





دانشکده شیمی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته شیمی

(گرایش تجزیه)

موضوع:

تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیترو فنول در سطح الکتروود فویل تیتانیم اصلاح شده با

تیتانیم دی اکسید به روش اکسایش الکتروشیمیایی

استاد راهنما:

دکتر رضا اوجانی

استاد مشاور:

دکتر جهانبخش رئوف

نام دانشجو:

اکبر خان محمدی

شهریورماه ۱۳۹۰

تقدیر

از خداوند مهربان که هستی خود را بدیون او، هستم پاسگزارم، همو که همواره مرا از نعمت های بیکرانیش سرشار کرده

است.

کمال تشکر خویش را از استاد راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر رضا اوجانی که مرا از راهنمایی های بیدریغ

خویش بهره مند کردند، اعلام میکنم. همچنین از جناب آقای دکتر جهان بخش رؤف، که سمت استاد مشاور

ایجناب را در این پایان نامه داشتند، کمال قدردانی را دارم. از آقایان دکتر سید ناصر عزیزی و سید محمد

جوادی چایچی که داورسی این پایان نامه را قبول کردند، تشکر و قدردانی میکنم.

تقدیم

این تهنه ناقابل را به گل های همیشه سبز زندگیم تقدیم میکنم:

مادر جان به خاطر مهربانی هایت و دل نگرانی هایت از تو ممنونم؛

پدرم به خاطر زحمات بیدریغت و لطف بیکرانت از تو سپاسگزارم؛

خواهرانم، از محبت های خواهرانه شما در طول زندگیم ممنونم؛

برادر عزیزم امیدوارم در زندگیت همیشه سربلند و موفق باشی

چکیده:

در این تحقیق، ابتدا الکتروود تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید تهیه شد. برای تهیه این الکتروود، سطح ورقه تیتانیمی در محلول آبی هیدروفلوئوریک اسید در پله پتانسیل ۲۰۷V اکسید شد. پس از این مرحله، الکتروود در دمای ۵۰۰ °C کلسینه گردید. آزمایشات انجام گرفته با تکنیک ولتامتری چرخه ای، تشکیل تیتانیم دی اکسید را بر سطح الکتروود نشان داد. از این الکتروود برای تخریب فتوالکتروکاتالیزی ترکیب ۳-نیتروفنول و همچنین اندازه گیری اتیلن گلیکول با استفاده از این تکنیک استفاده شد. در مورد ترکیب ۳-نیتروفنول، در ابتدا تخریب این ترکیب را با استفاده از تکنیک های فتولیز، اکسایش الکتروشیمیایی، فتوکاتالیز و فتوالکتروکاتالیز بررسی گردید. این بررسی برتری تکنیک فتوالکتروکاتالیز را بر سایر تکنیک ها مشخص کرد. پس از این مرحله، pH بهینه و پله پتانسیل اعمالی بهینه برای تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیتروفنول بررسی و مشخص گردید.

در بخش بعدی، اتیلن گلیکول با استفاده از الکتروود تیتانیم اصلاح شده اندازه گیری شد. ابتدا شرایط بهینه آزمایش مشخص گشت. برای این منظور، ابتدا تأثیر pH بر روی فتوجریان، با استفاده از روش کروئوآمپرومتری بررسی شد. پس از تعیین pH بهینه، تأثیر پله پتانسیل اعمالی در این pH بهینه با استفاده از روش کروئوآمپرومتری بررسی گردید. در نهایت اتیلن گلیکول در شرایط بهینه اندازه گیری شد.

واژه های کلیدی: فتوالکتروکاتالیز، فتوکاتالیز، اکسایش الکتروشیمیایی، فتولیز، ۳-نیتروفنول، اتیلن گلیکول

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست شکل ها.....	(ک).....
فهرست جداول.....	(ن).....
فهرست علائم و اختصارات.....	(س).....
چکیده انگلیسی.....	۸۴.....
فصل اول: مقدمه.....	۱.....
فصل دوم: مبانی تئوری.....	۶.....
۱-۲- واکنش های الکتروشیمیایی.....	۷.....
۱-۲-۲- انتقال جرم.....	۸.....
۱-۲-۲- الف- مهاجرت.....	۸.....
۱-۲-۲- ب- انتشار.....	۹.....
۱-۲-۲- ج- همرفت.....	۱۰.....
۱-۲-۲- جذب سطحی.....	۱۰.....
۱-۲-۳- انواع واکنش های الکتروشیمیایی از نظر سینتیکی.....	۱۱.....
۱-۳-۲- واکنش های الکتروشیمیایی برگشت پذیر.....	۱۱.....
۲-۳-۲- واکنش های الکتروشیمیایی برگشت ناپذیر.....	۱۲.....
۲-۳-۳- واکنش های الکتروشیمیایی شبه برگشت پذیر.....	۱۲.....

