Arch

تجزیه و تحلیل کاربرد پساب در مناطق خشک با هدف توسعه سرانه فضای سبز (مطالعه موردی شهر مشهد)

محمدعلی قنادزاده[۱]، ابراهیم علامتیان[۲]، محسن نعیمی مقدم[۳]، محمد مهدی دانشمند شیخ الاسلامی[۴]، سعید کاظمی[۵]

۱-استاد مدعو موسسه آموزش عالی خاوران – دکتری آب – عمران

۲-عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی خاوران– دکتری عمران

۳-معاون شهرداری منطقه ۸ مشهد – کارشناس ارشد

۴-دانشجوی کارشناس ارشد موسسه آموزش عالی خاوران

۵-دانشجوی کارشناس ارشد موسسه آموزش عالی خاوران

چکیده

امروزه به دلیل سیر شتابان شهرنشینی و عدم توانایی پاسخگویی محیط شهری به مشکلات ناشی از آن، شهرها در معرض آسیب‌های زیست محیطی قرار گرفته‌اند. از این رو پروژه‌های کنترل توسعه شهر و حفظ جایگاه زیست بوم طبیعی در اطراف شهرها در دستورکار سیاست‌گذاران قرار گرفته است. در این راستا و با توجه به بررسی‌های انجام شده پیشنهاد شده است که سرانه فضای سبز تا ۲۵ مترمربع در دستور کار شهرداری‌ها قرار گیرد. از آنجا که افزایش جمعیت شهری موجب کاهش سرانه فضای سبز خواهد شد، حفظ فضای سبز فعلی و توسعه آن نیازمند دستیابی به منابع آب بیشتر و پایدارتر خواهد بود. در این پژوهش پساب شهری به عنوان یک منبع تامین آب پایدار بررسی شده است. نتایج نشان داد، که برای یک دوره‌ی ۲۰ ساله، شهر مشهد برای تامین آب موردنیاز فضای سبز نیازمند تامین ۵۰ میلیون مترمکعب آب است. همچنین بررسی‌های این پژوهش نشان داد که در شرایط فعلی وضعیت کیفی پساب جهت استفاد در فضای سبز مناسب و متناسب با استانداردهای آبیاری است و نتایج تحلیل کاربرد پساب با کمک ماتریس SWOT نشان داد در شرایط فعلی نقاط قوت کاربرد پساب بیشتر از نقاط ضعف آن و تهدیدهای تامین آب از محل پساب بیشتر از فرصتهای آن خواهد بود که بایستی راهبردهای ST مورد توجه سیاستگذاران شهری قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پساب، مناطق خشک، سرانه فضای سبز، مشهد

www.SID.ir

Arch

۱. مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و توسعه شهری ضرورت برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از منابع آبی را بیش از پیش ایجاب می کند. در دهه‌های اخیر، به منظور جلوگیری از آلودگی هوا و ایجاد محیط زیست مناسب، توسعه فضای سبز در داخل و حومه شهرها افزایش یافته است. از طرف دیگر با توجه به گسترش بحران آب، مدیریت مصرف آب در شهرها با چالش‌هایی جدی رو به رو شده است، به طوری که مصارف آب فضای سبز در برخی مناطق در رقابت شدید با سایر مصارف مانند شرب و کشاورزی می‌باشد (زنگنه و همکاران، ۱۳۹۱).

فضای سبز، به عنوان بخشی از سیمای شهری، از نخستین موارد مورد نظر مسئولان توسعه شهری است. شهرها به عنوان کانون‌های متمرکز برای اینکه بتوانند پایداری خود را تضمین کنند چاره‌ای جز پذیرش ساختار متأثر از سیستم‌های طبیعی ندارند. در این میان فضای سبز به عنوان جزء ضروری و لاینفک پیکره یگانه شهرها در متابولیسم آنها نقش اساسی دارد که کمبود آن می‌تواند اختلالات جدی در حیات شهرها به وجود آورد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۱). براساس نظر کارشناسان و دانشمندان مطالعات شهری استاندارد فضای سبز برای هر انسانی که در شهرهای پرجمعیت زندگی می کند، از ۱۵ تا ۵۰ مترمربع و به طور متوسط ۳۰ مترمربع ذکر شده است (کیانی و همکاران، ۱۳۸۵). سازمان ملل متحد مساحت بین ۲۰ تا ۲۵ مترمربع برای هر نفر را به عنوان استاندارد در نظر گرفته است. این در حالیست که وزارت مسکن و شهرسازی و سازمان محیط‌زیست ایران این میزان را به ترتیب ۷ تا ۱۲ و ۳۰ تا ۵۰ متر مربع در نظر می گیرند (محمدی و صبوری، ۱۳۸۵). طبق گزارش مطالعات برنامه ریزی وزارت کشور زندگی سالم در جایی امکان‌پذیر می‌باشد که سهم سرانه هر فرد از فضای سبز در منطقه مسکونی از ۳۰ تا ۵۰ مترمربع کمتر نباشد و زمان رسیدن به پارک بیش از ۱۵ دقیقه نباشد (مجنونیان، ۱۳۷۴).

کاربرد پساب خام و تصفیه شده در کشورهای مختلف جهان از دیر باز رواج داشته است. در اغلب کشورهای پیشرفته فقط پساب تصفیه شده با رعایت استانداردهای مربوط برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از منابع پایدار تامین آب فضای سبز، پساب تصفیه شده می‌باشد. ملکیان و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی در بررسی تاثیر و مقایسه استفاده از پساب و آب چاه بر برخی خصوصیات چمن معمولی در شرایط گرم و خشک اصفهان گزارش کردند که کاربرد پساب تاثیر معنی داری بر روی رنگ‌و تراکم چمن نداشت اما میزان عملکرد و ارتفاع چمن بطور معنی داری بیشترازآب چاه شده است. همچنین مشخص شد آبیاری زیرسطحی با پساب سبب افزایش شوری لایه سطحی خاک می‌شود. سروش و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی استفاده از آب‌هایی با درصد متفاوت از لحاظ ترکیب (٪۱۰۰ آب چاه، ۵۰٪ آب چاه و ۵۰٪ پساب و ۱۰۰٪ پساب) برای آبیاری زویسیا چمن[1] و جذب عناصر غذایی توسط چمن نشان دادندکه بیشترین جذب گیاهی نیتروژن مربوط به استفاده از ۱۰۰٪ پساب بوده و بیشترین جذب پتاسیم هم در ارتباط با ۵۰٪ آب و ۵۰٪ پساب بوده است. گرهارت و همکاران (۲۰۰۶)

[1] Zoysiagrass

www.SID.ir

Arch

در بررسی اثر پساب صنعتی برج‌های خنک کننده با شوری بالا بر روی سه گونه پوشش زمین شامل رزماری، گل یخ[2] و دالئا[3] (شبدر چمنی گریگ) رایج در فضای سبز آریزونا گزارش کردند که این نوع آب بر خصوصیات رشدی آن تاثیر معنی دار نداشته است و استفاده از آن را به عنوان منبع آبی جهت آبیاری فضای سبز توصیه نموده‌اند.

انتخاب روش مناسب برای موفقیت استفاده از پساب تصفیه شده در فضای سبز اهمیت فراوانی دارد. عوامل تاثیر گذار زیادی بر این انتخاب وجود دارد که می‌بایست با توجه به شرایطی از قبیل اقلیم، امکانات مالی و لجستیکی، نزدیکی یا دوری به جوامع انسانی، کاربری فضای سبز مربوطه، نوع گونه‌های گیاهی، میزان مقاومت به این آب‌ها، قابلیت اجرا، ایجاد راندمان بالا و تناسب با وضعیت توپوگرافی منطقه هماهنگ باشد. در روش آبیاری سطحی به دلیل پخش پساب در سطح زمین، کارگران شهرداری و فضای سبز در معرض آلودگی بیشتری قرار می‌گیرند. در این روش به ویژه اگر گیاه دارای ارتفاع کمی باشد به علت نزدیکی با زمین خطر آلودگی بالا است. آلودگی در روش آبیاری شیاری در مقایسه با روش های نوار و کرتی به مراتب کمتر است (پریرا، ۲۰۰۲).

