DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1401.5.15.4.6

فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال پنجم، شماره پانزدهم، پاییز ۱۴۰۱

اولویت‌بندی منابع تأمین آب فضای سبز و تفکیک آن از آب شرب شهری

(مطالعه موردی منطقه کرهرود اراک)

جواد وروانی[۱]، محمد حاج حیدری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۹/۰۹

چکیده

به علت محدودیت منابع آب شیرین، آلوده شدن تدریجی آنها و افزایش روزافزون جمعیت و تقاضای آب برای مصارف گوناگون، اعمال مدیریت صحیح و هوشمندانه منابع آب در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و ملی در استفاده بهینه و حفاظت منطقی آن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در این تحقیق ضمن بررسی وضعیت موجود و توسعه فضای سبز، نیاز آبی و منابع تأمین آب فضای سبز، ضوابط و مبانی طرح، گزینه‌های مختلف انتقال و توزیع آب به لحاظ فنی و اقتصادی بررسی و سناریو مناسب معرفی گردید. به طوریکه پس از تعیین موقعیت و مشخصات منابع آبی و پارک‌ها و فضای سبز حومه شهری کرهرود و همچنین حجم آب مصرفی قطعات در هر دور آبیاری، مسیر اتصال منابع آبی به قطعات فضای سبز طراحی شد. این کار ابتدا با تعیین نقاط ارتفاعی و طول مسیر شبکه (کوچه‌ها و خیابان‌ها) آغاز شد. بر این اساس بهترین مسیرهای شبکه بر اساس کوتاه‌ترین مسافت، شیب توپوگرافی و

۱ – دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده فنی– مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی–واحد اراک، نویسندهمسئول،Varvani_55@yahoo.com

۳- پژوهشگر فناوری‌های نوین دفاعی و پدافند غیرعامل دانشگاه عالی دفاع ملی M.hajheydari2021@gmail.com

هیدرولیکی که درنهایت کمترین هزینه را نیز باید در بر داشته باشد در چندین مرحله بازبینی و کنترل ترسیم شد. مبنای محاسبات انتقال آب معادلات هیزن- ویلیامز جهت محاسبه افت فشار و دیگر معادلات هیدرولیکی موردنیاز که در پیوست ارائه‌شده، بوده است. پس‌ازاین مرحله، با در نظر گرفتن مبانی و ضوابط طراحی سه سناریو اتصال و انتقال آب فضای سبز بررسی شد و درنهایت بر اساس بررسی نحوه تطبیق منابع آبی با مصارف بخش فضای سبز، با توجه به بخش نوبت‌بندی آب، مقدار منابع آب قابل‌دسترس ازنقطه‌نظر کمبود آب در افق ۲۰ ساله در هر سه سناریو بررسی شد و سناریو مناسب ارائه گردید

واژه‌های کلیدی: *فضای سبز، آب شرب، انتقال آب، کرهرود، کیفیت آب زیرزمینی*

مقدمه

به علت محدودیت منابع آب شیرین، آلوده شدن تدریجی آنها و افزایش روزافزون جمعیت و تقاضای آب برای مصارف گوناگون، اعمال مدیریت صحیح و هوشمندانه منابع آب در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و ملی در استفاده بهینه و حفاظت منطقی آن ضرورتی اجتناب‌ناپذیراست. در این تحقیق ضمن بررسی وضعیت موجود و توسعه فضای سبز، نیاز آبی و منابع تأمین آب فضای سبز، ضوابط و مبانی طرح، گزینه‌های مختلف انتقال و توزیع آب به لحاظ فنی و اقتصادی بررسی و سناریو مناسب معرفی خواهد شد. طراحی شبکه مستقل آب‌رسانی به فضای سبز با استفاده از آب خام، جداسازی شبکه آب فضای سبز از شبکه آب شرب، بهینه‌سازی سیستم آب‌رسانی و آبیاری فضای سبز با استفاده از اجرای سیستم آبیاری تحت‌فشار و کاهش هزینه‌های آبیاری فضای سبز ازجمله نیروی انسانی و سوخت ازجمله اهداف این مطالعه است. در حال حاضر مساحت فضای سبز این شهر برخلاف پتانسیل بالای منطقه ناچیز است که مهم‌ترین آن پارک کوثر در محله قدیمی کرهرود هست و در دو محله دیگر فضای سبز صرفاً در حاشیه رودخانه بناشده است. از طرفی منبع تأمین آب این مقدار فضای سبز عمدتاً آب شرب شهری است که در مباحث مربوط به مدیریت منابع آب بایستی جداسازی آب فضای سبز انجام شود.

ضرورت و اهمیت تحقیق

با توجه به اینکه نرخ رشد جمعیت در استان مرکزی ۱.٦ درصد هست و جمعیت شهر کرهرود حدود ٤٠ هزار نفر هست، در ۲۰ سال آینده جمعیت این شهر در حدود ۵۵ هزار نفر برآورد

می‌شود. بر اساس مطالعات و بررسی‌های وزارت مسکن و شهرسازی سابق، سرانه متعارف و قابل‌قبول فضای سبز شهری در شهرهای ایران بین ۷ تا ۱۲ مترمربع است که در مقایسه با شاخص تعیین‌شده از سوی محیط‌زیست سازمان ملل متحد (۲۰ تا ۲۵ مترمربع برای هر نفر) رقم کمتری است. در شهر کرهرود در حال حاضر ۱۰ هکتار فضای سبز موجود است که سرانه فضای سبز در این شهر با توجه به جمعیت این شهر ۲.۵ مترمربع هست که افزایش این رقم تا سرانه کشوری امری لازم به نظر می‌رسد. رسیدن به حد مطلوب فضای سبز و ایجاد محیطی زیبا برای همه شهروندان و فضاسازی مناسب در محله‌های سه‌گانه (شهدای صفری، شهرک ابوالفضل و محله اصلی کرهرود) به‌گونه‌ای که از محیط و فضاهای موجود بهترین استفاده را برای شهروندان داشته باشد. ضمن آنکه با ایجاد فضای سبز مناسب اکسیژن لازم به فضای شهر تزریق گردد تا از آلودگی‌هایی که توسط وسایط نقلیه و کارخانه‌های ایجاد می‌گردد جلوگیری شود و فضای مناسبی برای حال و آینده فراهم گردد. انتقال آب خام از چاه‌های موجود به عرصه فضای سبز و ایجاد شبکه آبیاری در جهت حذف انشعاب آب شهری مهم‌ترین هدفی است که در طرح فوق دنبال می‌شود. سناریوهای مختلف تهیه و توزیع آب موردنیاز فضای سبز و مشکلات فعلی سیستم تأمین آب فضای سبز از سؤالات اساسی این مطالعه به‌حساب می‌آید. در این مطالعه می‌توان مفروض داشت که سیستم سنتی آبیاری فضای سبز نسبت به سیستم‌های نوین آبیاری کارایی بهتری دارد. اما آنچه از تحقیقات گذشته برمی‌آید انتقال آب خام از چاه‌های موجود به عرصه فضای سبز و ایجاد شبکه آبیاری در جهت حذف انشعاب آب شهری مهم‌ترین هدفی است که در مطالعات مختلف تأکید شده است.

