مفاهیم کلی و اصول طراحی

تصفیه زمینی فاضلاب (۱)

احمد ابریشم چی

عضو هیأت علمی دانشکده عمران ـ دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

تصفیهٔ زمینی فاضلاب، فرایندی است که جهت تصفیه و دفع نهایی انواع فاضلاب و لجن آنهابکار می‌رود. در این روش، علاوه بر تصفیهٔ فاضلاب و حفظ محیط زیست، استفاده مجدد از آب و مواد مغذی گیاهان موجود در فاضلاب برای رشد گیاهان صورت می‌گیرد. لذا برای مناطقی که دارای منابع آب محدودند، حائز اهمیت ویژه‌ای است. در این مقاله ضمن تشریح انواع سیستمهای تصفیهٔ زمینی فاضلاب، به توصیف مفاهیم اساسی این فرایند، انواع مکانیزمهای حذف آلاینده‌ها از فاضلاب، مقایسهٔ تصفیهٔ زمینی فاضلاب با فرایندهای متداول تصفیهٔ فاضلاب، و بالاخره اصول طراحی تصفیهٔ زمینی پرداخته می‌شود.

مقدمه و تاریخچه

جمع‌آوری، انتقال و تصفیهٔ فاضلاب قبل از دفع آن در محیط زیست عامل مهمی در حفظ سلامت انسان است. نیاز روزافزون بشر به منابع آب موجود و ضرورت حفظ سلامت انسان، کنترل شدیدی را نسبت به تخلیه و دفع فاضلاب در محیط زیست ایجاب می‌کند، تا بدین ترتیب احتمال انتقال مواد و عوامل بیماری‌زا از طریق آب به حداقل برسد.

بازیابی و حفظ کیفیت شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی منابع آب مسئله‌ای حیاتی برای کشور ماست. این مسئله علاوه بر ابعاد بهداشتی آن، برای ایران که جزو مناطق خشک جهان محسوب می‌شود و دارای منابع آب محدودی است، اهمیت ویژه‌ای دارد.

تصفیهٔ زمینی فاضلاب، فرایندی طراحی شده و با مدیریت جهت تصفیه و دفع نهایی فاضلاب است که در آن فاضلاب به صورت کنترل شده روی زمین و یا سیستم زمین ـ گیاه پخش می‌شود. این روش در دو دههٔ اخیر[۱] مورد توجه فراوان در جهان قرار گرفته است. هدف از تصفیه زمینی فاضلاب، تجزیهٔ بیولوژیکی[۲] مواد آلی و یا ناپویا کردن[۳] مواد غیرآلی موجود در فاضلاب است. فاضلاب شهری و لجن آن و نیز فاضلاب صنعتی را می‌توان با این روش تصفیه کرد.

تصفیهٔ زمینی فاضلاب تنها تکنولوژی شناخته شده جهت تصفیهٔ فاضلاب قبل از پیدایش و توسعهٔ تکنولوژی فرایندهای

۱- land treatment of wastewater

۲- biological degradation ۳- imobilization

واحد[۱] تصفیهٔ فاضلاب است. این روش در نیمه دوم قرن نوزدهم در آمریکا و اروپا متداول شد. در آن زمان، آلودگی بسیاری از رودخانه‌ها به علت دفع مستقیم فاضلاب تصفیه نشده[۲] به حد غیر قابل قبولی رسیده بود و آبیاری با فاضلاب تنها وسیلهٔ تصفیه فاضلاب به شمار می‌رفت.

با توسعهٔ مناطق شهری، فرایندهای تصفیهٔ فاضلاب نیز توسعه یافته و آبیاری با فاضلاب عمدتاً متوقف شد. دفع فاضلاب تصفیه شده در منابع آبهای سطحی به حدی رسید که آلودگی ناشی از آن کیفیت منابع آب را به مخاطره انداخت. لذا روش تصفیهٔ زمینی فاضلاب مجدداً مطرح گردید، به طوری که در نیمهٔ اول قرن بیستم سیستم‌های جدید تصفیه زمینی فاضلاب عمدتاً در غرب آمریکا که زمین به وفور بیشتری وجود داشته و فاضلاب منبع با ارزشی برای کشاورزی محسوب می‌شد توسعه یافت. تعداد سیستمهای تصفیهٔ زمینی فاضلاب در آن کشور از ۳۰۴ در سال ۱۹۴۰ به ۵۷۱ در سال ۱۹۷۲ رسید، لکن این تعداد هنوز درصد کمی از تعداد کل سیستمهای تصفیهٔ فاضلاب (حدوداً ۱۵۰۰۰) در آن زمان بوده است [۱].

