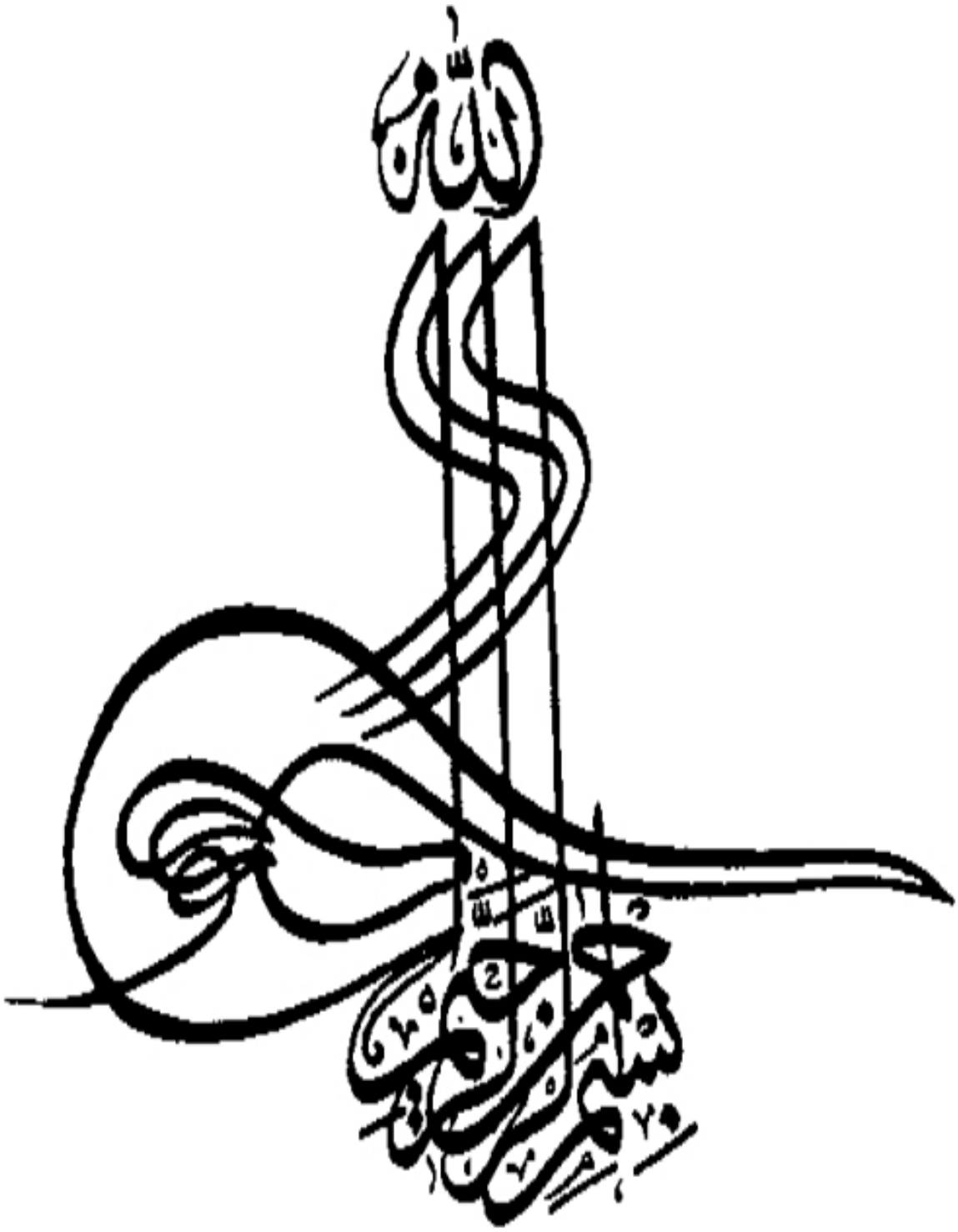

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

بهبود کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب با استفاده از بتن متخلخل

پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی

محسن جواهری طهرانی

استاد راهنما
دکتر جهانگیر عابدی کوپایی

1392

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی
تحت عنوان

بهبود کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب با استفاده از بتن متخلخل

در تاریخ1392/9/19 توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

1- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر جهانگیر عابدی کوپایی
2- استاد مشاور	دکتر کیاچهر بهفرنیا
3- استاد داور	مهندس اسماعیل لندی
4- استاد داور	دکتر جلیل رضوی
5- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد مهدی مجیدی

اعتراف می کنم که نه زبان شکر تو را دارم و نه توان تشکر از بندگان تو، اما به رسم سنت حسنه سپاس، لازم می دانم از تمامی افرادی که مرا در این مسیر یاری نمودند تشکر نمایم.

