนของสารพิษ เนื่องจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมหรือน้ำทิ้งที่ระบายจากแหล่งเกษตรกรรมที่มีการใช้สารฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืช และการสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ซึ่งแหล่งที่มาของโลหะหนักเหล่านี้โดยมากปนอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีต่างๆที่ใช้ในการเกษตรซึ่งมีส่วนผสมของโลหะหนัก เนื่องจากโลหะหนักที่แพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนอยู่ในดิน น้ำ และอากาศ จะไม่มีการสลายตัวไปแต่สามารถถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร และเข้าสู่มนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับสุดท้ายในที่สุด โลหะหนักเหล่านี้เมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นรวมทั้งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง ซึ่งน้ำทิ้งหรือน้ำที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักจำเป็นต้องได้รับการบำบัดให้อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ในการศึกษาครั้งนี้โลหะหนักที่ศึกษาได้แก่ แคดเมียมและนิกเกิลซึ่งเป็นโลหะหนักที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่นการชุบโลหะ การผลิตโลหะผสม แคดเมียมและนิกเกิลเป็นโลหะหนักชนิดที่เป็นอันตรายสูง ซึ่งหากมีการปนเปื้อนออกไปจะไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยวิธีการทางชีวภาพ แต่เนื่องจากในธรรมชาติจะมีแร่ธาตุอยู่หลายชนิดที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ การกระจายและการปนเปื้อนของโลหะหนัก โดยกระบวนการดูดซับบนผิวของแร่ธาตุ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้จะมีส่วนประกอบของออกไซด์ของเหล็ก อลูมิเนียมและแมงกานีส โดยจากการศึกษาพบว่าสารประกอบของเหล็กออกไซด์จะมีประสิทธิภาพในการจับกับโลหะหนักได้ดี เนื่องจากมีพื้นที่ผิวและประจุบนพื้นผิว (surface charge) สูง จึงสามารถจับกับโลหะหนักและสารอินทรีย์ต่างๆ ได้ดี รวมทั้งสามารถเคลือบและกระจายบนผิวของของแข็งที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาได้ง่าย แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กำจัดโลหะโดยตรง ส่วนใหญ่เหล็กออกไซด์จะสามารถนำมาใช้กำจัดโลหะหนักเมื่อแขวนลอยอยู่ในรูปของฟล๊อคหรือเจลของไฮดรอกไซด์ ซึ่งการแยกของแข็งออกจากน้ำเมื่อใช้งานเสร็จทำได้ยาก รวมทั้งเหล็กออกไซด์อย่างเดียวเป็นสื่อให้น้ำผ่านได้ยาก (low hydraulic conductivity) จึงไม่เหมาะที่จะนำมาบรรจุเป็นตัวกลางในการกำจัดโลหะหนักสำหรับใช้งานจริง

จึงได้มีการพัฒนาวิธีการเคลือบเหล็กออกไซด์ลงบนผิวของตัวกลางที่เป็นของแข็งที่มีการแผ่กระจายดี มีขนาดเล็ก และมีพื้นที่ผิวมาก เพื่อให้เหล็กออกไซด์เคลือบได้มากขึ้น

ซิลิกาเจล เป็นของแข็งที่สังเคราะห์ขึ้นในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) มีพื้นที่ผิวสูง เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีรูพรุน รวมทั้งมีการแผ่กระจายที่ดี ทำให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเป็นตัวกลางในการเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ ในการวิจัยนี้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ของเสียซิลิกาเจลที่ใช้แล้วโดยการนำมาใช้เป็นตัวกลางในการเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ โดยซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเป็นซิลิกาเจลจากการทำโครมาโทกราฟฟี่ (chromatography) เนื่องจากของเสียซิลิกาเจลจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงเกิดแนวคิดที่นำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและเป็นการลดต้นทุนการกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสีย ก่อนที่จะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อนำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วมาเป็นตัวกลางเคลือบเหล็กออกไซด์ในการกำจัดโลหะหนักออกจากน้ำเสีย

1.2.2 เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการนำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ไปกำจัดแคดเมียมและนิกเกิลออกจากน้ำเสีย

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักเมื่อนำไปใช้กับน้ำเสียจริง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1.1 ระบบที่ใช้ศึกษา

1.3.1.1.1 ของเสียซิลิกาเจลที่ใช้ศึกษา

1.3.1.1.2 อนุภาคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.06-0.2 มิลลิเมตร

1.3.1.1.3 จากห้องปฏิบัติการ ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.1.2 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา

1.3.1.2.1 น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองได้จากการเตรียมจาก $2CdSO_4 \cdot 5H_2O$ และ $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

1.3.1.2.2 น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.2 สมบัติที่จะทำการศึกษา

1.3.2.1 ประสิทธิภาพในการจับโลหะหนักของซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ ดูจากปริมาณของแคดเมียมและนิกเกิล (mg โลหะ / g silica gel) ที่ภาวะน้ำเสียสังเคราะห์ต่างๆวิเคราะห์โดยเทคนิค Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS)

1.3.2.2 พื้นที่ผิวของตัวดูดซับที่เตรียมได้ วิเคราะห์โดยเครื่อง Surface Area Analyzer (SAA)

