بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی توزیع جریان بر رفتار هیدرولیکی و راندمان تصفیه تالاب مصنوعی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های آبی

سید سعید اخروی

استاد راهنما

دکتر سید سعید اسلامیان

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی آب– سازه‌های آبی آقای سید سعید اخروی

تحت عنوان

بررسی توزیع جریان بر رفتار هیدرولیکی و راندمان تصفیه تالاب مصنوعی

در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۹ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر سید سعید اسلامیان
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر نادر فتحیان‌پور
۳- استاد مشاور پایان‌نامه	مهندس اسماعیل لندی
۴- استاد داور	دکتر منوچهر حیدرپور
۵- استاد داور	دکتر شمس الله ایوبی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمد مهدی مجیدی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این
پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... شش
چکیده ۱

فصل اول: مقدمه، اهمیت موضوع، هدف و بررسی منابع

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ آب قابل دسترس از برداشت تا مصرف ۳
۱-۳ بازیافت آب ۵
۱-۴ تالاب مصنوعی ۶
۱-۴-۱ ملاحظات ساخت تالاب مصنوعی ۸
۱-۴-۲ انواع سیستم‌های تالاب مصنوعی ۱۰
۱-۵ عملکرد سیستم تالاب مصنوعی ۱۴
۱-۵-۱ گیاه‌پالایی در تالاب مصنوعی ۱۸
۱-۶ محیط متخلخل ۲۱
۱-۶-۱ قانون دارسی ۲۱
۱-۶-۲ اعتبار رابطه دارسی ۲۲
۱-۶-۳ هدایت هیدرولیکی ۲۳
۱-۶-۴ حرکت آب در محیط متخلخل ۲۶
۱-۷ معیارهای طراحی ۲۷
۱-۸ عملیات ردیاب ۲۸
۱-۸-۱ انواع ردیاب‌ها ۲۹
۱-۸-۲ انتخاب ردیاب مناسب ۳۱
۱-۹ ضرورت و هدف انجام پژوهش ۳۱
۱-۱۰ محدودیت‌های تحقیق ۳۳
۱-۱۱ پیشینه و بررسی منابع ۳۴

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱ مقدمه ۴۰
۲-۲ منطقه مطالعاتی ۴۰
۲-۲-۱ ابعاد تالاب و پوشش کف بستر ۴۱
۲-۲-۲ محیط متخلخل ۴۳
۲-۲-۳ آرایش ورودی و خروجی جریان ۴۳
۲-۲-۴ اندازه‌گیری جریان ۴۶
۲-۳ آزمایش ردیاب ۴۶
۲-۳-۱ تزریق ردیاب ۴۸

۲-۳-۲ آماده سازی اولیه نمونه‌ها و سنجش آن..... ۴۹
۲-۳-۳ دستگاه سنجش فلئورسانس..... ۴۹
۲-۴ ظرفیت هیدرولیکی سیستم..... ۵۰
۲-۴-۱ زمان ماند هیدرولیکی..... ۵۱
۲-۴-۲ رفتار هیدرولیکی..... ۵۳
۲-۴-۳ ارتباط پارامترهای بیولوژیکی و هیدرولیکی..... ۵۶
۲-۵ شبیه‌سازی سیستم تالاب مصنوعی..... ۵۷
۲-۵-۱ نرم‌افزار کامسول..... ۵۸
۲-۵-۲ مراحل شبیه‌سازی..... ۵۹

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱ آرایش ورودی و خروجی..... ۶۲
۳-۲ ترسیم منحنی زمان ماند..... ۶۳
۳-۲-۱ منحنی زمان ماند آرایش ورودی وسط – خروجی وسط..... ۶۴
۳-۲-۲ منحنی زمان ماند آرایش ورودی گوشه– خروجی وسط..... ۶۵
۳-۲-۳ منحنی زمان ماند آرایش ورودی یکنواخت – خروجی وسط..... ۶۶
۳-۲-۴ منحنی بی بعد توزیع زمان ماند..... ۶۸
۳-۳ نتایج هیدرولیکی..... ۷۰
۳-۳-۱ راندمان هیدرولیکی..... ۷۲
۳-۳-۲ سرعت و زمان ماند میانگین..... ۷۳
۳-۴ محاسبه زمان ماند به روش بیولوژیکی..... ۷۳
۳-۵ نتایج شبیه‌سازی..... ۷۴
۳-۵-۱ نتایج آرایش ورودی وسط – خروجی وسط..... ۷۵
۳-۵-۲ نتایج آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط..... ۷۷
۳-۵-۳ نتایج آرایش ورودی یکنواخت– خروجی وسط..... ۷۹
۳-۵-۴ بار هیدرولیکی..... ۸۱
۳-۵-۵ تغییرات بار هیدرولیکی در مقاطع طولی و عرضی (آرایش ورودی وسط)..... ۸۳
۳-۵-۶ تغییرات بار هیدرولیکی در مقاطع طولی و عرضی (آرایش ورودی گوشه)..... ۸۶
۳-۵-۷ تغییرات بار هیدرولیکی در مقاطع طولی و عرضی (آرایش ورودی یکنواخت)..... ۸۸
۳-۵-۸ رابطه هدایت هیدرولیکی و تخلخل با فشار..... ۹۰

