دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران– مهندسی محیط زیست

حذف فنل به روش جذب سطحی با استفاده از کربن فعال و کربن تهیه شده از پوست بادام و گردو

استاد راهنما: آقای دکتر محسن سعیدی

تحقیق و نگارش: سید پژواک پژوهش فر

دی ماه ۱۳۸۶

به نام خداوند

بخشنده مهربان

تقدیم به پدر بزرگوارم که عرق جبین و بازوان پرتوانش؛ به من تلاش، مردانگی، عزت

و آزاد زیستن را آموخت.

تقدیم به مادر مهربانم که نماد مهربانی و فداکاری است و به من سخن گفتن، راه رفتن،

عشق ورزیدن و محبت را آموخت.

و **تقدیم به** تمام کسانی که در طول سالهای تحصیل؛ علم و معرفت را به من آموختند.

چکیده

جذب سطحی به عنوان یک فرآیند موثر، روش مناسبی در تصفیه نهایی فاضلابهای صنعتی حاوی مواد سمی می باشد. فنل؛ به عنوان یک ماده آلی سمی و خطرناک موجود در اکثر فاضلابهای صنعتی، باید مورد تصفیه قرار گیرد. تحقیق حاضر شامل بررسی کاربرد سه ماده کربن گرانولی فعال (ACL)، کربن پوست بادام (ASC) و کربن پوست گردو (WSC) به عنوان جاذب جهت حذف فنل از آب و فاضلاب صنعتی آلوده به فنل می باشد. استفاده از کربن پوست بادام و گردو در جذب سطحی فنل برای اولین بار صورت می گیرد. روشهای آزمایشگاهی جهت دستیابی به ایزوترمهای تعادلی و بهترین شرایط جذب به کار گرفته شده است. تغییرات آزمایشگاهی بکار رفته شامل زمان تماس، pH، غلظت اولیه فنل و مقدار جاذب می باشد. ضرایب همبستگی برای جاذبهای ACL، ASC و WSC در ایزوترم فرندلیچ به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۹۲ و ۰/۹۳ و در ایزوترم لانگمور برابر با ۰/۹۹، ۰/۹۶ و ۰/۹۵ به دست آمده است. بیشترین راندمان حذف فنل از آب آلوده در شرایط مختلف آزمایشگاهی به کمک کربن گرانولی فعال، کربن پوست بادام و کربن پوست گردو به ترتیب برابر با ۹۹/۸۷، ۹۱/۳۶ و ۷۸/۱۷ درصد بوده و در فاضلاب صنعتی ۹۹/۷۱، ۸۵/۵۴ و ۶۵/۴۹ درصد به دست آمده است. بیشترین درصد حذف فنل در pH اولیه برابر با ۲، زمان تماس ۳ ساعت و مقدار جاذب ۲۰ گرم در لیتر به دست آمده است.

کلمات کلیدی: جذب سطحی-کربن فعال-کربن پوست بادام-کربن پوست گردو-ایزوترم جذب

تقدیر و تشکر

با سپاس از خداوند متعال؛ لازم می دانم از استاد ارجمند و بزرگوار جناب آقای دکتر **محسن سعیدی** که در طول دوره تحصیلی کارشناسی ارشد و این پژوهش، همواره از رهنمودهای عالمانه و زحمات بی شائبه ایشان بهره مند بوده ام؛ کمال تشکر و امتنان خویش را ابراز نمایم. همچنین از داوران محترم، آقای دکتر **مجتبی غروی** و خانم دکتر **نعیم پور** نیز به دلیل ارائه نظرات مفید و زمان گرانبهای خود، که صرف ارزیابی و بررسی این پایان نامه نموده اند؛ سپاسگزاری می کنم. بی شک؛ انجام این پژوهش، تلاش ناپیدای افرادی را طلبیده است که هر یک به گونه ای در به بار نشستن این مهم، سهیم بوده اند و بدین وسیله از تمامی آنان قدردانی می نمایم.