این پژوهش به بررسی پتانسیل (کمی و کیفی) استفاده از این منبع آبی در شهر مشهد از جنبه زیست محیطی در جهت توسعه فضای سبز شهر در افق ۲۰ ساله (۱۴۰۰ تا ۱۴۲۰) بر اساس وضعیت منابع و مصارف موجود می‌پردازد و اصول کلی در ارتباط با کارکرد آن را ارائه می‌دهد.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی مشهد در استان خراسان رضوی و در گسترهای به طول جغرافیایی ′۲۲ °۵۸ تا ′۷ °۶۰ و عرض جغرافیایی ′۵۹ °۳۵ تا ′۲ °۳۷ واقع شده است، این محدوده یکی از زیر حوضه‌های قره قوم می‌باشد و با کشیدگی شمال‌غرب – جنوب‌شرق در حد فاصل ارتفاعات بینالود در جنوب‌غرب و غرب و ارتفاعات کپه داغ در شرق و شمال‌شرق قرار گرفته است.

حوضه آبریز محدوده مطالعاتی مشهد از شمال به محدوده‌های مطالعاتی قوچان، شیروان و کلات نادری، از جنوب و جنوب‌شرق به محدوده‌های مطالعاتی سرجام و نریمانی، از غرب به محدوده‌های مطالعاتی نیشابور و ینگجه محدوده می‌گردد. مساحت محدوده مطالعاتی مشهد برابر ۹۹۰۹ کیلومتر مربع می‌باشد که سهم دشت و ارتفاعات معادل ۳۳۸۸ و ۶۵۲۱ کیلومتر مربع است. حداکثر ارتفاع این محدوده مطالعاتی برابر ۳۲۴۹ متر در ارتفاعات بینالود و حداقل ارتفاع نیز در خروجی سطحی محدوده (آبراهه کشف رود) در بخش شرقی برابر ۸۳۰ متر می‌باشد. شکل ۱ موقعیت این محدوده مطالعاتی را نمایش می‌دهد.

[2] Malephora
[3] Dalea greggii A. Gray

www.SID.ir

Arch

شهرهای واقع در این محدوده مطالعاتی شامل مشهد، چناران، طرقبه، شاندیز، رضویه و چکنه می‌باشد که شهر مشهد با مساحتی معادل ۳۲۸ کیلومتر مربع و متوسط ارتفاع ۱۰۱۵ متر از سطح دریا، بزرگترین شهر در این محدوده مطالعاتی است.

محدوده مورد پژوهش شهر مشهد و تصفیه‌خانه‌های احداث شده و در حال احداث شهر مشهد خواهد بود. این محدوده از نظر تقسیم‌بندی شهرداری مشهد شامل ۱۳ پهنه (مناطق ۱ تا ۱۲ و منطقه ثامن) است. ناحیه‌ها در این تقسیم‌بندی زیرمجموعه مناطق هستند که تعداد آنها در شهر ۴۸ ناحیه است و بسته به نحوه تفکیک نواحی به پیمان‌های نگهداری فضای سبز، نهایتاً حدود ۷۶ پیمان در شهر تعریف شده است (سالنامه آماری شهر مشهد، ۱۳۹۸) مجموع لکه‌ها یا گستره‌های سبز داخل شهر، بیش از ۲۰۰۰ هکتار است که کمتر از ۳۰ درصد آن، سطوح غیرسبز (مانند معابر) را شامل می‌شود. از لحاظ نوع لکه، چهار دسته کلّی «میادین، معابر، بوستانها و کمربندی» در مدیریت فضای سبز شهر مشهد مطرح هستند. بیشترین فراوانی مربوط به بوستان‌ها و معابر است، ولی از لحاظ گستره، بوستان‌ها با سهم ۶۶ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. طبق اطلاعات جمع‌آوری شده از سازمان پارکها شهرداری مشهد، ۷ تصفیه‌خانه محلی با مشخصات ارائه شده در جدول ۱ جهت آبیاری فضای سبز شهری در نظر گرفته شده است. شکل ۲ موقعیت تصفیه‌خانه‌های محلی را نشان می‌دهد.

در حال حاضر، مشهد دارای سرانه فضای سبز شهری در حدود ۱۷/۶ متر مربع بوده که در مقایسه با استانداردهای تعریف شده دچار کمبود می‌باشد (قنادزاده، ۱۳۹۸) این فضا سالانه نیازمند حدود ۲۰ میلیون مترمکعب آب می‌باشد. غالب آب مورد نیاز جهت آبیاری فضای سبز از چاه‌های آب داخل مشهد تامین می‌شود که هزینه‌های سنگینی برای شهروندان در پی دارد.

تصفیه‌خانه‌های لوکال شماره ۳، ۴ و ۵ (جدول ۱)در منطقه ۹ واقع شده‌اند و با توجه به ظرفیت محدود آنها به میزان ۴۱ لیتر بر ثانیه و نیاز آبی بوستان‌های خورشید، وفا و افرا، در این پژوهش جهت آبیاری فضای سبز نواحی تحت پوشش خود در نظر گرفته می‌شوند. تصفیه‌خانه سیدی واقع در منطقه ۷ با ظرفیت خروجی ۱۳۹ لیتر بر ثانیه می‌باشد که می‌تواند نیاز آبی منطقه ۷ و پارک غدیر با دبی مورد نیاز ۱۴۰ لیتر بر ثانیه را برآورده نماید. در مورد تصفیه‌خانه‌های آزادی، آفتاب و تصفیه‌خانه چهل‌بازه، به علت عدم وجود منابع کافی برای تامین آب مورد نیاز برای پهنه‌های ۵ تا ۱۱ و با توجه امکان عدم راه اندازی تصفیه‌خانه محلی شماره ۱ (آزادی)، در اولویت اجرایی اول سناریوی انتقال پساب تصفیه‌خانه‌های محلی آفتاب و چهل‌بازه به ایستگاه پمپاژ نمایشگاه بررسی می‌شود؛ و در اولویت دوم اجرایی انتقال پساب هر سه تصفیه‌خانه به مخزن چهارراه دلاوران جهت مصرف در فضای سبز ارتفاعات بررسی می‌شود (شکل ۱).

جهت برررسی میزان مصرف آب در فضای سبز از روش کالیفرنیا استفاده شد. لازم به ذکر است، مجموع کل تبخیر تعرق یک گیاه در طول یک دوره‌ی زمانی معین، تخمینی از مقدار نیازی است که باید به وسیلهٔ آبیاری جایگزین شود. بر این اساس و با توجه به اینکه آبیاری فضای سبز با هدف زنده نگهداشتن سیستم دفاعی گیاه و رسیدن به حد مطلوبی از رنگ، جذابیت و

www.SID.ir

Arch

7th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering and Technology
March 14, 2023
Tbilisi - Georgia
CINVU
Avicenna International Community College LLC

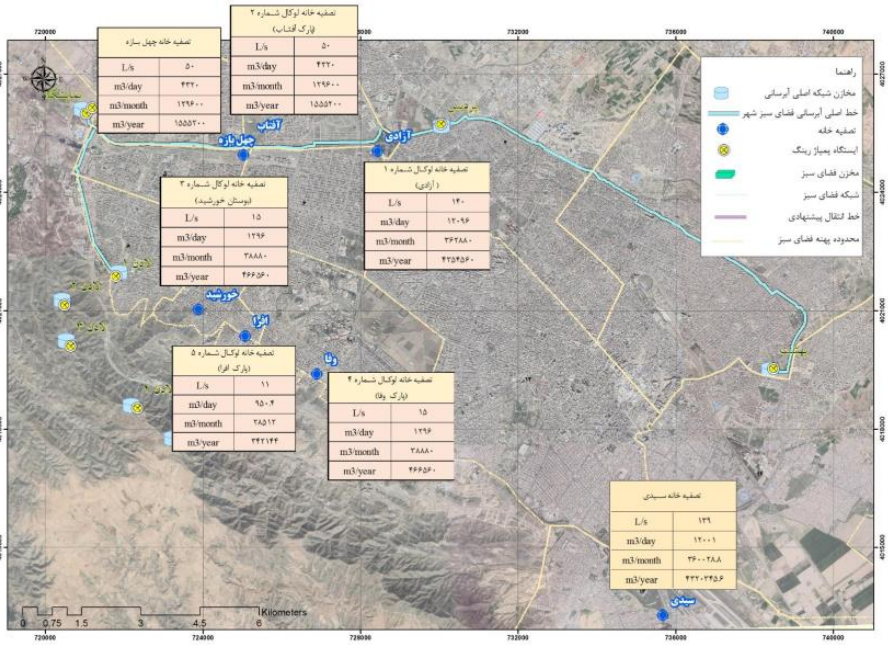
چشم نوازی و زیبائی‌های دیگر می‌باشد نیاز آبی گیاهان غیر مثمر در فضاهای سبز شهری طبق پیشنهاد دانشگاه کالیفرنیا با اعمال ضریب اصلاحی (به جای ضریب گیاه زراعی)، K_L از رابطه ۱ برآورد می گردد:

$$ET_L = K_L \times ET_0 \qquad (۱)$$

که در آن ET_L تبخیر و تعرق مربوط به گیاه فضای سبز شهری، ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع و K_L ضریب اصلاحی است که از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$K_{land} = K_{plant} \times K_{dens} \times K_{mc} \qquad (۲)$$