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۴-۱ خلاصه نتایج..... ۹۲
۴-۱-۱ نتایج هیدرولیکی..... ۹۲
۴-۱-۲ نتایج شبیه‌سازی..... ۹۴
۴-۲ پیشنهادات..... ۹۵
مراجع..... ۹۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱ پتانسیل آب قابل دسترس در مناطق مختلف جهان ۴
جدول ۱-۲ مصرف آب در هر قاره ($km^3/year$) ۴
جدول ۱-۳ استاندارد تخلیه پساب به منابع آب (داده‌ها برگرفته از نتایج تصفیه‌خانه شرق اصفهان است) ۶
جدول ۱-۴ روش‌های حذف آلاینده‌ها در تالاب مصنوعی ۱۶
جدول ۱-۵ گونه‌هایی ازگیاهان تالابی با عملکرد مناسب در تالاب‌های مصنوعی ۲۰
جدول ۱-۶ اعتبار فرمول دارسی با توجه به مقدار عدد رینولدز ۲۲
جدول ۱-۷ روش‌های محاسبه هدایت هیدرولیکی با استفاده از ویژگی‌های محیط متخلخل ۲۴
جدول ۱-۸ گزیده‌ای از ردیاب‌های مصنوعی ۲۹
جدول ۱-۹ گزیده‌ای از ویژگی‌های برخی از ردیاب های رنگی فلئورسنت ۳۰
جدول ۲-۱ نتایج فلزات سنگین و پارامترهای کیفی تصفیه‌خانه شمال (استاندارد ایران) ۴۲
جدول ۲-۲ پارامترهای محیط متخلخل ۴۳
جدول ۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اورانین ۴۷
جدول ۳-۱ هدایت هیدرولیکی و سرعت در آرایش‌های مختلف ورودی جریان ۶۳
جدول ۳-۲ اطلاعات بازیابی ردیاب و دبی جریان در آرایش ورودی وسط- خروجی وسط ۶۴
جدول ۳-۳ اطلاعات بازیابی ردیاب و دبی جریان در آرایش ورودی گوشه- خروجی وسط ۶۵
جدول ۳-۴ اطلاعات بازیابی ردیاب و دبی جریان در آرایش ورودی یکنواخت- خروجی وسط ۶۶
جدول۳-۵ خلاصه نتایج پارامترهای هیدرولیکی حاصل از منحنی زمان ماند ۷۰
جدول ۳-۶ رابطه سرعت واقعی جریان و زمان ماند میانگین ۷۳
جدول ۳-۷ ثابت واکنش در هرآرایش جریان با استفاده از زمان ماند محاسباتی از روش ردیابی ۷۴
جدول ۳-۸ دامنه تغییرات فشار در آرایش‌های مختلف ورودی جریان ۸۳
جدول ۳-۹ تخمین هدایت هیدرولیکی و تخلخل ۹۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ تالاب مصنوعی با جریان سطحی ۱۱
شکل ۱-۲ مقطع شماتیک تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی افقی ۱۲
شکل ۱-۳ مقطع شماتیک تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی عمودی ۱۳
شکل ۲-۱ ابعاد سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی ۴۲
شکل ۲-۲ توزیع دانه‌بندی شن سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی ۴۳
شکل ۲-۳ لوله ورودی و خروجی جریان ۴۴
شکل ۲-۴ آرایش‌بندی ورودی و خروجی سیستم ۴۴
شکل ۲-۵ دستگاه عمق‌سنج آب ۴۵
شکل ۲-۶ نمای کلی پیزومترهای سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی ۴۵
شکل ۲-۷ تزریق محلول سبز رنگ اورانین در لوله ورودی جریان به تالاب مصنوعی ۴۸
شکل ۲-۸ دستگاه SYNERGY HT ۵۰
شکل ۲-۹ منحنی توزیع زمان ماند هیدرولیکی $t_n>t_m$ ۵۲
شکل ۲-۱۰ راکتور جریان بدون اختلاط (چپ) و راکتور جریان کاملا آشفته (راست) ۵۴
شکل ۲-۱۱ سیستم ترسیمی در نرم‌افزار Autocad Mechanical ۶۰
شکل ۲-۱۲ شبکه‌بندی محیط با نرم‌افزار کامسول در آرایش‌های مختلف (متر) ۶۱
شکل ۲-۱۳ مش‌بندی پیزومتر، ورودی و خروجی جریان با نرم‌افزار کامسول (از راست به چپ) ۶۱
شکل ۳-۱ منحنی زمان ماند آرایش ورودی وسط– خروجی وسط ۶۴
شکل ۳-۲ منحنی زمان ماند آرایش ورودی گوشه– خروجی وسط ۶۵
شکل ۳-۳ منحنی زمان ماند آرایش ورودی یکنواخت– خروجی وسط ۶۶
شکل ۳-۴ منحنی‌های زمان ماند در سه آرایش ورودی مختلف ۶۷
شکل ۳-۵ منحنی بی بعد توزیع زمان ماند در سه آرایش ورودی مختلف ۶۸
شکل ۳-۶ منحنی توزیع زمان در آرایش‌های مختلف در سیستم برکه ۶۹
شکل ۳-۷ منحنی زمان ماند تجمعی آرایش ورودی وسط- خروجی وسط ۷۰
شکل۳-۸ منحنی زمان ماند تجمعی آرایش ورودی گوشه- خروجی وسط ۷۱
شکل۳-۹ منحنی زمان ماند تجمعی آرایش ورودی یکنواخت- خروجی وسط ۷۱
شکل ۳-۱۰ پهنه‌بندی فشار سیستم در آرایش ورودی وسط – خروجی وسط ۷۵
شکل ۳-۱۱ نمایش خطوط جریان سیال در آرایش ورودی وسط – خروجی وسط ۷۶
شکل ۳-۱۲ نمایش جهت خطوط جریان سیال در آرایش ورودی وسط – خروجی وسط با نرم‌افزار Surfer ۷۶
شکل ۳-۱۳ نمایش خطوط هم‌فشار سیستم در آرایش ورودی وسط – خروجی وسط ۷۶
شکل ۳-۱۴ پهنه‌بندی فشار سیستم در آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط ۷۷
شکل ۳-۱۵ نمایش خطوط هم‌فشار سیستم در آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط ۷۸

شکل ۳-۱۶ نمایش خطوط جریان سیال در آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط ۷۸
شکل ۳-۱۷ نمایش جهت خطوط جریان سیال در آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط با نرم‌افزار Surfer ۷۹
شکل ۳-۱۸ پهنه‌بندی فشار سیستم در آرایش ورودی یکنواخت – خروجی وسط ۷۹
شکل ۳-۱۹ نمایش خطوط هم‌فشار سیستم در آرایش ورودی یکنواخت– خروجی وسط ۸۰
شکل ۳-۲۰ نمایش خطوط جریان سیال در آرایش ورودی یکنواخت– خروجی وسط ۸۱
شکل ۳-۲۱ نمایش جهت خطوط جریان سیال در آرایش ورودی یکنواخت – خروجی وسط با نرم‌افزار Surfer ۸۱
شکل ۳-۲۲ پهنه‌بندی بار هیدرولیکی کل در آرایش ورودی وسط – خروجی وسط ۸۱
شکل ۳-۲۳ پهنه‌بندی بار هیدرولیکی کل در آرایش ورودی گوشه – خروجی وسط ۸۲
شکل ۳-۲۴ پهنه‌بندی بار هیدرولیکی کل در آرایش ورودی یکنواخت – خروجی وسط ۸۲
شکل۳-۲۵ نمایش مقاطع طولی و عرضی در سیستم ۸۴
شکل۳-۲۶ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۱ (آرایش ورودی وسط) ۸۴
شکل ۳-۲۷ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۲ (آرایش ورودی وسط) ۸۴
شکل ۳-۲۸ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۳ (آرایش ورودی وسط) ۸۵
شکل ۳-۲۹ تغییرات عرضی بار هیدرولیکی در ۹ مقطع (آرایش ورودی وسط) ۸۵
شکل ۳-۳۰ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۱ (آرایش ورودی گوشه) ۸۶
شکل ۳-۳۱ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۲ (آرایش ورودی گوشه) ۸۷
شکل ۳-۳۲ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۳ (آرایش ورودی گوشه) ۸۷
شکل ۳-۳۳ تغییرات عرضی بار هیدرولیکی در ۹ مقطع (آرایش ورودی گوشه) ۸۷
شکل ۳-۳۴ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۱ (آرایش ورودی یکنواخت) ۸۸
شکل ۳-۳۵ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۲ (آرایش ورودی یکنواخت) ۸۸
شکل ۳-۳۶ تغییرات طولی بار هیدرولیکی در مقطع ۳ (آرایش ورودی یکنواخت) ۸۹
شکل ۳-۳۷ تغییرات عرضی بار هیدرولیکی در ۹ مقطع (آرایش ورودی یکنواخت) ۸۹
شکل ۳-۳۸ رابطه فشار و هدایت هیدرولیکی در محیط تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی ۹۱