سید پژواک پژوهش فر

دی ماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحـه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه..... ۱

فصل دوم: ادبیات موضوع

۲-۱- آلودگیها..... ۵

۲-۱-۱- سایر آلودگیها..... ۷

۲-۲- فنل (خصوصیات، حدود و روشهای تصفیه)..... ۸

۲-۳- جذب سطحی..... ۱۵

۲-۳-۱- جذب سطحی فیزیکی..... ۱۷

۲-۳-۲- جذب سطحی شیمیایی..... ۱۷

۲-۳-۳- جذب سطحی تبادلی..... ۱۸

۲-۴- جذب سطحی توسط کربن فعال..... ۱۸

۲-۴-۱- عوامل موثر بر جذب سطحی..... ۱۹

۲-۴-۲- ایزوترمهای جذب سطحی..... ۲۲

۲-۴-۲-۱- ایزوترم لانگمور..... ۲۳

۲-۴-۲-۲- ایزوترم فرندلیچ..... ۲۵

۲-۵- مروری بر مطالعات انجام شده..... ۲۶

فصل سوم: برنامه آزمایشگاهی- مواد و روش ها

۳-۱- مواد و مصالح مصرفی..... ۳۹

۳-۱-۱- جاذبها..... ۳۹

۳-۱-۲- فنل..... ۴۴

۳-۲- روش تهیه نمونه های آلوده به فنل..... ۴۷

۳-۳- روش انجام آزمایش ها..... ۴۸

۳-۳-۱- تغییرات (دُز) مقدار اولیه جاذب..... ۴۹

۳-۳-۲- تغییرات غلظت فنل..... ۵۱

۳-۳-۳- تغییرات زمان تماس..... ۵۲

۳-۳-۴- تغییرات pH اولیـــه..... ۵۳

۳-۳-۵- حذف فنل از فاضلاب صنعتی آلوده به کمک جذب سطحی.....۵۳

فصل چهارم: نتایج

۴-۱- نتایج آزمایش های تغییر مقدار اولیه جاذب.....۵۵

۴-۲- نتایج آزمایش های تغییر غلظت فنل.....۵۸

۴-۳- نتایج آزمایش های تغییرات زمان تماس.....۶۱

۴-۴- نتایج آزمایش های تغییرات pH اولیـــه.....۶۵

۴-۵- نتایج آزمایش های حذف فنل از فاضلاب صنعتی به کمک جذب سطحی.....۶۹

۴-۶- مدل های ایزوترم فرندلیچ و لانگمور برای آزمایش های انجام شده.....۷۲

فصل پنجم: تفسیر و بحث بر روی نتایج

۵-۱- بررسی ارتباط بین نتایج آزمایش ها.....۸۲

۵-۲- مقایسه نتایج آزمایش های انجام شده با نتایج حاصل از پژوهش های مشابه.....۹۴

۵-۳- بررسی وضعیت بادام و گردوی موجود در کشور.....۱۰۵

فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

۶-۱- جمع بندی نتایج.....۱۰۸

۶-۲- پیشنهادات.....۱۱۲

پیوست ۱- نمونه ای از محاسبات انجام شده بر روی نتایج حاصل از آزمایش ها.....۱۱۳

پیوست ۲- مقایسه pH نهایی نمونه ها با غلظت نهایی فنل در نمونه و مقدار فنلِ جذب شده توسط جاذبها.....۱۱۷