. پیشینه و ادبیات تحقیق

اسماعیلی و دری (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر جداسازی آب سرباز آب مصرفی فضای سبز در میزان کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌ها (مطالعه موردی شهر قاین) بیان می‌دارد آب کالای منحصربه‌فرد و مادهای حیاتی است. محدودیت‌های این ماده حیاتی ظرفیت‌های سایر منابع حیاتی ازجمله غذا، انرژی و حیات‌وحش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در برخی از فقیرترین و ثروتمندترین کشورهای جهان سرانه استحصال آب به دلیل مسائل زیست‌محیطی، افزایش هزینه‌ها و کمیابی در حال کاهش است. باید در نظر گرفت که توزیع جریان‌های آبی نیز در سطح جهان نامتعادل است و با توزیع جمعیت تناسب ندارد. کشور ما نیز از این امر مستثنا نبوده و به‌خصوص در استان خراسان جنوبی، که دارای کمترین میانگین بارندگی نیز هست، گام‌هایی در راستای کاهش مصرف آب شرب در فضاهای سبز شهری برداشته‌شده و شهرداری قاین نیز اقدام به اجرای طرح تفکیک آب شرب از آب مصرفی فضای سبز و استفاده از آب‌های غیر شرب جهت آبیاری فضای سبز نموده است. در این تحقیق طرح تفکیک آب شرب از آب مصرفی فضای سبز شهر قاین از دو دیدگاه اقتصادی و میزان آب شرب مصرفی موردبررسی قرارگرفته است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که بیشترین کاهش مصرف آب شرب در سال ۸۸ با حدود ٦٧ درصد هست. سال ۹۰ حدود ٤٥ درصد و سال ۸۹ حدود ۸/۳۲ درصد کاهش مصرف آب شرب شهری را نشان می‌دهد. درزمینه کاهش هزینه‌های صورت گرفته که یکی از عوامل مهم اجرای این سیستم در بدنه شهرداری‌هاست باید گفت که تنها در سه سال اول اجرای این طرح تقریباً مبلغ ۲۲۹۸ میلیون ریال صرفه‌جویی صورت گرفته است.

رزم جویی و همکاران (۱۳۹۷) در کنترل سیل و تأمین آب موردنیاز جهت آبیاری فضای سبز با استفاده از طرح مدیریت استحصال رواناب‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران) بیان می‌دارد توسعه شهرنشینی و افزایش سطوح نفوذناپذیر در بسیاری از موارد، منجر به افزایش حجم رواناب و ایجاد سیل در نواحی پایین‌دست شده است. یکی از روش‌های مفید در کاهش خطرات سیل در مناطق شهری، استحصال رواناب‌های شهری و استفاده از آن در مصارف غیر شرب هست. با توجه به توسعه شهرسازی در منطقه ۲۲ تهران و افزایش خطر سیل، و همچنین ضرورت توسعه فضای سبز در این منطقه سعی گردیده، تا استحصال رواناب شهری به‌منظور تأمین بخشی از آب موردنیاز فضای سبز این منطقه صورت گیرد. این مطالعه باهدف برآورد نیاز آبی فضای سبز منطقه ۲۲ در طول یک سال و برآورد حجم رواناب سالیانه منطقه و سپس استفاده بهینه از رواناب قابل استحصال جهت آبیاری فضای سبز هست. به همین منظور ضمن شناسایی فضای سبز منطقه پرسشنامه‌هایی تهیه و با کمک متخصصین، نیاز آبی گونه‌های موجود در منطقه طی یک سال تخمین زده شد و سپس حجم رواناب یک‌ساله حاصل از بارش‌ها محاسبه گردید. با توجه به محاسبات انجام‌شده نیاز آبی فضای سبز منطقه حدود ۱٤/۹٦۹/٥۳٤ مترمکعب هست در حالی که متوسط سالانه حجم رواناب حاصل از بارش‌ها حدود ۳۳/۲۸٥/٤٤۱ مترمکعب تخمین زده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده چنانچه بتوان با مدیریت اصولی یک‌چهارم از این رواناب که حدود ۸/۳۲۱/۳٦۰ مترمکعب است را کنترل و به مصرف آبیاری فضای سبز منطقه رسانید، می‌توان حدود ٥٥/٥ درصد از آب موردنیاز این بخش، که در حال حاضر با صرف هزینه و از طریق تانکر تأمین می‌گردد را جبران نمود. با توجه به یافته‌های تحقیق و شرایط موجود، روش‌هایی ازجمله سد خاکی،

پشته‌های هلالی و لوزی شکل درجاهایی مثل پارک‌های جنگلی چیتگر، وردآورد، لتمان و خرگوش دره می‌تواند به‌عنوان الگوی مناسب استحصال آب در منطقه پیشنهاد گردد.

بابایی و همکاران (۱۳۹۹)، در محاسبه نیاز آبی فضای سبز شهری با استفاده از روش کالیفرنیا (مطالعه موردی: منطقه ٤ شهرداری تهران)، بیان می‌دارد توسعه فضای سبز شهری و کاهش منابع آبی، نگرانی‌های تأمین آب برای آینده را افزایش می‌دهد. در همین راستا محاسبه اصولی نیاز آبی گیاهان فضای سبز، نقش مهمی در استفاده بهینه از آب دارد. این پژوهش به‌منظور تعیین نیاز آبی فضای سبز منطقه ٤ شهرداری تهران و محاسبه منابع آبی موردنیاز کل فضای سبز منطقه صورت انجام شد. برای تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز، از روش کالیفرنیا (wucols)و جهت محاسبه تبخیر و تعرق مرجع و مقدار بارندگی مؤثر، از داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی شمال تهران در بازه ۳۰ ساله (۱۳٦٥–۱۳۹٥) استفاده شد. مساحت خالص فضای سبز منطقه موردمطالعه ٥٦٨۳ هکتار به دست آمد که شامل ۲۱٥/۲۰ هکتار بوستان شهری، ٥۳۱۱/۷۳ جنگل‌کاری و ۱٥٦/۳ هکتار سایر تقسیمات فضای سبز بود. راندمان آبیاری در این منطقه به‌طور متوسط ۳٥ درصد برآورد شد. نتایج نشان داد که میزان حجم آب موردنیاز سالانه برای آبیاری کل فضای سبز منطقه موردنظر در حدود ٤٨/٦ میلیون مترمکعب باراندمان ۳٥ درصد و در حدود ٤۷/۳ میلیون مترمکعب باراندمان ٤٥ درصد برآورد شد. بنابراین با سناریوی افزایش راندمان آبیاری تنها به میزان ۱۰ درصد، ۱/۳ میلیون مترمکعب در سال، صرفه‌جویی در منابع آب موجود صورت خواهد گرفت. با توجه به میزان آب قابل‌برداشت از منابع آبی منطقه که برابر با ۲۳/٦۲ میلیون مترمکعب در سال هست، کمبود منابع آبی سالانه

منطقه محاسبه و میزان آن برابر ۲٤/۹۸ میلیون مترمکعب باراندمان ۳۵ درصد تخمین زده شد که این مهم، مدیریت دقیق و راهکارهای عملیاتی فوری را می‌طلبد.

انصاری و همکاران (۱٤۰۰) در تحقیقی بیان می‌دارند تحقیق تبخیر و تعرق گیاهان فضای سبز شهری محدوده منطقه یک شهرداری تهران به مساحت خالص ۱۵۳۵/٤ هکتار با استفاده از سه روش WUCOLS، IPOS و PF برآورد گردید. محدوده مطالعاتی شامل ۵۲ گونه مختلف گیاهی هست. جهت محاسبه تبخیر و تعرق مرجع و مقدار بارندگی مؤثر، از داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی شمال تهران در بازه ۳۰ ساله (۱۳٦۵-۱۳۹۵) استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیاز آبی محاسبه‌شده مربوط به روش PF به میزان ۷۸٦/۷۲ میلی‌متر در سال و کمترین آن مربوط به روش IPOS به میزان ۳۷۸/۰۸ میلی‌متر در سال هست. همچنین نتایج این پژوهش حاکی از آن است که روش WUCOLS با مجموع مقدار نیاز آبی محاسبه‌شده ۷۷۱/۳۳ میلی‌متر در سال، به علت داشتن پارامترهای بیشتر و کامل‌تر و ارتباط مناسب‌تر با تمامی اهداف مدنظر در فضای سبز شهری، روشی مناسب‌تر برای برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری هست.