همان طوری که آمار فوق نشان می‌دهد، با وجود اینکه در گذشته در آمریکا و اروپا این روش به کار می‌رفته است، اما مهندسان محیط زیست کمتر توجه و آشنایی با آن داشته و به طور کلی قابلیت آن کاملاً درک نشده بوده است. از اوایل دههٔ ۱۹۷۰، به علت خطر جدی آلودگی منابع آب و ضرورت شدید کنترل آن، این روش در آمریکا به طریقهٔ علمی احیا و مطرح شد و به عنوان یک تکنولوژی تصفیهٔ فاضلاب به شمار آمد. در سال ۱۹۷۲ در آن کشور قانونی به نام P.L 92-500 با هدف حفظ کیفیت منابع آب تصویب شد که در آن تأکید زیادی نسبت به استفادهٔ مجدد از فاضلاب و مواد مغذّی[۳] گیاهان موجود در آن در امر کشاورزی جهت تولید محصول شده است. به موجب این قانون روش تصفیهٔ زمینی فاضلاب باید در پروژه‌های تصفیهٔ فاضلاب‌های شهری مدنظر قرار گیرد[۱].

کشاورزی با فاضلاب و نیز دفع زمینی فاضلاب از دیرباز در ایران معمول بوده ولی متأسفانه تاکنون به ندرت مطالعات و تحقیقاتی جهت علمی کردن و توسعه این تکنولوژی صورت گرفته است. تکنولوژی و نیز درک و شناخت خصوصیات خاک و آبهای زیرزمینی، امروزه پیشرفت زیادی نسبت به روزهای کشاورزی با فاضلاب به طریقه سنتی کرده است. امروزه سیستمهای تصفیهٔ زمینی فاضلاب به عنوان "فرایندهای تصفیه" محسوب شده و باید حداقل به همان دقت فرایندهای متداول تصفیه برنامه‌ریزی و طراحی شوند. توجه به روش تصفیهٔ زمینی فاضلاب، علاوه بر ابعاد مناسب‌تر اقتصادی و فنی آن، در بسیاری از موارد می‌تواند علاوه بر تصفیه فاضلاب، کمکی در جهت رفع کمبود آب کشاورزی و یا به طور کلی منابع آب و حفظ کیفیت آن باشد.

در مناطق خشک و نیز مناطق ساحلی و جزایر استفاده از فاضلاب در کشاورزی به عنوان جایگزینی برای آبهای سطحی و یا زیرزمینی حائز اهمیت خاصی است. زیرا که در این مناطق استخراج بیش از حد مجاز[۴] از سفره‌های آب زیرزمینی عواقب سویی به همراه داشته و بطور مشخص در مناطق ساحلی و جزایر موجب ضایع شدن کیفیت آبهای زیرزمینی از طریق پیشروی و دخول آب شور دریا به سفره‌های آب شیرین ساحلی می‌شود. [۲]

انواع سیستمهای تصفیه زمینی فاضلاب

تصفیه زمینی فاضلاب به سه سیستم آبیاری[۵]، نفوذ سریع[۶] و جریان سطحی[۷] تقسیم‌بندی می‌شود [۱ و ۳]

سیستم آبیاری - کاربرد فاضلاب روی زمین یا پوشش گیاهی است. در این سیستم، فاضلاب به هنگام حرکت در توده گیاه - خاک تصفیه می‌شود. بخشی از فاضلاب به آبهای زیرزمینی تراوش کرده و بخشی توسط پوشش گیاهی مصرف می‌شود. تصویر شماتیک مسیرهای هیدرولیکی این سیستم در شکل (۱) نشان داده شده است. نحوهٔ استفاده از فاضلاب به صورت کرتی، جوی پشته‌ای و آبیاری بارانی است.

اهداف این سیستم شامل تصفیهٔ فاضلاب، درامد اقتصادی حاصل از تولید محصولات کشاورزی، صرفه‌جویی در مصرف آب از طریق جایگزینی آب قابل شرب با پساب در امر آبیاری و حفاظت و توسعه فضای سبز می‌باشد.