طبق پیشنهاد دانشگاه کالیفرنیا ضریب فضای سبز K_{land} از سه جزء ضریب گونه‌ها K_{plant}، ضریب تراکم K_{dens} و ضریب میکروکلیما K_{mc} تشکیل شده است و حاصل ضرب این ضرایب میزان ضریب فضای سبز یا K_{land} را تشکیل می‌دهند. براساس رابطه ۲ پس از محاسبه و تخمین ضریب گیاهی، میزان نیاز آبی فضای سبز بر اساس حدود توسعه در افق ۱۴۲۰ محاسبه می گردد.



شکل ۱ موقعیت تصفیه‌خانه‌های محلی مشهد

www.SID.ir

Arch

جدول ۱ مشخصات تصفیه‌خانه‌های شهرداری مشهد (سازمان پارک‌ها و فضای سبز مشهد، ۱۳۹۸)

نام تصفیه‌خانه	موقعیت / آدرس	دبی پساب خروجی			
		L/s	m^3/day	m^3/month	m^3/year
چهل‌بازه	بلوار آموزگار- انتهای دانشجو- پشت پارک پرستو	۶۰	۵۱۸۴	۱۵۵۵۲۰	۱۸۶۶۲۴۰
سیدی	بلوار ثامن- ابتدای ثامن ۱- جنب پارک غدیر	۱۳۹	۱۲۰۰۹	۳۶۰۲۸۸	۴۳۲۳۴۵۶
لوکال شماره ۱	حاشیه بلوار آزادی- آزادی ۵۰- جنب میدان آزادی	۱۴۰	۱۲۰۹۶	۳۶۲۸۸۰	۴۳۵۴۵۶۰
لوکال شماره ۲	حاشیه بلوار امام علی- حد فاصل ادیب و فلاحی- پارک آفتاب	۶۰	۵۱۸۴	۱۵۵۵۲۰	۱۸۶۶۲۴۰
لوکال شماره ۳	هاشمیه ۶۵- بوستان خورشید	۱۵	۱۲۹۶	۳۸۸۸۰	۴۶۶۵۶۰
لوکال شماره ۴	پارک وفا- تقاطع بلوار پیروزی و دلاوران	۱۵	۱۲۹۶	۳۸۸۸۰	۴۶۶۵۶۰
لوکال شماره ۵	پارک افرا- بعد از فکوری ۴۵	۱۱	۹۵۰	۲۸۵۱۲	۳۴۲۱۴۴
	مجموع	۴۴۰	۳۸۰۰۴	۱۱۴۰۲۲۰	۹۳۲۸۰۸۹

تحلیل **SWOT**

تحلیل SWOT برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ توسط دو فارغ التحصیل مدرسه بازرگانی هاروارد به نام های جورج آلبرت اسمیت و رولند کریستنسن مطرح شد. تحلیل SWOT در فرآیند تشکیل استراتژی بخش بسیار مهمی محسوب می‌شود (Duarte و همکاران، ۲۰۰۶). واژه SWOT از ترکیب حروف نخست عبارتهای نقاط ضعف، قوت، تهدید و فرصت[4] به

[4] Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats

www.SID.ir

Arch

صورت لاتین حاصل شده است. نقاط قوت و ضعف را می‌توان به عنوان عوامل داخلی و فرصت‌ها و چالش‌ها را تحت عنوان فاکتورهای بیرونی موردشناسایی قرارداد. جهت استخراج نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید از روش بارش افکار و نظر خبرگان حوزه مدیریت آب استفاده شده است؛ سپس بر اساس عوامل داخلی و خارجی پرسشنامه‌ای به صورت شکل ۳ تهیه شد. این پرسشنامه در اختیار ۳۰ نفر از خبرگان حوضه مدیریت و مهندسی آب و فضای سبز قرار گرفته و به آن پاسخ دادند و نتایج به صورت طیف لیکرت در ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت.

پرسشنامه ارزیابی کاربرد پساب در فضای سبز شهر مشهد

سلام و عرض ادب؛
پرسشنامه پیش‌رو با هدف ارزیابی کاربرد پساب در حوزه فضای سبز شهر مشهد تهیه شده است. در این پرسشنامه مزایا و معایب کاربرد پساب در فضای سبز شهر مشهد، منطبق بر نظرات خبرگان چیدمان شده است. لطفا تاثیر هریک از معایب و مزایایی ذکر شده درخصوص کاربرد پساب در فضای سبز را اعمال نمائید. بی شک نظرات جنابعالی می تواند ما را در جمع‌بندی مطالب و درک بهتر موضوعات یاری رساند.
پیشاپیش از دقت نظر و حوصله جنابعالی در تکمیل پرسشنامه سپاسگذاری می گردد
با تجدید احترام

هزینه کم انتقال پساب

1) خیلی کم
2) کم
3) نظری ندارم
4) زیاد
5) خیلی زیاد

شکل ۲ نمونهث پرسشنامه کاربرد پساب در فضای سبز

www.SID.ir

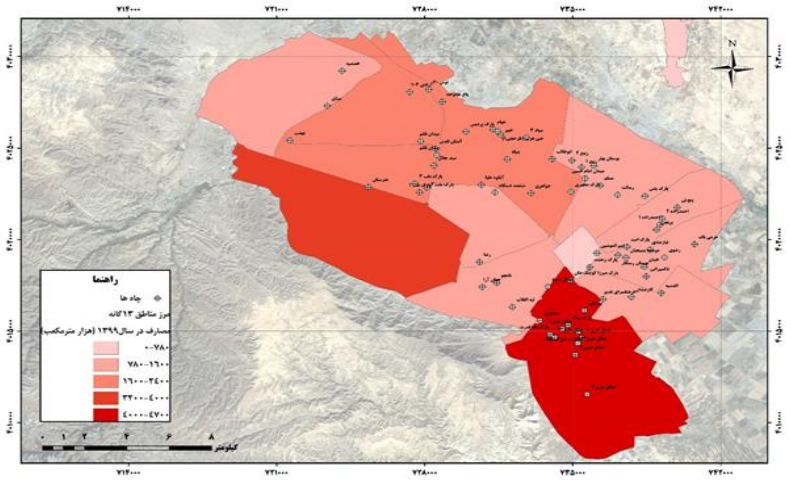
۳. نتایج و بحث

منابع فعلی مورد استفاده شهرداری مشهد برای آبیاری فضای سبز، بجز بارش باران، شامل منابع سطحی (رودخانه و سد)، منابع زیرزمینی (چشمه، قنات، چاه)، و زه‌آب می‌باشد. بررسی اطلاعات در دسترس نشان می‌دهد از مجموع این منابع، حدود ۲۰ میلیون مترمکعب قابل استحصال و کاربرد در فضای سبز شهر مشهد است (قنادزاده، ۱۳۹۸).