امینی و همکاران (۱٤۰۱) در پژوهشی با در نظر گرفتن متغیرهای اقتصادی و فنی، بهینه‌سازی سطح زیر کشت به تفکیک شهرستان در غرب استان اصفهان انجام دادند. با توجه به خشک‌سالی‌های فراوان، معمولاً امکان افزایش تخصیص آب وجود ندارد و بنابراین عامل محدودکننده حجم آب هست. به همین خاطر است که عوامل دیگر ازجمله زمین‌های زراعی، نیروی کارگر و نهاده‌های دیگر عامل محدودکننده جدی تلقی نمی‌شوند. با توجه به این

محدودیت‌ها، یک مدل برای بهینه‌سازی گیاهان زراعی ایجاد شد تا مدیریت کنونی را بهبود بخشد.

افشارتبار و همکاران (۱۴۰۱) در اولویت‌بندی کشت محصولات زراعی آب اندوز بر اساس اصل مزیت نسبی، بیان می‌دارند با رشد جمعیت در سال‌های اخیر و به دلیل قرارگیری ایران در مدار گرم زمین و درنتیجه وقوع خشک‌سالی‌های متوالی در مناطق مختلف کشور سبب لزوم توجه جدی به بحث مزیت نسبی جهت تأمین امنیت غذایی و امنیت استراتژیک کشاورزی در تأمین محصولات زراعی شده است شده است. در این تحقیق برای تعیین الگوی کشت مناسب با استفاده از سه مزیت نسبی آشکارشده شامل مزیت سطح زیر کشت، مزیت عملکردی و معکوس مزیت آبی، شاخصی ترکیبی ساخته‌شده است که رتبه‌بندی مناسبی از محصولات زراعی فاریاب یک استان و همچنین رتبه‌بندی مناسبی از استان‌هایی که یک محصول را کشت می‌کنند به دست دهد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که الگوی کشت در اغلب مناطق کشور صحیح نیست و صرفاً تا حدودی بر اساس مزیت عملکردی و مزیت سطح زیر کشتی اقدام به تولید یک محصول می‌کنند و توجهی به مزیت آبی ندارند و منافع ملی در این تولیدات در نظر گفته نمی‌شود. توصیه می‌شود بر اساس نیاز مصرفی کشور هرساله به کشاورزان هر منطقه بر اساس مزیت نسبی، مزیت عملکردی و مزیت آبی محاسبه‌شده و اولویت‌بندی‌های انجام‌شده، الگوی کشت مناسب اعلام شود و جهت افزایش عملکرد آن‌ها از ارقام پربازده و آب اندوز استفاده کرد.

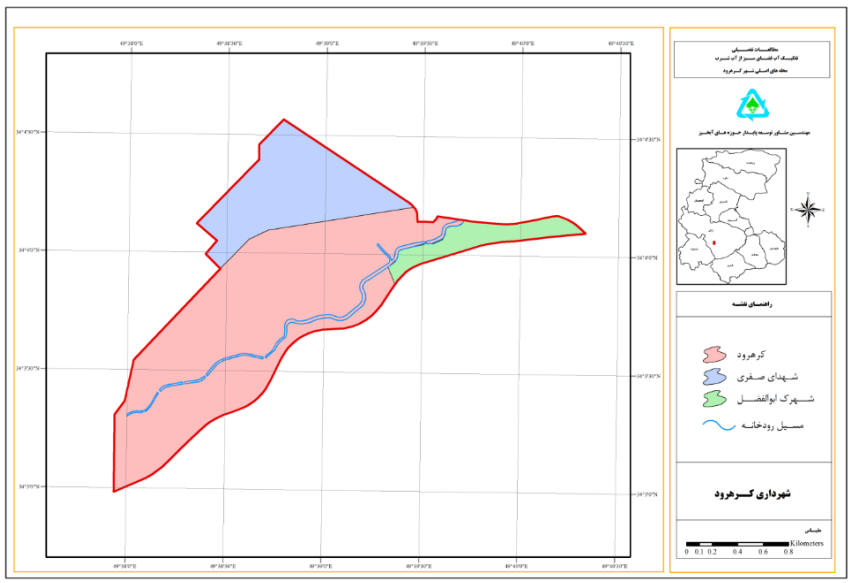
شوشتریان و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی کاربرد پساب‌های شهری تصفیه‌شده در آبیاری گیاهان فضای سبز شهری مشهد بیان می‌دارند: ز عوامل مهم محدودکننده گسترش فضاهای

سبز شهری، تأمین آب جهت آبیاری گیاهان هست. مشهد به‌عنوان دومین شهر پرجمعیت ایران، سالانه پذیرای میلیون‌ها گردشگر خارجی و داخلی هست. این حجم از جمعیت و گردشگر سبب ایجاد فشار مضاعف در برداشت خارج از حد، از منابع آبی شده است. مشهد دارای سرانه فضای سبز شهری در حدود ۹/٦ مترمربع به ازای هر شهروند بوده که در مقایسه با استانداردهای تعریف‌شده دچار کمبود هست. این فضا سالانه نیازمند ۲۲/۵ میلیون مترمکعب آب هست، در همین حال سالانه میزان ۵ میلیون مترمکعب کمبود نیز دارد. غالب آب موردنیاز جهت آبیاری فضای سبز از چاه‌های آب اطراف مشهد تأمین می‌شود که هزینه‌های سنگینی برای شهروندان در پی دارد. یکی از منابع آب شیرین، در دسترس و دارای ارزش غذایی نسبی، پساب تصفیه‌شده هست. هم‌اکنون در دنیا از این منبع جهت آبیاری بخشی از فضاهای سبزی چون زمین‌های ورزشی، کمربندهای سبز، فضای سبز کارخانه‌های و پارک‌ها و فضای سبز اماکن عمومی استفاده می‌شود. در ایران نیز چند سالی است که استفاده از این منبع موردتوجه قرارگرفته است. احتمال ایجاد خطرات زیست‌محیطی، کسب استاندارد کیفی پساب خروجی از تصفیه‌خانه و واکنش‌های متفاوت گونه‌های گیاهی در کاربرد آن، مبین این امر بوده که استفاده از پساب تصفیه‌شده هنوز هم دارای پیچیدگی‌هایی است. بنابراین، جهت کاربرد آن، به‌ویژه در محیط‌های نزدیک به جوامع انسانی، می‌بایست مطالعات دقیقی صورت پذیرد. درنهایت این مقاله به بررسی پتانسیل استفاده از این منبع آبی در مشهد پرداخته و اصول کلی در ارتباط با کارکرد آن ارائه داده است.

روش‌شناسی

منطقه موردمطالعه

حوزه آبخیز شهری کرهرود ازنظر تقسیمات سیاسی جزء استان مرکزی بوده و در شهرستان اراک بخش مرکزی واقع است. این آبخیز شهری با مساحت ۳۳۰/۲۴۳ هکتار در بین طول‌های جغرافیایی ″۱۹ ′۳۷ °۴۹ تا ″۳ ′۴۰ °۴۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۵ ′۰۲ °۳۴ تا ″۴۱ ′۰۳ °۳۴ شمالی، در خروجی حوزه آبخیز قره کهریز قرارگرفته است که زهکش اصلی آن به تالاب کویری میقان ختم می‌شود. شهر کرهرود از شمال شرق به شهر اراک، از شمال غرب و غرب به شهر سنجان، و از جنوب به کوه‌های مرزی حوزه محدود می‌شود. شکل ۱ مشخصات فیزیوگرافی منطقه را بازگو می‌کند.



شکل ۱- موقعیت منطقه شهری کرهرود

روش اجرایی طرح

یافته‌ها

نتایج راهبردهای تدافعی (WT)

-ایجاد ستاد مقابله با پدیده بیابان‌زایی در سطح استان و استفاده از کارشناسان نخبه بومی منطقه آشنا جهت هماهنگی ارگان‌های مختلف درگیر در کنترل بیابان‌زایی و جلوگیری از موازی کاری آن‌ها.

-اصلاح قوانین بهره‌برداری از منابع طبیعی در کاربری‌های مختلف و اعمال و ارجحیت ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی و توسعه پایدار در بخش صنعت و معدن در سطح استان.