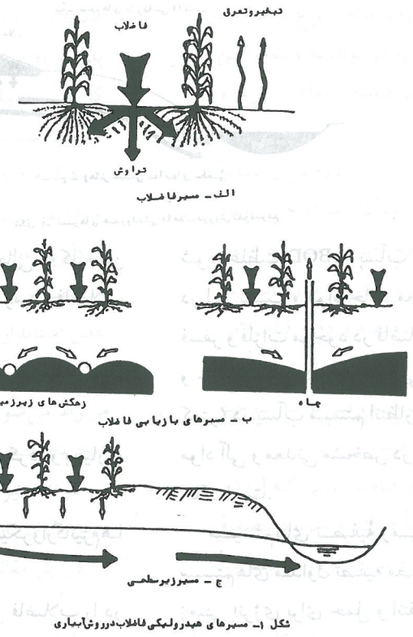
سیستم نفوذ سریع - در این سیستم قسمت اعظم فاضلاب در زمین تراوش کرده و فاضلاب تصفیه شده بطور طبیعی به آبهای سطحی یا زیرزمینی می‌پیوندد و یا توسط زهکشهای زیرزمینی یا چاه جمع‌آوری می‌شود. فاضلاب در زمینهای با نفوذپذیری

۱- unit processes
۲ - raw wastewater
۳-nutrient
۴ - safe yield
۵- irrigation (slow rate)
۶ - rapid infiltration
۷- overland flow

متوسط و زیاد (مانند خاکهای شنی یا شنی لومی) از طریق پخش در حوضچه یا آبیاری بارانی به کار می‌رود. مسیر هیدرولیکی فاضلاب در شکل (۲) نشان داده شده است.

اهداف این سیستم می‌تواند شامل تغذیه آبهای زیرزمینی و رودخانه‌ها و یا جمع‌آوری فاضلاب تصفیه شده توسط زهکشهای زیرزمینی یا چاه و استفاده مجدد از آن باشد.

سیستم جریان سطحی - در این سیستم فاضلاب روی قسمتهای بالا دست زمینهای شیبدار با پوشش گیاهی پخش می‌شود. فاضلاب روی پوشش گیاهی جریان یافته و نهایتاً به کانالهای جمع‌آوری رواناب می‌رسد. این سیستم مناسب‌ترین



شکل ۱- مسیرهای هیدرولیکی فاضلاب در روش آبیاری

و بیولوژیکی است که بطور طبیعی در خاک صورت گرفته و در نتیجه آن فضولات تجزیه[۲]، تبدیل[۳] و یا ناپویا[۴] می‌شود. این فرایندها مشابه فرایندهای سیستمهای متداول تصفیهٔ فاضلابهای شهری و صنعتی‌اند. تفاوت اصلی آنها در این است که در تصفیهٔ زمینی، فرایندها در یک راکتور باز و محدود حاوی ذرات خاک صورت می‌پذیرد، در صورتی که در سیستمهای متداول، فرایندهای مربوطه در تانکهای مجزا حاوی مایع یا دوغاب[۵] صورت می‌پذیرند.

یک سیستم متداول تصفیهٔ فاضلاب شهری یا صنعتی در حد تصفیهٔ ثانویه شامل فرآیندهای ته‌نشینی، تصفیهٔ بیولوژیکی، و تثبیت لجن و دفع نهایی آن است. در صورت نیاز، سیستم‌های تصفیهٔ پیشرفته ممکن است شامل فرآیندهای حذف مواد مغذّی، جذب سطحی[۶]، تبادل یونی[۷]،

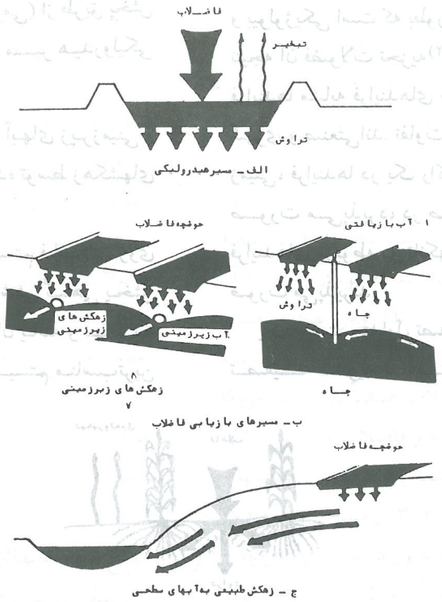
۱- conventional treatment processes
۲ - degraded
۳ - transformed
۴ - immobolized
۵ - slurry
۶ -absorption
۷ -ion exchange

سیستم در زمینهای با نفوذپذیری کم است.

