Criteria of Site Selection for Irrigation by Wastewater Effluent

Safari, Gh. (M.Sc), Vaezi, F. (Ph.D), Asadi, A. (M.Sc).
Department of Envi. Health Eng. Tehran Univ. of Med. Sciences

Abstract

Municipal wastewaters are the most generally available source of wastewater that have been longly used specially for agricultural irrigation (sewage farms) in order to conserve fresh water. Although this practice often costs less than other forms of water reuse because it requires less additional treatment processes but it may cause excess risks when environmental considerations are not taken into account. In other words, agricultural reuse may degrade the quality of soil and water if required considerations not applied. Therefore, a sound program for selection of suitable site is extremely important. In this regard, the more important factors that are now essential to consider are as follow:

Proposed or existing land use, site features including topography, proximity to water bodies, level of groundwater, soil permeability, vegetation, public access and proximity to dwellings. Furthermore, water balance for the site, storage requirements, nutrient balance assessment for the site and installation and maintenance requirements for such systems are another important factors required to be considered. A brief discussion of each are present in the paper.

ضوابط انتخاب محل برای آبیاری با پساب

(دریافت ۸۱/۲/۲۵ پذیرش ۸۱/٤/۹)

غلامحسین صفری* فروغ واعظی** علی اسدی*

چکیده

فاضلاب‌های شهری متداول‌ترین منابع قابل احیا برای جبران کمبود آب محسوب می‌شوند و از دیرباز و به ویژه برای آبیاری در بخش کشاورزی (مزارع فاضلابی) مورد استفاده بوده‌اند. این عمل اگرچه، معمولاً از دیگر روش‌های بازچرخش آب کم هزینه‌تر است و مستلزم راه‌اندازی مراحل تصفیه کمتری می‌باشد، اما چنانچه ملاحظات زیست‌محیطی مورد توجه قرار نگیرد، ممکن است مخاطرات بیشتری نیز ایجاد نماید. به بیان دیگر عدم توجه به رهنمودهای اعلام شده می‌تواند منجر به نزول کیفیت آب و خاک منطقه مورد نظر گردد. در این ارتباط، اتخاذ یک برنامه صحیح در انتخاب یک محل مناسب برای آبیاری با پساب، حائز اهمیت است و راه‌گشا خواهد بود. مهم‌ترین عواملی که در زمان حاضر می‌بایست در انتخاب محل مورد توجه قرار گیرند عبارتند از : کاربری فعلی یا پیشنهاد شده زمین، ویژگی محل شامل توپوگرافی، نزدیکی به پیکره‌های آبی، عمق آب‌های زیرزمینی، نفوذپذیری خاک، گیاهان، دسترسی عمومی و نزدیکی به مناطق مسکونی، موازنه آب برای محل، نیازهای مربوط به ذخیره‌سازی، ارزیابی جهت موازنه مواد مغذی برای محل و نیازهای مربوط به ایمنی و تأسیسات لازم برای این قبیل سیستم‌ها. در این مقاله، عوامل مذکور به اختصار مورد بحث قرار گرفته است.

کلمات کلیدی : آبیاری کشاورزی، استفاده مجدد از آب، فاضلاب شهری، انتخاب محل

مقدمه

استفاده از فاضلاب در کشاورزی و آبیاری، پرسابقه‌ترین روش استفاده مجدد از آب است، اماشکل صحیح و بهداشتی این عمل که بر اساس استفاده از فاضلاب تصفیه شده استوار می‌باشد، صرفاً در قرن اخیر مطرح شده است. بخش کشاورزی با توجه به مصرف بالای آب دارای بزرگترین پتانسیل برای استفاده مجدد است. از فاضلاب شهری با جمعیت یک میلیون نفر، بعد از تصفیه، می‌توان برای آبیاری ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰ هکتار زمین استفاده نمود. استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای کشاورزی، اگرچه در اروپا، آمریکای شمالی و استرالیا از اوایل قرن اخیر مورد توجه قرار گرفته است، اما باید خاطر نشان نمود که استفاده از پساب برای آبیاری به خصوص غلات در کشورهایی مانند هند، چین و بعدها در خاورمیانه از دیرباز معمول بوده است. حتی در مناطقی که آب به فراوانی وجود دارد، استفاده مجدد پساب در حد قابل ملاحظه‌ای برای حفظ آب در حال افزایش است. وجود ازت و فسفر در فاضلاب‌های شهری، برای گیاهان ارزشمند است و در صورت استفاده مجدد از فاضلاب برای کشاورزی، علاوه بر جذب مواد مغذی توسط گیاهان، امکان صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری نیز فراهم می‌شود [۱ و ۲].