1.3.2.3 ลักษณะพื้นผิวและองค์ประกอบของธาตุบนพื้นผิวของซิลิกาเจลเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์วิเคราะห์โดยเครื่องมือ Scanning Electron Microscopy (SEM)

1.3.3. ศึกษาไอโซเทอมการดูดซับ (Adsorption Isotherm) ในการกำจัดโลหะหนัก

1.3.4. นำตัวดูดซับที่เตรียมได้ไปใช้บำบัดน้ำเสียจริงจากห้องปฏิบัติการ

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

1.4.1 รวบรวมข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 การเตรียมตัวดูดซับขึ้นจากซิลิกาที่ใช้แล้วนำมาเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ โดยวิธีการเคลือบแบบ Modified Precipitation Method (เบญจวรรณ, 2547) ดังนี้

เตรียมซิลิกาเจลที่ใช้แล้วจากห้องปฏิบัติการเคมีมาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส,เวลา 3 ชั่วโมง

↓

ชั่งซิลิกาเจลที่ใช้แล้วใส่สารละลาย $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ แล้วปรับ pH = 7.00 ด้วยสารละลาย NaOH

↓ คน 1ชั่วโมง

แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจนส่วนสารละลายไม่มีสี

นำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส 10ชั่วโมง

↓

นำไปเข้าเตาเผาที่ 550องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง

1.4.2.1 ศึกษาลักษณะพื้นผิวและองค์ประกอบของธาตุบนพื้นผิวของซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์โดยเครื่องมือ SEM และหาพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวดูดซับที่เตรียมได้โดยเทคนิค BET เครื่อง SAA และหาปริมาณเหล็กโดยทำการย่อยซิลิกา เจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์

ด้วยกรด HF เพื่อหาเปอร์เซ็นต์เหล็กที่เคลือบติดบนซิลิกาเจลเมื่อเทียบกับปริมาณเหล็กที่ใช้เคลือบ

1.4.2.2 เปรียบเทียบหาประสิทธิภาพการดูดจับโลหะแคดเมียมและนิกเกิลจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมจาก $CdSO_4 \cdot 5H_2O$ และ $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ โดยซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ในต่างห้องปฏิบัติการการทดลองแบบ batch วัด pH เริ่มต้น, pH สุดท้ายของสารละลาย นำไปตรวจวัดปริมาณโลหะเริ่มต้นและที่เหลือหลังการดูดซับด้วยเทคนิค FAAS เพื่อหาประสิทธิภาพในการดูดซับ

1.4.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมของการกำจัดโลหะแคดเมียมและนิกเกิลจากตัวดูดซับที่เตรียมได้ในข้อ 2 โดยทำการทดลอง การดูดซับแบบ batch และมีตัวแปรในการศึกษาดังนี้

1.4.3.1 ระยะเวลาที่ตัวดูดซับที่เตรียมได้ สัมผัสกับสารละลายโลหะหนัก 15นาที, 30นาที, 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

1.4.3.2 pH เริ่มต้นของสารละลายตั้งแต่ pH 1 ถึง 8 และผลของ pH ต่อการชะหลุดของเหล็กจากซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์

1.4.3.3 อุณหภูมิที่ทำการทดลอง 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

1.4.3.4 ผลของปริมาณไอออนบวกและไอออนลบร่วม ในสารละลายเริ่มต้นต่อประสิทธิภาพการจับโลหะหนักของตัวดูดซับที่เตรียมได้

1.4.4 ศึกษาพฤติกรรมการกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีโลหะหนักหลายชนิดผสมกัน โดยซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์

1.4.5 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโลหะของตัวดูดซับที่เตรียมได้ เมื่อนำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์กลับมาใช้อีกในรอบที่ 2, 3, 4 (ใช้ภาวการณ์ทดลองที่ดีที่สุดที่ได้จากการศึกษาในข้อ3 และเลือก pH ที่จะชะโลหะหนักออกโดยไม่ทำให้เกิดการชะหลุดของเหล็กออกจากซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์)

1.4.6 ศึกษาไอโซเทอมของการดูดซับ (Adsorption Isotherm) ในการกำจัดโลหะแคดเมียมและ นิกเกิล

1.4.7 ศึกษาการนำตัวดูดซับที่เตรียมได้มาใช้กำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจริง (ใช้ภาวการณ์ทดลองที่ดีที่สุดที่ได้จากการศึกษาในข้อ3)

1.4.8 ศึกษาผลของ pH ต่อการชะออกของโลหะหนักจากตัวดูดซับที่เตรียมได้เมื่อจับโลหะหนักแล้ว

1.4.9 วิเคราะห์ผล และสรุปผลการดำเนินการ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาและเพิ่มคุณค่าของซิลิกาเจล ก่อนนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม

1.5.2 ทราบภาวะที่เหมาะสมในการนำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์มากำจัดโลหะแคดเมียมและนิกเกิลในน้ำเสีย

1.5.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการนำซิลิกาเจลที่ใช้แล้วที่เคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ไปประยุกต์ใช้กำจัดโลหะหนักออกจากน้ำเสียจริง