مراجـــع.....۱۲۸

فهرست اشکال

عنوان شکل **صفحـه**

شکل ۲-۱- ساختار مولکولی فنل (C_6H_5OH)..... ۸
نمودار ۳-۱- نتیجه آزمایش XRD بر روی جاذب کربن فعال (محور افقی: ۲θ (درجه)، محور عمودی: شدت)..... ۴۳
نمودار ۳-۲- نتیجه آزمایش XRD بر روی جاذب کربن پوسته بادام (محور افقی: ۲θ (درجه)، محور عمودی: شدت)..... ۴۳
نمودار ۳-۳- نتیجه آزمایش XRD بر روی جاذب کربن پوسته گردو (محور افقی: ۲θ (درجه)، محور عمودی: شدت)..... ۴۴
شکل ۳-۴- دستگاه اندازه گیری pH و رسانایی..... ۴۶
شکل ۳-۵- دستگاه اسپکتروفوتومتر جهت قرائت COD و غلظت فنل..... ۴۶
نمودار ۴-۱- اثر مقدار اولیه کربن فعال بر میزان حذف فنل..... ۵۷
نمودار ۴-۲- اثر مقدار اولیه کربن پوست بادام بر میزان حذف فنل..... ۵۷
نمودار ۴-۳- اثر مقدار اولیه کربن پوست گردو بر میزان حذف فنل..... ۵۷
نمودار ۴-۴- اثر غلظت اولیه فنل بر حذف آن توسط کربن فعال (۵ g/L)..... ۶۰
نمودار ۴-۵- اثر غلظت اولیه فنل بر حذف آن توسط کربن پوست بادام (۱۰ g/L)..... ۶۱
نمودار ۴-۶- اثر غلظت اولیه فنل بر حذف آن توسط کربن پوست گردو (۱۰ g/L)..... ۶۱
نمودار ۴-۷- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل توسط کربن فعال..... ۶۳
نمودار ۴-۸- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل توسط کربن پوست بادام..... ۶۴
نمودار ۴-۹- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل توسط کربن پوست گردو..... ۶۴
نمودار ۴-۱۰- اثر pH اولیه بر میزان حذف فنل توسط کربن فعال..... ۶۶
نمودار ۴-۱۱- اثر pH اولیه بر میزان حذف فنل توسط کربن پوست بادام..... ۶۷
نمودار ۴-۱۲- اثر pH اولیه بر میزان حذف فنل توسط کربن پوست گردو..... ۶۷
نمودار ۴-۱۳- اثر مقدار اولیه کربن فعال بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۷۱
نمودار ۴-۱۴- اثر مقدار اولیه کربن پوست بادام بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۷۱
نمودار ۴-۱۵- اثر مقدار اولیه کربن پوست گردو بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۷۱
نمودار ۴-۱۶- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۲

نمودار ۴-۱۷- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۳
نمودار ۴-۱۸- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۳
نمودار ۴-۱۹- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۳
نمودار ۴-۲۰- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۴
نمودار ۴-۲۱- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل..... ۷۴
نمودار ۴-۲۲- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در غلظت اولیه ۵ g/L جاذب..... ۷۴
نمودار ۴-۲۳- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در غلظت اولیه ۵ g/L جاذب..... ۷۵
نمودار ۴-۲۴- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در غلظت اولیه ۱۰ g/L جاذب..... ۷۵
نمودار ۴-۲۵- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در غلظت اولیه ۱۰ g/L جاذب..... ۷۵
نمودار ۴-۲۶- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در غلظت اولیه ۱۰ g/L جاذب..... ۷۶
نمودار ۴-۲۷- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در غلظت اولیه ۱۰ g/L جاذب..... ۷۶
نمودار ۴-۲۸- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در فاضلاب صنعتی..... ۷۶
نمودار ۴-۲۹- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن فعال در فاضلاب صنعتی..... ۷۷
نمودار ۴-۳۰- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در فاضلاب صنعتی..... ۷۷
نمودار ۴-۳۱- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست بادام در فاضلاب صنعتی..... ۷۷