عمده‌ترین نوع استفاده مجدد از فاضلاب در اکثر کشورها برای مصارف آبیاری گزارش می‌شود، به عنوان مثال ٦٨٪ از کل استفاده مجدد از آب در کالیفرنیا برای بخش کشاورزی و آبیاری فضای سبز است [۳].

هدف کلی از استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، بهینه‌سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین است [۱]. در شکل ۱ نقش

* دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران
** استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران

بازچرخش و استفاده مجدد آب در چرخه هیدرولوژیکی نشان داده شده است [٤].

در اولین سمپوزیوم ملی احیا و استفاده مجدد از فاضلاب در سال ۱۹۹۱، شلف[1] با نمایش یک نمودار ساده (شکل ۲) اعلام کرد چنانچه بهداشت عمومی و مزایای زیست محیطی بازچرخش آب در نظر گرفته شود، در آن صورت انجام مراحل تصفیه اضافی برای بالا بردن کیفیت آب بازچرخش شده می‌تواند توجیه‌پذیر باشد. با توجه به شکل ۲ مشخص می‌شود که استفاده مجدد از فاضلاب برای آبیاری، اگرچه دارای کمترین هزینه از نظر نیاز به مراحل تصفیه می‌باشد، اما شانس خطر بیشتری به وجود می‌آورد و ممکن است بیشترین صدمات را به بهداشت و محیط زیست وارد آورد. بنابراین علاوه بر دقت در رعایت استانداردهای کیفی پساب برای آبیاری، در انتخاب محل مناسب برای آبیاری نیز، می‌باید از ابتدا دقت نمود، چون داشتن مراقبت کافی در این زمینه می‌تواند در کاهش صدمات زیست محیطی بسیار موثر باشد [٤].

رهنمودهای بهداشتی و زیست‌محیطی برای استفاده مجدد پساب در آبیاری

اگرچه کیفیت پساب تصفیه شده، ممکن است به رهنمودهای متناسب با بهداشت عمومی برای کاربری رسیده باشد، اما پتانسیل وقوع مشکلات بهداشتی خصوصاً ناشی از وجود مواد مغذی و نمک‌های راه یافته به آب‌های پذیرنده و تجمع نمک‌ها در خاک کماکان وجود دارد. در جداول ۱ و ۲ تعدادی از رهنمودهای بهداشتی و زیست‌محیطی برای استفاده مجدد پساب در آبیاری ارائه شده است. در مدیریت صحیح ضرورت توجه به کاهش احتمال صدمات زیست محیطی وجود دارد. ضرورت مزبور طبق شرایط مختلف متفاوت است [٥].

[1] Shelef

شکل ۱- نقش بازچرخش و استفاده مجدد از آب در چرخه هیدرولوژیکی [٤].

شکل ۲- مزایای استفاده مجدد از فاضلاب در برابر هزینه‌های تصفیه [٤].

جدول ۱- رهنمودهای بهداشتی برای استفاده مجدد پساب[1] [٥]