فاضلاب توسط مکانیزمهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به هنگام جریان به صورت ورقهٔ نازکی روی سطح شیبدار تصفیه می‌شود. تصویر شماتیک این سیستم تصفیه زمینی در شکل (۳) نشان داده شده است.

مقایسهٔ تصفیهٔ زمینی با فرایندهای متداول تصفیه[۱]

تصفیهٔ زمینی متکی بر فرایندهای دینامیکی فیزیکی، شیمیایی



شکل ۲ـ سیرهای هیدرولیکی فاضلاب درروش تلفوذسریع

صافی‌سازی[۱] و ترسیب شیمیایی[۲] باشد. در حالی که کلیه این فرآیندها به طور اتوماتیک در سیستم‌های تصفیهٔ زمینی فاضلاب اتفاق می‌افتند.

محل تصفیهٔ زمینی فاضلاب، یک راکتوربیولوژیکی ـ فیزیکی ـ شیمیایی است که شامل اجزای زیر است:

۱ـ ذرات خاک ـ ذرات خاک فاضلاب را صافی کرده و بسیاری از مواد شیمیایی فاضلاب را تبدیل می‌کند.

۲ـ باکتری‌ها ومیکروارگانیزم‌ها ـ باکتری و میکروارگانیزم‌ها مواد آلی فاضلاب را تثبیت[۳] می‌کنند.

۳ـ گیاهان ـ گیاهان مواد مغذی و مواد معدنی فاضلاب را در طول دورهٔ رشد خود مصرف می‌کنند.

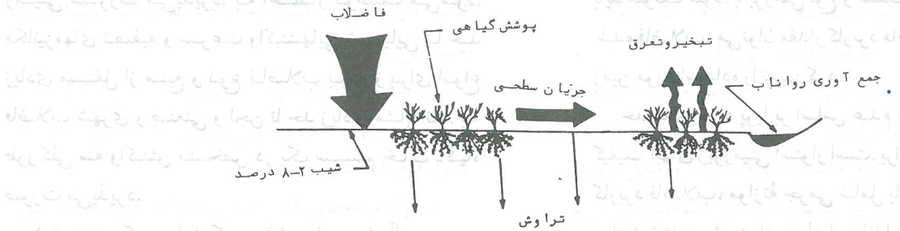
تصفیهٔ بیولوژیکی فاضلاب در لایهٔ فوقانی خاک از طریق تثبیت مواد آلی توسط میکروارگانیزم‌های موجود در خاک صورت می‌گیرد. در تصفیهٔ زمینی فاضلاب، برخلاف سیستم‌های متداول تصفیه، لجن وجود ندارد که نیاز به تصفیه و نهایتاً دفع داشته باشد. هرگونه افزایشی در جرم زنده[۴] در خاک باقی می‌ماند و به صورت طبیعی تجزیه می‌شود تا اینکه نهایتاً تثبیت گردد و به صورت بخشی از مواد آلی خاک[۵] در آید.

جدول ۱ مشخصات مربوط به سیستم تصفیهٔ زمینی و سیستم تصفیهٔ ثانویهٔ فاضلاب را با یکدیگر مقایسه می‌کند[۴و۵]درسیستم تصفیهٔ زمینی که به طور مناسب و صحیح طراحی و بهره‌برداری شود، غلظت BOD در پساب کم و معمولاً بیش از ۱ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر نیست و مواد جامد معلق در آن وجود ندارد. از آنجا که فسفر و فلزات موجود در فاضلاب، در توده خاک از فاضلاب جدا و خارج می‌شوند، غلظت کمی از آنها (۱ میلی‌گرم در لیتر و یا کمتر) در پساب سیستم انتظار می‌رود. به علاوه، غلظت بعضی از مواد آلی و معدنی مشخص در پساب در حد غلظت طبیعی آنها در خاک است.