۴-۲- الکترودهای اصلاح شده شیمیایی.....	۱۳
۵-۲- الکتروکاتالیز (کاتالیز الکتروشیمیایی).....	۱۴
۶-۲- فتوکاتالیز.....	۱۵
۱-۶-۲- برانگیختگی نوری در ناحیه شکاف انرژی.....	۱۸
۲-۶-۲- احتمال و سرعت انتقال بار.....	۲۰
۳-۶-۲- موقعیت لبه‌ی نوار.....	۲۱
۴-۶-۲- به دام انداختن حاملین بار.....	۲۲
۵-۶-۲- فرآیند انتقال الکترون القا شده با نور در سطح کاتالیست‌ها.....	۲۳
۷-۲- فتوکاتالیز بر روی TiO_2	۲۵
۱-۷-۲- ساختار شبکه‌ای و الکترونی TiO_2	۲۵
۱-۱-۷-۲- ساختار شبکه‌ای روتیل و آناتاز.....	۲۵
۲-۱-۷-۲- ساختار هندسی و الکترونی سطوح TiO_2	۲۷
۸-۲- برخی از مثال‌ها در مورد کاربرد فتوکاتالیز.....	۲۸
۱-۸-۲- تجزیه و تفکیک کامل آب بر سطح TiO_2	۲۸
۲-۸-۲- کاهش فتوکاتالیزی CO_2	۲۹
۳-۸-۲- اکسایش فتوکاتالیزی هالیدها در سطح TiO_2	۳۰
۹-۲- معایب فتوکاتالیز و روش‌های رفع آنها.....	۳۱
۱-۹-۲- اصلاح سطوح نیمه رسانا در تکنیک فتوکاتالیز.....	۳۱
۱-۱-۹-۲- اصلاح سطوح نیمه رسانا با فلزات بی اثر.....	۳۳

۲-۹-۱-۲- نیمه رساناهای چند ترکیبی.....	۳۴
۲-۹-۱-۳- دوپه کردن با فلزات واسطه.....	۳۵
۲-۹-۲- استفاده از برخی گونه های فدا شونده.....	۳۶
۲-۹-۳- اعمال پتانسیل آندی به سطح فتوالکتروود.....	۳۷
۲-۱۰- فتوالکتروکاتالیز.....	۳۷
۲-۱۱- ریخت شناسی فتوالکتروودهای مورد استفاده.....	۳۸
۲-۱۱-۱- انواع فتوالکتروودها از نظر ساختار سطحی.....	۳۸
۲-۱۱-۱-۱- فتوالکتروودهای همگن ساده.....	۳۹
۲-۱۱-۱-۲- فتوالکتروودهای هیبریدی نا همگن.....	۳۹
۲-۱۲- عوامل مؤثر بر تخریب آلاینده ها به روش فتوالکتروکاتالیز.....	۴۰
۲-۱۲-۱- جنس الکتروود و ریخت شناسی فتوالکتروود.....	۴۱
۲-۱۲-۲- پتانسیل اعمال شده.....	۴۱
۲-۱۲-۳- شدت تابش نور و بازده کوانتومی جذب نور.....	۴۱
۲-۱۲-۴- pH محلول آزمایشی.....	۴۲
۲-۱۲-۴-۱- تأثیر pH بر روی جذب سطحی.....	۴۲
۲-۱۱-۴-۲- تأثیر pH بر روی غلظت رادیکال های هیدروکسی و سایر رادیکال ها.....	۴۳
۲-۱۳- مکانیسم تخریب فتوالکتروکاتالیزی ترکیبات.....	۴۳
۲-۱۴- برخی از مثال ها در مورد کاربرد فتوالکتروکاتالیز.....	۴۴
۲-۱۴-۱- کاهش فتوالکتروکاتالیزی CO_2	۴۴