جدول ۲ وضعیت کمّی آب موردتوجه برای استحصال و کاربرد در فضای سبز شهر مشهد، سال ۱۳۹۸

منابع آب	واحد اندازه‌گیری	میزان برداشت
چاه های تحت تملک شهرداری	مترمکعب	۱۰۲۰۰۰۰۰
انشعابات	مترمکعب	۳۰۰۰۰۰۰
متفرقه	مترمکعب	۴۰۰۰۰۰
چاه‌های اجاره ای	مترمکعب	۲۵۰۰۰۰۰
برداشت از سدها	مترمکعب	۳۷۰۰۰۰۰
مجموع	مترمکعب	۱۹۸۰۰۰۰۰

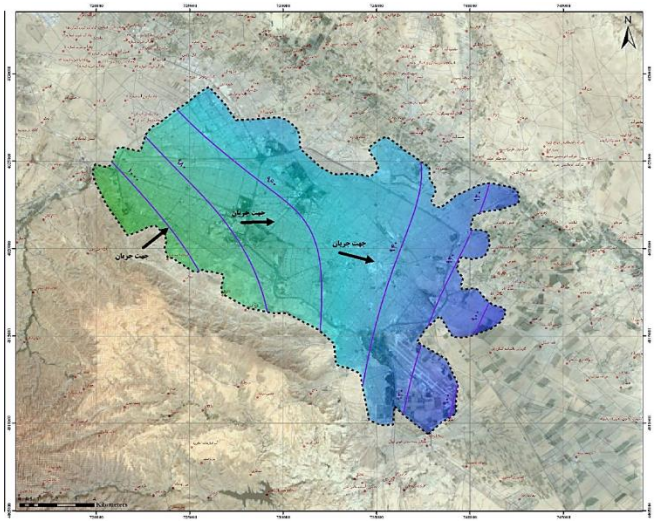
شکل ۴ توزیع حجم آب مصرفی در مناطق سیزدهگانه شهر مشهد در سال ۱۳۹۹ را نشان میدهد. با توجه به آمار اخذ شده، حجم کل مصرف در مناطق حدود ۲۱/۴میلیون متر مکعب بوده که بیشترین حجم مصرف ۴/۷ میلیون متر مکعب در سال و در منطقه ۷ و کمترین حجم مصرف ۲۰۰ هزار متر مکعب و در منطقه ثامن است(شکل ۳).



شکل ۳ توزیع نیاز سال ۱۳۹۹ در مناطق سیزدهگانه شهرداری

www.SID.ir

یکی از مهمترین منابع بالقوه ولی پایدار تامین آب، استفاده مجدد از پساب تصفیه شده است. در این رهیافت آبی که یکبار مصرف شده، دور ریختنی تلقی نمی‌گردد، بلکه تحت شرایطی می‌توان آن را دو و یا چند بار مورد استفاده قرار داد. استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری فضای سبز می‌تواند درصد بالایی از نیاز آبی این بخش را تامین نماید. اما از طرف دیگر با توجه به حساسیت جنبه‌های بهداشتی و زیست محیطی در کاربرد فاضلاب تصفیه شده در مصارف شهری، لازم است استانداردها، ضوابط و کنترل‌های ضروری به کار گرفته شود تا از هر گونه صدمه به سلامت عمومی و محیط زیست جلوگیری شود. جهت جریان آب زیرزمینی در دشت مشهد از ناحیه جنوب و جنوب غربی بطرف شمال و شمال شرقی است. یعنی جهت جریان منطبق با جهت جریانات آب‌های سطحی می‌باشد که سفره آب زیرزمینی را تغذیه می‌نماید. جهت جریان اصلی دیگر، از غرب به طرف شرق میباشد که جهت عمومی و کلی جریان آب زیرزمینی در دشت مشهد است (قنادزاده، ۱۳۹۸). (شکل ۴) و در این جهت موجب تغذیه آبخوان زیر شهر می‌شود. این جریان‌ها باعث شده است که موقعیت اکثریت منابع آبی فضاهای سبز و به تبع آن مناطق دارای آب آبیاری در شرق شهر باشد بطوریکه مناطق ۳، ۴ و ۵ شهرداری دارای مازاد آب بوده و سایر مناطق دارای کسری آب می‌باشند. به همین دلیل احتمال افزایش یا خرید منابع آبی نیز در شرق شهر بیشتر است. از طرف دیگر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر نیز که استفاده از پساب آنها جهت جبران کسری آب آبیاری شهر مدنظر می‌باشد در حاشیه‌های شرقی و شمال شهر واقع هستند. لذا با توجه به توضیحات فوق جهت متعادل کردن مناطق آبدار و غیر آبدار از طریق انتقال مازاد آب مناطق شرقی به طرف مناطق غربی و جنوبی و امکان انتقال پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر به مناطق دارای کسری آب اجرای خط لوله‌ای مناسب ضروری می‌باشد.



شکل ۴ منحنی های همتراز سطح آب زیرزمینی و جهت جریان در محدوده شهر مشهد

www.SID.ir

Arch

بر اساس اطلاعات دریافتی از دفتر بهبود محیط زیست معاونت خدمات شهری شهرداری مشهد (۱۳۹۸) تعداد ۸ تصفیه‌خانه محلی در سطح شهر (مناطق ۷، ۹، ۱۰ و ۱۱) در دست احداث بوده و یا در طرح های توسعه به اجرا خواهند رسید. با توجه به عدم منابع پایدار جهت آبیاری فضای سبز کمربند جنوبی مشهد، پیشنهاد می‌گردد که همانند قبل آب مورد نیاز مناطق ۱۰ و ۱۲ شهرداری از حلقه تعریف شده تأمین آب مورد نیاز آبیاری در مشهد تأمین گردد و با توجه به امکان آلودگی پساب و غیر مسکونی بودن محدوده کمربند سبز، از پساب حاصله از تصفیه‌خانه‌های شهری و محلی، جهت تأمین نیاز آبی فضای سبز کمربند جنوبی مشهد استفاده گردد.

وضعیت موجود و توسعه فضای سبز

در جدول ۳ مساحت محاسبه شده‌ی فضای سبز شهری و کمربندهای سبز شمالی و جنوبی شهر مشهد ذکر شده‌اند.

\ مساحت فضای سبز شهری از ۱۸۸۰ هکتار در سال ۱۳۹۹ به ۴۵۶۰ هکتار در سال ۱۴۲۵ خواهد رسید. به طور موازی با آن، کمربندهای سبز شهری از حدود ۲۵۰۰ هکتار به ۹۲۰۰ هکتار در افق ۱۴۲۵ توسعه پیدا خواهند کرد. جهت محاسبهٔ مساحت فضای سبز افق شهر و کمربندها، فرضیات زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- توسعهٔ مساحت فضای سبز شهری با بررسی طرح تفصیلی و توسعه‌ی ۱۰ درصدی فضای سبز موجود
- توسعهٔ کمربند شمالی به مقدار ۲۵ هکتار در سال و کمربند جنوبی ۲۵۰ هکتار در سال (در مجموع ۲۷۵ هکتار در سال)

محاسبه نیاز آبی سالیانه

در محاسبه نیاز آبی فضای سبز در افق ۱۴۲۰ فرضیات زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- ضریب مصرف ماه اوج حدود یک سوم ضریب مصرف سالانه
- ضریب یکسان برای کمربندهای شمالی و جنوبی

مطابق رابطه (۳) ذیل، نیاز آبی به تفکیک مناطق و کمربندها برای حال و افق مورد محاسبه قرار می گیرد..

(۲) مساحت فضای سبز (هکتار) × ضریب نیاز آبی (مترمکعب بر هکتار) = نیاز آبی (متر مکعب)