عاشقانه سپاس گوی همسر مهربانم هستم، که با صبر و تحمل مرا در مسیر علم و دانش یاری نمود و با نگاه‌های مهربانان اش سختی راه را برایم آسان می نمود.

بیکرانه قدردان خانواده‌ام هستم که بال های محبّت خود را گسترانیدند و سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال، شوق آموختن در من زنده بماند و ناامیدی را از یاد ببرم.

صمیمانه ترین سپاس ها تقدیم به:

اساتید فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای دکتر جهانگیر عابدی کوپایی و دکتر کیاچهر بهفرنیا که در نهایت سعه صدر، در تمام مراحل این تحقیق راه گشایم بودند.

اساتید گرامیم جناب آقای مهندس لندی و دکتر رضوی به خاطر ارائهٔ نظرات ارزشمندشان در بازخوانی و تصحیح این پایان نامه.

همچنین دیگر اساتید گرامی دانشکده که با حضورشان آفریننده برگ های سبز دفتر ایجانب شدند.

دوستان مهربانم و سایر کارمندان و مسؤلین دانشگاه صنعتی اصفهان که الطافشان تحمل بسیاری از سختی ها را آسان می نمود.

محسن جواهری طهرانی

مرداد 1392

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

همسر عزیزتر از جانم:

دریای بیکران عشق و فداکاری که با نگاه گرم و پر مهرش صبر و پایداری را به من می آموزد و همراهی همیشگی اش آرام بخش قلبم است. بودنش تاج افتخاری است بر سرم. لحظه لحظه تپیدن قلبم برای اوست.

پدر بزرگوارم و مادر مهربانم

دو وجود مقدسی که توانشان رفت تا من به توانایی برسم؛

مویشان سپیدی گرفت تا من سپید روی شوم

مهربانان بی توقعی که زندگی صالحانه را به من آموختند،

تا قبل از موفقیت علمی به موفقیت اجتماعی دست یابم؛

لحظه لحظه زندگی ام نثارشان باد.

برادر و خواهر عزیزم

که وجودشان شادی بخش است و حمایت ها و همراهی هایشان مایه آرامشم.

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**
فهرست مطالب ..... هشت
چکیده ۱
فصل اول: **مقدمه**
۱-۱ اهمیت و کمبود منابع آب ۲
۱-۲ وضعیت کشاورزی و اهمیت آبیاری اراضی ۳
۱-۳ فاضلاب ٤
۱-٤ تاریخچه تصفیه فاضلاب ۵
۱-۵ تصفیه فاضلاب در ایران ۵
۱-٦ ویژگی‌های فاضلاب ٦
۱-۷ تاریخچه استفاده از پساب در کشاورزی ٦
۱-۸ اصول کلی تصفیه فاضلاب ۹
۱-۸-۱ تصفیه مکانیکی ۹
۱-۸-۲ تصفیه زیستی یا تصفیه بیولوژیکی ۱۰
۱-۸-۳ تصفیه شیمیایی ۱۱
۱-۸-٤ گندزدایی فاضلاب با کلر ۱۲
۱-۹ میکروارگانیسم‌های فاضلاب ۱۳
۱-۹-۱ قارچ ها ۱۵
۱-۹-۲ آغازیان ۱٦
۱-۹-۳ روتیفرها و نماتودها ۱٦
۱-۹-٤ باکتری‌ها ۱۹
۱-۱۰ بیوتکنولوژی ۲۱
۱-۱۱ تجمع میکروبی ۲۱
۱-۱۲ تعریف بیوفیلم ۲۲
۱-۱۳ نحوه تشکیل بیوفیلم ۲۳
۱-۱۲-۱ انواع بیوفیلم ۲۳
۱-۱۲-۲ تولید محیط کشت مناسب ۲٤
۱-۱۲-۳ انتخاب بستر مناسب رشد میکروارگانیسم‌ها ۲٦
۱-۱۲-٤ انتخاب منبع میکروارگانیسم جهت تلقیح به بیوراکتور ۲٦
۱-۱۲-۵ تولید بیوفیلم ۲۷
۱-۱٤ بتن متخلخل ۲۸
۱-۱۵ کاربردهای بتن متخلخل ۳۰
۱-۱٦ شاخص‌های مهم کیفیت آب ۳۰