چکیده

یکی از راهکارهای مدیریت پایدار منابع آب، استفاده مجدد از پساب می‌باشد که با توجه به طیف وسیع آلاینده‌های زیست‌محیطی موجود در آن، نیازمند تصفیه اضافی و استانداردسازی بر اساس نوع مصرف است. امروزه با توجه به هزینه‌های بالای راهکارهای متداول تصفیه، استفاده از روش‌های زیستی چون تالاب‌های مصنوعی جهت کاهش آلاینده‌های اینگونه پساب‌ها، افزایش چشمگیری یافته است. تالاب‌های مصنوعی بر اساس پارامتر رژیم جریان به سه دسته تالاب‌های مصنوعی سطحی، زیرسطحی افقی و زیرسطحی عمودی تقسیم‌بندی می‌شوند. انتخاب نوع طراحی سیستم علاوه بر توجه به توصیف جنبشی واکنش‌های بیولوژیکی تصفیه، به آگاهی از الگوی جریان نیز وابسته است. بدین منظور این پژوهش اثرات نحوه توزیع جریان بر سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی را دنبال نموده است و به عنوان پارامتر متغیر برای شبیه‌سازی، از آرایش‌های ورودی جریان استفاده شده است. این آرایش‌ها شامل حالت ورودی وسط (۱)، ورودی گوشه(۲) و ورودی یکنواخت (۳) بود و در تمامی حالات خروجی ثابت بوده است. در این پروژه از سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی به ابعاد ۴×۲۶ متر و با شیب ۱ درصد استفاده شده است. به منظور تعیین اثرات هیدرولیکی توزیع جریان در سیستم تالاب مصنوعی از ردیاب اورانین برای ترسیم منحنی زمان ماند هیدرولیکی در هر آرایش استفاده شده است. زمان ماند میانگین هر آرایش به ترتیب ۴٫۵۳۲، ۳٫۲۴۲ و ۴٫۶۵۷ روز بوده است. با توجه به رابطه مستقیم پخشیدگی جریان با C_{peak} (غلظت حداکثر) منحنی زمان ماند، روند حرکت جریان در سیستم به وضوح مشخص می‌شود. آرایش ورودی یکنواخت با کمترین میزان C_{peak}، یکنواختی جریان در طول سیستم را توصیف می‌کند. همچنین پس از ترسیم منحنی زمان ماند و محاسبه پارامترهای هیدرولیکی مشخص گردید که آرایش‌های ۱ و۳ دارای حجم مؤثر ۸۷٫۵ درصد بودند در حالی که این مقدار در آرایش ۲، ۶۲٫۱ درصد بوده است. این بدین معناست که میزان حجم مرده در آرایش ۲ معادل با ۳۸ درصد است و همچنین میزان مسیرهای میان‌بر موجود در آرایش ۲ نیز بیشترین مقدار را داشته است که نشان از عملکرد هیدرولیکی نامناسب آن می‌باشد. میزان راندمان هیدرولیکی هر آرایش به ترتیب ۹۶، ۵۷ و ۹۴ درصد بوده است. همچنین به منظور درک تغییرات داخل محیط متخلخل تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی مذکور از نرم‌افزار پیشرفته بر پایه المان محدود کامسول استفاده شد. نتایج پهنه‌بندی فشار و بارهیدرولیکی کل در سیستم حاکی از توزیع همگون و یکنواخت فشار از ورودی به سمت خروجی در آرایش ۳ می‌باشد. مسیرهای جریان وخطوط هم‌فشار ترسیمی در محیط کامسول گواه این ادعاست. این در حالی است که میزان اختلاف مناطق پرفشار و کم‌فشار در آرایش ۱ و بخصوص در آرایش ۲ بیشتر می‌باشند. دامنه تغییرات بارهیدرولیکی در هر آرایش به ترتیب برابر با ۱۴٫۳۵، ۱۵٫۲۵ و ۱۳٫۰۵ سانتی‌متر می‌باشد. تغییرات فشار در مقاطع طولی و عرضی نشان‌دهنده پخشیدگی ابتدایی جریان در ورودی و تغییرات خطی آن به سمت خروجی است اما میزان و شدت آن در هر آرایش متفاوت است. همچنین معادلاتی برای محاسبه بار هیدرولیکی در سیستم مذکور و در آرایش‌های مختلف ورودی جریان برازش داده شد تا بتوان بار هیدرولیکی را در هر نقطه از سیستم مورد محاسبه قرار داد. به منظور امکان پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی محیط متخلخل، شبیه‌سازی محیط‌های متخلخل گوناگون در نرم‌افزار کامسول صورت گرفت و رابطه بین هدایت هیدرولیکی و میزان فشار بدست آمده است. به طور کلی با توجه به زمان ماند میانگین و پارامترهای هیدرولیکی حاصل، آرایش ورودی یکنواخت با رعایت نکاتی خاص به عنوان بهترین آرایش ورودی جریان در سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی شناخته می‌شود و سپس آرایش ورودی وسط نیز دارای عملکرد مناسبی می‌باشد.