- ۲-۱۴-۲- تخریب فتوالکتروکاتالیزی رنگ های آزو..... ۴۵
- ۲-۱۳-۳- تخریب فتوالکتروکاتالیزی ترکیبات داروئی..... ۴۶
- ۲-۱۳-۴- تخریب فتوالکتروکاتالیزی برخی نیترو فنول ها..... ۴۷
- فصل سوم: بخش تجربی..... ۴۸
- ۳-۱- مواد شیمیایی مورد نیاز..... ۴۹
- ۳-۲- تجهیزات..... ۵۰
- ۳-۳- تهیه الکترو د تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید به روش اکسایش آندی..... ۵۱
- ۳-۴- تهیه الکترو د خمیر کربن..... ۵۱
- ۳-۵- الکترودهای مورد استفاده..... ۵۲
- ۳-۶- رفتار ولتامتری ۳-نیترو فنول و اتیلن گلیکول در سطح تیتانیم اصلاح نشده و تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید..... ۵۲
- ۳-۶-۱- رفتار ولتامتری ۳-نیترو فنول در تاریکی و در حضور تابش فرابنفش..... ۵۳
- ۳-۶-۲- رفتار ولتامتری اتیلن گلیکول در تاریکی و در حضور تابش فرابنفش..... ۵۵
- فصل چهارم: تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیترو فنول با استفاده از الکترو د تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید..... ۵۶
- ۴-۱- تخریب ۳-نیترو فنول با استفاده از تکنیک های مختلف..... ۵۷
- ۴-۱-۱- تخریب ۳-نیترو فنول با فتولیز تنها..... ۵۷
- ۴-۱-۲- تخریب ۳-نیترو فنول به روش اکسایش الکتروشیمیایی..... ۵۹
- ۴-۱-۳- تخریب فتوکاتالیزی ۳-نیترو فنول..... ۶۰

۴-۱-۴- تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳- نیتروفنول.....	۶۲
۴-۲- تعیین pH بهینه محلول آزمایشی در تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳- نیتروفنول.....	۶۳
۴-۳- تعیین پتانسیل بهینه اعمال شده به فتوالکترو.....	۶۵
۴-۴- نتیجه گیری.....	۶۷
فصل پنجم: اندازه گیری فتوالکتروکاتالیزی اتیلن گلیکول با استفاده از الکترو	
تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید.....	۶۸
۵-۱- تعیین pH بهینه محلول آزمایشی.....	۶۹
۵-۲- تعیین پتانسیل بهینه.....	۷۱
۵-۳- اندازه گیری فتوالکتروکاتالیزی اتیلن گلیکول.....	۷۲
۵-۴- نتیجه گیری.....	۷۴
۵-۵- پیشنهادات کارهای آینده.....	۷۵
۵-۵- منابع.....	۷۶

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲- لایه انتشاری هلمهولتری.....	۱۰
شکل ۲-۲- فرآیندهای انتقال الکترون وانرژی.....	۱۷
شکل ۳-۲- برانگیختگی نوری سطح نیمه رسانا به همراه برخی از فرآیندهای مختلف در سطح آن.....	۱۹
شکل ۴-۲- شکاف انرژی برخی از نیمه رساناها در $\text{pH} = ۱$	۲۲
شکل ۵-۲- واکنش نوری کاتالیز شده، تحریک اولیه بر روی گونه جذب سطحی شده (الف) و واکنش نوری حساس شده، تحریک اولیه بر روی جامد (ب).....	۲۴
شکل ۶-۲- ساختار شبکه ای فرم های آنتاز (الف) و روتیل (ب) TiO_2	۲۷
شکل ۷-۲- ساختار الگوی TiO_2 (۱۱۰).....	۲۸
شکل ۸-۲- موقعیت نوار مرزی TiO_2 نسبت به پتانسیل الکتروشیمیایی زوج های ردوکس $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$ و $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$	۲۹
شکل ۹-۲- تأثیر حضور پالادیم بر روی TiO_2	۳۰
شکل ۱۰-۲- طیف نور خورشید.....	۳۳
شکل ۱۱-۲- مکانیسم عمل ذره فتوکاتالیست اصلاح شده با فلز بی اثر.....	۳۴
شکل ۱۲-۲- مکانیسم عمل در فتوکاتالیست های چند ترکیبی.....	۳۵
شکل ۱۳-۲- اثر افزایش ترکیب فداشونده بر روی مکانیسم فرآیند تفکیک آب در سطح TiO_2	۳۶
شکل ۱۴-۲- تأثیر اعمال پتانسیل آندی بر سطح فتوالکترود (نوع n و p).....	۳۸
شکل ۱۵-۲- مکانیسم واکنش بر روی الکتروود ترکیبی $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$	۴۰
شکل ۱-۳- دستگاه پتانسیو استات/گالوانو استات.....	۵۰