۱-۱۵-۱ کدورت ۳۰
۱-۱۵-۲ مواد جامد کل (TS) ۳۱
۱-۱۵-۳ مواد جامد معلق کل (TSS) ۳۱
۱-۱۵-٤ نیاز اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) ۳۲
۱-۱۵-۵ نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیایی **(BOD)** ۳۲
۱-۱۵-٦ تعداد کل کلیفرم‌ها ۳۳
۱-۱۷ پیشینه تحقیق ۳۳
۱-۱۸ ضرورت انجام تحقیق ۳۵
۱-۱۹ اهداف تحقیق ۳٦

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱ مشخصات محل اجرای طرح ۳۸
۲-۲ مشخصات کلی طرح ۳۸
۲-۳ مکان‌یابی بهترین محل انجام طرح ۳۹
۲-٤ ساخت کانال ٤۰
۲-۵ آبگیری ٤۲
۲-٦ ساخت نمونه‌ها ٤۲
۲-٦-۱ ساخت قالب بتن ریزی ٤۲
۲-٦-۲ مصالح مورد استفاده ٤۳
۲-٦-۳ طرح اختلاط ۵۰
۲-٦-٤ ساخت نمونه‌ها ۵۲
۲-۷ آزمایشات فیزیکی بتن ۵٤
۲-۷-۱ اسلامپ ۵٤
۲-۷-۲ نفوذپذیری ۵۵
۲-۷-۳ تخلخل ۵٦
۲-۸ کارگذاری مکعب‌های بتنی ۵۷
۲-۹ فرآوری مکعب‌های بتنی ۵۹
۲-۱۰ گذراندن پساب ٦۰
۲-۱۱ بررسی کیفیت آب ورودی و خروجی ٦۱
۲-۱۱-۱ اندازه‌گیری میزان کدورت ٦۱
۲-۱۱-۲ اندازه‌گیری و قرائت COD ٦۲
۲-۱۱-۳ اندازه گیری و قرائت BOD ٦۲
۲-۱۲ آنالیز آماری ٦۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱ کلیات ٦۸

۳-۲ تخلخل و ضریب هدایت‌هیدرولیکی بتن‌های ساخته شده..... ٦٨
۳-۳ تغییرات BOD پساب با عبور از بتن متخلخل..... ٦٩
٤-۳ تغییرات COD پساب با عبور از بتن متخلخل..... ۷۲
۳-۵ تغییرات TSS پساب با عبور از بتن متخلخل..... ۷٦
٦-۳ تغییرات تعداد کل کلیفرم پساب با عبور از بتن متخلخل..... ۸۰
فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
٤-۱ نتیجه‌گیری..... ۸٦
٤-۲ پیشنهادها..... ۸۷
۵- منابع..... ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان ..... **صفحه**
شکل۱-۱. سلول‌های پروکاریوتی(a) و یوکاریوتی(b) ۱۴
شکل۱-۲. آمیب، میکروارگانیسم ۱۷
شکل۱-۳. تاژکدار، میکروارگانیسم ۱۷
شکل۱-۴. مژکدار شناگر آزاد، ۱۷
شکل۱-۵. مژکدار ساقه‌دار ۱۸
شکل۱-۶.مژکدار خزنده، ۱۸
شکل۱-۷. مژک‌های موجود در ۱۸
شکل۱-۸. دیاگرام یک نمونه سلول پروکاریوتی یا باکتری ۱۹
شکل۱-۹. شکل‌های باکتری‌ها و الگوهای ۲۱
شکل۱-۱۰.تصاویر بیوفیلم‌های در حال توسعه بر روی ۲۸
شکل۱-۱۱.نمونه‌ای ازبتن متخلخل ۲۸
شکل۱-۱۲. نمای نزدیک و مقایسه سطح بتن معمولی با بتن متخلخل ۲۹
شکل۲-۱. الف: ابعاد نمونه، ب: ابعاد کانال آزمایش ۳۹
شکل۲-۲. نمایی از محل اجرای طرح ۴۰
شکل۲-۳. مراحل انجام گودبردای و احداث کانال ٤۱
شکل۲-٤.لوله پلی اتیلنی(سمت راست)، والو برنجی(سمت چپ) ٤۲
شکل۲-۵. ساخت قالب‌های بتن ریزی ٤۳
شکل۲-٦. نمای نزدیک شن درشت دانه مورد استفاده ٤۹
شکل۲-۷. دستگاه مخلوط کن مکانیکی ۵۲
شکل۲-۸. ظروف حجمی مدرج ۵۳
شکل۲-۹. نحوه قالب گیری مکعب‌های بتنی ۵۳
شکل۲-۱۰. مخروط ناقص فلزی ۵۴
شکل۲-۱۱. منشور شیشه‌ای به همراه نمونه مکعبی بر ۵۵
شکل۲-۱۲. نحوه اندازه گیری تخلخل نمونه های بتنی ۵٦
شکل۲-۱۳.گزیده‌ای از مراحل کار ۵۷
شکل۲-۱٤.گزیده‌ای از مراحل کار ۵۸
شکل۲-۱۵.گزیده‌ای از مراحل کار ۵۸
شکل۲-۱٦.گزیده‌ای از مراحل کار ۵۹
شکل۲-۱۷.گزیده‌ای از مراحل کار ۵۹