نمودار ۴-۳۲- ایزوترم فرندلیچ برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در فاضلاب صنعتی.....۷۸
نمودار ۴-۳۳- ایزوترم لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط کربن پوست گردو در فاضلاب صنعتی.....۷۸
نمودار ۵-۱- مقایسه راندمان حذف فنل از آب آلوده توسط جاذبها در غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L فنل.....۸۲
نمودار ۵-۲- مقایسه مقدار فنل جذب شده توسط جاذبها در مقدار اولیه ۱۰۰ mg/L فنل.....۸۳
نمودار ۵-۳- مقایسه pH نهایی (ثانویه) نمونه ها پس از تماس با جاذب موردنظر با مقادیر اولیه مختلف.....۸۴
نمودار ۵-۴- مقایسه راندمان حذف فنل از آب آلوده توسط جاذبها در تغییر غلظت اولیه فنل.....۸۵
نمودار ۵-۵- مقایسه مقدار فنل جذب شده توسط جاذبها در تغییر غلظت اولیه فنل.....۸۵
نمودار ۵-۶- مقایسه pH نهایی (ثانویه) نمونه ها پس از تماس با جاذب موردنظر با غلظت اولیه مختلف فنل.....۸۶
نمودار ۵-۷- مقایسه راندمان حذف فنل از آب آلوده توسط جاذبها با تغییر زمان تماس (اختلاط) غلظت اولیه فنل: ۱۰۰ mg/L، مقدار جاذب کربن فعال: ۵ g/L ، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو: ۱۰ g/L.....۸۷
نمودار ۵-۸- مقایسه مقدار فنل جذب شده توسط جاذبها در اثر تغییر زمان تماس (اختلاط) غلظت اولیه فنل: ۱۰۰ mg/L، مقدار جاذب کربن فعال: ۵ g/L ، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو: ۱۰ g/L.....۸۸
نمودار ۵-۹- مقایسه pH نهایی نمونه ها در اثر تغییرات زمان تماس غلظت اولیه فنل: ۱۰۰ mg/L، مقدار جاذب کربن فعال: ۵ g/L ، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو: ۱۰ g/L.....۸۹
نمودار ۵-۱۰- مقایسه راندمان حذف فنل از آب آلوده توسط جاذبها با تغییر pH اولیه غلظت اولیه فنل : ۱۰۰ mg/L ، مقدار جاذب کربن فعال : ۵ g/L ، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو : ۱۰ g/L.....۸۹
نمودار ۵-۱۱- مقایسه مقدار فنل جذب شده توسط جاذبها در اثر تغییر pH اولیه غلظت اولیه فنل: ۱۰۰ mg/L، مقدار جاذب کربن فعال: ۵ g/L، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو: ۱۰ g/L.....۹۰
نمودار ۵-۱۲- مقایسه pH نهایی نمونه ها در اثر تغییر pH اولیه غلظت اولیه فنل: ۱۰۰ mg/L، مقدار جاذب کربن فعال: ۵ g/L ، مقدار جاذب کربن پوست بادام و گردو: ۱۰ g/L.....۹۱
نمودار ۵-۱۳- مقایسه راندمان حذف فنل از فاضلاب صنعتی توسط جاذبها.....۹۲

نمودار ۵-۱۴- مقایسه مقدار فنل جذب شده از فاضلاب صنعتی توسط جاذبها.....۹۳
نمودار ۵-۱۵- مقایسه pH نهایی (ثانویه) نمونه ها پس از تماس با جاذب موردنظر با مقادیر اولیه مختلف در فاضلاب صنعتی.....۹۳