نوع استفاده مجدد	کیفیت آب احیا شده	حد تصفیه پیشنهاد شده	پایش[3] <3ML/year	پایش >3ML/year
آبیاری شهری، کنترل گرد و غبار، پیکره‌های آبی تزئینی دسترسی عموم بدون کنترل (به جز برای آبیاری زیرسطحی)	۱۰cfu/۱۰۰ml وزنه‌حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰۰۰cfu/۱۰۰ml وزنه‌حرارت-مقادیرمیانه کمتر از ۱۰۰۰cfu/۱۰۰ml م در لیتر کل باقیمانده بعد از ۳۰ دقیقه و یا م در لیتر کل باقیمانده بعد از ۳۰ دقیقه و یا ن از لحاظ کاهش پاتوژن‌ها ن از لحاظ کاهش پاتوژن‌ها ۶/۵ (در ۹۰٪ موارد) ۶ (در ۹۰٪ موارد) ≤۲NTU ≤۲NTU	ثانویه+کاهش پاتوژن به وسیله گندزدایی، برکه یا فیلتراسیون ثانویه+کاهش پاتوژن به وسیله گندزدایی یا برکه ثانویه	در۳ماه‌اول‌هفتگی و سپس ماهانه هفتگی بر حسب نیاز هر ۳ماه هفتگی ماهانه ماهانه	کلیفرم‌های‌مقاوم به حرارت ۱۴ میلی گرم در لیتر حدی معادل از لحاظ pH ۸/۵ – ۶/۵ (در ۲NTU (۲) کلیفرم‌های‌مقاوم‌به‌حرارت ۱۴ میلی گرم در لیتر حدی معادل از لحاظ جامدات معلق یا کد pH ۸/۵ – ۶/۵ (در ۰
ابیاری شهری، کنترل گرد و غبار دسترسی عموم به طور کنترل شده آبیاری زیر سطحی برای تمام اهداف پرورش گل مسکونی:	ثانویه+صاف‌سازی+کاهش پاتوژن آبیاری باغچه، فلاش توالتها، شستشوی ماشین، شستشوی دیوار، شستشوی معابر	در ۳ ماه اول هفتگی سپس هر سه ماه هفتگی هفتگی بر حسب نیاز هفتگی هفتگی هفتگی	کلیفرم‌های‌مقاوم به حرارت ۱۴ میلی گرم در لیتر حدی معادل از لحاظ pH ۸ – ۶/۵ (در ۰ ≤۲NTU
مرتع و علوفه برای حیوانات مرتع(به استثنای خوک)	ثانویه+کاهش پاتوژن‌ها به وسیله گندزدایی یا نگهداری در برکه‌ها یا لاگون‌ها	ماهانه	کلیفرم‌های‌مقاوم به حرارت سیستم‌های گندزدایی pH ۸/۵ – ۶/۵ (در
گیاهان تزئینی، چمن و محصولات غیرغذایی	ثانویه	هفتگی	کلیفرم‌های‌مقاوم به‌حرارت pH ۸/۵ – ۶/۵

ادامه جدول ۱- رهنمودهای بهداشتی برای استفاده مجدد پساب[1] [۵]

نوع استفاده مجدد	حد تصفیه پیشنهاد شده	کیفیت آب احیا شده	پایش >۳ML/year[4]	پایش <۳ML/year
محصولات غذایی در تماس مستقیم با آب آبیاری (مثلاً در روش بارانی)	ثانویه+صاف‌سازی+کاهش پاتوژن	کلیفرم‌های مقاوم به حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰cfu/۱۰۰ml	هفتگی	هفتگی
		≤۱ میلی گرم در لیتر کل باقیمانده بعد از ۳۰ دقیقه و یا حدی معادل از لحاظ کاهش پاتوژن‌ها	روزانه	روزانه
		pH ۸ – ۶/۵ (در ۹۰٪ موارد)	هفتگی	هفتگی
		≤۲NTU	بر حسب نیاز	مداوم
محصولات غذایی در تماس غیرمستقیم با آب آبیاری(مثلاً در روش غرقابی یا جوی پشته‌ای) یا آبهایی که به صورت پخته یا فرایند شده عرضه می‌شوند	ثانویه+کاهش پاتوژن	کلیفرم‌های مقاوم به حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰۰۰cfu/۱۰۰ml	هفتگی	هفتگی
		BOD/SS	ماهانه	ماهانه
		pH ۸ – ۶/۵ (در ۹۰٪ موارد)	هفتگی	هفتگی
پیکره‌های آبی تزئینی دسترسی عموم به طور کنترل شده	ثانویه	کلیفرم‌های مقاوم به حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰۰۰cfu/۱۰۰ml	ماهانه	ماهانه
		سیستم‌های گندزدایی	هفتگی	روزانه
آبزی‌پروری- زنجیره غذایی موجودات (به جز برکه‌های تکمیلی (۵ روز زمان ماند)	ثانویه	کلیفرم‌های مقاوم‌به حرارت-حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰۰۰۰cfu/۱۰۰ml	ماهانه	هفتگی
		TDS<۱۰۰۰Mg/l		
آبزی پروری- زنجیره غذایی انسان	ثانویه+صاف‌سازی+کاهش پاتوژن	کلیفرم‌های مقاوم به حرارت-مقادیر میانه کمتر از ۱۰cfu/۱۰۰ml	هفتگی	هفتگی
		≤۱ میلی گرم در لیتر کل باقیمانده بعد از ۳۰ دقیقه و یا حدی معادل از لحاظ کاهش پاتوژن‌ها	روزانه	روزانه
		pH ۸ – ۶/۵ (در ۹۰٪ موارد)	هفتگی	هفتگی
		≤۲NTU	بر حسب نیاز	مداوم

۱- مأخذ رهنمودهای NWQMS برای سیستم‌های فاضلاب- استفاده از آب احیا شده، ARMCANZ و ANZECC NHMRC

۲- با رعایت حدود مورد نظر پیش از گندزدایی، مقدار متوسط ۲۴ ساعته، از حداکثر

۳- این‌ها صرفاً رژیم‌های پایشی توصیه شده به صورت حداکثر می‌باشند.