شکل۲-۱۸. نمونه‌ای از بیوفیلم ایجاد شده.....۶۰
شکل۲-۱۹. دستگاه کدورت سنج.....۶۱
شکل۲-۲۰. دستگاه رآکتور(سمت راست)، دستگاه اسپکتوفتومتر(سمت چپ) ۶۲

فهرست جدول‌ها

عنوان.....**صفحه**
جدول۱-۱. طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها در سامانه‌های تصفیه‌ی فاضلاب.....۱۵
جدول ۱-۲. نمونه ازمحیط‌های کشت شیمیایی.....۲۵
جدول۲-۱. اکسیدهای موجود در سیمان.....۴۴
جدول۲-۲. مقدار تقریبی اکسیدهای پرتلند.....۴۵
جدول۲-۳. نتایج آنالیز شیمیایی سیمان تیپ ۲.....۴۵
جدول۲-٤. نتایج آنالیز فیزیکی سیمان تیپ ۲.....٤٦
جدول۲-٥. مشخصات دانه‌بندی نمونه‌های درشت دانه.....٤٨
جدول۲-٦. طرح اختلاط بتن.....۵۱
جدول۲-۷. مشخصات طرح اختلاط.....۵۱
جدول۲-۸. دبی عبوری برای هر طرح اختلاط.....٦٠
جدول۳-۱. نتایج مربوط به آزمایش‌های ضریب هدایت هیدرولیکی ٦٨
جدول۳-۲. نتایج آزمایشات مربوط به تأثیر هر یک از طرح اختلاط ها برکاهشBOD..... ٦٩
جدول۳-۳. تجزیه واریانس طرح ها جهت کاهشBOD.....۷۰
جدول۳-٤. مقایسات میانگین تیمارها که به روش LSD در سطح ٥ درصد برای کاهش BOD.....۷۰
جدول۳-٥. نتایج آزمایشات مربوط به تأثیر هر یک از طرح اختلاط ها برکاهشCOD..... ۷۳
جدول۳-۶. تجزیه واریانس طرح ها جهت کاهشCOD.....۷۴
جدول۳-۷. مقایسات میانگین تیمارها که به روش LSD در سطح ٥ درصد برای کاهشCOD.....۷٤
جدول۳-۸. نتایج آزمایشات مربوط به تأثیر هر یک از طرح اختلاط ها برکاهشTSS..... ۷۷
جدول۳-۹. تجزیه واریانس طرح ها جهت کاهش TSS.....۷۸
جدول۳-۱۰. مقایسات میانگین تیمارها که به روش LSD در سطح ٥ درصد برای کاهشTSS..... ۷۸
جدول۳-۱۱. نتایج آزمایشات مربوط به تأثیر هر یک از طرح اختلاط ها برکاهش تعداد کل کلیفرم‌ها ۸۱
جدول۳-۱۲. تجزیه واریانس طرح‌ها جهت کاهش کاهش تعداد کل کلیفرم‌ها.....۸۲
جدول۳-۱۳. مقایسات میانگین تیمارها که به روش LSD در سطح ٥ درصد برای کاهش تعداد ۸۲

فهرست نمودارها

عنوان.....**صفحه**
نمودار ۲-۱، منحنی‌دانه‌بندی درشت دانه در مقایسه با محدوده مجاز ۴۹
نمودار۳-۱، درصدهای حذف پارامتر BOD برای تکرارها و میانگین آن‌ها..... ۷۱
نمودار۳-۲، درصدهای حذف پارامتر BOD برحسب دما..... ۷۲
نمودار۳-۳، درصدهای حذف پارامتر COD برای تکرارها و میانگین آن‌ها..... ۷۵
نمودار۳-٤، درصدهای حذف پارامتر COD برحسب دما..... ۷٦
نمودار۳-۵، درصدهای حذف پارامتر TSSبرای تکرارها و میانگین آن‌ها..... ۷۹
نمودار۳-٦، درصدهای حذف پارامتر TSS برحسب دما..... ۸۰
نمودار۳-۷، درصدهای حذف تعداد کل کلیفرم‌ها برای تکرارها و میانگین آن‌ها..... ۸۳
نمودار ۳-۸، درصدهای حذف تعداد کل کلیفرم‌ها برحسب دما..... ۸۴