- تحول در نظام کشاورزی سنتی و کشت محصولات باارزش اقتصادی بالاتر و مصرف کمتر آب و همچنین استفاده از فنّاوری‌های جدید در بخش کشاورزی جهت کاهش مصرف آب.

هواشناسی

در این مطالعه برای تحلیل فاکتورهایی از قبیل بارش، دما، رطوبت و نوع اقلیم به‌طور عمده از آمار ایستگاه‌های باران‌سنجی، تبخیرسنجی و کلیماتولوژی یک منطقه استفاده‌شده است و مهم‌ترین پارامترهایی که موردمطالعه و بررسی قرارگرفته‌اند، شامل تحلیل بارندگی سالیانه، فصلی، ماهانه و حداکثر روزانه، ریزش‌های جوی کوتاه‌مدت، درجه حرارت، وضعیت باد، اقلیم، تبخیر و تعرق و غیره هست.

با توجه به اینکه آبخیز شهری کرهرود فاقد ایستگاه هواشناسی بوده و از طرفی در مجاورت شهر اراک است (که از داده‌های بلندمدت اقلیمی برخوردار است)، لذا مبنای مطالعات بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک اراک است (جدول ۱).

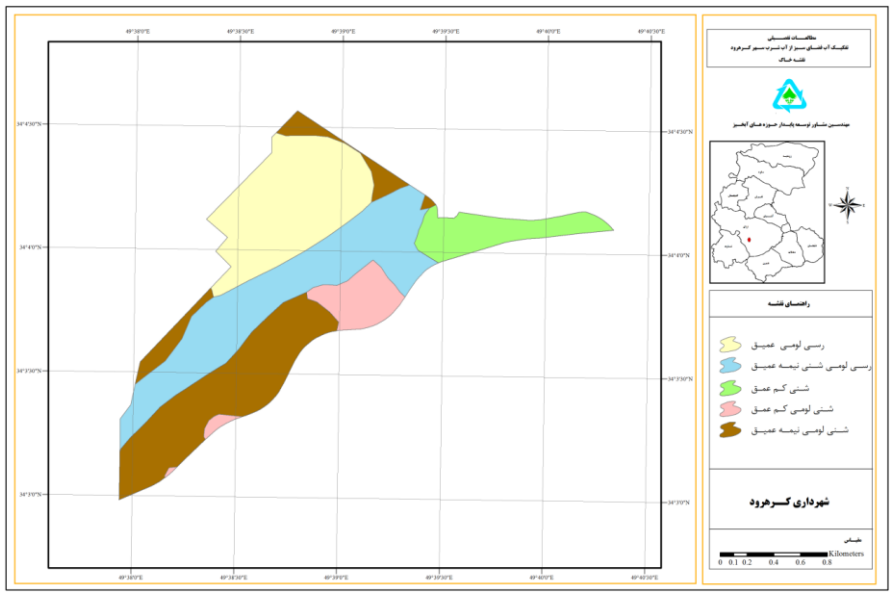
ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول شرقی (درجه دقیقه)	عرض شمالی (درجه دقیقه)	دوره آماری مطالعاتی
اراک	۱۷۰۸	٤٦-٤٩	٠٦-٣٤	۱۳۵۵-۱۳۸٤

جدول ۱- مشخصات ایستگاه سینوپتیک اراک

خاک

خاک به‌عنوان بستری برای محل استقرار و رشد گیاهان در ارزیابی‌های اکولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بافت خاک یکی از خصوصیات فیزیکی خاک هست. همچنین از خصوصیات ثابت است و کم تغییرپذیر است. بخش معدنی خاک شامل ذراتی است که

ازنظر اندازه دامنه وسیعی را نشان می‌دهد که عبارت‌اند از ذرات شن، سیلت و رس، این ذرات دارای خواص کانی‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها می‌باشند که برحسب اندازه آنها را می‌توانیم در گروه‌های مختلفی قرار دهیم. شکل ۲ پراکنش و جدول ۳ خصوصیات خاک منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲- پراکنش نوع خاک در منطقه شهری کرهرود

نوع خاک	ژئومورفولوژی	نوع	حاصلخیزی
رسی لومی عمیق	پادگانه‌های آبرفتی جوان	نیمه تحول یافته–سنگریزه دار– شیب کم رسوب حمل شده	عالی
رسی لومی شنی نیمه عمیق	پادگانه‌های آبرفتی قدیمی	خاک‌های ثانویه حمل شده در اثر یخبندان	خوب تا متوسط
شنی لومی کم‌عمق	اسلیت و سنگ‌آهک کریستالین	بدون تکامل –درشت‌بافت – فرسایش یافته	کم
شنی لومی نیمه عمیق	پادگانه‌های آبرفتی جوان	خاک‌های ثانویه حمل شده به کمک سیل و درشت‌بافت یا سنگ	متوسط
شنی عمیق	پادگانه‌های آبرفتی جوان	تحول کم–سنگریزه دار با شیب زیاد–	کم تا متوسط
شنی کم‌عمق	اسلیت و سنگ‌آهک کریستالین	بدون تکامل سنگلاخی ولینوسل یا ریگوسل ووارزیه ای	خیلی کم تا کم

جدول ۳- خصوصیات خاک منطقه موردمطالعه

طبق جدول ۳، بافت خاک منطقه در محدود شهری رسی لومی شنی نیمه عمیق تا رسی لومی عمیق است که بر روی پادگانه‌های آبرفتی قرار دارد و محدودیتی ازلحاظ کشت به وجود نمی‌آید. اما در ارتفاعات مجاور خاک شنی لومی کم‌عمق تا نیمه عمیق دیده می‌شود که محدودیت کشت را برای برخی از انواع پوشش نظیر چمن با محدودیت مواجه می‌سازد. لذا در این مناطق، عملیات تسطیح به همراه تعویض خاک و تقویت کودی ضروری است.

منابع آب سطحی

منابع آب سطحی یک آبخیز شهری معمولاً از رواناب ناشی از وقایع سیلابی نشأت می‌گیرد که با جریان در رودخانه و ذخیره به هنگام آن می‌توان مدیریت صحیحی در مصرف آب داشت. رودخانه شهر کرهرود از کوه‌های قره کهریز سرچشمه گرفته که پس از مشروب کردن اراضی تعدادی از روستاهای بالادست و عبور از شهر کرهرود و اراک، درنهایت به کویر میقان می‌ریزد. این رود فصلی است و در تابستان خشک می‌شود.

با استفاده از مقادیر بارش در پایه‌های زمانی ٢٤ و با دوره برگشت‌های مختلف از ایستگاه سینوپتیک اراک و با در نظر گرفتن شماره منحنی برابر ۹۰ برای منطقه شهری، میزان ارتفاع و حجم رواناب محاسبه شد.