کلمات کلیدی: تالاب مصنوعی زیرسطحی افقی، آرایش ورودی و خروجی جریان،آزمایش ردیابی، زمان ماند هیدرولیکی، مسیرهای میان‌بر، نرخ حجم مؤثر، راندمان هیدرولیکی و شبیه‌سازی

فصل اول
مقدمه، اهمیت موضوع، هدف و بررسی منابع

۱-۱ مقدمه

آب شیرین برای تمامی جنبه‌های زندگی انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و اکوسیستم حیاتی است. این مایع حیات‌بخش تفاوت بین مرگ و زندگی، فقر و ثروت است. بنابراین برنامه ریزی و مدیریت مناسب آب بسیار مهم است به ویژه در زمان‌هایی که بیشترین و کمترین مقدار آب دردسترس باشد. با تمام پیشرفت‌های بشر، همچنان برنامه‌ریزی‌های بحران آب دچار مشکل است و مدیریت آب را به چالش می‌کشاند. بخشی از این مشکلات به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی و آشنایی لازم با اقیانوس و سیستم‌های جوی و اثر متقابل آن‌ها بر منابع آب است. همچنین افزایش جمعیت و اثرات جانبی (افزایش تقاضای آب، صنعتی شدن، شهرنشینی، آلودگی آب، جنگل زدایی) نیز نقش اساسی در این بحران ایفا می‌کنند.

بر طبق براوردها در سال ۲۰۱۰، ۹۰۰ میلیون نفر در جهان به آب آشامیدنی سالم دسترسی نداشته و ۲٫۶ میلیارد نفر از امکانات بهداشتی مناسب برخوردار نبودند[۶۴]. به همین خاطر، میلیون‌ها نفرکه اکثر آن‌ها را کودکان زیر ۵ سال تشکیل می‌دهند در اثر بیماری‌های مرتبط با آب مانند حصبه و وبا جان خود را از دست داده‌اند. در حقیقت، بیماری‌های منتقله از آب، سومین علت مرگ و میر در بین بیماری‌های عفونی است. بلایای طبیعی مانند خشکسالی و سیل نیز باعث تشدید این مشکلات می‌شوند. مناطق درحال توسعه که دارای جمعیت قابل توجهی هستند بیشتر از سایر نقاط تحت تاثیر این بحران قرار می‌گیرند.

رشد جمعیت مهمترین عامل اثرگذار بر مشکلات مرتبط با آب است زیرا افزایش جمعیت خود به تنهایی عاملی است که در همه بخش‌ها باعث افزایش تقاضا می‌شود (تقاضا در مصرف خانگی، صنعتی، کشاورزی، انرژی، تفریح و...)، مگر اینکه شیوه‌های مدیریت آب با تجدید نظر دارای اثر بخشی بیشتری باشند. آمار تخمین زده شده اخیر سازمان ملل متحد نشان می‌دهد که جمعیت جهان از ۶٫۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۷ به ۷٫۷ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ و به ۹٫۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید[۶۵]. این مناطق پرجمعیت دقیقا مناطقی هستند که در حال حاضر با مشکلات آب و بهداشت قابل ملاحظه‌ای رو به رو بوده و در حال مبارزه با شرایط بد هیدرولوژیک می‌باشندکه در آینده نیز امکان بدتر شدن اوضاع آن‌ها پیش‌بینی می‌شود. علاوه براین، تغییرات آب و هوای جهان ناشی از گازهای گلخانه‌ای نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر آینده منابع آبی نقاط مختلف جهان خواهد داشت. تأثیرات دقیق به سختی قابل پیش‌بینی است و بر طبق نظر اکثر دانشمندان، تغییرات آب و هوا بحران چرخه آب را تشدید کرده و سبب وقوع بلایای طبیعی مانند خشکسالی می‌شود[۳۵].

۱-۲ آب قابل دسترس از برداشت تا مصرف

مجموع ذخایر آب شیرین جهان حدود ۳۵ میلیون کیلومترمکعب براورد شده است. این مقدار آب حدودا ۲٫۵ درصد آب‌های موجود در کل زمین است (۱٫۴ میلیارد کیلومترمکعب). ۹۷٫۵ درصد باقیمانده، اقیانوس‌ها و آب‌های شور زیرزمینی است[۳۶].

بخش عظیمی از آب‌های شیرین (۶۸٫۷ درصد یا ۲۴ میلیون کیلومترمکعب) در یخچال‌های طبیعی و به صورت برف در قطب جنوب و مناطق قطب شمالی غیر قابل بهره برداری هستند و یا در اعماق زمین ذخیره شده که برای بهره برداری مقرون به صرفه نیست. دریاچه‌ها و رودخانه‌های آب شیرین به عنوان اصلی‌ترین منابع آب برای مصرف بشر، تنها ۰٫۲۶ درصد از کل آب شیرین جهان را تشکیل می‌دهند (۰٫۰۹ میلیون کیلومترمکعب). با توجه به حجم کل آب در کره زمین (ذخیره شده و جاری) نظریه کم شدن آب در مقیاس جهانی، عملی به نظر می‌رسد. به عبارتی علی رغم وجود حجم زیاد آب در جهان، این مقدار جواب‌گوی نیازهای بشر نیست. برای مثال، از آغاز قرن ۲۱ تاکنون مجموع برداشت آب کل جهان تقریبا ۳۷۰۰ کیلومترمکعب بر سال می‌باشد که بخش کوچکی از مقدار کل آب است (حدود ۰٫۰۱ درصد از ۳۵ میلیون کیلومترمکعب). اگرچه در مقایسه با نیاز آبی،آب جاری شده و ذخیره شده در هر سال متفاوت است. همچنین مقدار آب موجود و قابل دسترس برای هر نفر در سال به مقدار مصرفی کل جهان وابسته است. خلاصه اطلاعات وضعیت آبی جهان در جدول ۱-۱ آمده است. مقدار آب موجود با توجه به مساحت و جمعیت مناطق ذکر شده است. قاره آسیا با ۳۹۲۰ مترمکعب در سال کمترین مقدار آب به ازای هر نفر را دارا می باشد در حالی که سهم اروپا با ۴۲۴۰ متر مکعب در هر سال، استرالیا و

اقیانوسیه با ۸۳۸۰۰ متر مکعب در سال و آمریکای جنوبی با ۳۸۳۰۰ مترمکعب متفاوت است. لازم به ذکر است که توزیع آب در هر قاره ممکن است به طور چشمگیری متفاوت باشد.