چکیده

با توجه به مشکلات کمبود آب، افزایش جمعیت و لزوم مصرف آب بیشتر، استفاده از آب‌های نامتعارف و پساب تصفیه‌خانه-های فاضلاب در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در اغلب موارد پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌ها معیارهای لازم برای استفاده مجدد را دارا نمی‌باشند. در این موارد نیاز به روشی آسان و ارزان قیمت می‌باشد تا بتوان پارامترهای کیفی پساب را بهبود بخشید و از این منابع آب تجدید پذیر استفاده کرد. در شرایطی که بار آلودگی زیاد نباشد، استفاده از راکتورهای بیوفیلمی معمول می‌باشد. در همین راستا به‌منظور بدست آوردن برخی از ویژگی‌ها از جمله کاهش هزینه‌های ناشی از ساخت راکتورها و محفظه‌های نگه‌دارنده بسترهای بیوفیلمی، استفاده از بتن متخلخل به‌عنوان بستر رشد و تکثیر بیوفیلم، در کاهش بار آلودگی پساب بررسی - گردید. بدین منظور یک طرح اختلاط پایه با توجه به آیین‌نامه ACI211.3R انتخاب گردید و با نظر به افزایش سطح ویژه بتن برای رشد بیوفیلم، در سه مرحله و در هر مرحله ۱۰ درصد وزن درشت‌دانه، ریزدانه به طرح اختلاط پایه افزوده شد. مکعب‌های بتنی با طرح اختلاط‌های مذکور ساخته و عمل‌آوری شدند. برای انجام آزمایش، در نزدیکی تصفیه‌خانه فاضلاب دانشگاه صنعتی اصفهان کانالی با طول ۹ متر و به عرض ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ساخته شد. همچنین در ابتدا و انتهای این کانال، دو حوضچه ساخته شد. در ادامه به کمک یک سیفون از انتهای لاگون هوادهی تصفیه خانه، آبگیری به‌عمل آمد. طرح آزمایش مورد استفاده بلوک کامل تصادفی می‌باشد که مکعب‌های ساخته شده از هر طرح اختلاط، تیمار و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. سپس بلوک‌های بتنی ساخته شده در کانال مذکور قرارگرفتند و عملیات فرآوری بیوفیلم بر روی خلل و فرج مکعب‌های بتنی متخلخل انجام پذیرفت. پس از اتمام فرآوری با توجه به تخلخل محاسبه شده برای بلوک‌های بتنی، میزان جریان ثابتی از پساب به کانال وارد شد. میزان این جریان با توجه به ضریب هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده برای هر طرح اختلاط در نظر گرفته شد، که برای طرح اختلاط اول تا چهارم به ترتیب ۵، ۶، ۷ و ۸ لیتر بر دقیقه می‌باشد. در نهایت هنگامی که از برقراری جریان پایدار پس از ۲۴ ساعت اطمینان حاصل شد، از حوضچه ابتدایی و انتهایی نمونه‌گیری به عمل آمد و آزمایش‌های کیفی BOD، COD، TSS و تعداد کل کلیفرم‌ها بر روی نمونه‌های ورودی و خروجی به عمل آمد و درصد حذف هر یک از پارامترهای کیفی برای تکرارها و تیمارها محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد برای هر ۴ پارامتر کیفی با افزوده شدن ریزدانه درصدهای حذف افزایش می‌یابد. به طور میانگین درصدهای حذف BOD، COD، TSS و تعداد کل کلیفرم‌ها برای طرح اختلاط اول پایه به ترتیب ۲۵/۱، ۳۳/۶۷، ۴۵/۴۲ و ۳۷/۰۵ می‌باشد که این اعداد با همین ترتیب برای طرح اختلاط چهارم به ۳۶/۴۸، ۴۰/۵، ۵۷/۳ و ۸۱/۶۹ می‌رسد. در نهایت می‌توان گفت بتن متخلخل می‌تواند به عنوان بستر بیوفیلم مورد استفاده قرار گیرد و در این بین با در نظر گرفتن نتایج و جدول‌های تجزیه واریانس، طرح اختلاط سوم (یعنی طرح پایه به همراه ۲۰ درصد وزنی ریزدانه) به عنوان بهترین طرح اختلاط جهت استفاده به‌منظور هدف پروژه ارزیابی می گردد.