- شکل ۳-۲- رآکتور فتوالکتروکاتالیز..... ۵۰
- شکل ۳-۳- رفتار ولتامتری ۳-نیتروفنول در سطح الکتروود تیتانیم اصلاح شده و الکتروود تیتانیم اصلاح نشده در محلول بافر با $\text{pH}=7$ و الکتروولیت حامل $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ (الف) در تاریکی و در غیاب ترکیب، (ب) در حضور نور فرابنفش و در غیاب ترکیب، (ج) در تاریکی و در حضور ترکیب و (د) در حضور نور فرابنفش و در حضور ترکیب ۵۴
- شکل ۳-۴- رفتار ولتامتری اتیلن گلیکول در سطح الکتروود تیتانیم اصلاح شده و الکتروود تیتانیم اصلاح نشده در محلول بافر با $\text{pH}=7$ و الکتروولیت حامل $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$: (الف) در تاریکی و در غیاب ترکیب، (ب) در حضور نور فرابنفش و در غیاب ترکیب، (ج) در تاریکی و در حضور ترکیب و (د) در حضور نور فرابنفش و در حضور ترکیب..... ۵۵
- شکل ۴-۱- روند DPV محلول ۳- نیتروفنول در جریان فتولیز تنها در بافر فسفات با $\text{pH}=7/0.0$ و حاوی $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش پتانسیل 10 mV/s ۵۸
- شکل ۴-۲- روند DPV محلول ۳- نیتروفنول در جریان اکسایش الکتروشیمیایی در بافر فسفات با $\text{pH}=7/0.0$ و حاوی $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش پتانسیل 10 mV/s ۵۹
- شکل ۴-۳- DPV محلول ۳- نیتروفنول در زمان های مختلف در جریان اکسایش فتوکاتالیزی در بافر فسفات با $\text{pH}=7/0.0$ و حاوی $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش پتانسیل 10 mV/s ۶۱
- شکل ۴-۴- تغییرات لگاریتم طبیعی (Ln) نسبت جریان اولیه به جریان در هر لحظه، با گذشت زمان در واکنش تخریب فتوکاتالیزی ۳-نیتروفنول..... ۶۱
- شکل ۴-۵- DPV محلول ۳- نیتروفنول در زمان های مختلف در جریان اکسایش فتوالکتروکاتالیزی در بافر فسفات با $\text{pH}=7/0.0$ و حاوی $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش پتانسیل 10 mV/s ۶۲
- شکل ۴-۶- تغییرات لگاریتم طبیعی (Ln) نسبت جریان اولیه به جریان در هر لحظه، با گذشت زمان در واکنش تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیتروفنول..... ۶۳
- شکل ۴-۷- DPV محلول ۳-نیتروفنول در pH های مختلف در بافر فسفات حاوی $0.1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش پتانسیل 10 mV/s ۶۴