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحـه**

جدول ۲-۱- حدود گزارش شده غلظت فنل در پساب و فاضلاب صنایع..... ۱۰
جدول ۲-۲- فاکتورهای موثر بر جذب سطحی توسط کربن..... ۱۶
جدول ۲-۳- میزان حذف فنل و شرایط آزمایشگاهی انجام شده توسط سایر محققین..... ۳۰
جدول ۳-۱- درصد وزنی کربن های تهیه شده نسبت به پوسته مصرفی..... ۴۱
جدول ۳-۲- خصوصیات جاذب ها..... ۴۲
جدول ۳-۳- مشخصات فاضلاب کُک..... ۴۵
جدول ۴-۱- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن فعال بر میزان حذف فنل از آب آلوده..... ۵۵
جدول ۴-۲- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن پوست بادام بر میزان حذف فنل از آب آلوده..... ۵۶
جدول ۴-۳- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن پوست گردو بر میزان حذف فنل از آب آلوده..... ۵۶
جدول ۴-۴- اثر تغییرات غلطت اولیه فنل بر میزان حذف فنل از آب آلوده به کمک کربن فعال..... ۵۹
جدول ۴-۵- اثر تغییرات غلطت اولیه فنل بر میزان حذف فنل از آب آلوده به کمک کربن پوست بادام..... ۵۹
جدول ۴-۶- اثر تغییرات غلطت اولیه فنل بر میزان حذف فنل از آب آلوده به کمک کربن پوست گردو..... ۶۰
جدول ۴-۷- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل به کمک کربن فعال..... ۶۲
جدول ۴-۸- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل به کمک کربن پوست بادام..... ۶۲
جدول ۴-۹- اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف فنل به کمک کربن پوست گردو..... ۶۳
جدول ۴-۱۰- اثر تغییرات pH اولیه بر میزان حذف فنل به کمک کربن فعال..... ۶۵
جدول ۴-۱۱- اثر تغییرات pH اولیه بر میزان حذف فنل به کمک کربن پوست بادام..... ۶۵
جدول ۴-۱۲- اثر تغییرات pH اولیه بر میزان حذف فنل به کمک کربن پوست گردو..... ۶۶
جدول ۴-۱۳- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن فعال بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۶۹
جدول ۴-۱۴- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن پوست بادام بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۷۰
جدول ۴-۱۵- اثر تغییرات مقدار اولیه کربن پوست گردو بر میزان حذف فنل از فاضلاب صنعتی..... ۷۰

جدول ۴-۱۶- پارامترهای مدلهای ایزوترم فرندلیچ و لانگمور برای جذب سطحی فنل با غلظت اولیه ۱۰۰ mg/L در دمای ^{o}C ۲۵، ۶/۷>pH>۵/۹۱ و زمان تماس ۳ ساعت.....۷۹
جدول ۴-۱۷- پارامترهای مدلهای ایزوترم فرندلیچ و لانگمور برای جذب سطحی فنل با غلظت اولیه متغیر در دمای ^{o}C ۲۵، ۶/۷>pH>۵/۹۱ و زمان تماس ۳ ساعت.....۷۹
جدول ۴-۱۸- پارامترهای مدلهای ایزوترم فرندلیچ و لانگمور برای جذب سطحی فنل با غلظت اولیه ۱۶۵ mg/L از فاضلاب صنعتی در دمای ^{o}C ۲۵، pH=۷/۱ و زمان تماس ۳ ساعت.....۸۰
جدول ۵-۱- ثابتهای فرندلیچ و لانگمور برای جذب سطحی فنل توسط جاذبهای مختلف.....۱۰۳
جدول ۵-۲- میزان تولید و عملکرد محصولات بادام و گردو کل کشور در سال ۱۳۸۴.....۱۰۵

فصل اول

مقدمه

فصل اول – مقدمه

۱-۱- مقدمــه

فنل یک هیدروکربنِ آروماتیک و از مشتقات بنزن بوده؛ حلالیت بسیار بالایی در آب دارد و در طبیعت بسیار سمی است. این ماده بی رنگ، رطوبت پذیر و کریستالی است که در اثر اکسیداسیون در هوا به رنگ صورتی در می آید. پس از حل شدن در آب خاصیت بسیار کم اسیدی به آب می دهد. حلالیت آن در آب g/L ۹۳ تا ۹۸ (بسته به درجه حرارت آب (۲۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد)) و نقطه جوش آن ۱۸۱ درجه سانتیگراد است. فرمول شیمیایی فنل C_6H_5OH است. فنل ها خصوصیات اسیدی پایینی دارند. وزارت جنگلها و محیط زیست[1] (MOEF)، دولت های هند و آمریکا و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[2] (EPA)؛ فنل را به عنوان یک ماده آلوده کننده در فهرست های خود قرار داده اند [۳-۱].

منابع عمده تولید فنل ها، صنایع و کارخانه ها نظیر رزین سازی، پتروشیمی، پالایشگاههای نفت، پلاستیک و چرم سازی، نقاشی، داروسازی، صنعت فولاد و آفت کش ها است [۱و۴و۵]. تحقیقات نشان دهنده حضور رو به افزایشِ ترکیبات آلی نظیر فنل ها در آبهای زیر زمینی است [۶].