کلمات کلیدی: پساب، بیوفیلم، بتن متخلخل، BOD، COD، TSS، تعداد کل کلیفرم‌ها

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ اهمیت و کمبود منابع آب

آب از فراوان‌ترین ترکیبات زمین و از ضروری‌ترین عوامل فیزیولوژیک موجودات زنده به حساب می‌آید. حجم کل آب‌های موجود در کره زمین رقمی در حدود ۱/۳۶۰ میلیون کیلومتر مکعب تخمین زده شده‌است. این حجم با توجه به چرخه آب به طور دائم در بین منابع مختلف در حال جابه‌جایی‌است. اگرچه حجم کلی آب‌های موجود روی زمین نسبتاً زیاد می‌نماید اما متجاوز از ۹۷ درصد این آب‌ها در دریاها و اقیانوس‌ها متمرکز هستند و حدود ۲ درصد نیز به صورت یخ و یخچال‌ها در مناطق قطبی تجمع یافته‌اند. از یک درصد آب باقی‌مانده نیز بخش زیادی در اعماق زمین بوده که استخراج آن مشکل و از دسترس انسان به دور است [۳۶].

متوسط بارندگی در سطح کره‌ی زمین ۸۰۰ میلی‌متر در سال است که براساس حجمی رقمی معادل ۱۱۰ هزار کیلومترمکعب می‌باشد. از طرفی سالانه ۷۰ هزار کیلومتر مکعب از سطح خشکی‌ها تبخیر می‌شود و زندگی بشر عمدتاً وابسته به اختلاف این دو رقم یعنی ۴۰ هزار کیلومتر مکعب آبی است که به عنوان آب قابل تجدید در نظر گرفته می‌شود. در هر جای دنیا که مقدار بارندگی کمتر از میزان تبخیر آن منطقه باشد، کمبود آب قابل توجه بوده و تنش‌های آبی ظاهر خواهد شد [۳۶ و ۳۱]. به‌علاوه منابع آب شیرین در سطح زمین به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند. درحال حاضر، ۹ کشور کانادا، چین، کلمبیا، پرو، برزیل، روسیه، ایالات متحده آمریکا، اندونزی و هند، ۶۰ درصد کل منابع آب شیرین را به خود اختصاص می‌دهند. در

مقابل حدود ۸۰ کشور با کمبود آب مواجه‌اند که برخی از آن‌ها همچون کویت، بحرین، مالت، امارات متحده عربی، سنگاپور، اردن و لیبی تقریباً به هیچ منبع آب شیرین قابل توجهی دسترسی ندارند.

امروزه این منابع محدود آب شیرین قابل دسترس در معرض انواع آلودگی‌های میکروبی و شیمیائی قرار گرفته و آلاینده‌های فراوانی از طریق فاضلاب‌های صنعتی و کودهای شیمیائی منابع حیاتی انسان‌ها را به طور جدی تهدید می‌نماید. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، توسعه‌ی صنایع و افزایش آلودگی منابع آب شیرین، دسترسی به آب کافی و مناسب در برخی از کشورها به یک بحران جدی تبدیل شده است [۵۵].

کشور ایران نیز به دلیل عرض جغرافیایی، دور بودن از دریاها و طرز قرار گرفتن پستی‌ها و بلندی‌هایش در ردیف کشورهای کم‌آب دنیا قرار گرفته است. کمبود بارندگی، بالا بودن میزان تبخیر و خشکسالی از عوامل کمبود آب در ایران به حساب می‌آید[۳۳].

۲-۱ وضعیت کشاورزی و اهمیت آبیاری اراضی

کشاورزی اصلی‌ترین منبع تأمین مواد غذایی دنیا به شمار می‌رود. از این رو نقش بسزایی در ایجاد تعادل در امنیت غذایی، اجتماعی و حتی سیاسی کشورهای جهان داشته و خواهد داشت. کشاورزی در دهه‌های گذشته با نوسانات زیادی در میزان سطح زیر کشت وعملکرد محصولات روبرو بوده است. عوامل زیادی باعث بروز این وضعیت شده‌اند. در این میان، علاوه بر کمبود آب که اصلی‌ترین عامل کاهش توسعه بوده، عوامل دیگری از جمله شوری، مدیریت ضعیف، عدم دانش کافی، رقابت شدید در استفاده از منابع آب بین بخش‌های صنعت، شرب و محیط‌زیست با بخش کشاورزی و فرسودگی تأسیسات موجب تأثیرگذاری در کاهش تولید محصولات کشاورزی شده است[۳۷].