۴- کلر باقیمانده ۱≤ میلی گرم در لیتر بعد از ۳۰ دقیقه تماس با کلر جهت اطمینان از انجام گندزدایی لازم است.

جدول ۲- رهنمودهای زیست محیطی برای استفاده مجدد پساب در آبیاری[1] [۵]

پارامتر	استاندارد پساب	پایش پساب[4] <3ML/year	پایش پساب[4] >3ML/year
میزان مواد مغذی	بار مواد مغذی می‌باید در تعادل با نیاز گیاه باشد.	در آغاز آبیاری و سپس هر ۳ ماه یکبار	در شروع آبیاری و سپس هر ۳ ماه یکبار
کل جامدات محلول	۵۰۰mg/l	برای P و N ضروری است.	برای P و N ضروری است.
هدایت الکتریکی	۸۰۰mg/l	در شروع آبیاری و سپس هر ۶ماه یکبار از لحاظ EC یا TDS ضروری است.	در شروع آبیاری و سپس هر ۳ماه یکبار از لحاظ TDS یا EC ضروری است.
نسبت جذب سدیم (SAR)	<۶		
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)	بارآلی باید به میزان ≤۴۰Kg/ha/day باشد.	در شروع آبیاری پایش SAR ضروری است.	در شروع آبیاری پایش SAR ضروری است.
pH	۸/۵-۶/۵	در شروع آبیاری پایش BOD ضروری است.	در شروع آبیاری و سپس هر ۳ماه یکبار پایش BOD ضروری است.
کلر باقیمانده	۱/۵ <میلی گرم در لیتر در جایی که رواناب احتمالاً وارد آبهای پذیرنده می‌شود.	در جدول ۱ بیان شده است.	در جدول ۱ بیان شده است.
فلزات سنگین و دیگر مواد دارای محدودیت	در جدول ۵ ارائه شده است.	فقط در صورتی که پساب از مناطق صنعتی عبور کرده باشد ضروری است.	در صورتی که پساب از مناطق صنعتی عبور کرده باشد ضروری است.

۱- مأخذ : استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری، EPA NSW، ۱۹۹۵

۲- این‌ها صرفاً رژیم‌های پایش توصیه شده به صورت حداکثر می‌باشند.

عوامل موثر در انتخاب محل برای آبیاری با پساب

عوامل ذیل بایستی در تعیین مناسب بودن محل برای آبیاری در نظر گرفته شوند:

- کاربری فعلی یا پیشنهاد شده زمین
- ویژگی محل شامل : توپوگرافی، خصوصیات زهکشی از جمله نزدیکی به پیکره‌های آبی، عمق آب‌های زیرزمینی، نفوذپذیری خاک، گیاهان، دسترسی عمومی و نزدیکی به مناطق مسکونی
- موازنه آب برای محل
- پیش‌بینی‌های لازم جهت ذخیره‌سازی برای دوره‌هایی از آب و هوای مرطوب که خاک اشباع می‌شود
- ارزیابی جهت موازنه مواد مغذی برای محل
- طراحی مناسب و نیازهای مربوط به ایمنی و تأسیسات لازم برای این قبیل سیستم‌ها

انتخاب محل

توپوگرافی : شیب‌های تا ۱۵درصد برای آبیاری مراتع مورد قبول هستند. شیب‌های تند برای گیاهانی مثل مو و غالب دیگر درختان که به صورت قطره‌ای آبیاری می‌شوند، می‌تواند به کار رود. ممکن است جهت پیشگیری از جریان یافتن رواناب‌های محلی نیاز به ساخت سکوهای حفاظتی باشد. هم‌چنین ممکن است، جهت کنترل جریان آب‌های سطحی نسبت به محل وجود زهکش‌های انحرافی با شیب تند مورد نیاز باشد [۵].

نزدیکی به پیکره‌های آبی :

محل می‌بایست حداقل ۵۰۰ متر از هر آب سطحی که به عنوان منبع آب خانگی به کار می‌رود فاصله داشته باشد، مقدار این فاصله از رودخانه‌ها، به کیفیت پساب، شیب و نفوذپذیری خاک محل بستگی دارد [۵].