جدول ۱-۱ پتانسیل آب قابل دسترس در مناطق مختلف جهان [۵۶]

قاره	سرانه آب	آب قابل دسترس (10^3 m^3/year)/ km^2	جمعیت تا سال ۱۹۹۴ (10^6خانوار)	مساحت(10^6km)
آفریقا	۵٫۷۲	۱۳۵	۷۰۸	۳۰٫۱
آسیا	۳٫۹۲	۳۱۱	۳۴۴۵	۴۳٫۵
استرالیا و اقیانوسیه	۸۳٫۸	۲۶۹	۲۸٫۷	۸٫۹۵
اروپا	۴٫۲۴	۲۷۷	۶۸۴٫۷	۱۰٫۴۶
آمریکای شمالی و لاتین	۱۷٫۴	۳۲۵	۴۵۳	۲۴٫۳
آمریکای جنوبی	۳۸٫۳	۶۷۲	۳۱۴٫۵	۱۷٫۹
جهان	۷٫۵۹	۳۱۶	۵۶۳۴	۱۳۵

جدول ۱-۲ مصرف آب در هر قاره (km^3/ year) [۵۶]

	ارزیابی				پیش‌بینی	
سال	۱۹۰۰	۱۹۵۰	۱۹۸۰	۱۹۹۵	۲۰۱۰	۲۰۲۵
	مقدار برداشت آب در هر منطقه					
آفریقا	۴۰٫۷	۵۵٫۸	۱۶۶	۲۱۹	۲۷۵	۳۳۷
آسیا	۴۱۴	۸۴۳	۱۷۴۲	۲۲۳۱	۲۶۲۸	۳۲۵۴
استرالیا و اقیانوسیه	۱٫۶	۱۰٫۴	۲۳٫۵	۳۰٫۴	۳۵٫۷	۳۹٫۵
اروپا	۳۷٫۵	۱۳۶	۴۴۹	۴۵۵	۵۳۵	۵۵۹
آمریکای شمالی	۶۹٫۶	۲۸۷	۶۷۶	۶۸۶	۷۴۴	۷۸۶
آمریکای جنوبی	۱۵٫۱	۴۹٫۳	۱۱۷	۱۶۷	۲۱۳	۲۶۰
مجموع	۵۷۹	۱۳۸۲	۳۱۷۵	۳۷۸۸	۴۴۳۱	۵۲۳۵
	مصرف آب					
آفریقا	۲۷٫۵	۳۷٫۸	۱۲۴	۱۶۰	۱۹۱	۲۲۰
آسیا	۲۴۹	۵۴۰	۱۰۸۴	۱۳۸۱	۱۵۹۳	۱۸۷۶
استرالیا و اقیانوسیه	۰٫۵۸	۵٫۰۴	۱۲٫۷	۱۷٫۵	۲۰٫۴	۲۲٫۳
اروپا	۱۳٫۸	۵۰٫۵	۱۷۷	۱۸۹	۲۳۴	۲۵۶
آمریکای شمالی	۲۹٫۲	۱۰۴	۲۲۱	۲۳۷	۲۵۵	۲۶۹
آمریکای جنوبی	۱۰٫۸	۳۱٫۷	۶۶٫۷	۸۹٫۴	۱۰۶	۱۲۰
مجموع	۳۳۱	۷۶۸	۱۶۸۶	۲۰۷۴	۲۳۹۹	۲۷۶۴

جدول ۱-۲ ارزیابی برداشت و مصرف آب از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۲۵ را ارائه می‌دهد. این جدول به وضوح رشد عظیم برداشت آب از سال ۱۹۰۰ هم در مقیاس جهانی و هم در مقیاس قاره‌ای را نشان می‌دهد. در مقیاس جهانی مقدار برداشت تقریبا ۷ برابر شده است. برداشت آب حدودا در استرالیا ۳۰ برابر، در اروپا ۱۲ برابر، قاره آمریکا ۱۰ برابر و آفریقا و آسیا ۵ برابر شده است. برداشت آب در سال ۲۰۲۵ نسبت به ۱۹۰۰ در مقیاس جهانی ۶ برابر مقدار حاضر خواهد شد (جدول ۱-۲). رشد جمعیت و صنعتی شدن، برداشت آب مصارف خانگی و صنعتی را افزایش می‌دهد. همچنین بیشترین تقاضای آب در مناطق در حال توسعه آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا مربوط به بخش کشاورزی است.

۱-۳ بازیافت آب

پایداری در حیطه فعالیت‌های بشر یا به طور کلی در جامعه، مفهومی کاربردی می‌باشد. از دیدگاه محیط زیست، فعالیت‌های بشری که باعث کاهش غیرقابل تجدید منابع و اکوسیستم‌های طبیعی شوند، ناپایدار خواهند بود. هدف توسعه و مدیریت منابع آب، تأمین صحیح نیازهای آبی نسل‌های حال و آینده می‌باشد. این مهم با دو عامل بهینه سازی راندمان استفاده از آب و ایجاد تلاشی پیوسته به منظور حفاظت و تجدید اکوسیستم طبیعی تحقق می‌یابد. یکی از راهکارهای حفاظت آب استفاده مجدد از آب‌های نامتعارفی چون پساب‌های شهری و صنعتی می‌باشد.

بازیافت آب، استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای مصارف سودمند، از قبیل آبیاری و مصارف صنعتی مانند خنک‌سازی است. امروزه در گسترش این الگو اصول پایداری، قوانین محیطی و مشارکت عمومی متحد می‌شوند. با نزدیک شدن بسیاری از جوامع به محدودیت منابع آب قابل دسترس، بازیافت واصلاح آب موضوع قابل توجه‌ای برای نگهداری و تمدید منابع آب‌های قابل دسترس می‌باشد. بازیافت آب براساس پروژه‌های انجام شده در دنیا به پنج شاخه شهری، صنایع، کشاورزی، محیطی و تفریحی، تغذیه آب زیرزمینی و افزایش ذخایر آب آشامیدنی تقسیم می‌شود[۲]. بازیافت آب اعتمادی مناسب بر ملاحظات اقتصادی، پتانسیل مصرف برای آب‌های اصلاح‌شده وحفاظت سلامت عمومی می‌باشد. همچنین این راهکار در سختگیری کیفیت فاضلاب‌های اصلاح‌شده وسیاست‌گذاری عمومی مکان‌هایی که حفاظت منابع آب در مقابل توسعه منابع آب مدنظراست، قابل اطمینان است.