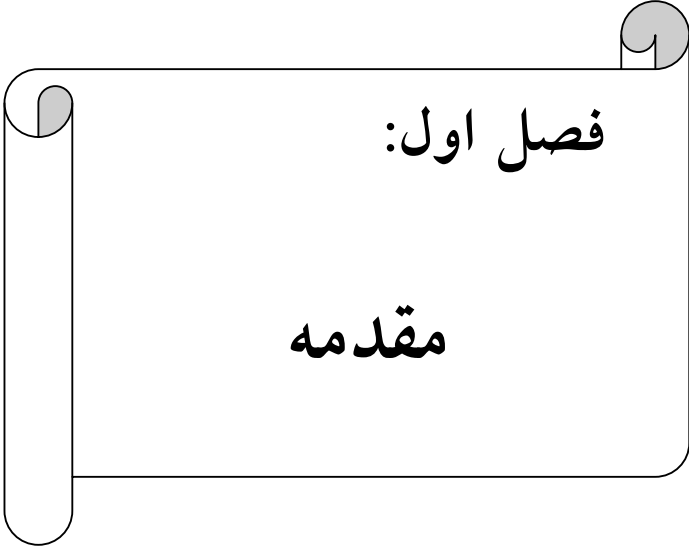
- شکل ۴-۸- تأثیر pH بر روی جریان اولیه و پتانسیل اکسایش ترکیب
 ۳-نیتروفنول بر روی سطح الکتروود خمیر کربن ساده..... ۶۵
- شکل ۴-۹- DPV محلول ۳- نیتروفنول در زمان های مختلف در جریان اکسایش فتوالکتروکاتالیزی
 در پتانسیل های مختلف در بافر فسفات با $\text{pH} = 4/00$ و حاوی $0/1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ با سرعت روبش
 پتانسیل 10 mV/s ۶۶
- شکل ۵-۱- کروئوآمپروگرام محلول اتیلن گلیکول با غلظت $0/186 \text{ M}$ در بافر فسفات حاوی
 $0/1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ بر روی الکتروود تیتانیم اصلاح شده، pH های مختلف..... ۷۰
- شکل ۵-۲- کروئوآمپروگرام محلول اتیلن گلیکول با غلظت $0/186 \text{ M}$ در بافر فسفات حاوی
 $0/1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ بر روی الکتروود تیتانیم اصلاح شده در $\text{pH} = 3/00$ و در پتانسیل های مختلف..... ۷۱
- شکل ۵-۳- کروئوآمپروگرام بدست آمده از اکسایش اتیلن گلیکول در سطح الکتروود تیتانیم
 اصلاح شده در بافر فسفات با $\text{pH} = 3/00$ حاوی $0/1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ و پله پتانسیل اعمالی $1/2 \text{ V}$
 و در غلظت های مختلف..... ۷۲
- شکل ۵-۴- منحنی استاندارد فتوجریان اکسایش اتیلن گلیکول بدست آمده از اندازه گیری
 فتوالکتروکاتالیزی اتیلن گلیکول در غلظت های مختلف..... ۷۳

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- مشخصات مواد شیمیایی مورد استفاده در این کار تحقیقاتی.....	۴۹
جدول ۴-۱- درصد تخریب ۳- نیتروفنول به روش فتولیز تنها در طول زمان آزمایش.....	۵۸
جدول ۴-۲- درصد تخریب ۳- نیتروفنول به روش اکسایش الکتروشیمیایی در طول زمان آزمایش.....	۶۰
جدول ۴-۳- درصد تخریب ۳- نیتروفنول به روش فتوکاتالیز در طول زمان آزمایش.....	۶۱
جدول ۴-۳- درصد تخریب ۳- نیتروفنول به روش فتوالکتروکاتالیز در طول زمان آزمایش.....	۶۲
جدول ۴-۵- تأثیر pH بر روی درصد تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیتروفنول.....	۶۴
جدول ۴-۶- تأثیر پتانسیل اعمال شده به فتوالکتروود بر درصد تخریب فتوالکتروکاتالیزی ۳-نیتروفنول.....	۶۶
جدول ۵-۱- تأثیر pH بر روی فتوجریان اکسایش اتیلن گلیکول بر روی الکتروود تیتانیم اصلاح شده.....	۷۰
جدول ۵-۲- فتوجریان اکسایش اتیلن گلیکول در پتانسیل های مختلف اعمال شده به الکتروود تیتانیم اصلاح شده.....	۷۱

فهرست علایم و اختصارات

R	.....	احیاکننده
O	.....	اکسنده
e	.....	الکترون
EC	.....	الکتروشیمیایی
S _b	.....	انحراف استاندارد محلول شاهد
Å	.....	انگستروم
DPV	.....	پتانسیل پالس تفاضلی
k _{CT}	.....	ثابت سرعت انتقال بار
k _R	.....	ثابت سرعت باز ترکیب الکترون - حفره
LOD	.....	حد تشخیص
h	.....	حفره
m	.....	شیب منحنی درجه بندی
PEC	.....	فتوالکتروکاتالیز
PC	.....	فتوکاتالیز
UV	.....	فرا بنفش
M	.....	مولار
mM	.....	میلی مولار
V	.....	ولت

A graphic of a scroll with a white background and a black outline. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curled. The text is written in black Persian script. The top part of the scroll contains the text "فصل اول:" and the bottom part contains "مقدمه".