آب زیرزمینی :

معمولاً حفظ حداقل عمق حدود ۳ متر نسبت به آب‌های زیرزمینی، برای تأمین شرایط هوازی در خاک و پیشگیری از آب گرفتگی سطحی ضروری می‌باشد. آب زیرزمینی بایستی از آلودگی به وسیله پساب به کار رفته شده در آبیاری محافظت شود. نگرانی عمده از این لحاظ، ایجاد آلودگی به وسیله ترکیبات نیتروژن، نمک‌ها و آلاینده‌های سمی می‌باشد.

معمولاً آبیاری بایستی بر اساس کمبود رطوبت اجرا شود. یک برنامه صحیح برای پایش آب موجود در خاک هم‌زمان با اتخاذ راه‌کارهای مناسب، به منظور متوقف کردن آبیاری، در مواقعی که میزان رطوبت خاک بالا می‌باشد، مطلوب می‌باشد. مسائل قابل توجه در ارتباط با اثرات آبیاری با پساب بر آب‌های زیرزمینی عبارتند از :

- کیفیت آب زیرزمینی منطقه
- اثرات رقیق کردن
- نزدیکی تا محل‌های برداشت آب زیرزمینی یا چاه‌های تأمین آب

گستره رقیق شدن به میزان جریان آب زیرزمینی منطقه بستگی دارد، که این امر به نوبه خود به نفوذپذیری خاک سفره آب زیرزمینی و شیب هیدرولیکی بستگی خواهد داشت. هم‌چنین مقدار رقیق‌سازی به وسعت ناحیه آبیاری با پساب بستگی دارد. یک ناحیه وسیع، اثرات بیشتری بر روی کیفیت آب زیرزمینی، در مقایسه با یک ناحیه کوچک خواهد داشت، زیرا برای کل نمک منتقل شده از یک ناحیه بزرگ‌تر احتمال رقت کمتری وجود دارد. ضروری است که معیار پایش آب زیرزمینی بر اساس شناسایی تنزل کیفیت آب زیرزمینی معین شود [۵].

خاک : خاک یکی از مهم‌ترین ملاحظات در انتخاب محل محسوب می‌شود. خاک بایستی هم برای رشد گیاه مناسب باشد و هم اثرات بالقوه مطلوب بر روی منابع آب زیرزمینی و سطحی داشته باشد. مهم‌ترین خواص فیزیکی خاک که ممکن است برای آبیاری با پساب محدودیت ایجاد کند، در جدول ۳ ارائه شده است. مناطقی با محدودیت‌های متوسط احتمالاً دارای شرایط زیر بهینه هستند و لذا به برنامه‌های کنترل و طراحی دقیق‌تر نیاز خواهند داشت. در ضمن مناطقی با محدودیت‌های بیشتر نبایستی برای آبیاری با پساب در نظر گرفته شوند. بعید به نظر می‌رسد، مناطقی که دارای محدودیت‌های جزیی هستند، تحت شرایط مختلف نگرانی ایجاد کنند، اما در ترکیب با محدودیت‌های دیگر ممکن است چندان مناسب نباشند.

جدول ۳- محدودیت‌های خاک برای آبیاری با پساب [۵].

ویژگی خاک	محدودیت			جنبه‌های محدود کننده
	خفیف	متوسط	شدید	
هدایت الکتریکی (mm/hour)	۸۰-۲۰	۲۰-۵	۵>	روان آب زیاد
خاک رویی	۸۰-۲۰	۲۰-۱	۱>	آب گرفتگی
خاک زیرین تا ۱ متر	>۱۰۰	۱۰۰-۱۰	۱۰>	همانند یک صافی ضعیف عمل می‌کند
جذب فسفر[1]				نشت فسفر به آب‌های زیرزمینی
راهنما (متوسط ۱-۰متر)	۸-۵	۵-۴	۸/۵> و ۴>	رشد بهینه گیاه را کاهش می‌دهد
pH				

۱- واحد جذب فسفر [(mg/kg)/(log10µg/l)]

جدول ۴- متوسط نیازهای آبیاری از لحاظ مقررات زیست محیطی [۵].