از جمله بخش‌های پرمصرف آب، بخش صنعت است که آب استفاده شده بعد از مصرف، پساب قابل توجهی را تولید می‌نماید. این پساب معمولا حاوی مقدار قابل توجهی ترکیبات آلی کربن‌دار و مواد سمی بوده که درصورت تخلیه مستقیم به محیط زیست، آسیب‌های زیان‌باری را به وجود می‌آورد. از طرفی پساب سرمایه گران‌بهایی از ذخایر آبی یک کشور بوده که بدون توجه به اهمیت آن دور ریخته می‌شود. درصورتی که تصفیه این آب منجر به تأمین بسیاری از نیازهای آبی از جمله کشاورزی و استفاده

مجدد در صنعت به هدف خنک‌سازی دستگاه‌ها می‌شود. از این رو با تصفیه آب از یک سو می‌توان از آلودگی منابع آب سطحی و زیرسطحی جلوگیری نمود و از طرفی منبع جدیدی را برای استفاده در عرصه‌های مختلف به وجودآورد[۲۲]. اما نکته قابل توجه این است که با توجه به استانداردهای مصرف پساب در جدول ۱-۳ و موارد ذکر شده در بالا، لزوم تصفیه بیشتر (تصفیه پیشرفته) انکارناپذیر است. جهت تصفیه بیشتر این گونه پساب‌ها راهکارهایی با چالش‌های مختلف موجود است که یکی از این راهکارها استفاده از تالاب‌های مصنوعی می‌باشد.

جدول ۱-۳ استاندارد تخلیه پساب به منابع آب (داده‌ها برگرفته از نتایج تصفیه‌خانه شرق اصفهان است)

پارامتر	واحد	فاضلاب ورودی	پساب خروجی	استاندارد تخلیه به آب سطحی	استاندارد تخلیه به چاه جاذب	استاندارد مصارف کشاورزی وآبیاری
BOD[1]	میلی‌گرم در لیتر	۲۹۹	۸۶	۵۰	۳۰	۱۰۰
COD[2]	میلی‌گرم در لیتر	۵۱۳	۱۷۱	۷۰	۶۰	۲۰۰
کل کلیفرم	تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر	$۲٫۷\times۱۰^{۸}$	۸۹۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

۱-۴ تالاب مصنوعی

به طور کلی تالاب به زمین‌هایی اطلاق می‌شود که بیشتر اوقات یا در همه طول سال مرطوب بوده و در آب قرار دارند. در همه تالاب‌ها یک اصل کلی حکم فرما است که به علت مرطوب بودن خاک به مدت زیاد تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خواص خاک اتفاق می‌افتد به طوری که گیاهانی که قادر به رشد در زمین‌های مرطوب نیستند، از بین می‌روند. آب فراوان اهمیت زیادی در تشکیل و ازدیاد گیاهان و میکروارگانیزم‌های خاک دارد. به همین دلیل تالاب‌ها نسبت به اکوسیستم‌های دیگر دارای فعالیت بیولوژیکی بیشتری هستند و می‌توانند پارامترهای آلوده‌کننده آب را توسط مکانیسم‌های مختلف حذف کنند. تالاب‌ها به طور معمول جهت تصفیه فاضلاب کشاورزی، صنعتی، شهری و شیرابه ناشی از دفع زباله‌ها و آب‌های جاری حاصل از طوفان و باران به کار می‌روند.

تقریبا تمام شهرهای دنیا در قرن ۲۱ دارای مشکلات زیست محیطی می‌باشند. همچنین با توسعه شهرنشینی و تخلیه فاضلاب به منابع آبی این معضل تشدید یافته است. توسعه سیستم‌های تصفیه فاضلاب،

[1] Biochemical Oxygen Demand
[2] Chemical Oxygen Demand

به منظور افزایش سلامت زیست محیط جامعه انسانی به خصوص در کشورهای صنعتی ضروری می‌باشد. در حالی که در کشورهای درحال توسعه، استطاعت مالی مناسب برای تأمین هزینه‌های آن وجود نداشته و به همین خاطر جستجوی روش‌های کم هزینه‌تر در این کشورها اجتناب ناپذیر است.

معمولا برای تصفیه فاضلاب‌های شهری و آب‌های جاری غیرمتمرکز استفاده از تالاب‌ها به عنوان سیستم‌های کم هزینه با سرمایه گذاری کم که از تکنولوژی و انرژی طبیعی استفاده می‌کنند، مناسب است. از سیستم‌های تصفیه طبیعی و سازگار با محیط زیست، تالاب‌های مصنوعی هستند که هزینه ساخت و بهره‌برداری پایین‌تری نسبت به دیگر سیستم‌های تصفیه دارا می‌باشند. در تالاب‌های مصنوعی[1] به دلیل الهام‌گیری از طبیعت، فرایندهای بیولوژیکی تالاب‌های طبیعی برای حذف آلاینده‌ها صورت می‌گیرد. این فصل به معرفی سیستم‌های تالاب‌های مصنوعی، عملکرد تصفیه و ملاحظلات مربوط به ساخت و بهره‌برداری از آن‌ها می‌پردازد.

تالاب‌های مصنوعی سازه‌هایی کم عمقی هستند که از ذرات با دانه بندی مشخص پر می‌شوند. این ذرات عموما شن و ریگ می‌باشند. همچنین در این سیستم گیاهان مقاوم به شرایط اشباع کشت می‌شوند. فاضلاب به این سیستم وارد شده و به صورت سطحی یا زیرسطحی درون آن جریان یافته و سرانجام توسط خروجی‌های مشخصی خارج می‌گردد. سیستم‌های تالاب‌های مصنوعی دارای پنج بخش اصلی می‌باشند.

۱- استخر (محل حرکت جریان فاضلاب)
۲- محیط متخلخل (نوع دانه بندی فیلتر)
۳- گیاهان
۴- پوشش استخر (عایق سازی جریان)
۵- نحوه آرایش ورودی‌ها و خروجی‌ها

مزایای استفاده از سیستم های طبیعی تصفیه فاضلاب نسبت به سیستم های متداول تصفیه عبارتند از:

۱- کاهش هزینه سرمایه‌گذاری اولیه جهت تاسیسات مکانیکی و ساختمانی
۲- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری
۳- کاهش هزینه‌های عملیاتی
۴- توسعه محیط‌زیست گیاهی و جانوری
۵- نیاز کمتر به نیروی انسانی ماهر
۶- عمر مفید بالای سیستم

[1] Constructed Wetland

همچنین از جمله محدودیت‌های آن می‌توان نیاز به فضای گسترده و معیارهای طراحی متفاوت برای انواع فاضلاب و شرایط آب و هوایی گوناگون را نام برد.