www.SID.ir

Arch

جدول ۳ محاسبهٔ مساحت حال و افق فضای سبز شهری و کمربند سبز شهر مشهد

مساحت افق فضای سبز شهری (هکتار)						
سال/نام منطقه	۱۳۹۹	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰	۱۴۲۵
منطقه ۱	۴۳	۴۷	۵۱	۵۵	۵۹	۶۳
منطقه ۲	۱۲۵	۱۶۸	۲۰۴	۲۴۰	۲۷۶	۳۱۲
منطقه ۳	۱۰۴	۱۴۹	۱۸۷	۲۲۵	۲۶۲	۳۰۰
منطقه ۴	۵۲	۷۵	۹۵	۱۱۴	۱۳۴	۱۵۳
منطقه ۵	۴۵	۸۷	۱۲۲	۱۵۷	۱۹۳	۲۲۸
منطقه ۶	۸۰	۱۲۴	۱۶۱	۱۹۸	۲۳۵	۲۷۲
منطقه ۷	۵۳۰	۶۲۵	۷۰۴	۷۸۳	۸۶۲	۹۴۱
منطقه ۸	۱۱۱	۱۳۶	۱۵۷	۱۷۸	۱۹۹	۲۲۰
منطقه ۹	۳۹۴	۵۰۵	۵۹۷	۶۹۰	۷۸۲	۸۷۵
منطقه ۱۰	۱۵۳	۱۶۹	۱۸۳	۱۹۶	۲۰۹	۲۲۲
منطقه ۱۱	۱۰۷	۱۵۴	۱۹۳	۲۳۳	۲۷۲	۳۱۱
منطقه ۱۲	۸۷	۲۰۹	۳۱۰	۴۱۲	۵۱۳	۶۱۴
منطقه ثامن	۷/۲	۷/۵	۷/۷	۷/۹	۸/۱	۸/۳
کمربند شمالی	۱۸۱	۳۳۱	۴۵۶	۵۸۱	۷۰۶	۵۳۶
کمربند جنوبی	۲۴۰۰	۳۹۰۰	۵۱۵۰	۶۴۰۰	۷۶۵۰	۸۶۴۱
سازمان پارکها	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۸
مساحت افق فضای سبز شهری (هکتار)						
سال	۱۳۹۹	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰	۱۴۲۵
شهر	۱۸۸۰	۲۵۰۰	۳۰۱۰	۳۵۳۰	۴۰۵۰	۴۵۶۰
کمربندها	۲۵۹۰	۴۲۴۰	۵۶۱۰	۶۹۹۰	۸۳۶۰	۹۱۸۰
مجموع کل	۴۴۷۰	۶۷۴۰	۸۶۲۰	۱۰۵۲۰	۱۲۴۱۰	۱۳۷۴۰

www.SID.ir

Arch

مصرف آب فضای سبز شهری مشهد از حدود ۲۵/۳ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۹ به حدود ۶۰/۳ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۲۰خواهد رسید. این افزایش حدود ۲/۴ برابری نیاز آبی، مستلزم چاره اندیشی مدیران آب شهری جهت تأمین به موقع منابع مناسب آبی است.

بنا بر ابلاغیه شرکت مدیریت منابع آب ایران (وزارت نیرو، ۱۳۹۹) حجم قابل توجهی پساب تصفیه شده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر مشهد تا افق ۱۴۲۰ به آبیاری فضای سبز شهر مشهد به حجم ۲۶ میلیون متر مکعب اختصاص یافته است. در جدول ۵ اطلاعات استعلام گرفته شده از شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد از کلیهٔ تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر مشهد به تفضیل آمده‌اند.

جدول ۴ وضعیت سالیانه منابع در اختیار خدمات شهری در وضع موجود

عنوان	وضع موجود
چاه‌های شهرداری	۱۰,۲۰۰,۰۰۰
چاه‌های استیجاری	۲,۵۰۰,۰۰۰
برداشت از سدها	۳,۷۰۰,۰۰۰
انشعابات	۳,۰۰۰,۰۰۰
متفرقه	۴۰۰,۰۰۰
تصفیه‌خانه محلی	۰
تصفیه‌خانه فاضلاب	۰
مجموع	۱۹,۸۰۰,۰۰۰
مصارف	۲۵,۳۰۰,۰۰۰
مقدار کسری	۵,۵۰۰,۰۰۰

تعیین و تبیین سناریوهای افق برای مصرف کنندگان منابع آب جهت تأمین منابع آب کافی، امری ضروریست. لذا در جهت شناخت بهتر وضعیت آینده‌ی منابع آب فضای سبز شهری در ادامه چند سناریوی تصمیم گیری در این خصوص ارائه می‌شود.

www.SID.ir

لازم به توضیح است که دوره‌ی طرح سناریوهای تأمین منابع آب تا سال ۱۴۲۰ به صورت دوره‌های ۵ ساله (۱۳۹۹ – وضع موجود، ۱۴۰۵، ۱۴۱۰، ۱۴۱۵ و ۱۴۲۰) معرفی می‌گردند.

سناریوی ۱

فرضیه‌ی کلی طرح این سناریو بر اساس وجود کم و کاستی منابع در بیشترین حالت ممکن است. در این سناریو فرض شده است که برخی از منابع آب موجود، از دسترس خارج و یا دچار کاستی منابع می‌گردند. با علم به اینکه خارج شدن از دسترس منابع آب، به صورت تدریجی اتفاق خواهد افتاد، مقدار افت هیدرولوژیکی برای هر منبع در نظر گرفته شده است. فرض افت هیدرولوژیکی بر اساس نظرات کارشناسان ناشی از تغییرات اقلیمی و افت تراز آب‌های سطحی و زیرزمینی است که در ادامه مقادیر در نظر گرفته به شرح ذیل می‌باشد:

- از دسترس خارج شدن چاه‌های تحت تملک شهرداری از سال ۱۴۱۵ به انضمام افت سالیانه ۳٪ در میزان حجم برداشت (۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- از دسترس خارج شدن چاه‌های استیجاری از سال ۱۴۰۵ به انضمام افت ۳٪ سالیانه در میزان حجم برداشت. (۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- از دسترس خارج شدن منابع آب سطحی اعم از برداشت از سدها و آب‌های متفرقه موجود
- مسلوب نمودن امتیاز انشعابات آب شرب
- بهره‌برداری از دو تصفیه‌خانه چهل‌بازه و سیدی (فاز اول) تا سال ۱۴۰۵
- بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های محلی از سال ۱۴۱۰ به بعد
- بهره برداری از تخصیص موجود از تصفیه‌خانه فاضلاب خین عرب ۱ از آغاز سناریو (دبی ۳۰۰ لیتر بر ثانیه معادل حجم ۹/۵ میلیون مترمکعب در سال)
- بهره برداری از پساب تصفیه‌خانه‌ها به ازای مسلوب شدن حجم برداشت از چاه‌ها و انشعابات تا حداکثر حجم ۲۶ میلیون مترمکعب

سناریوی ۲

هدف از طرح این سناریو، معرفی شرایط بینابینی از حالت خوشبینانه و بدبینانه دسترسی به منابع آب و تقاضا برای آنها خواهد بود. در این سناریو، افت هیدرولوژیکی منابع آب با درصد کمتر (۲٪) در سال‌های آتی اتفاق خواهد افتاد. در این سناریو منابع در اختیار شهری (چاه‌های تحت تملک) تا سال ۱۴۲۰ از دسترس خارج نمی‌شود و اغلب منابع همچون انشعابات شهری تا افق ۱۴۰۵ پابرجا خواهند بود. مطابق با فرضیات زیر این سناریو مورد بررسی قرار گرفته است:

www.SID.ir

Arch

- ابقاء چاههای تحت تملک شهرداری با ۲٪ افت هیدرولوژیکی در سال (با حجم آبدهی ۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- پلمب چاه‌های استیجاری از سال ۱۴۱۰ با درنظر گرفتن ۲٪ افت هیدرولوژیکی در سالهای بهره برداری (با حجم آبدهی ۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- ابقاء منابع آب سطحی (برداشت از سدها) تا سال ۱۴۲۵ با در نظر گرفتن ۲٪ افت هیدرولوژیکی در سال (بر اساس حجم برداشت در سال با حجم وضع موجود و مصرف کامل ۳۱ روزه در ماه اوج)
- بهره برداری از انشعابات آب شرب و منابع متفرقه آب تا سال ۱۴۰۵
- بهره برداری از دو تصفیه‌خانه چهل بازه و سیدی (فاز اول) تا سال ۱۴۰۵
- بهره برداری از سایر تصفیه‌خانه‌های محلی از سال ۱۴۱۰ به بعد
- بهره برداری از تخصیص موجود از تصفیه‌خانه فاضلاب خین عرب ۱ از آغاز سناریو (دبی ۳۰۰ لیتر بر ثانیه معادل حجم ۹/۵ میلیون مترمکعب در سال)
- بهره برداری از پساب تصفیه‌خانه‌ها به ازای مسلوب شدن حجم برداشت از چاه‌ها و انشعابات تا حداکثر حجم ۲۶ میلیون مترمکعب

سناریوی ۳

فرض اصلی ایجاد این سناریو بر وجود کافی منابع، حاشیهٔ امن در پوشش مصارف و عدم وجود دغدغهٔ تأمین آب برای مدیریت فضای سبز شهری بوده است. این سناریو به این صورت فرض شده که منابع در اختیار با افت ناچیز هیدرولوژیکی تا پایان دورهٔ طرح باقی خواهند ماند و بهره برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر نیز میسر خواهد شد. طی فرضیات ذیل این سناریو بررسی شده است:

- ابقاء چاه‌های در تملک شهرداری با ۱٪ افت هیدرولوژیکی در سال (با حجم آبدهی ۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- ابقاء چاه‌های استیجاری با درنظر گرفتن ۱٪ افت هیدرولوژیکی در سال های بهره برداری (با حجم آبدهی ۵۱۰۰ ساعت کارکرد در سال و ۶۸۰ ساعت کارکرد در ماه اوج)
- ابقاء منابع آب سطحی (برداشت از سدها) تا سال ۱۴۲۵ با در نظر گرفتن ۱٪ افت هیدرولوژیکی در سال (بر اساس حجم برداشت در سال با حجم وضع موجود و مصرف کامل ۳۱ روزه در ماه اوج)
- بهره‌برداری از انشعابات آب شرب و منابع متفرقه آب تا سال ۱۴۰۵ (به لحاظ حساسیت‌های محیط زیستی از انشعابات صرف نظر شده است)

www.SID.ir

Arch

- بهره‌برداری از دو تصفیه‌خانه چهل بازه و سیدی (فاز اول) تا سال ۱۴۰۵
- بهره برداری از سایر تصفیه‌خانه‌های محلی از سال ۱۴۱۰ به بعد
- بهره برداری از تخصیص موجود از تصفیه‌خانه فاضلاب خین عرب۱ از آغاز سناریو (دبی ۳۰۰ لیتر بر ثانیه معادل حجم ۹.۵ میلیون مترمکعب در سال)
- بهره برداری از پساب تصفیه‌خانه‌ها به تدریج تا سال ۱۴۱۵ به طور کامل تا ظرفیت ۲۶ میلیون متر مکعب

وضعیت فعلی پساب مورد استفاده در فضای سبز

در این پژوهش نمونه برداشت شده از تصفیه‌خانه پرکند آباد برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه پارامترهای مورد اشاره در جدول ۶ اندازه‌گیری شدند. بررسی نتایج نشان داد پساب خروجی تصفیه‌خانه پرکند آباد از کیفیت مناسب جهت استفاده در فضای سبز برخوردار می‌باشد.

www.SID.ir

Arch

جدول۶ نتایج اندازه گیری پساب خروجی از تصفیه‌خانه پرکند آباد

ردیف	نام آزمایش	نمونه	استاندارد آبیاری
۱	pH	6.75	۶_۸/۵
۲	EC (dS/m)	1.5	–
۳	TDS (mg/L)	975	–
۴	Cd (mmol/L)	0.01	۰/۰۱
۵	P (mg/L)	5.04	۶
۶	Cl^- (meq/L)	6.8	۶۰۰
۷	NO_3^- (meq/L)	0.1	۵۰
۸	TSS (mmol/L)	15	۱۰۰-۴۰
۹	Ca^{2+} (mmol /L)	3.6	۷۵
۱۰	Mg^{2+} (mmol /L)	3.8	۱۰۰

تحلیل **SWOT** برای کاربرد پساب در آینده

تحلیل SWOT می‌تواند برای تدوین استراتژی کاربرد پساب در فضای سبز، به‌کارگرفته شود. ایده اصلی برای استخراج استراتژی ها در این روش، ترکیب نقاط قوت و ضعف در یکسو و فرصت‌ها و تهدیدها از سوی دیگر می‌باشد. ترکیب نقاط قوت و فرصت‌ها، مؤلفه‌هایی از استراتژی را تولید می‌نماید که می‌تواند در کوتاه مدت به کارگرفته و یا به‌اجرا درآمده باشد. از سوی دیگر ترکیب فرصت‌ها با نقاط ضعف، به تولید مؤلفه‌هایی از استراتژی منجر می‌شود که می‌تواند در میان‌مدت به‌اجرا درآمده باشد. به‌همین شکل می‌توان برای سایر مؤلفه‌های استراتژیک، تهدیدات را با نقاط قوت و ضعف ترکیب نمود. بر اساس مصاحبه و نتایج پرسشنامه SWOT به شرح جدول ۷ ارائه شده است.

www.SID.ir

Arch

جدول۷ نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها در زمینه کاربرد پساب

نقاط قوت	S1	هزینه کم انتقال پساب
	S2	قدرت مدیریت شبکه پساب
	S3	شبکه بهره برداری پساب (دسترسی آسان جهت کاربرد پساب)
	S4	حذف چاه‌های بهره‌برداری و کاهش فشار بر آبخوان
نقاط ضعف	W1	بالا بودن هزینه های جاری تصفیه و انتقال
	W2	عدم امکان پایش کیفیت لحظه ای پساب
	W3	عدم امکان مدیریت کمیت آب در ماه های غیر مصرف (ماه‌های سرد سال)
	W4	عدم وجود قوانین مصوب در خصوص استاندارد کاربرد پساب
فرصتها	O1	وجود اسناد بخشی و فرابخشی جامع در کاربرد آب نامتعارف بویژه پساب
	O2	توسعه و ارتقا تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جهت بهبود وضعیت پساب
	O3	افزایش آگاهی عمومی نسبت به کاربرد پساب در بخش فضای سبز
	O4	اختصاص منابع مالی مناسب به پروژه استفاده از پساب از سوی شهرداری مشهد
	O5	معرفی پساب به عنوان منبع آب پایدار
	O6	رشد تکنولوژی تصفیه پساب
	O7	حمایت سیاستگذاران آب استان از سیاست بازچرخانی پساب
تهدید ها	T1	تصفیه ناقص فاضلاب و تولید پساب بی‌کیفیت
	T2	وجود بی اعتمادی در بخش‌های مختلف جهت کاربرد پساب از منظر افزایش بیماری ناشی از کاربرد پساب
	T3	افزایش هزینه فرایند بهبود کیفیت پساب
	T4	نگرانی در خصوص بالابردن قدرت چانه زنی سرمایه گذار
	T5	افزایش چالش های زیست محیطی همچون تخریب ساختمان خاک
	T6	افزایش هزینه به دلیل ایجاد زیرساخت های جدید

گزارشات اولیه پروژه تصفیه‌خانه‌ها به‌عنوان آخرین مطالعات جامع صورت‌گرفته در کاربرد پساب، برای تبیین وضعیت نقاط قوت و ضعف به‌صورت موضوعی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. نقاط قوت و ضعف شناسایی به شرح جدول ۸ می‌باشد.

www.SID.ir

Arch

برای شناسایی فرصت‌ها و تهدیدها از منابع مختلفی استفاده می‌شود که از جمله این منابع می‌توان به قوانین، برنامه‌ها، برنامه‌های تأمین منابع مالی، طرح‌های توسعه و مدیریت پساب اشاره نمود. عوامل فرصت و تهدید شناسایی به شرح جدول ۸ می‌باشد.

جدول ۸ ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و عوامل خارجی

	نقاط قوت **(Strengths)**	امتیاز اولیه	امتیاز ثانویه	رتبه	امتیاز نهایی(وزن)
S1	هزینه کم انتقال پساب	23	0.09	3	0.26
S2	قدرت مدیریت شبکه پساب	35	0.13	3	0.40
S3	شبکه بهره برداری پساب (دسترسی آسان جهت کاربرد پساب)	11	0.04	3	0.13
S4	حذف چاه‌های بهره‌برداری و کاهش فشار بر آبخوان	43	0.16	4	0.65
	نقاط ضعف **(Weaknesses)**	امتیاز اولیه	امتیاز ثانویه	رتبه	امتیاز نهایی(وزن)
W1	بالا بودن هزینه های جاری تصفیه و انتقال	40	0.15	2	0.30
W2	عدم امکان پایش کیفیت لحظه ای پساب	35	0.13	2	0.27
W3	عدم امکان مدیریت کمیت آب در ماه های غیر مصرف (ماه‌های سرد سال)	44	0.17	2	0.33
W4	عدم وجود قوانین مصوب در خصوص استاندارد کاربرد پساب	32	0.12	2	0.24
	جمع	**263**	**1.00**		**2.59**
	فرصت‌ها **(Opportunities)**	امتیاز اولیه	امتیاز ثانویه	رتبه	امتیاز نهایی(وزن)
O1	وجود اسناد بخشی و فرابخشی جامع در کاربرد آب نامتعارف بویژه پساب	17	0.031	3	0.090
O2	توسعه و ارتقا تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جهت بهبود وضعیت پساب	15	0.027	3	0.110
O3	افزایش آگاهی عمومی نسبت به کاربرد پساب در بخش فضای سبز	45	0.081	4	0.130