از آنجایی که فنل ماده ای سمی بوده، کاهش و حذف بیولوژیکی آن مشکل است؛ بنابراین حدود سخت گیرانه ای برای تخلیه مواد فنل دار به محیط زیست در نظر گرفته شده است. MOEF غلظت حداکثر mg/L ۱ برای خروجیِ صنایع به آبهای سطحی و سازمان بهداشت جهانی[3] (WHO) غلظت بیشینه mg/L ۰/۰۰۱ در آب آشامیدنی را در نظر گرفته اند [۷و۸].

[1] - Ministry of Environment and Forests, MOEF
[2] - Environmental Protection Agency, EPA
[3] - World Health Organization, WHO

آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)، استاندارد تصفیه پسابهای خطرناک را ارائه کرده که در این فهرست، فنل دارای شماره CAS[1] برابر با ۲-۹۵-۱۰۸ و غلظت استاندارد تصفیه شده ۰/۰۳۹ mg/L و ۶/۲ mg/L برای فاضلابها و غیر فاضلابها[2] است. حدِ موردقبولِ فنل در فاضلاب خروجی از نظر EPA مقدارِ ۰/۱ mg/L است [۸].

استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای تخلیه فنل به این شرح است: حداکثر غلظت مجاز تخلیه فنل به آبهای سطحی، مصارف کشاورزی و آبیاری برابر با ۱ mg/L و برای تخلیه به چاه جذب ناچیز است. حداکثرِ مجازِ فنل منتشره از منابع آلوده کننده هوا با فلوی جرمیِ بیشتر از ۰/۱ کیلوگرم در ساعت نیز ۲۰ میلی گرم در مترمکعب در نظر گرفته شده است [۹].

بنابراین، حذف فنل از فاضلابهای صنعتی قبل از تخلیه به جریانهای آبی ضروری به نظر می رسد. روشهای مختلفی برای این کار وجود دارد. یکی از روشهای مناسب و پرکاربرد، جذب سطحی به کمک کربن فعال[3] (AC) است. متدهای دیگر شامل کاهش بیولوژیکی هوازی و بی هوازی، اکسیداسیون با ازن و تبادل یونی در رزین ها است. روش جذب سطحی به وسیله کربن فعال، برای مواد آلی با جرم مولکولی کم مانند فنل ها (۹۴/۰۱ گرم در مول) بسیار مناسب است [۲ و۱۶-۱۰].

آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا جذب سطحی به کمک کربن فعال را یکی از بهترین روش های موجود (BAT[4]) در حذف مواد آلی برشمرده است [۱۷]. کربن فعال ماده ای گران به خصوص در کشورهای در حال توسعه ای مانند ایران است.

[1] - Chemical Abstract Service
[2] - Nonwastewaters
[3] - Activated Carbon
[4] - Best Available Technology, BAT

در سالهای اخیر، تحقیقات گسترده ای برای به دست آوردن مواد جاذب جایگزینِ ارزان و موجود در محیطِ مورد مصرف انجام گرفته تا استفاده از کربن فعال به حداقل برسد [۳۱-۱۸]. از طرف دیگر کربن به دست آمده از پوست خشکبار به دلیل وجود کربن بالا و مواد غیرآلیِ کم، برای جذب مواد آلی مناسب است [۲]. بنابراین در این تحقیق نیز سعی شده است با توجه به فعالیتهای کشاورزی و باغداری وسیع در ایران، از کربن تهیه شده از پوست بادام و گردو در کنار کربن فعال جهت حذف فنل بهره گرفته شود.

مقادیر به دست آمده از آزمایش ها با ایزوترمهای موجود مطابقت داده شده تا در صورت تطابقِ مناسب، تایید و نتیجه گیری های لازم انجام گیرد.