۱-۴-۱ ملاحظات ساخت تالاب مصنوعی

در طبیعت، تالاب‌ها وظیفه تصفیه آب‌های حاوی ذرات معلق و دیگر مواد نظیر مواد آلی را بر عهده دارند. تالاب‌های طبیعی معمولا در محل تلاقی رودخانه‌ها با دریا و یا در انتهای مسیر رودها شکل می‌گیرند. به لحاظ تنوع محیطی در این مناطق، تالاب ها خود زیستگاه‌هایی غنی، از لحاظ گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری (شامل انواع جانداران میکروسکوپی و نیز ریز جاندارانی که با چشم غیر مسلح هم دیده می شوند) به شمار می‌روند. این غنای زیستی تالاب‌هاست که همانند فیلتر مکانیکی و بیولوژیکی قدرتمندی ذرات معلق آب و دیگر ناخالصی‌ها را از آب جدا و سپس در خود هضم می‌کند و نهایتا آب خروجی پاکیزه‌ای به دست می‌دهد. عملکرد صافی‌کننده تالاب‌ها در واقع نتیجه آشکار شبکه بسیار پیچیده اما پنهانی از همزیستی گونه‌های کوچک و بزرگی است که در این زیستگاه‌ها در کنار هم زندگی می‌کنند. به همین خاطر، این شبکه حیاتی در عین توانمندی در انجام وظیفه‌ای که طبیعت به آن محول کرده، ماهیتی شکننده و آسیب پذیر دارد. با از میان رفتن یک گونه گیاهی یا جانوری، تعداد بسیاری از دیگر گونه‌ها، محیط زندگی یا غذای خود را از دست می‌دهند و از محیط بیرون رانده می‌شوند.

نکته مهم و قابل توجه در مورد تالاب های مصنوعی این است که اگر چه نام این سازه ها صفت "مصنوعی" را یدک می کشد، وظیفه تالاب سازان این است که با ایجاد و نگهداری از محیطی مساعد و طبیعی، مثل آنچه در تالاب های طبیعی یافت می‌شود، شبکه‌ای سالم و کارامد از گونه‌های گیاهی و جانوری تالابی را در محل فرا خوانده تا این شبکه عهده‌دار کار تصفیه پساب جامعه پیرامون آن‌ها شود.

فناوری تالاب مصنوعی که از تالاب های طبیعی الگوبرداری شده است مجموعه‌ای پیچیده از آب، گیاهان و جانداران میکروسکوپی و روابط زیستی پیچیده این عوامل را با هم شامل می‌شود. در این محیط کاملا طبیعی، تصفیه آب به صورت مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی صورت می‌گیرد. بخشی از ناخالصی‌های آب از طریق ته نشین شدن و بخشی دیگر از طریق جذب توسط ریشه گیاهان از آب خارج می شود. فعل و انفعالات دیگری چون تبخیر، نابودی برخی باکتری‌های بیماری‌زا توسط باکتری‌های شکارچی و نیز تجزیه و پوسیدن برخی از ناخالصی‌ها تحت شرایط هوازی و بی‌هوازی موجود در نقاط مختلف محیط تالاب از دیگر فرایندهایی است که در تالاب به طور طبیعی صورت می‌گیرد.

تالاب مصنوعی درواقع حفره‌ای است در زمین، مانند حفره‌ای که معمولا برای احداث یک استخرکم‌عمق حفر می‌کنند. به منظورکاستن از احتمال نشت پساب به لایه‌های زیرین خاک، کف این

حفره را با خاک رس کوبیده و متراکم و در بعضی مواقع با نصب ورقه‌های پلاستیکی عریض و یا با استفاده از ورقه‌های ژئوممبران، غیرقابل نفوذ می‌سازند.

در زمان انتخاب مکان احداث تالاب به نکات زیر جهت رعایت احتیاط درخصوص نشت پساب به منابع سطحی و زیرزمینی آب و دیگر ملاحظات دقت کامل می‌شود:

۱- تالاب در حریم رودخانه و دیگرآب‌های سطحی ساخته نشود.

۲- تالاب در مسیر سیلاب‌های فصلی ساخته نشود.

۳- تالاب بر روی مجاری چشمه‌های زیرزمینی قرار نگیرد.

۴- پس ازخاکبرداری، فاصله‌ای برابر با حداقل نیم متر بین بستر تالاب و لایه‌های سنگی زمین باشد.

محل خاکبرداری شده برای ایجاد سیستم تالاب مصنوعی از مواد نفوذپذیر مانند (سنگ، ریگ و شن) پر می‌شود و سطح آب در این محیط متخلخل زیر بالاترین لایه ذرات نگهداری می‌شود تا تمامی جریان به صورت زیرسطحی حرکت نماید. ذرات محیط متخلخل علاوه بر حمایت از ریشه گیاهان کشت شده در سطح سیستم، سبب توزیع یکنواخت آب کافی برای رشد موجودات میکروسکوپی می‌شوند. انتخاب مناسب دانه‌بندی محیط متخلخل سبب افزایش چشمگیر راندمان تصفیه می‌شود به گونه‌ای که باید شرایط یکسان از لحاظ سرعت عبور آب و جمعیت موجودات ذره‌بینی در تمامی بستر ایجاد شود و در غیر این صورت زمان ماند لازم برای تصفیه فراهم نخواهد شد و راندمان تصفیه بسیار کاهش می‌یابد.

در هنگام انتخاب مواد مناسب برای بسترسازی تالاب، دقت به چهار وظیفه اشاره شده ضروری است. استفاده از ذرات کوچکتر از ۵ میلی‌متر یعنی ماسه و خاک برای پر کردن بستر تالاب منجر به ماندگاری بیش از حد آب در بسترتالاب و کند شدن بیش از حد حرکت پساب در آن می شود. این پدیده موجب مسدود شدن سیستم و انباشته شدن پساب در شبکه می‌گردد. از سوی دیگر، استفاده از دانه‌های درشت‌تر موجب می‌شود که به علت کاهش سطوح، جمعیت‌های موجودات میکروسکوپی تالاب به حد مطلوب نرسد و عمل تصفیه با نارسایی‌هایی همراه باشد. جلوگیری از مخلوط شدن قلوه سنگ‌های لایه‌های محافظتی در ابتدا و انتهای تالاب با ریگ و شن لایه تصفیه کننده در وسط بستر نیز از ملاحظات کلیدی است. جدا نگاه داشتن این لایه‌ها از هم تضمین می‌کند که آب به صورت یکنواخت و با سرعت متعادل، ابتدا از لایه قلوه سنگی به درون لایه ریگی- شنی وارد شود و سپس به طور یکسان در این بخش توزیع و بدون برخورد با مقاومتی از مواد متراکم‌تر یا متخلخل‌تر با سرعت یکنواخت در کل تالاب به لوله عرضی انتهایی تالاب برسد.

نحوه توزیع و جمع آوری فاضلاب در این سیستم توسط نوع آرایش لوله‌های ورودی و خروجی مشخص می‌شود. همچنین غیرقابل نفوذسازی بستر جریان برای جلوگیری از ارتباط با آب‌های زیرزمینی امری ضروری می‌باشد.