www.SID.ir

Arch

O4	اختصاص منابع مالی مناسب به پروژه استفاده از پساب از سوی شهرداری	32	0.058	3	0.140
O5	معرفی پساب به عنوان منبع آب پایدار	38	0.069	4	0.151
O6	رشد تکنولوژی تصفیه پساب	32	0.058	3	0.162
O7	حمایت سیاستگذاران آب استان از سیاست بازچرخانی پساب	39	0.071	3	0.173
	تهدیدها (**Threats**)	امتیاز اولیه	امتیاز ثانویه	رتبه	امتیاز نهایی(وزن)
T1	تصفیه ناقص فاضلاب و تولید پساب بی‌کیفیت	23	0.052	1	0.030
T2	وجود بی اعتمادی در بخش‌های مختلف جهت کاربرد پساب از منظر افزایش بیماری ناشی از کاربرد پساب	31	0.070	1	0.060
T3	افزایش هزینه فرایند بهبود کیفیت پساب	43	0.097	2	0.060
T4	نگرانی در خصوص بالابردن قدرت چانه زنی سرمایه گذار	45	0.101	2	0.040
T5	افزایش چالش های زیست محیطی همچون تخریب ساختمان خاک	43	0.097	2	0.060
T6	افزایش هزینه به دلیل ایجاد زیرساخت های جدید	41	0.092	2	0.062
	جمع	**444**	**1**		**1.15**

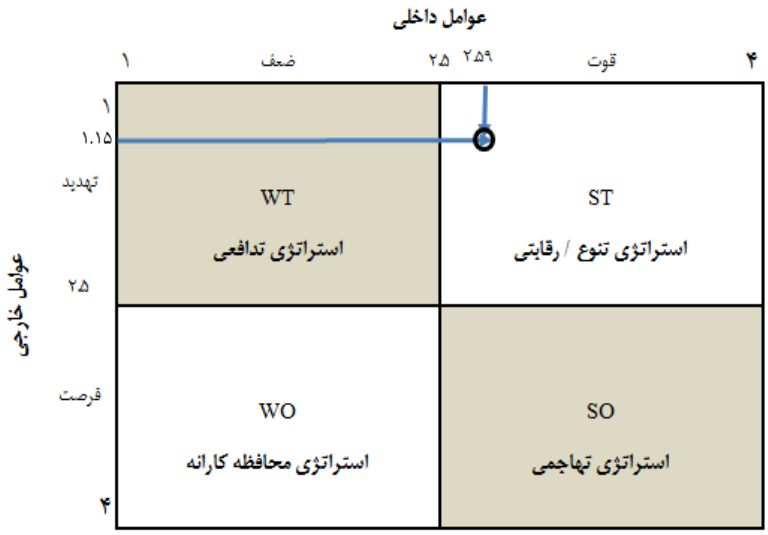
صرف نظر از تعداد عامل‌های که در ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی گنجانده می‌شود جمع نمره نهایی بین ۱ تا ۴ خواهد بود و میانگین آن ۲/۵ می‌باشد. همانطور که در جدول فوق مشاهده می‌نمائید جمع کل نمره ماتریس کمتر از ۲/۵ می‌باشد. بنابراین نتیجه می‌شود کاربرد پساب از نظر عوامل درونی دارای قوت است. همچنین نتیجه می‌شود کاربرد پساب از نظر عوامل خارجی دارای تهدید جدی است.

تعیین موقعیت استراتژیک کاربرد پساب

مطابق شکل ۱۵ چنانچه کاربرد پساب در فضای سبز در خانه‌ی یک قرار گیرد، راهبرد محافظه کارانه (حفظ ساختار درونی)؛ اگر در خانه دو قرار بگیرد، استراتژی تهاجمی (تغییر و تحول ساختار در جهت رشد و توسعه)؛ اگر در خانه سه قرار گیرد استراتژی تدافعی (تغییر و تحول ساختار) و سرانجام اگر در خانه شماره‌ی چهار باشد، استراتژی رقابتی (حفظ ساختار بیرونی) توصیه می‌شود.

www.SID.ir

برای تشکیل این ماتریس، باید نمرات حاصل از ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی و عوامل خارجی را به ترتیب در ابعاد افقی و عمودی قرار داد تا وضعیت کاربرد پساب در فضای سبز در خانه‌های ماتریس مشخص شود. در این ماتریس نمرات در یک طیف دو بخشی قوی(۲ الی ۴) و ضعیف(۱ الی ۲) تعیین می‌شود.



شکل ۹ ماتریس ارزیابی موقعیت کاربرد پساب در فضای سبز

با توجه به جدول ۸ مقادیر جمع امتیازهای نهایی عوامل درونی و بیرونی به ترتیب ۲/۵۹ و ۱/۱۵ است. از برخورد این دو عدد در ماتریس شکل ۹ نتیجه می‌شود که مجموع نقاط ضعف و تهدیدهای مربوط به کاربرد پساب در فضای سبز شهر مشهد بیشتر از نقاط قوت و فرصت‌های آن می‌باشد. بنابراین وضعیت کاربرد پساب فضای سبز از لحاظ تدوین استراتژی مناسب در ناحیه استراتژی‌های رقابتی قرار می‌گیرد. پس باید از راهبردهای حداقل – حداکثر (راهبردهای ST) برای کاهش تهدیدها و استفاده از قوت‌ها استفاده خواهد کرد.

با توجه به ماتریس ارزیابی موقعیت، راهبردهای که باید مد نظر قرار بگیرد بهتر است در ناحیه حداقل–حداکثر (استراتژی-های رقابتی) باشد. این راهبردها برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف می‌باشند. هدف سیستم در اجرای راهبردهای ST کم کردن نقاط تهدید خارجی و اتکا به قوت‌های محیط داخلی است.

تدوین راهبردها

می‌توان استراتژی‌هایی را برای کاربرد پساب در فضای سبز شهر مشهد توسعه داد. مسأله‌ای که در این میان بایستی موردتوجه گیرد آن است که، استراتژی‌های بناشده برپایه نقاط قوت و فرصت‌ها، می‌تواند به‌سرعت پیاده شده‌باشد. از سوی دیگر

www.SID.ir

استراتژی‌هایی که تلاش دارند تا بر نقاط ضعف و تهدیدات فائق آیند، به زمان بیشتری برای پیاده‌سازی و اجرا نیاز دارند. با توجه به اینکه استراتژی‌ها عمدتاً تمایل دارند تا به‌صورت متقابل مورد حمایت و پشتیبانی قرارگرفته باشند، همواره می‌توان شانسی را برای ترکیب استراتژی‌ها متصور بود. با این حال ترکیب استراتژی ها به شرح جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹ ماتریس تعیین راهبرد

ماتریس نقاط قوت و ضعف و فرصت و تهدید	نقات قوت-S • هزینه کم انتقال پساب • قدرت مدیریت شبکه پساب • شبکه بهره برداری پساب (دسترسی آسان جهت کاربرد پساب) • حذف چاه‌های بهره‌برداری و کاهش فشار بر آبخوان	نقاط ضعف-W • بالا بودن هزینه های جاری تصفیه و انتقال • عدم امکان پایش کیفیت لحظه ای پساب • عدم امکان مدیریت کمیت آب در ماه های غیر مصرف (ماه‌های سرد سال) • عدم وجود قوانین مصوب در خصوص استاندارد کاربرد پساب
فرصت‌ها-O • وجود اسناد بخشی و فرابخشی جامع در کاربرد آب نامتعارف بویژه پساب • توسعه و ارتقا تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جهت بهبود وضعیت پساب • افزایش آگاهی عمومی نسبت به کاربرد پساب در بخش فضای سبز • اختصاص منابع مالی	راهبردهای SO ۱-ارتقاء فناوری تصفیه پساب و استفاده از پساب با هدف زمینه سازی برای حفظ محیط زیست	راهبردهای WO ۱-افزایش حجم پساب تصفیه شده و استفاده مجدد از آن

www.SID.ir

Arch

مناسب به پروژه استفاده از پساب از سوی شهرداری

- معرفی پساب به عنوان منبع آب پایدار
- رشد تکنولوژی تصفیه پساب
- حمایت سیاستگذاران آب استان از سیاست بازچرخانی پساب