ماه	متوسط بارندگی (mm)	متوسط ماهیانه طشتک تبخیر (mm)	ضریب محصول*	متوسط تبخیر -تعرق (mm)	متوسط نیازهای آبیاری (mm)	متوسط نیازهای آبیاری (Km/ha/Mth)
ژانویه	۶۳	۲۵۲	۰/۹	۲۲۷	۱۶۴	۱۶۴۰
فوریه	۵۵	۲۰۰	۰/۹	۱۸۰	۱۲۵	۱۲۵۰
مارس	۵۴	۲۷۰	۰/۸۵	۱۴۵	۹۱	۹۱۰
آوریل	۵۱	۱۰۷	۰/۸	۸۶	۳۵	۳۵۰
می	۴۹	۶۸	۰/۷	۴۸	۰	۰
ژوئن	۳۸	۴۶	۰/۵۵	۲۵	۰	۰
جولای	۴۲	۵۲	۰/۵۵	۲۹	۰	۰
آگوست	۴۶	۸۰	۰/۶۵	۵۲	۶	۶۰
سپتامبر	۵۱	۱۱۲	۰/۷۵	۸۴	۳۳	۳۳۰
اکتبر	۶۶	۱۵۸	۰/۸۵	۱۳۴	۶۸	۶۸۰
نوامبر	۶۴	۱۹۳	۰/۹	۱۷۴	۱۱۰	۱۱۰۰
دسامبر	۵۳	۲۵۰	۰/۹	۲۲۵	۱۷۲	۱۷۲۰

*گیاهان

جدول ۵- حداکثر غلظت فلزات در آب آبیاری [۵] (۱).

عنصر	غلظت کل mg/l	عنصر	غلظت کل mg/l
آلومینیم	۵/۰۰	آرسنیک	۰/۱
بریلیم	۰/۱	کادمیم	۰/۰۱
کروم	۰/۱	کبالت	۰/۰۵
مس	۰/۲	آهن	۱/۰۰
سرب	۰/۲	لیتیم[2]	۲/۵
منگنز	۰/۲	جیوه	-
مولیبدن	۰/۰۱	نیکل	۰/۲
سلنیم	۰/۰۲	روی	۲/۰۰

۱- مأخذ : ANZECC (۱۹۹۲)

۲- تاکنون هیچ رهنمودی توصیه نشده است.

مناسب‌ترین خاک‌ها، خاک‌های نسبتاً نفوذپذیر دارای توانایی بیشتر در ذخیره‌سازی آب هستند. خاک‌های شنی و سنگریزه‌ای[1] از یک سو و خاک‌های رسی سنگین[2] از سوی دیگر کمترین مناسبت را دارند. توانایی نگهداری ضعیف خاک‌های شنی و سنگ‌ریزه‌ای به این معنی است که بیشتر پساب ممکن است، قبل از این که درختان بتوانند از آن استفاده کنند، به زیر منطقه ریشه کشیده شود و در نتیجه نیاز به آبیاری به دفعات مکرر ضرورت پیدا می‌کند که نتیجه نهایی آن انتقال سریع آلودگی به آب زیرزمینی می‌باشد. خاک‌های رسی سنگین احتمالاً دارای نفوذپذیری

[1] Sand and Gravelly
[2] Heavy Clay

کمتری می‌باشد، اما اگر به خوبی سامان یابند، این امر مشکلی ایجاد نمی‌کند. این نوع خاک‌ها به کاهش نفوذپذیری حاصل شده از تغییرات فیزیکی و شیمیایی در طول آبیاری با پساب بسیار حساس هستند. به طور کلی خاک‌های با نفوذپذیری و ظرفیت نفوذ کم در برابر رواناب‌ها (به دلیل آلودگی بالقوه آب‌های سطحی با مواد مغذی) و آب گرفتگی بسیار حساس هستند. این مشکلات به وسیله نمک‌های محلول از قبیل یون‌های سدیم در پساب شدت می‌یابد. خاک‌های کمی اسیدی (pH=٥-٦) عمدتاً برای ایجاد تعادل با قلیائیت جزیی اکثر پساب‌ها مناسبند. خاک‌های بسیار اسیدی (pH<٤) و یا بسیار قلیایی (pH>٨/٥) برای رشد گیاه بسیار محدودیت دارند. برای استفاده کارآمد از پساب ترجیحاً بایستی خاک‌های با عمق بیشتر از ١/٥ متر در سرتاسر محل وجود داشته باشد. خاک‌های با عمق کمتر برای مواقعی که گیاهان کوتاه ریشه پرورش داده می‌شود مورد قبول هستند [٥].

موازنه آب- سطح آبیاری:

حداقل سطح لازم به وسیله محاسبه سطح مورد نیاز برای بار مجاز تک تک پارامترهای هیدرولیکی، آلی، مواد مغذی یا دیگر پارامترهای معرفی شده در جدول ٢ و انتخاب بیشترین مقادیر از این حدود مشخص می‌شود. سطح آبیاری که بر مبنای بار هیدرولیکی مجاز می‌باشد، بایستی با توجه به متوسط بارندگی ماهیانه و میزان تبخیر و تعرق و در نظر گرفتن میزان نفوذ خاک محاسبه شود. جدول ٤ برآوردی از نیازهای آبیاری را برای طراحی برنامه زمان‌بندی آبیاری ارائه می‌دهد. نیازهای اختصاصی محل به نوع خاک و گیاه بستگی خواهد داشت.