زمان / دوره برگشت	P5(min)	P10(min)	P15(min)	P30(min)	P1(hr)	P2(hr)	P3(hr)	P6(hr)	P12(hr)	P24(hr)
2	2.75	5.21	5.4	7.49	9.48	12.79	15.96	23.88	30.94	32.8
5	4.83	9.15	9.49	13.15	16.64	20.45	24.09	33.19	41.29	42.6
10	5.6	10.63	11.01	15.27	19.32	23.67	27.82	38.2	47.45	48.9
25	6.72	12.75	13.22	18.32	23.19	28.12	32.84	44.63	55.14	56.6
50	7.63	14.48	15	20.79	26.32	31.65	36.74	49.47	60.81	62.2
100	8.62	16.36	16.95	23.5	29.74	35.41	40.83	54.39	66.46	67.7

جدول ٤- مقادیر بارش با دوره بازگشت‌های مختلف در منطقه موردمطالعه

حجم رواناب بارش ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (میلیون مترمکعب)						حجم رواناب بارش ٦ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (میلیون مترمکعب)						حجم رواناب بارش ۲ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (میلیون مترمکعب)					
۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
/۷ ۲۸ ٦	/۰ ٥٤ ۰	/۹ ۷۳ ۰	/٥ ۹۸ ۷	/٦ ۱۱۸ ۷	/٤ ۱۳۹ ۳	/۳ ۱۱ ٥	/٦ ۲۹ ٥	/۰ ٤۱ ۹	/٤ ٥۹ ۹	/۰ ۷٤ ۹	/٥ ۹۱ ۱	٥ / ٦	/٥ ٦۷	/۱ ۱۱ ۲	/٦ ۱۸ ۸	/۱ ۲٦ ۱	/۲ ۳٤ ۸

جدول ٥- حجم رواناب به ازای بارش با پایه‌های زمانی ساعتی و دوره برگشت‌های مختلف در زیر حوزه‌های آبخیز موردمطالعه

حجم رواناب بارش ۳۰ دقیقه با دوره برگشت‌های مختلف (میلیون مترمکعب)						حجم رواناب بارش ٦ دقیقه با دوره برگشت‌های مختلف (میلیون مترمکعب)					
۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۰/٦	۷/۹	۱۸/٦	٤۳/۵	۷۱/۹	۱۰۹/۵	۰/۰	۰/۱	۰/۲	۰/٤	۰/٦	۰/۹

جدول ٦- حجم رواناب به ازای بارش با پایه‌های زمانی دقیقه‌ای و دوره برگشت‌های مختلف در زیر حوزه‌های آبخیز موردمطالعه

کیفیت آب سطحی

نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده در زمان بارش از قسمت‌های مختلف شهر به آزمایشگاه منتقل‌شده و پارامترهای کیفی آب شامل آنیون‌ها، کاتیون‌ها و عناصر سنگین مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول ۷ پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده نمونه‌های مختلف آب را نشان می‌دهد.

مشخصات نمونه	Ec (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	PH	املاح (میلی‌اکی‌ولان بر لیتر)						TDS(میلی‌گرم بر لیتر)	عناصر (میلی‌گرم بر لیتر)				
			HCO3-	CO3-	CT	SO4-	Na+	Ca+++Mg++		Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
داخل شهر (A)	۵۴۳	۸/۵	۲/۳	۰/۰	۲/۵	۰/۷	۱/۰	۴/۵	۲۷۱	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۱۳	-

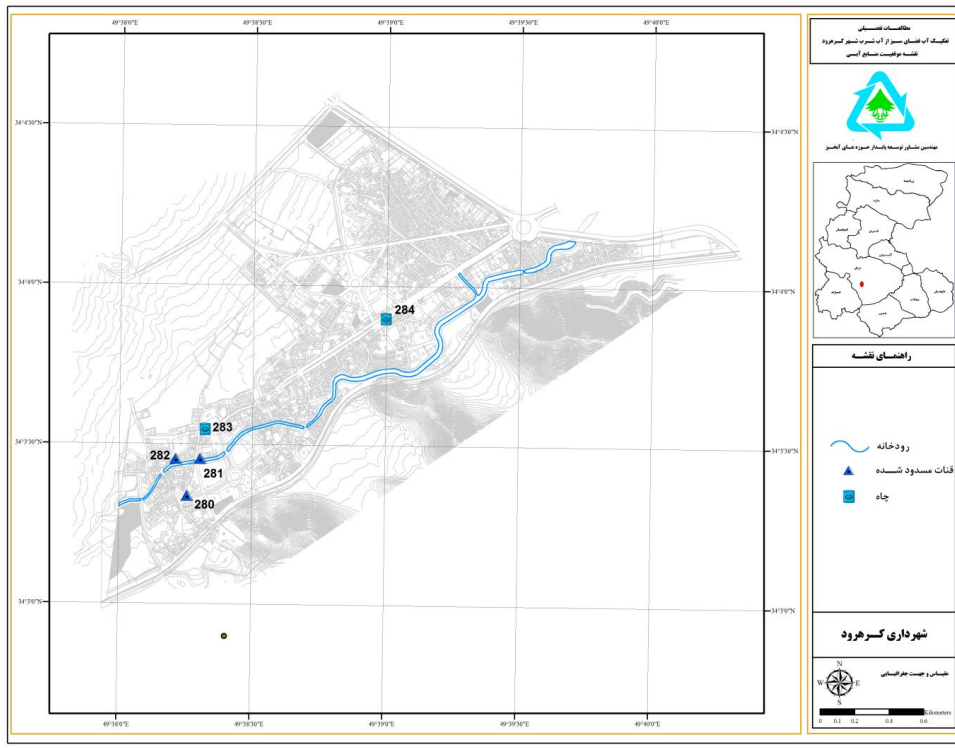
باران (B)	۴۶	۸/۸	۰/۲	۰/	۰/۳	۰/	۰/	۰/	۰/۴	۲۳	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	-
کوچه فرعی (C)	۱۸۲	۸/۵	۱/۰	۰/	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/	۱/۵	۹۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	-

Ec و TDS به ترتیب هدایت الکتریکی و غلظت املاح محلول هست.

جدول ۷- پارامترهای کیفی آب نمونه‌برداری شده در زمان بارش

منابع آب زیرزمینی

با توجه به بازدیدهای به‌عمل‌آمده، منابع آب زیرزمینی محدوده شهری کرهرود شامل سه حلقه قنات مسدود شده و دو حلقه چاه هست که موقعیت آنها در شکل ٤ آمده است.



شکل ٤- موقعیت منابع آب زیرزمینی موردمطالعه در شهر کرهرود

کیفیت آب زیرزمینی

برای پی بردن به خواص فیزیکی و شیمیائی موردنیاز، از سه قنات مسدود شده نمونه‌برداری شد و آنالیز کیفی بر روی نمونه‌ها صورت گرفت که نتایج زیر حاصل‌شده است.

کد	منبع	دبی (lit/s)	pH	EC (µs/cm)	Ca^{2+} (m.eq/lit)	Mg^{2+} (m.eq/lit)	Na^{+} (m.eq/lit)	SAR %	Cl^{-} (m.eq/lit)	HCo_3^{-} (m.eq/lit)
۲۸۰	قنات مسدود	۱۸	۷/۳	۷۲۷	٤/۹٦	٤/۲٤	۱/۳۲	۰/٦۱۵	۳/۹	۵/۵۲
۲۸۱	قنات مسدود	۱۸	۷/٤	۷٤٤	۵/٤۸	۵/۰۸	۱/٤۹	۰/٦٤۸	۲/۱	٦
۲۸۲	قنات مسدود	۱۲	۷/٤	۷۳۷	٤/۳٦	۰/۱۲	۱/۳٦	۰/۹۰۸	۲/۲	٦/۱٦
۲۸۳	چاه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۸٤	چاه	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۸- پارامترهای کیفی آب نمونه‌برداری شده از منابع آب زیرزمینی

چاه	مقادیر		کلاس	کیفیت
	EC (dS/m)	SAR (mgr/lit)۰،۵		
۲۸۰	۷۲۷	۰/٦۱٥	C2S1	خوب
۲۸۱	۷٤٤	۰/٦٤۸	C2S1	خوب
۲۸۲	۷۳۷	۰/۹۰۸	C2S1	خوب
۲۸۳	–	–	–	–
۲۸٤	–	–	–	–

جدول ۹- کلاس‌بندی مقادیر کیفی منابع آب سطحی منطقه موردمطالعه

بر اساس نتیجه آزمایش به‌دست‌آمده، کیفیت آب منابع ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲ با توجه به کاربری در فضای سبز، در کلاس خوب هست. همچنین چاه‌های ۲۸۳ و ۲۸۴ با توجه به کاربرد در شبکه آب شهری، ازنظر کیفیت در حد استاندارد و قابل شرب تلقی می‌شوند، بنابراین می‌توانند برای استفاده در فضای سبز نیز به کار گرفته شوند.