در خصوص نگهداری گیاهان تالابی نیز ذکر چند نکته ضروری است. گیاهان تالابی عمدتا خودرو و مقاوم‌اند و معمولا با مسائل زیادی مانند تنش‌های غلظت پساب در رشد و تکثیر روبرو نمی‌شوند. در طی سال، همانند بسیاری دیگر از گیاهان، گیاهان تالابی نیز در پاییز خزان می‌کنند و مجددا در بهار و تابستان سبز می‌شوند. اما گاه رشد علف‌های هرز و دیگر گیاهانی که همانند گیاهان تالابی قادر به تصفیه پساب نیستند موجب کاهش کارایی تالاب می‌شود. این گیاهان باید از بستر جدا شده و به جای آن گیاهان تالابی کاشته شوند. استفاده از هرگونه علف‌کش برای از بین بردن این علف‌ها به سلامت گیاهان تالابی لطمه جدی وارد می‌کند.

در واقع، احداث تالاب مصنوعی در روستا، شهرها و حاشیه کلان شهرها، یکی از اساسی‌ترین بخش‌های توسعه همه جانبه محلی است که فواید چند جانبه آن در دراز مدت، هر چه بیشتر مشخص می‌شود.

۱-۴-۲ انواع سیستم‌های تالاب مصنوعی

سیستم‌های تصفیه طبیعی پساب به دو دسته تقسیم می‌شوند: تصفیه به کمک زمین، تصفیه به کمک گیاهان آبزی. تالاب‌های طبیعی و مصنوعی در دسته دوم قرار می‌گیرند. در تالاب های طبیعی بشر دخالتی در ساخت آن‌ها نداشته و عملا به عنوان منبع پذیرنده عمل می‌کند و کنترل خاصی وجود ندارد. در تالاب‌های مصنوعی انسان شرایطی را برای رشد گیاهان فراهم می‌آورد و گیاهان ریشه در خاک داشته و کنترل بهتری بر شرایطی از قبیل زمان ماند، نوع گیاه و نوع بستر دارد. این سیستم به دو دسته کلی سطحی و زیرسطحی تقسیم می‌شود که در نوع سطحی، سطح جریان سیال روی بستر خاک است و در نوع زیرسطحی، سطح سیال زیر بستر شن است و همچنین نوعی دیگر از تالاب‌های مصنوعی با جریان زیرسطحی به نام تالاب های مصنوعی هیبریدی شناخته می‌شوند که جریان در آن‌ها به صورت ترکیبی از جریان افقی و عمودی است.

سیستم‌های تالاب مصنوعی براساس پارامترهای زیر دارای سه نوع مدل طراحی هستند[۲۷].

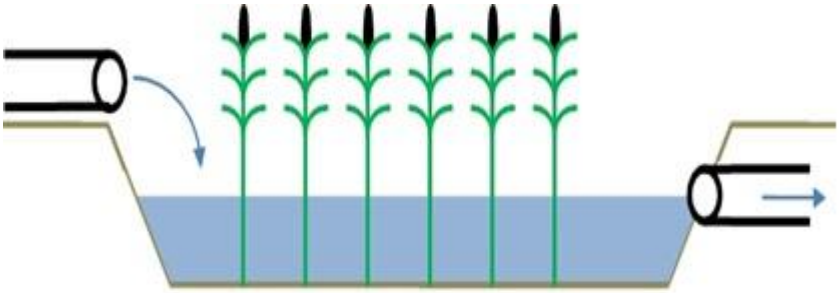
- نوع زندگی گیاهان غالب تالاب مصنوعی (ریشه در سطح آب یا مستغرق)
- الگوی جریان در سیستم تالابی (جریان سطحی و زیرسطحی)
- نوع پیکربندی سلول‌های سیستم تالاب مصنوعی (سلول های هیبریدی، تک سلول یا چند سلول)
- نوع فاضلاب مورد نظر برای تصفیه
- سطح تصفیه فاضلاب (اولیه، ثانویه و یا پیشرفته)
- نوع پیش تصفیه
- ساختارهای ورودی و خروجی فاضلاب

- نوع ذرات محیط متخلخل
- نوع بارگذاری سیستم (پیوسته یا متناوب)

تمرکز سیستم‌های تالاب مصنوعی برای تصفیه پساب بر مدل جریان زیرسطحی می باشد که به دو دسته جریان زیرسطحی افقی و جریان زیرسطحی عمودی تقسیم می‌شوند.

جریان سطحی[1]

در این مدل، آب توسط نیروی ثقل در سطح زمینی رسی با نفوذ پذیری کم گسترش می‌یابد. در این مدل تالاب، گیاهانی از خانواده گیاهان آبزی شناور چون عدسک آبی، گیاهان آبزی غوطه ور چون لویی و گیاهان آبزی حاشیه‌ای چون نی به کاربرده می‌شوند.



شکل ۱-۱ تالاب مصنوعی با جریان سطحی

در این تالاب‌ها ۸۰ درصد مواد جامد معلق در دور روز اول حذف می‌شوند. در این نوع مواد جامد نیز تولید می‌شوند و یکی از نواقص بزرگ آن‌ها محسوب می‌شود. زمان ماند در این واحدهای با جریان آب آزاد باید کمتر از ۳-۲ روز باشد تا از رشد جلبک‌ها جلوگیری شود[۶۷].

چرخه کربن داخلی بزرگی در تالاب‌های مصنوعی با جریان سطحی وجود دارد. نوع تجزیه مواد آلی بسته به میزان تبادل اکسیژن و مقدار مواد آلی دارد. افزایش بیش از حد انتقال اکسیژن سبب ایجاد محیط بی‌هوازی و در نتیجه بوی بد و تجمع حشرات و پشه می‌شود.

از جمله مزایای این مدل نیاز به زمان ماند هیدرولیکی کمتر، هزینه اولیه کم نسبت به دیگر مدل‌ها، عملیات و نگه داری بسیار آسان، توانایی بیشتر در حذف فسفر، بدون مصرف انرژی وامکان پرورش ماهی نام برد. همچنین معایب این نوع سیستم تالاب مصنوعی شامل توانایی کمتر در حذف BOD، COD، N، TSS[2](کل جامدات معلق) و TDS [3](کل جامدات محلول)، توانایی بسیار کم در حذف کلیفرم، افزایش پشه و جانورانی چون موش در منطقه، ایجاد لجن در سطح تالاب و در نتیجه افزایش بو در منطقه و تبخیر زیاد اشاره نمود.

[1] Free Water Surface
[2] Total Suspended Solids
[3] Total Dissolved Solids