آب عامل و محرک اصلی کشاورزی جهان به شمار می‌رود. از این رو طرح‌های آبیاری نقش کلیدی در افزایش تولید محصولات کشاورزی در سطح جهان داشته‌اند. اصولاً کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا قرار دارند برای تولید محصولات کشاورزی به شدت به کشت آبی متکی هستند. به طوری که این میزان در برخی موارد تا ۹۰ درصد کل سطح زیر کشت و بیش از ۹۰ درصد تولیدات خام محصولات کشاورزی را شامل می‌گردد. کشورهایی همچون چین، هند و اندونزی برای تولید حدود ۵۰ درصد مواد غذایی خود به آبیاری وابسته‌اند. این رقم در پاکستان، ایران و مصر به حدود ۹۰ درصد می‌رسد. در حال حاضر حدود دو سوم اراضی فاریاب جهان در کشورهای در حال توسعه قرار گرفته است. در این میان کشور هند با ۵۴/۸ میلیون هکتار، آمریکا با ۲۲/۴ میلیون هکتار، پاکستان با ۱۸ میلیون هکتار و ایران با ۷/۸ میلیون هکتار، بیشترین سطح زیر کشت آبی جهان را دارند و ۵۸ درصد کل سطح آبیاری جهان، به این پنج کشور اختصاص دارد[۱]. بنابراین با توجه به پتانسیل تولید در اراضی آبی با وجود سطح کمتر این اراضی نسبت به اراضی دیم، تأمین غذای آینده مردم جهان به شدت به کشت آبی متکی خواهد بود[۳ و ۱۲].

سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی (FAO)[1] برآورد کرده است که ۶۰۰ میلیون هکتار از اراضی بالقوه قابل کشت دنیا به علت محدودیت آب مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. این اراضی تقریباً معادل اراضی است که مورد کشت گیاهان زراعی قرار می‌گیرند و تولید در بسیاری از مناطق دنیا از سالی به سال دیگر تحت تأثیر بارندگی می‌باشد[۵۴].

با ادامه افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و گسترش صنایع تا سال ۲۰۲۵ میزان آب قابل تخصیص برای بخش کشاورزی در کل جهان محدودتر خواهد شد و همچنین به خاطر اختصاص آب بخش محیط‌زیست به مصارف کشاورزی، خانگی و صنعت، این بخش با زیان‌های بیشتری مواجه خواهد شد. بنابراین اگر میزان سرمایه‌گذاری در مدیریت پایدار منابع آب طی سالیان آینده کاهش یابد، جهان با کاهش چشمگیری در تولید غذا و افزایش سرسام‌آور قیمت مواد غذایی و بحران‌های فراوانی در بخش محیط‌زیست روبه‌رو خواهد شد[۳۷].

۳-۱ فاضلاب

فاضلاب محلول رقیقی است که ۹۹/۹ درصد آن آب و فقط ۰/۱ درصد آن را مواد جامد تشکیل می‌دهد که بخشی از آن مواد آلی و بخش دیگر مواد معدنی به حالت محلول یا معلق در آب است. بوی بد فاضلاب اغلب به علت مواد آلی موجود در آن است. این مواد بیشتر قابل تجزیه توسط میکروب‌ها هستند که در اثر آن بوی نامطبوع ایجاد می‌شود.علاوه بر تشکیل بو، فاضلاب‌های دریافت کننده مدفوع انسانی و حیوانات زنده در بردارنده عوامل بیماری‌زا هستند که از نظر آلودگی محیط بویژه منابع آب و خاک فوق العاده اهمیت دارند. در حقیقت پساب در زمره‌ی آب‌های شیرین ولی آلوده محسوب می‌شود. استفاده از پساب برای آبیاری در کشاورزی بسیار آسان‌تر و کم هزینه‌تر از شیرین کردن آب شور دریاها است[۲۳و ۲۶]. پساب‌ها بسته به شکل پیدایش و خواص آن‌ها به سه گروه پساب‌های خانگی یا شهری، صنعتی و کشاورزی تقسیم‌بندی می‌شوند[۲۳]. مهم‌ترین تفاوت فاضلاب صنعتی با پساب شهری در داشتن مواد و ترکیبات سمی با خاصیت خورندگی زیاد، خصلت قلیایی و اسیدی و فلزات سنگین در آن‌هاست. نوع و مقدار مواد جامد در پساب بستگی به الگوی مصرف غذایی، شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقلیمی و نیز فصول مختلف سال دارد. عناصری همچون نیتروژن، فسفر، بور و مواد آلی در آب آشامیدنی بسیار کم و ناچیز هستند و در فرآیند مصرف شهری و شست‌وشو به آب اضافه می‌شوند[۱۸]. اولین سیستم جدید برای دفع فاضلاب نیز در سال ۱۸۴۲ در هامبورگ آلمان به وسیله یک مهندس انگلیسی ساخته شد که تا به امروز از قواعد آن استفاده می‌شود. منظور از تصفیه فاضلاب، به دست آوردن آب پاکیزه از طریق جداسازی آلاینده‌ها از آب آلوده است که یکی از مهم‌ترین اهداف آن علاوه بر تامین شرایط بهداشتی انسان و