سیستم‌های تصفیهٔ زمینی انرژی کمتری در مقایسه با سیستم‌های متداول تصفیه مصرف می‌کنند. در سیستم‌های تصفیهٔ زمینی انرژی برای حمل و انتقال فاضلاب به محل تصفیهٔ زمینی لازم است. در سیستم‌های متداول تصفیه انرژی برای انتقال، مخلوط سازی، هوادهی و جابه جایی جریانهای جانبی مانند لجن برگشتی و مواد پس‌مانده (کف و لجن هضم شده) لازم است.

در سیستم‌های متداول تصفیه، هوادهی از طریق هواده‌های مکانیکی انجام می‌شود، در حالی که در سیستم‌های تصفیهٔ زمینی، هوادهی به طور طبیعی در دوره‌های استراحت سیستم یا قطع کاربرد فاضلاب صورت می‌گیرد.

۱-filtration
۲-chemical precipitation
۳-stabilize
۴- biomass
۵-soil humus



شکل ۳ـ سیرهیدرولیکی جریان سطحی

مفاهیم اساسی تصفیهٔ زمینی

تصفیهٔ زمینی را نه تنها در مورد فاضلاب شهری، صنایع غذایی و پتروشیمی می‌توان به کار برد، بلکه انواع فاضلاب صنایع (به استثنای مواد رادیواکتیو) را می‌توان به وسیله این روش تصفیه کرد. لکن در حال حاضر فاضلاب‌های شهری و صنایع غذایی معمول‌ترین آنها هستند.

برای بعضی از فاضلاب‌ها، وسعت زمین لازم برای تصفیهٔ مناسب با حفظ کیفیت محیط زیست ممکن است خیلی زیاد باشد، لذا در این صورت تصفیهٔ زمینی ممکن است اقتصادی‌ترین راه ممکن نباشد. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب یا عدم انتخاب تصفیهٔ زمینی برای تصفیه و دفع فاضلابی مشخص، یک تصمیم‌گیری اقتصادی و نیز فنی است. بررسی جامع مشخصات فاضلاب و زمین موجود، می‌تواند توجیه پذیری کاربرد این تکنولوژی را تعیین کند.

تصفیهٔ زمینی را نباید فقط برای فاضلابهایی که ارزش کشاورزی دارند مفید پنداشت. لزوماً در کلیه موارد تصفیهٔ زمینی محصولات کشاورزی نباید کشت شود، مخصوصاً هنگامی که فاضلاب صنعتی به کار می‌رود. زمین مورد استفاده برای تصفیهٔ زمینی لزوماً نباید نزدیک به منبع فاضلاب باشد بلکه می‌توان فاضلاب را تا چند کیلومتراز طریق پمپاژ از منبع فاضلاب به محل مورد نظر حمل کرد. البته در مطالعهٔ توجیه پذیری اقتصادی این تکنولوژی بایستی هزینهٔ انتقال در هزینهٔ کل سیستم ملحوظ شود.

یک سیستم تصفیهٔ زمینی در صورتی موفقیت آمیز خواهد بود که کارایی درازمدت زمین مورد استفاده را برای استفاده‌های پیش‌بینی شدهٔ آتی حفظ کرده و نیز موجب آلودگی منابع آبهای سطحی و زیرزمینی نشود. لذا در طراحی و بهره‌برداری سیستمهای تصفیه زمینی باید توجه کافی به عدم نقض استانداردها و معیارهای زیست محیطی به عمل آید. این معیارها به غلظت مواد آلی و معدنی در خاک، آب و گیاهان مربوط می‌شود. در این رابطه شناخت واکنشهایی که موجب تجزیه، تبدیل و ناپویایی مواد تشکیل دهندهٔ فاضلاب می‌شوند و نیز مشخصات فاضلاب، خاک و گیاه امر مهمی در تعیین میزان کاربرد فاضلاب است.