فصل اول:

مقدمه

پتانسیل شروع اکسایش یا کاهش بسیاری از فرآیندهای الکتروشیمیایی با پتانسیل ترمودینامیکی آنها اختلاف قابل ملاحظه ای دارد. به عبارت ساده تر، این فرآیندها از سینتیک مبادله الکترون کندی برخوردارند. برای تسریع این فرآیندها می توان از روش های الکتروکاتالیز و فوتوالکتروکاتالیز^۱ استفاده نمود. الکتروکاتالیز معمولاً به دو صورت قابل انجام است. در مورد اول، بستر الکتروود مورد نظر، خود در واکنش ردوکس شرکت کرده و نقش تسریع کننده فرآیند انتقال الکترون را برای واکنش های الکتروشیمیایی کند دارد. در مورد دوم، از یک اصلاحگر برای این منظور استفاده می شود که اصلاحگر از نظر الکتروشیمیایی فعال بوده و مکانیسم عمل الکتروود در آن از نوع مکانیسم EC^۱ است.

فوتوالکتروکاتالیز، به عنوان یک تکنیک جدید توانسته است با تلفیق اصول الکتروشیمی و فوتوکاتالیز^۲، گامی بسیار مهم در افزایش سرعت انجام فرآیندهای الکتروودی کند بردارد. محور اصلی در فرآیند فوتوالکتروکاتالیز، پدیده فوتوکاتالیز است. پدیده فوتوکاتالیز در سال ۱۹۷۲، با کشف تجزیه فوتوکاتالیزی آب بر روی الکترودهای TiO_2 توسط فوجیشیما^۳ و هوندا^۴ [۱] آغاز شد. از آن پس تلاش های زیادی برای فهم بیشتر فرآیندهای بنیادی و افزایش بازدهی فوتوکاتالیز در سطح الکترودها انجام گردید [۴-۲]. کاربرد فوتوکاتالیز امروزه بیشتر به تصفیه آلاینده های زیست محیطی آب معطوف می باشد. این تکنیک متاثر از برخی مشکلات است که از آن میان می توان به مشکلات مربوط به جداسازی و استفاده مجدد کاتالیست مورد استفاده و نیز کاهش بازده تخریب در اثر ترکیب مجدد الکترون و حفره ایجاد شده در اثر تابش نور به سطح الکتروود، اشاره کرد. برای حل مشکل جداسازی کاتالیست، از تثبیت آن بر روی بستر

¹ Photoelectrocatalysis

² Photocatalysis

³ Fujishima

⁴ Honda

جامد استفاده می شود و همچنین برای کاهش بازده ترکیب الکترون - حفره بر روی الکتروود، یک پتانسیل آندی (مثبت) اعمال می شود [۵-۸].

طبق بررسی های به عمل آمده تاکنون مطالعات فتوالکتروکاتالیزی در ایران انجام نشده است. در این کار تحقیقاتی برای اولین بار در ایران با استفاده از الکترودهای تیتانیم اصلاح شده با دی اکسید تیتانیم، تخریب ترکیب ۳- نیتروفنول به روش فتوالکتروکاتالیزی انجام می شود. هدف از این پژوهش ارائه روشی جدید برای تخریب اکسایشی برخی آلاینده های زیست محیطی می باشد که عمدتاً مواد آلی هستند. می توان با توسعه این روش، از آن در کارهای مربوط به تصفیه پسابهای صنعتی و حتی کشاورزی، استفاده مناسبی کرد. کارهای مختلفی در این زمینه انجام شده که می توان به تجزیه فتوالکتروکاتالیزی گلوکز [۹]، رودامین B [۱۰]، پنتاکلروفنول [۱۱] و متیل اورانژ [۱۲] در سطح الکتروود تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید، ۴-کلرو فنول در سطح الکتروود شیشه ای هادی اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید [۱۳] و فنول در سطح الکتروود نیکل اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید [۱۴] و الکتروود تیتانیم اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید [۱۵] و الکتروود کربن شیشه ای هادی اصلاح شده با تیتانیم دی اکسید [۱۶] اشاره کرد..