[1]-Food and Agriculture Organization

حفاظت محیط زیست، بازیابی و استفاده مجدد آن برای کشاورزی و آبزی پروری به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه خشک است، اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه فاضلاب‌ها نه تنها بدرستی تصفیه نشده بلکه همانند گذشته غالباً به درون نزدیک‌ترین آبراهه، رودخانه یا برکه‌های فاضلاب تخلیه می-شوند[۷]. در این صورت غلظت اکسیژن موجود در آب رودخانه یا تالاب به دلیل فعالیت باکتریایی میکروارگانیسم‌های داخل فاضلاب برای تجزیه مواد آلی محیط کم شده و به جای آن مواد معدنی پایدار ایجاد می‌شود. چنانچه این کاهش زیاد نباشد، با جذب اکسیژن اتمسفری جبران می‌شود؛ اما اگر غلظت اکسیژن به پایین‌تر از ۱۱۵ میلی‌گرم در لیتر برسد، اکسیداسیون هوازی کم شده، باکتری‌های بی هوازی بدون اکسیژن، مولکول‌های آلی را اکسیده (تجزیه) می‌کنند که نتیجه آن ایجاد ترکیباتی مانند سولفید هیدروژن، آمونیاک و متان است که برای بسیاری از موجودات زنده سمی است[۱۷].

۱-۴ تاریخچه تصفیه فاضلاب

از حدود یکصد سال پیش که رابطه میان اثر باکتری‌ها و میکروب‌های بیماریزا در واگیری و شیوع بیماری‌ها آشکار گشت، انسان به فکر پاک‌سازی آب‌های آلوده افتاد. با گذشت زمان و بویژه پس از جنگ جهانی دوم، در نتیجه‌ی توسعه‌ی شهرها و صنایع، خطر آلودگی محیط‌زیست و در نتیجه نیاز به تصفیه‌ی فاضلاب با شدت بی‌سابقه‌ای افزایش یافت وهمزمان با آن روش‌های بسیاری برای تصفیه فاضلاب بررسی، پیشنهاد وبه کار گرفته شد. در تکامل فن تصفیه‌ی فاضلاب از نظر زمانی، روش‌های طبیعی تصفیه جزو قدیمی‌ترین روش‌هایی هستند که برای تصفیه بکار گرفته شده‌اند. بویژه استفاده از فاضلاب برای آبیاری در کشاورزی به علت خاصیت کودی آن از یکصد سال پیش تاکنون در کشورهای اروپائی متداول بوده است. از ده‌ها سال پیش تاکنون دریاچه‌های تثبیت و تصفیه فاضلاب در کشورهای اروپائی مورد استفاده قرار گرفته‌اند[۳۷].

۱-۵ تصفیه فاضلاب در ایران

در ایران از زمان‌های بسیار دوری لجن بدست آمده از چاه‌های جذب کننده فاضلاب به عنوان کود کشاورزی بکار گرفته می‌شده است. ولی درتمام این روش‌ها بیشتر تکیه بر بازیابی ازمواد کودی فاضلاب بوده است و نه تصفیه آن. در ایران امروز تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به صورت پیشرفته خود سابقه‌ی تاریخی طولانی ندارند و محدودند به چند تصفیه‌خانه‌ی محلی در نواحی شمال تهران که قدیمی‌ترین آن‌ها تصفیه-خانه‌ی صاحبقرانیه می‌باشد که در سال ۱۳۴۰شروع بکار کرده است. از نظر بزرگی مهم‌ترین تصفیه‌خانه‌ها، تصفیه‌خانه‌های اصفهان می‌باشند که قدیمی‌ترین آن‌ها درسال ۱۳۴۵شروع بکار کرده است[۱۸].