در این مقاله، واکنشهای مهمی که در سیستمهای تصفیهٔ

جدول ۱ـ مقایسهٔ تصفیهٔ زمینی با تصفیهٔ ثانویه متداول

نوع سیستم	زمان ماند		تولید لجن	راندمان حذف، درصد				
	مایع	جامد		بی ـ او ـ دی	موادجامدمعلق	نیتروژن	فسفر	فلزات
تصفیهٔ زمینی	طولانی * (چندهفته)	نامحدود	ندارد	۹۶+	۹۹+	۳۰-۵۰+	۹۹+	۹۰+
تصفیهٔ‌ثانویه متداول	کوتاه (۶-۲۴)ساعت	۱۰-۵۰ روز	قابل‌ملاحظه	۸۵-۹۰	۸۵-۹۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	۱۰-۲۰

* به استثنای سیستم نفوذ سریع و برخی از سیستم‌های جریان سطحی

زمینی صورت می‌پذیرد، به اختصار توصیف می‌شود. مکانیزمهای تصفیه و سرعت واکنشهایی شیمیایی تا حد زیادی مستقل از منبع و نوع فاضلاب بوده و برای انواع فاضلاب شهری و صنعتی و لجن تا حد زیادی مشابه‌اند. به طور کلی سه واکنش مشخص در یک سیستم خاک ـ گیاه صورت می‌پذیرد:

۱ـ تجزیه میکروبیولوژیکی و یا شیمیایی مواد آلی.

۲ـ ناپویا شدن مواد آلی و واکنش شیمیایی فلزات و کاتیونها.

۳ـ حرکت آنیونها مانند نیترات و کلرور در آب خاک.

تجزیه مواد آلی در اثر فعالیت میکروبهای گوارشی و دیگر شکلهای بیولوژیکی آن مانند پروتوزوآ، مایتها و کرم خاکی انجام می‌شود. سرعت تجزیهٔ مواد آلی بستگی به عوامل آب و هوایی مانند دما داشته و معمولاً توسط واکنش درجه یک برآورد می‌شود. سرعت تجزیهٔ برخی از مواد آلی مانند قندها و اسیدهای آمینه خیلی زیاد و سرعت تجزیهٔ برخی دیگر مانند پلیمرها خیلی کند می‌باشد.

برای اینکه تجزیهٔ بیولوژیکی خوب انجام شود، مواد غذایی کافی بایستی در خاک موجود باشد. در صورتی که عناصری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در فاضلاب یا خاک کم باشد، بایستی مقداری به خاک اضافه کرد.

مواد معدنی ناپویا شده مانند فلزات و کاتیونها در خاک باقی مانده و انباشته می‌شوند. حدود و استانداردهایی به عنوان حداکثر مقدار مجاز این گونه مواد معدنی در خاک وجود دارد برای مثال می‌توان از حد مجاز مقدار کادمیم در خاک، حد سمیت فلزات برای گیاهان و نیز حد غلظت املاح در خاک از نقطه نظر رشد گیاهان نام برد. هنگامی که مقدار این مواد در خاک به حداکثر مجاز خود برسد، کاربرد فاضلاب روی زمین باید متوقف شود. با بررسی نوع و غلظت مواد معدنی ناپویایی شده فاضلاب، می‌توان مقدار کاربرد فاضلاب و نیز عمر مفید زمین مورد استفاده را تعیین کرد.

حد مجاز مواد پویا بر اساس عدم نقض استانداردهای کیفیت آبهای زیرزمینی استوار است. برای تعیین میزان مناسب کاربرد فاضلاب، موازنهٔ جرمی شامل بارش، نفوذ، و حلالیت مواد نوشته می‌شود. از جمله استانداردهای کیفیت آبهای زیرزمینی، می‌توان از حد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به صورت نیترات برای آب آشامیدنی نام برد.

سه واکنش اساسی که در فوق اشاره شد را می‌توان به عنوان سه مسیر کاهندگی یا پالایش مواد تشکیل دهندهٔ فاضلاب در سیستم خاک ـ گیاه به شمار آورد که البته باید کاهش مواد مغذی گیاهان موجود در فاضلاب مانند نیتروژن و فسفر را از طریق مصرف گیاهان به آنها اضافه کرد. برخی از مواد شیمیایی مانند فلزات فقط یک مسیر از مسیرهای مزبور را طی کرده، در حالی که بعضی دیگر از مواد تشکیل دهندهٔ فاضلاب مانند نیتروژن، تحت تأثیر کلیهٔ واکنشها و مسیرهای مزبور قرار گرفته و باید آنها را به صورت یکجا ارزیابی کرد.

اصول طراحی تصفیهٔ زمینی

استفاده از تکنولوژی تصفیهٔ زمینی با مطالعات شناسایی و توجیه پذیری طرح شروع شده و به آموزش اپراتورها و نیز نظارت درازمدت بر بهره‌برداری از سیستم ختم می‌شود.