- برآورد آب موردنیاز فضای سبز

کامل‌ترین روش در برآورد تبخیر و تعرق مرجع معادله پنمن- مونتیث است. در این روش با استفاده از متوسط طولانی‌مدت پارامترهای جوی مقدار متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل برای

دوره‌های ماهیانه یا ده‌روزه محاسبه می‌گردد. مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل برای شهر کرهرود با روش پنمن- مونتیث و با استفاده از نرم‌افزار Cropwat بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک اراک محاسبه و در جدول ۱۰ ارائه گردیده است. ازآنجاکه این مقادیر با استفاده از متوسط پارامترهای جوی محاسبه می‌گردد احتمال وقوع آنها در هرسال ۵۰ درصد است. به‌عبارت‌دیگر در هرسال ۵۰ درصد امکان دارد مقدار تبخیر و تعرق محاسبه‌شده کمتر از مقداری باشد که رخ خواهد داد. لذا محاسبه نیاز آبی گیاهان بر این اساس با ریسک ۵۰ درصد مواجه است. این مقدار ریسک برای تولید محصولات زراعی بسیار زیاد است لذا توصیه گردیده با استفاده از تحلیل آماری مقدار تبخیر و تعرق با احتمال وقوع ۷۵ درصد در برآورد آب موردنیاز مورداستفاده قرار گیرد. در مورد آبیاری فضای سبز با توجه به عدم وجود تابع تولید و اهمیت کمتر تنش آبی مقادیر تبخیر و تعرق با احتمال وقوع ۵۰ درصد منطقی و قابل‌اتکا برای برنامه‌ریزی آبیاری هست.

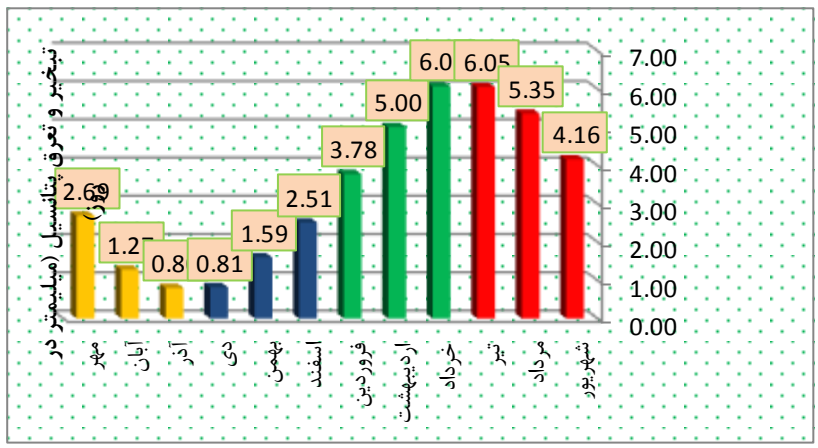
یافته‌ها (تجزیه‌وتحلیل داده‌های کمی یا کیفی):

با در نظر گرفتن مدل Crop Wat و برآورد نیاز آبی فضای سبز منطقه با معادلات مناسب سناریوهای مختلف تأمین، انتقال و توزیع آب در منطقه موردبررسی قرار گرفت.

میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
	2.69	1.27	0.80	0.81	1.59	2.51	3.78	5.00	6.07	6.05	5.35	4.16	3.34

جدول ۱۰- مقادیر میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در منطقه موردمطالعه (میلی‌متر در روز)

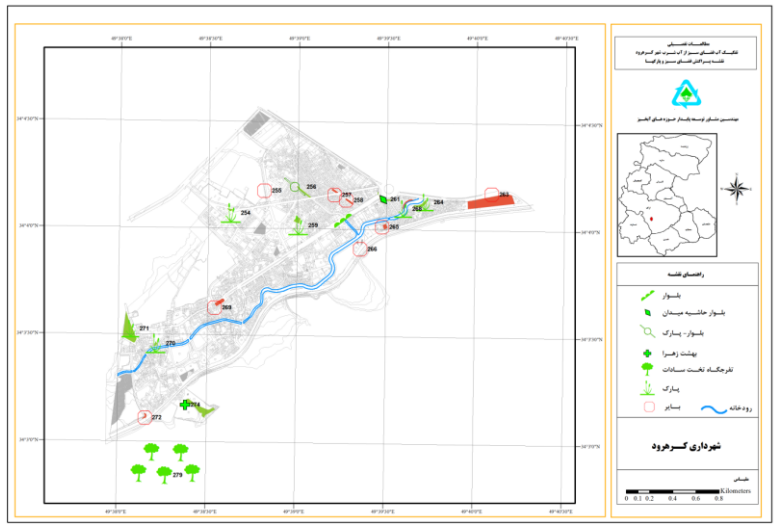
شکل ۵-



تغییرات میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در منطقه موردمطالعه

- تأمین آب موردنیاز فضای سبز

فضای سبز شهری بخشی از فضاهای باز شهری است که در عرصه‌های طبیعی یا مصنوعی آن تحت استقرار درختان، گل‌ها، چمن‌ها و سایر گیاهان است که بر اساس نظارت و مدیریت انسان با در نظر گرفتن ضوابط، قوانین و تخصص‌های مرتبط با آن برای بهبود شرایط زیستی، زیستگاهی و رفاهی شهروندان و مراکز جمعیتی غیر روستایی، حفظ، نگهداری یا بنا می‌شود. با توجه به بازدیدهای به‌عمل‌آمده از سطح شهر کرهرود، فضاهای سبز، پارک‌ها و تفرجگاه‌ها موجود و پیش‌بینی‌شده (بایر) در شکل ۶ آمده است. با توجه به جدول ۱۱ مساحت فضای سبز موردمطالعه تقریباً ۱۵ هکتار هست که از این مقدار تقریباً ۱۰ هکتار را فضای سبز فعلی و یا در حال ساخت در برمی‌گیرد.



شکل ٦- موقعیت فضای سبز و پارک‌های موجود و پیش‌بینی‌شده (بایر) منطقه شهری کرهرود

کد	وضعیت موجود	مساحت (مترمربع)	وضعیت آتی	موقعیت
۲٥٤	فضای سبز، چمن	٥٦۰	پارک	انتهای خیابان شهدا صفری، ایستگاه
۲٥٥	باغ- بایر	---	پارک	انتهای کوچه حضرت ابوالفضل
۲٥٦	فضای سبز، چمن- درخت-	۱۷۸۰	---	حاشیه رودخانه شهدای صفری،
۲٥۷	بایر	۹۰۰	پارک	نبش کوچه شهید نوری- شهید
۲٥۸	بایر	۱۱٤۱	پارک	مابین کوچه فرجی و حاج محمدولی،
۲٥۹	پارک (نیمه‌ساز)	۲۰٥٥	پارک	شهدای صفری، پارک نسترن
۲٦۱	فضای سبز، چمن و درخت	۱٤۸	---	حاشیه غربی میدان انقلاب
۲٦۲	فضای سبز، چمن و درخت	٦۲۱	---	حاشیه جنوبی میدان انقلاب
۲٦۳	بایر	۳۱۳٤۷	پارک	حاشیه کمربندی بعد از شهرک
۲٦٤	فضای سبز، چمن- درخت	۲۲٥۷	---	حاشیه شرقی رودخانه، ورودی

۲۶۸	بایر (در حال ساخت)	۱۳۹۷	فضای سبز، چمن- درخت	حاشیه غربی رودخانه، ورودی
۲۶۵	بایر	۱۲۶۴	پارک	شهرک ابوالفضل، کوچه شباهنگ
۲۶۶	بایر	۲۹۴۴۵	پارک	بالادست شهرک ابوالفضل، مجاور
۲۶۹	بایر	۲۵۱۸	میدان	محله کرهرود
۲۷۰	فضای سبز، چمن و درخت	۴۹۶	---	محله کرهرود، کوچه رسولی
۲۷۱	پارک، درخت- گل- چمن-	۱۵۰۰۵	---	کوچه سمیعی- پارک کوثر
۲۷۲	بایر، محصورشده با بلوک	۸۱۸	فضای سبز	انتهای محله سادات
۲۷۴	درختکاری	۹۷۰۱	----	بهشت‌زهرا، تخت سادات
۲۷۵	بایر	۴۰۰۰۰	منطقه تفریحی	تخت سادات
۲۶-۲۳	بلوار	۷۵۰۰	----	خیابان اصلی کرهرود