مواد مغذی و بارهای آلی بایستی بر مبنای نیاز آبیاری (طبق‌جدول٤) باشد و غلظت‌های این پارامترها (جدول ٥) در پساب به صورت زیر قابل نمایش است:

$$LR = \frac{AR \quad conce}{١٠٠٠٠٠٠}$$

LR= میزان بار (Kg/ha/year)

AR= میزان کاربرد (L/ha/year)

conce= غلظت (mg/l)

میزان بار بایستی با انتشار مورد انتظار مواد مغذی از محیط که ناشی از جذب گیاه و دیگر فرآیندهای فیزیکی یا بیولوژیکی می‌باشد، مقایسه شود. اگر میزان بار فراتر از پتانسیل انتشار باشد، در این صورت سطح مورد نیاز بر مبنای بار مواد مغذی بایستی به صورت زیر محاسبه شود:

$$Area = \frac{EV \quad conce}{١٠٠٠٠٠٠NE}$$

Aera= مساحت (ha)

EV= حجم پساب (L/year)

NE= انتشار مواد مغذی (Kg/ha/year)

conce= غلظت (mg/l)

در صورتی که شرایط رطوبت خاک به گونه‌ای باشد که احتمال رخ دادن رواناب سطحی یا ایجاد برکه وجود داشته باشد، پساب نبایستی به کار برده شود. آبیاری با پساب بایستی فقط در شرایط آب و هوای خشک انجام گیرد. اگر در مورد آلوده شدن آب زیرزمینی نگرانی‌هایی وجود دارد، پساب بایستی فقط در مواقعی که رطوبت خاک کم است، به کار برده شود [٥].

نیازهای مربوط به ذخیره‌سازی:

انجام آبیاری در زمان‌هایی که باران به حد کافی برای جبران کمبود رطوبت خاک وجود دارد، نیاز نیست. در طرح‌های آبیاری با پساب، ذخیره‌سازی در آب و هوای مرطوب ضروری است، زیرا مقدار پساب ایجاد شده به وسیله تصفیه‌خانه معمولاً در شرایط آب و هوای مرطوب قابل تغییر نیست. هم‌چنین ذخیره‌سازی پساب ایجاد شده در ماه‌های سرد ضرورت دارد (نگاه شود به جدول ٤، ماه‌های آگوست و می).

تجزیه و تحلیل میزان بارندگی ماهیانه و اطلاعات مربوط به میزان تبخیر، برای آگاهی از این که چه موقع ممکن است نیاز به کاهش موقت یا قطع آبیاری با پساب و در نتیجه نیاز به ذخیره‌سازی به وجود آید، ضرورت دارد. محل در نظر گرفته شده برای لاگون‌های ذخیره‌سازی پساب، بایستی به دقت بررسی و برای پیشگیری از هدر رفتن به علت نشت و حفظ ارتفاع آزاد کافی، به طور مناسب طراحی شود.

بایستی به خاطر داشت، که وقتی پساب حاوی مواد مغذی برای مدت طولانی ذخیره می‌شود، گسترش جلبک‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. در چنین شرایطی، انسان‌ها و حیوان‌ها بایستی از تماس با این آب خودداری کنند.

اکسیژن‌زدایی از پساب می‌تواند در پیشگیری از رشد جلبک موثر باشد.

چنانچه، در طول دوره‌ای که آبیاری نیاز نیست، امکان انتقال پساب به سیستم مجرای فاضلاب وجود داشته باشد، ذخیره‌سازی ضرورت نخواهد داشت. هم‌چنین در شرایطی که کیفیت پساب برای تخلیه به آب‌های پذیرنده مجاز باشد، ضرورت ذخیره‌سازی پساب می‌تواند منتفی شود[٥].

سیستم‌های آبیاری:

اگرچه پساب دارای تعداد کمی از کلیفرم‌های مقاوم به حرارت می‌باشد و گندزدایی نیز می‌شود، اما این مورد ضرورتاً به معنی عدم وجود باکتری‌ها، تک یاخته‌ها و ویروس‌ها نمی‌باشد. بنابراین سیستم‌هایی توصیه می‌شوند که تماس انسان را خصوصاً وقتی که دسترسی عمومی قابل کنترل نمی‌باشد، به حداقل برسانند (مثل آبیاری زیرسطحی).