مطالعات شناسایی ـ سیستمهای تصفیهٔ زمینی شامل چند مرحله مهم است. اولین مرحله، شامل بررسی مشخصات فاضلاب مورد نظر و نیز بررسی فرایندهای دخیل در تولید فاضلاب می‌شود. پارامترهایی که معمولاً باید آنالیز شوند در جدول ۲ آمده است. توصیه می‌شود که در صورت امکان،

پارامتر	پارامتر	پارامتر	پارامتر
حجم جریان	هدایت الکتریکی	کلسیم	سرب
فسفر کل	مجموع املاح محلول	منیزیم	نیکل
نیتروژن کل	سولفورکل	کربنات	کادمیم
نیتروژن آمونیاکی	کلر	بر	سایر فلزات مربوط
pH	سدیم	ارسنیک	COD
	پتاسیم	مس	
		روی	

جدول ۲ : خصوصیات فاضلاب که بایستی ارزیابی شود

مقادیر حداکثر، حداقل و متوسط این پارامترها تعیین شود.

مرحلهٔ دوم، تعیین ظرفیت کاهندگی یا پالایش[1] خاک است. این ظرفیت، معیار کمی پتانسیل زمین مورد استفاده برای تصفیهٔ فاضلاب و حصول اهداف زیست محیطی است. ظرفیت پالایش زمین تابع مشخصات فاضلاب و محل مورد نظر بوده و با استفاده از واکنشهای معلوم و مشخص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و نیز اصول صحیح علمی و مهندسی و تجارب حاصل از نمونه‌های اجرا شده سیستم تعیین می‌شود. جهت تعیین ظرفیت پالایش زمین، پارامترهای زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

۱ـ شرایط آب و هوایی

۲ـ توپوگرافی

۳ـ زمین شناسی، وضعیت آبهای زیرزمینی و موقعیت آبهای سطحی

۴ـ مشخصات خاک مانند pH، مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، نفوذ پذیری، و ظرفیت جذب سطحی فسفر.

۵ـ نوع گیاهانی که کشت می‌شود یا پتانسیل کشت آنها.

شرایط آب و هوایی از این نظر مهم است که در موازنهٔ آبی محل، دورهٔ رشد گیاهان و بالاخره در دورهٔ کاربرد فاضلاب و دورهٔ ذخیره‌سازی آن تأثیر دارد. یک محل مناسب باید دارای خاک با نفوذپذیری خوب و قابل کشت و زرع باشد: مانند لوم، لوم شنی، یا لوم رسی. چنین خاکهایی پس از کاربرد فاضلاب شرایط هوازی ایجاد کرده و دارای زهکشی خوبی هنگام وقوع بارش زیاد هستند. شیب مناسب زمین معمولاً ۰-۱۵ درصد است، لکن زمینهای با شیب زیاد تا ۳۵ درصد را نیز می‌توان با اصلاحاتی در طرح به کار برد. البته محل سیستم تصفیهٔ زمینی از نوع جریان سطحی باید دارای خاک با نفوذپذیری خیلی کم و با شیبی حدود ۲-۶ درصد باشد [۳].

مرحلهٔ سوم مطالعات شناسایی شامل بررسی و تعیین پارامتر محدود کننده و بحرانی به عنوان نتیجه و اثر ترکیب دو نتیجهٔ اساسی از کل مطالعات شناسایی حاصل می‌شود. اولین نتیجه، تعیین مقدار زمین لازم و نیز تعیین محل قابل قبول برای کاربرد فاضلاب مورد نظر است. دومین نتیجه، شناسایی مواد بحرانی کنترل و محدود کنندهٔ شدت (میزان) کاربرد فاضلاب است. اولین نتیجه از نقطه نظر تأمین زمین لازم و متعاقب آن طرح مهندسی سیستم اهمیت دارد. دومین نتیجه، از این نظر بسیار مهم است که مواد محدود کننده، موارد زیر را تعیین می‌کند:

۱ـ بحرانی‌ترین پارامترها و اجزای سیستم (گیاهان، خاک، آبهای زیرزمینی ...) که بایستی به طور مداوم مورد نظارت و کنترل قرار گیرند.