جدول ۱۱- مشخصات و موقعیت فضای سبز و پارک‌های موجود و آتی منطقه شهری کرهرود

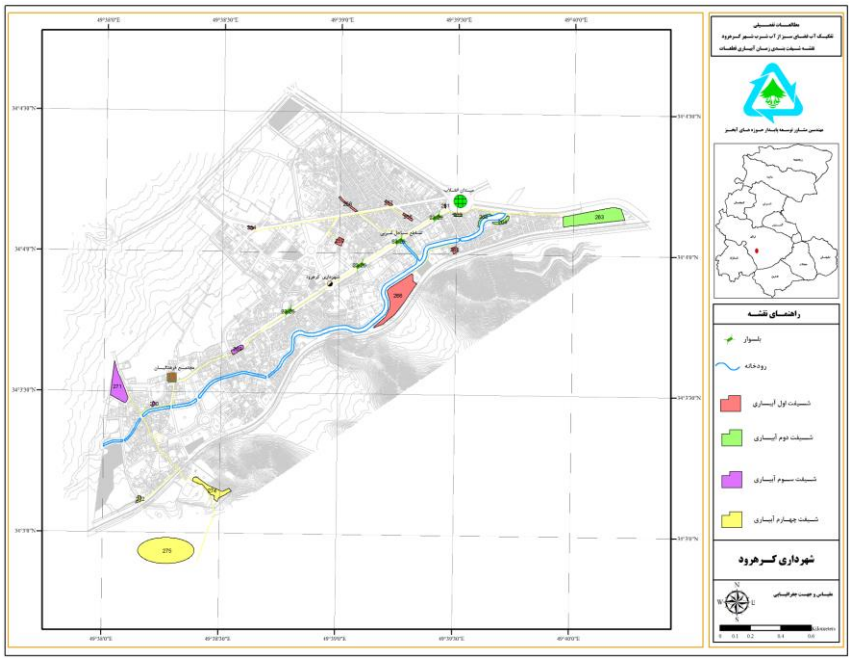
- حجم آب موردنیاز قطعات

حجم آب مصرفی بر اساس مساحت قطعات محاسبه‌شده است. درصد تراکم پوشش قطعات برای چمن، شمشاد و گل از ۱۰ درصد (در قطعات **۲۶۳، ۲۶۶** و **۲۷۵**) تا ۱۰۰ درصد (در قطعات **۲۵۴، ۲۶۱** و **۲۶۲**) پیش‌بینی‌شده است. برای شبکه درختی نیز با آرایش **۳*** ۳ متر در هر ۱۰ مترمربع، یک درخت اختصاص‌یافته است که مخلوطی از درختان سوزنی‌برگ و خزان‌دار پیش‌بینی می‌شود. لازم به توضیح است که ملاک طراحی‌ها بر اساس زمان اوج مصرف آب، یعنی ۱۰ خرداد تا ۱۰ تیر هست. همچنین آب موردنیاز درختان نیز بر اساس حداکثر رشد درخت است (بیش از ده سال) که برای درختان کمتر از ۱۰ سال ضریب کاهش طبق جدول ۱۲ منظور گردیده است.

ردیف	قطعات نوبت	دبی موردنیاز نوبت (lit/s)	ساعت کارکرد
نوبت اول	۲۵٤، ۲۵٦، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲٦٥، ۲٦٦ ۲۳-۲٦ (بلوار کرهرود از شهرداری تا تقاطع ساحل غربی)	۳٦	۳
نوبت	۲٦۱، ۲٦۲، ۲٦۳، ۲٦٤، ۲٦۸،	۳٤	۳

دوم	۲۳-۲٦ (بلوار کرهرود از تقاطع ساحل غربی تا میدان انقلاب)		
نوبت سوم	۲٦۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۳-۲٦ (بلوار کرهرود از مجتمع فرهنگیان تا شهرداری)	۲۰	۳
نوبت چهارم	۲۷۲، ۲۷٤، ۲۷۵	۳۰	۳

جدول ۱۲- زون بندی قطعات پارک‌های حومه شهری کرهرود



شکل ۷- نوبت‌بندی آبیاری فضای سبز شهر کرهرود

- بررسی سناریوهای مختلف خطوط جمع‌آوری و توزیع آب

پس از تعیین موقعیت و مشخصات منابع آبی و پارک‌ها و فضای سبز حومه شهری کرهرود و همچنین حجم آب مصرفی قطعات در هر دور آبیاری، مسیر اتصال منابع آبی به قطعات فضای سبز طراحی شد. این کار ابتدا با تعیین نقاط ارتفاعی و طول مسیر شبکه (کوچه‌ها و خیابان‌ها) آغاز شد. بر این اساس بهترین مسیرهای شبکه بر اساس کوتاه‌ترین مسافت، شیب توپوگرافی و هیدرولیکی که درنهایت کمترین هزینه را نیز باید در برداشته باشد در چندین مرحله بازبینی و کنترل ترسیم شد (دبیری و همکاران ۱۳۹۹،). پس‌ازاین مرحله، مبانی و ضوابط طراحی ۳ سناریو

اتصال و انتقال آب فضای سبز بررسی شد. در استفاده از معادلات طراحی خطوط معادله هایزن-ویلیامز (میز،۱۹۹۹) مورداستفاده قرار گرفت.

سناریوی اول

در سناریو اول خط جمع‌آوری و توزیع آب، دو منبع آبی شامل چاه شماره ۲۸۳ و چاه شماره ۲۸۴ پیشنهاد می‌شود. در این حالت خط جمع‌آوری آب وجود ندارد. اما در منطقه تخت سادات حوضچه ذخیره ۲۹۶ تعبیه می‌گردد. با توجه به اینکه این حوضچه در مرتفع‌ترین قسمت تعبیه می‌شود می تون به روش ثقلی فضای سبز منطقه تفریحی تخت سادات را آبیاری کرد.

مطابق با شکل ۸ در این سناریو، منبع شماره ۲۸۳ برای نوبت اول و دوم آبیاری هست و قطعات ۲۶۹ ،۲۷۰ ،۲۷۱ ،۲۷۲ ،۲۷۴ ،۲۷۵ و ۲۶-۲۳ (بلوار کرهرود از مجتمع فرهنگیان تا شهرداری) را تحت پوشش قرار می‌دهد. همچنین منبع شماره ۲۸۴ برای نوبت سوم و چهارم هست و قطعات ۲۶-۲۳ (بلوار کرهرود از شهرداری تا میدان انقلاب)، ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۸ را تحت پوشش قرارمی دهد.

سناریوی دوم

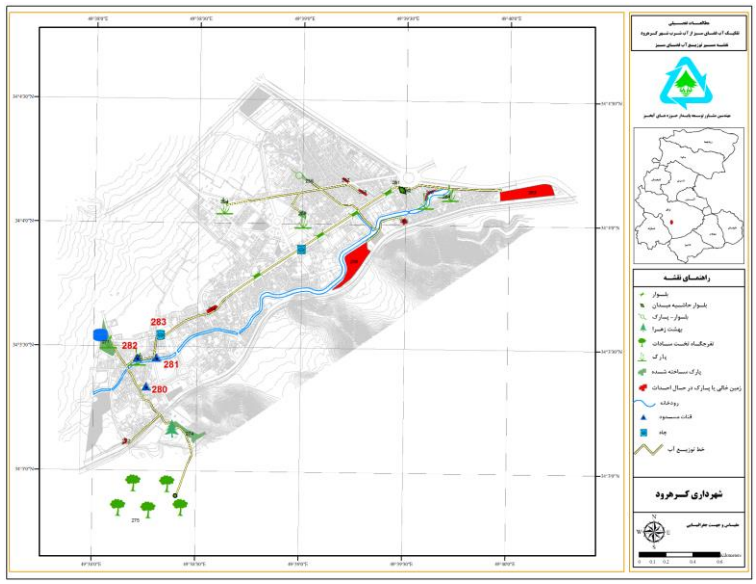
در سناریو دوم خط جمع‌آوری و توزیع آب، سه قنات مسدود شده شماره ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲ پیشنهاد می‌شود و استخر ۲۹۵ به‌عنوان منبع جمع‌آوری‌کننده آب از این سه قنات هست. همچنین همانند سناریو اول، حوضچه ذخیره ۲۹۶ در منطقه تخت سادات پیش‌بینی می‌شود.