در مناطقی که آبیاری در سطح زمین انجام می‌شود، بایستی برای به حداقل رساندن خطر پخش آئروسل‌ها به وسیله باد، از آب پاش‌هایی که قطرات درشت ایجاد می‌کنند و میست‌های ریز به وجود نمی‌آورند، استفاده شود.

برای پسابی که جهت دسترسی عموم مناسب نمی‌باشد، بایستی سیستم‌های آبیاری بارانی به وسیله گیاهان حفاظت شوند و البته این سیستم‌ها نباید در نزدیکی مناطق مسکونی، جاده‌های عمومی و پارک‌ها مستقر باشند. در حالت کلی منطقه حفاظتی با شعاع ٥٠ متر برای آئروسل‌ها و ٢٠ متر برای قطرات با خیزش کم، بایستی در پیرامون محیط این محل تأمین شود. راه دیگر این است که آبیاری در طول شب انجام شود. برای جلوگیری از جریان‌های سطحی یا نشت به مناطق مجاور باید مراقبت لازم صورت گیرد.

به هر حال باید تمامی مجاری ارتباطی و لوله‌کشی برای آبیاری در این سیستم‌ها از نوع پلاستیکی باشند. سیستم‌های آبیاری را می‌توان به طور دائم با نصب خطوط لوله توزیع با حداقل قطر ١٠٠ میلی‌متر به کار گرفت.

برای پیشگیری از انجام آبیاری در زمان سیلاب‌ها و مواقعی که رطوبت خاک کافی می‌باشد، می‌توان با فراهم کردن طرح‌هایی با ایمنی بیشتر مثل سیستم‌های قطع جریان، نگرانی‌های زیست محیطی را به حداقل رساند. وجود یک سیستم پایش به منظور مشخص سازی گرفتگی‌ها برای سیستم‌های زیر سطحی ضرورت خواهد داشت [٥].

پایش عملکرد:

یک برنامه پایش مناسب، به معتبر بودن فرآیند تصفیه، روش آبیاری و ملاحظات ایمنی برای بهداشت عمومی و محیط زیست بستگی دارد.

برنامه‌های پایش منطبق با رهنمودهای بهداشتی و توصیه‌های بهداشتی و توصیه‌های ضروری دیگر در جدول ١ قابل ملاحظه است. یک گزینه قابل قبول برای پایش، با اتخاذ فرآیندهای مناسب تصفیه و اعمال بهترین مدیریت قابل حصول است، پایش مقدماتی و دوره‌ای مستلزم داشتن آگاهی از کیفیت پساب و هم‌چنین کسب اطمینان از فرآیند تصفیه می‌باشد.

در جدول ٢ رهنمودهای پایش برای مناطقی که نگرانی‌های زیست محیطی در خصوص استفاده مجدد فاضلاب وجود دارد ارائه شده است. در پایش مقدماتی و دوره‌ای خاک و آب زیرزمینی، ضرورت دارد که مشخص شود آیا تنزل شدید کیفیت آب و خاک در نتیجه استفاده مجدد فاضلاب به وجود می‌آید یا نه؟ انجام کنترل کیفیت خاک و آب زیرزمینی نیز برای نشان دادن این که، ایجاد تغییرات در اعمال کاربری فاضلاب مورد نیاز هست یا نه، لازم است [٥].

منابع و مراجع

١- ناصری، س.، تیرماه ١٣٧٨. *"روش‌ها، معیارهای بهداشتی و مدیریت طرح‌های استفاده مجدد از فاضلاب"* نشریه علمی، فنی، اجتماعی و فرهنگی آب و محیط زیست، ویژه‌نامه استفاده مجدد از فاضلاب، شماره ٣٤، صفحات٢٥-١٣.

2- Asano, T., Levine, A.D., (1998). *"Water Quality Management Library-Volume 20/Wastewater Reclamation and Reuse"*. Technomic.

3- Masashi, O. et al., (2000). *" Non-Potable Urban Water Reuse-a Case of Japanese Water Recycling"*, J.Water 21.pp 27-30.

4- Anderson, J., (2001). *"Prospects for International Guidelines for Water Recycling"*, J.Water 21,pp 16-22.

5- Australian Territory Government., (1999). *"Act Wastewater Reuse for Irrigation"*, WWW. Environment. Act. Gov. au/files/Wastewater Reuse for Irrigantion. Epp.pdf.pp 13-19.