۲ـ مواد مشخصی که با کنترل آنها در فرایندهای تولید فاضلاب و نیز از طریق تصفیهٔ قبلی هزینه‌های سیستم تصفیهٔ زمینی را می‌توان مستقیماً کاهش داد.

۳ـ مهمترین پارامترهایی که باید در آنالیز کیفیت فاضلاب و یا در تعیین ظرفیت پالایش خاک مورد توجه عمیق قرار گیرند.

ارتباط با مراجع قانونی و مردم ـ مراجع قانونی ذیربط بایستی در جریان امر قرار داده شوند تا ضمن استفاده از اطلاعات علمی و فنی و تجارب قبلی آنها و نیز کسب اطلاع از نظرات و دیدگاههای مردم، موجب تسهیل در اخذ مجوزهای لازم شود.

مردم ممکن است که به علت نگرانی از اثرات سوء احتمالی پروژه‌های تصفیهٔ زمینی فاضلاب بر روی محیط زیست و بهداشت عموم از خود مخالفت و مقاومت نشان دهند. لذا باید مردم را به طور مداوم در جریان اصول علمی و فنی طرح و نیز معیارها و اقدامات حفاظتی طرح قرارداد و توضیحات لازم و کافی ارائه کرد.

تهیه طرح اجرایی ـ سیستمهای متنوعی برای تصفیه زمینی فاضلاب وجود دارد که از آن جمله می‌توان از انواع روشهای آبیاری، نفوذ سریع، جریان سطحی، و جنگلکاری نام برد. در این مرحله، باید با استفاده از کلیهٔ اطلاعاتی که در مرحله مطالعات شناسایی حاصل شده، مشخصات طرح شامل اندازه و ابعاد و نوع وسایل و نیز دستورالعمل بهره‌برداری تعیین شده و نقشه‌های لازم برای ملاحظه مراجع قانونی و نیز اجرای طرح تهیه کرد. اقدامات مزبور باید برای کلیه اجزای پیشنهادی سیستم به شرح ذیل انجام شود:

۱ـ سیستم و وسایل کاربرد فاضلاب روی زمین

۲ـ انتقال فاضلاب از منبع تولید به سایت تصفیهٔ زمینی

۳ـ مخزن برای ذخیره فاضلاب به علت شرایط آب و هوایی یا عوامل بهره‌برداری از سیستم.

۴ـ سیستم گیاهی و وسایل لازم کشاورزی

1 - assimilative capacity

۵ـ اصلاحات فیزیکی روی سایت (تراس‌بندی، کنترل جریان سطحی،...)

۶ـ "مناطق بافر"[1] و خوش منظر سازی اطراف سایت

۷ـ سیستمهای کنترل

۸ـ نظارت

نتیجه گیری:

تصفیهٔ زمینی فاضلاب با توجه به مزایای آن نسبت به روشهای متداول تصفیه، می‌تواند امکان مناسبی در برنامه‌ریزی و مدیریت فاضلاب محسوب شود. از جمله مزایا و ویژگیهای این روش می‌توان به استفادهٔ مجدد از آب و مواد مغذی گیاهان و تولید محصولات کشاورزی، صرفه‌جویی در منابع آب و آسان بودن روش بهره‌برداری اشاره کرد. استفاده از این روش در ایران که دارای منابع آب محدودی است، حائز اهمیت ویژه‌ای است و لازم است برنامه ریزان و طراحان سیستمهای تصفیه فاضلاب، این روش را به عنوان یکی از امکانها ملحوظ و مورد مطالعه قرار دهند.

---

۱ - buffer zones

References:

1- U.S. Environmental Protetion Agency, Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater. EPA 625/1 : 77 : 008, (1977).

2- Dugan, G.L. & Lau, Stephen L. Sewage Irrigation and Recharge Consequences, Oahu Jour. Environmental Engineering Division, ASCE, 107: EE_4, (August 1981).

3- U.S. Environmental Protection Agency. Process Design Manual, Land Treatment of Municipal Wastewate, EPA 625/1 : 81 - 013, Cincinnati, Ohio, (1981).

4- Loehr, R.C & Overcash, Michael R. Land Treatment of Wastes: Concepts and General Design. Jour. Environmental Engineering Division, ASCE, 111:2, (April 1985).

5- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Program Operations, Evaluation of Land Application Systems. EPA-430/9 : 75 : 001, (March 1975).