روش تحقیق مورداستفاده آزمایشگاهی است. پس از جمع آوری اطلاعات لازم و بررسی کارهای انجام شده در زمینه حذف فنل، همانگونه که ذکر شد؛ این نتیجه حاصل گردیده است که استفاده از کربن فعال یکی از متداولترین و مناسب ترین روشهای حذف به دلیل آسانیِ کار و میزان حذف بالا است. بنابراین برنامه آزمایشگاهی براساس حذف فنل از آب و فاضلابِ آلوده به فنلِ ساخته شده به صورت آزمایشگاهی با کربن فعال و کربن تهیه شده از پوسته بادام و گردو انجام گردید. سپس نتایجِ آزمایش، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جمع بندی و نتایج موردنیاز استخراج گردید. از طرف دیگر نتایج به دست آمده از حذف فنل به کمک کربن فعال با نتایج حاصله از کربنهای تهیه شده از پوست بادام و گردو نیز مقایسه شد تا مشخص شود آیا جاذبهای ساخته شده در این تحقیق می توانند جایگزین مناسبی برای کربن فعال باشند.

در فصل دوم تحت عنوان ادبیات موضوع، تحقیقات انجام شده در زمینه حذف فنل توسط سایر افراد با متدها، روشها و مواد مختلف ارائه شده است. پس از مطالعه این فصل مشخص خواهد شد

که در این مورد چه کارهایی انجام شده و به چه نکات و زمینه هایی بیشتر توجه شده است. در فصل سوم یا روش تحقیق، مصالح مصرفی، آزمایشها، نحوه ساخت مواد، متغیرها و پارامترهای در نظر گرفته شده، برخی نتایج خام آزمایشات و سایر موارد اشاره شده تا خواننده با روش به کار گرفته شده در این تحقیق آشنا گردد. در فصل چهارم نتایج آزمایش ها و تجزیه و تحلیل انجام شده ارائه می شود. در حقیقت این فصل شامل کلیه نتایج به دست آمده از این تحقیق است. فصل پنجم شامل تفسیر نتایج و بحث و بررسی بر روی آنها است. این فصل شامل ارتباط بین اجزای نتایج در فصل چهارم و همچنین ارتباط بین فصول دوم و چهارم است. در این فصل نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیقات رسمی سایر محققین، مقایسه شده و ارتباط موجود بین آنها مطرح گردیده است. فصل ششم یا فصل آخر تحت عنوان جمع بندی و پیشنهادات است که تلفیقی از فصول چهارم و پنجم و ارائه پیشنهادات برای تحقیقات آینده می باشد.

فصل دوم

ادبیات موضوع

فصل دوم – ادبیات موضوع

در ابتدا اشاره کوتاهی به آلودگیهای فاضلاب و فرآیندهای تصفیه، جذب سطحی و جاذبِ کربن فعال می شود.

قبل از اشاره به فرآیندهای تصفیه فاضلابهای صنعتی؛ به طبقه بندی انواع آلودگی فاضلابهای صنعتی پرداخته می شود. به طور کلی آلودگیها به سه دسته تقسیم می شوند: شناور[1] – معلق[2] و محلول[3] [۳۲].

۲-۱- آلودگیها

آلودگیهای شناور: این آلودگیها شامل نفت، روغن و گریس و سایر مواد سبکتر از آب است. حضور این ترکیبات در آب پذیرنده[4] باعث بدمنظر شدن آب و تاخیر در رشد گیاهان می گردد. نفت و مشتقات آن به ویژه مداخله زیادی با هوادهی مجدد طبیعی دارند که این باعث مخاطره زندگی در آب می شود. مواد قابل اشتعال دارای خطر آتش سوزی به خصوص در هنگام تجمع مقادیر زیاد می باشند [۳۲].

آلودگیهای معلق: این نوع آلودگی می تواند آلی یا غیرآلی باشد. این آلودگیها نیز آب پذیرنده را بدمنظر نموده و زندگی آبزیان را به خطر می اندازد؛ چرا که هنگام ته نشین شدن به کف، این جامدات تمایل به خفه کردن گیاهان آبی دارند. اگر آلودگیهای معلق به صورت آلی باشند؛ می توانند موجب تجزیه و یا مصرفِ اکسیژن محلول در دسترس شوند [۳۲].

[1] - Floating
[2] - Suspended
[3] - Dissolved
[4] - Receiving Water