تهدیدات-T

- تصفیه ناقص فاضلاب و تولید پساب بی کیفیت
- وجود بی اعتمادی در بخش‌های مختلف جهت کاربرد پساب از منظر افزایش بیماری ناشی از کاربرد پساب
- افزایش هزینه فرایند بهبود کیفیت پساب
- نگرانی در خصوص بالابردن قدرت چانه زنی سرمایه گذار
- افزایش چالش های زیست محیطی همچون تخریب ساختمان خاک
- افزایش هزینه به دلیل ایجاد زیرساخت های جدید

راهبردهای ST

۱-اصلاح فرایند تصفیه پساب جهت استفاده از آن در فضای سبز در جهت اعتمادسازی عمومی

۲-تصفیه تکمیلی پساب

راهبردهای WT

۱-اصلاح ضوابط و مقررات با هدف حفاظت از پایداری و تعادل منابع طبیعی و محیط زیست

۲-ایجاد استاندارد کاربرد پساب و الزام مصرف کنندگان آب و تولیدکنندگان به رعایت استانداردها

---

www.SID.ir

Arch

٤- نتیجه گیری

مواجهه با کسری در تأمین نیاز آبی فضای سبز از دغدغه های مدیران شهری می‌باشد. در این پژوهش نسبت به معرفی سناریوهای مختلف تامین و نیاز آبی از طیف بدبینانه تا خوش بینانه حالت ممکن پرداخته شد. ملاحظه گردید با در اختیار داشتن منابع آب موجود و افزایش آن از طریق بهره برداری از پساب تصفیه شده، همچنان کسری در منابع آب واضح خواهد بود. به عنوان راهکاری پایدار پیشنهاد می گردد نسبت به بررسی و مطالعهٔ این پروژه اقدام گردد. همچنین در انتها بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از خبرگان وضعیت کاربرد پساب در فضای سبز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داد در وضعیت فعلی نقاط قوت کاربرد پساب بیشتر از نقاط ضعف آن و تهدیدهای تامین آب از محل پساب بیشتر از فرصت‌های آن خواهد بود که بایستی راهبردهای ST مورد توجه سیاستگذاران شهری قرار گیرد.

همچنین بررسی ها نشان داد توسعه فعلی و آتی فضای سبز شهر مشهد نیاز به منابع آب بیشتری دارد (بیش از ۲۰ میلیون متر مکعب). تنها راه تامین آب در بلند مدت استفاده از منابع آب نامتعارف همچون پساب می‌باشد. آنچه مسلم است در وضعیت فعلی پساب موجود قابلیت کاربرد در فضای سبز را خواهد داشت. اما در آینده با توجه به افزایش نیاز آبی فضای سبز تا حدود ۵۰ میلیون متر مکعب در سال بایستی پساب به دقت بیشتری تصفیه و کاربرد شود.

www.SID.ir

Arch

۵- منابع

۱. پری زنگنه، ع، رستم‌زاده، س، رحمانی، س. (۱۳۹۱). نقش کمربندهای سبز در کاهش آلودگی هوا، ششمین همایش ملی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشکده تهران، دانشکده محیط‌زیست.

۲. سروش ، فاطمه و همکاران (۱۳۸۷)، تأثیر پساب تصفیه شده بر جذب عناصر مغذی توسط چمن در بافت های مختلف خاک. مجموعه مقالات سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. ۱۲۸-۱۲۱.

۳. صالحی، ا، دیناروندی، م، هدایتی، ا. (۱۳۹۱). اصول و ضوابط طراحی پارک‌های شهری، انتشارات سیمای دانش، چاپ اول.

٤. کیانی، گ.، غلامی، ی و سلیمانی فارسانی، ز. (۱۳۸۵). ضوابط استانداردها، قوانین و مقررات در فضای سبز و منظر شهری، سال پنجم، شماره هشتم. انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، صفحه ۷۸-۷۳

۵. ملکیان، راحله و همکاران (۱۳۸۶)، تاثیر پساب بر برخی خصوصیات چمن برموداگراس و شوری خاک در روش های آبیاری سطحی و زیر سطحی. همایش ملی فضای سبز و منظر شهری. کیش: سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور. ۲۶۹-۲۵۶.

٦. مجنونیان، ه. ۱۳۷۴. مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها. انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران، تهران. چاپ اول، صفحه ۲۵۱.

۷. معرب، ی، کریمی، س، فروغی، ن، نیک‌زاد، و. زمستان ۱۳۹۵علوم و تکنولوژی محیط‌زیست ، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره ۳.

۸. محمدی، علیرضا و صبوری، مرضیه. (۱۳۸۵). سرانه فضای سبز شهری و تأثیر تغییرات جمعیت شهر بر آن، سبزینه شرقی، فصلنامه تخصصی فضای سبز کشور، سال پنجم، شماره هشتم.

۹. عابدی، م .ج و پ .نجفی . ۱۳۸۰ . استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی .(ترجمه)، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

۱۰. حجت نریمانی، محمدحسین ایران نژاد پاریزی، بهمن کیانی، رسول قربعلی (۱۳۹۲). اثرآبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد کاج الدار در جنگلکاری های کارخانه ذوب آهن اصفهان. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست.

۱۱. قنادزاده، مسئول مطالعات آبی مدیریت منابع آب حوزه اداره کل محیط زیست و فضای سبز شهرداری مشهد. ۱۳۹۸..

12. Carpa, A. et al (1984) subsurface irrigation tests using waste water. 10th International congress of agriculture engineering. Bud. Hungray. 18-28.

www.SID.ir

13. Golf Course Superintendents Association of America (2003) Water woes: a new solution for golf courses. At ww.gcsaa.org/news/releases/2003/june/effluent.asp
14. Oron, G., J, et al (1999) Wastewater treatment, renovation and reuse for agriculture irrigation in small communities. Agric.Wat. manage. 38: 223-234.
15. Pedro, F. and J.J. Alarcon (2009) Effects of treated wastewater irrigation on lemon trees. Desaination. 246: 631-639.
16. Pereira, L.S et al (2002) Irrigation management under water scarcity. Agric. Manage. 57:175-206.
17. Senanayak, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. 2013. Urban green spaces analysis for development planning in Colombo, Srilanka, Utilizing THEOS satellite imagery_ A remote sensing and GIS approach. Urban Forestry & Urban Greening. 12(3), 307_ 314.
18. Pescod.M.and A.Arar(1992)waste water treatment and use in agriculture.FAO irrigation drainage,paper.Rom.Italy.125P
19. Duarte, C., P. E T tkin, L., Helms, M. M & Anderson, M. S (2006). The Challenge of VeneZuelA: A SWOT Analysis.
20. Capr and B. Scicolone (2005). Assessing dropper clogging and filtering performance using municipal wastewater .Irrig. & Drain. 54: S71–S79

www.SID.ir

Arch

Analysis of wastewater application in dry areas with the aim of per capita development of green space

(case study of Mashhad)

Today, due to the rapid pace of urbanization and the inability of the urban environment to respond to the problems caused by it, cities are exposed to environmental damage. Therefore, projects to control city development and maintain the status of natural ecosystems around cities are on the agenda of policymakers. In this regard, and according to the conducted surveys, it is suggested that per capita green space up to 25 square meters should be included in the agenda of the municipalities. Since the increase in urban population will decrease the green space per capita, Maintaining the current green space and its development will require obtaining more and more sustainable water resources. In this research, urban wastewater has been investigated as a source of sustainable water supply. The results showed that for a period of 20 years, the city of Mashhad needs to supply 50 million cubic meters of water to supply the water required for green spaces. Also, the investigations of this research showed that in the current conditions, the quality of wastewater for use in green spaces is appropriate and in accordance with irrigation standards, and the results of the analysis of wastewater usage with the help of the SWOT matrix showed that in the current situation, the strengths of wastewater usage are more than its weaknesses. And the threats of water supply from the wastewater site will be more than its opportunities, so ST strategies should be taken into consideration by urban policy makers.

www.SID.ir