ترکیبات فنولی به مقادیر زیادی در محیط زیست به صورت علف کش ها، قارچ کش ها، حشره کش ها، مواد انفجاری و آتش زا وجود دارند. همچنین به عنوان پیش ماده در تولید رنگ ها و مواد نرم کننده (پلاستیک کننده ها) بکار می روند [۱۷]. بدلیل کاربرد بالای این ترکیبات و نیز داشتن اثرات مضرى همچون ایجاد سمیت و مشکلات مربوط به مجاری ادراری، ترکیبات فنولی مانند ۳-نیتروفنول، ۴-نیتروفنول و ۲،۴-دی نیتروفنول به عنوان آلاینده های مهم زیست محیطی طبقه بندی می شوند. تکنیک های مختلفی مانند تخریب حرارتی و اکسایشی [۱۸]، جداسازی با غشاء مایع [۱۹-۲۱] و استخراج مایع-مایع [۲۲،۲۳] برای تجزیه ، تخریب و همچنین جداسازی این ترکیبات استفاده شده است.

در ادامه کار، اندازه گیری اتیلن گلیکول نیز با استفاده از تکنیک فتوالکتروکاتالیز انجام گرفته است. اتیلن گلیکول ترکیبی با فرمول مولکولی $C_2H_4O_2$ است که در دماهای معمولی پایدار است ولی افزایش دما باعث تخریب آن می شود. اتیلن گلیکول با اسیدهای قوی، بازهای قوی و اکسند های قوی ناسازگار بوده و در حضور آن ها تجزیه می گردد. مصرف جهانی اتیلن گلیکول در سال ۲۰۰۶ در حدود هفده میلیون تن گزارش شده است. این ترکیب، با استفاده از واکنش کاتالیزی بین اتیلن اکسید و مقادیر کنترل شده ای از آب، تولید می شود. به همراه اتیلن گلیکول، سایر گلیکول ها (دی، تری و تترا اتیلن گلیکول) نیز به عنوان محصولات جانبی تولید می شوند که اتیلن گلیکول با استفاده از تقطیر، جداسازی و تخلیص می شود. تولید و مصرف اتیلن گلیکول و فرآورده های آن، منجر به ورود این مواد به محیط زیست می گردد. تلاش در جهت جلوگیری از نفوذ این مواد به خاک و آب های سطحی و یا زیرزمینی، امری بسیار مهم است. با توجه به واکنش پذیری اتیلن گلیکول و این که در اثر انحلال در آب، باعث کاهش نقطه ذوب و افزایش نقطه جوش آب می شود، اتیلن گلیکول کاربردهای تجاری ویژه ای دارد [۲۴]. برخی از این کاربردها عبارتند از:

- تولید پلی استر؛
- ضد یخ اتومبیل در همه ی فصول؛
- سیال های انتقال حرارت و سردکننده های صنعتی؛
- سیال های ضد یخ برای هواپیما؛
- پوشش دهنده های سطحی (رنگ های لاتکس^۱، رزین های الکید، امولوسیون های آسفالت)؛
- حلال برای معلق کردن نمک های رسانا در خازن های الکترولیتی؛

¹ Latex

- حلال های همراه برای پایداری در برابر تشکیل ژل؛
 - رطوبت گیر، برای افزایش مقاومت بافت های پارچه ای، کاغذی، چرمی و چسبی در برابر رطوبت؛
- ثابت شده است که اتیلن گلیکول، در محیط های بیوشیمیایی تخریب می گردد که این امر با مصرف اکسیژن محیط انجام می گیرد، در نتیجه می تواند باعث تقلیل اکسیژن محیط گردد که برای ارگانسیم های آبی مضر می باشد. از این رو اندازه گیری مستمر این ترکیب در محیط های ارگانسیم آبی، که احتمال حضور اتیلن گلیکول در آن ها وجود دارد، برای جلوگیری از مشکلات زیست محیطی ضروری به نظر می رسد.