إزالة المعادن الثقيلة والأترازين كملوثات للمياه بإستخدام عمليات الترويب الكهربي / الأكسدة الكهربية في ظل ظروف تشغيل متغيرة

اعداد

سعد عبدالحليم بكري عبدالسلام

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة

دكتوراه الفلسفة

في

الهندسة المدنية – الأشغال العامة

تحت اشراف

ا.د. خالد زاهر باهر عبدالله

استاذ الهندسة الصحية والبيئية

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

ا.د. مينرفا ادورد متي ميخائيل

استاذ الهندسة الصحية والبيئية

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

ا.م.د. احمد محمد احمد نور الدين

استاذ مساعد الهندسة الصحية والبيئية

المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة

الجيـزة - جمهوريـة مصـر العربيــة

2025

الملخص:

قيّمت هذه الرسالة عمليتي الترويب الكهربي والأكسدة الكهربية لإزالة المعادن الثقيلة والأترازين من مياه الصرف الصحي الاصطناعية والحقيقية. نجحت عملية الترويب الكهربي في إزالة المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والزنك والنيكل والكروم والمنجنيز والنحاس، محققةً إزالة شبه كاملة في ظل ظروف التشغيل المثالية. وقد أنتجت العملية رواسب (حمأة) زاد حجمها وكذلك زادت تكلفة التشغيل مع زيادة كثافة التيار الكهربي وزمن المعالجة. وقد كانت الأكسدة الكهربية فعالة جدًا في إزالة الأترازين، لا سيما باستخدام أقطاب الماس المطعّم بالبورون، حيث حققت إزالة بنسبة 100% مع استهلاك منخفض للمواد ودون إنتاج حمأة. أما في حالة مياه الصرف الصحي الحقيقية، فقد انخفضت كفاءة إزالة الملوثات بشكل طفيف بسبب وجود ملوثات إضافية. وأظهرت العملية الهجينة من الترويب الكهربي والأكسدة الكهربية أداءً محسنًا، حيث حققت إزالة كاملة لكل من المعادن الثقيلة والأترازين تحت ظروف التشغيل المثالية. ومع ذلك، ارتفعت الطاقة الكهربية المستهلكة ومن ثم تكلفة التشغيل مع زيادة كثافة التيار الكهربي والزمن. في المجمل، توضح الدراسة أن الترويب الكهربي والأكسدة الكهربية، سواء بشكل منفرد أو مشترك، هما عمليتان فعالتان ومستدامتان لمعالجة مياه الصرف الصحي.