مطابق با شکل ۹ در این سناریو، ابتدا آب منابع ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲ به استخر ۲۹۵ هدایت می‌شود و ازآنجا در سیستم توزیع برای چهار نوبت آبیاری قرار می‌گیرد.

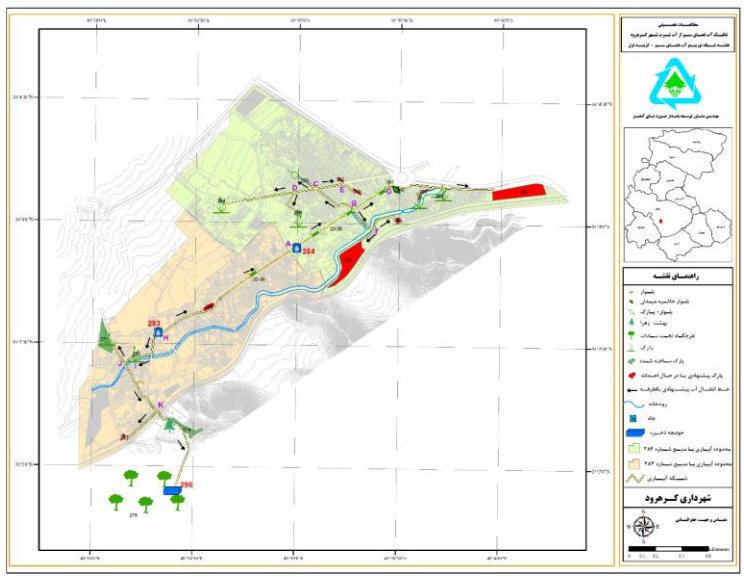
سناریوی سوم

در سناریوی سوم خط جمع‌آوری و توزیع آب، پنج منبع آبی شامل چاه‌های شماره ۲۸۳ و ۲۸۴ و قنات‌های مسدود شماره ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲ پیشنهاد می‌شود. به عبارتی در این سناریو تمامی ۵ منبع آبی در مدار قرار می‌گیرند.

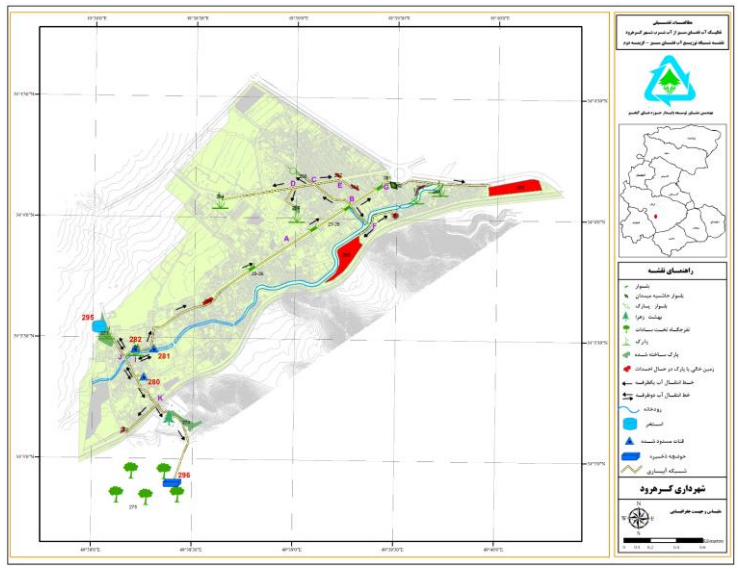
مطابق با شکل ۱۰، چاه شماره ۲۸۴ همانند سناریو اول برای قطعات نوبت اول و دوم آبیاری استفاده می‌شود. اما چاه ۲۸۳ همراه با منابع ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲ به استخر ۲۹۵ منتقل‌شده و در سیستم توزیع برای قطعات سوم و چهارم قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است در این سناریو نیز همانند دو سناریوی قبل، حوضچه ذخیره ۲۹۶ در منطقه تخت سادات پیشنهاد می‌شود.



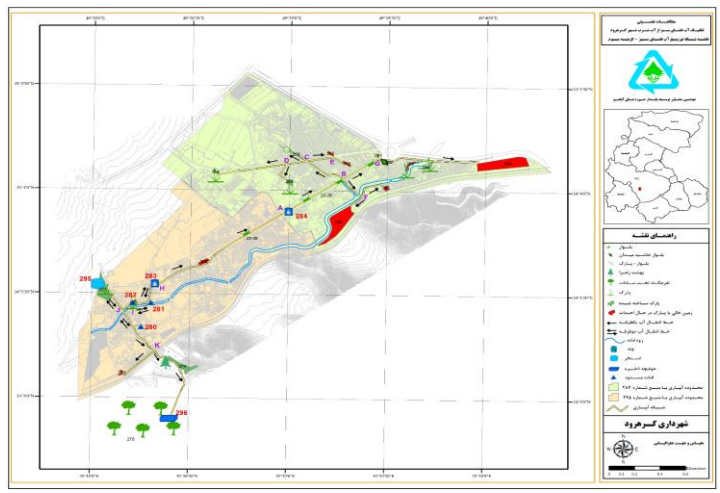
شکل۸- مسیر انتقال آب فضای سبز شهر کرهرود



شکل ۹- مسیر پیشنهادی سناریوی اول خط جمع‌آوری و توزیع آب فضای سبز شهر کرهرود



شکل ۱۰- مسیر پیشنهادی سناریوی دوم خط جمع‌آوری و توزیع آب فضای سبز شهر کرهرود



شکل ۱۱- مسیر پیشنهادی سناریوی سوم خط جمع‌آوری و توزیع آب فضای سبز شهر کرهرود

با توجه به بخش نوبت‌بندی آب، مقدار منابع آب قابل‌دسترس ازنقطه‌نظر کمبود آب در افق ۲۰ ساله در هر سه سناریو بررسی شد.

ردیف	ساعت کارکرد	دور آبیاری (روز)	منبع آب	دبی موردنیاز نوبت (lit/s)	دبی منبع آب (lit/s)	مقدار کمبود آب (lit/s)
نوبت اول	۳	۲	چاه ۲۸٤	۳٦	–	–
نوبت دوم	۳	۲		۳٤	–	–
نوبت سوم	۳	۲	چاه ۲۸۳	۲۰	–	–
نوبت چهارم	۳	۲		۳۰	–	–

جدول ۱۳- وضعیت دبی موردنیاز نوبت‌های آبیاری از منابع آبی سناریوی اول

ردیف	ساعت کارکرد	دور آبیاری (روز)	منبع آب	دبی موردنیاز نوبت (lit/s)	دبی منبع آب (lit/s)	مقدار کمبود آب (lit/s)
نوبت اول	۳	۲	چاه ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۲	۳٦	٤۸	۰
نوبت دوم	۳	۲		۳٤	٤۸	۰
نوبت سوم	۳	۲		۲۰	٤۸	۰
نوبت چهارم	۳	۲		۳۰	٤۸	۰

جدول ١٤- وضعیت دبی موردنیاز نوبت‌های آبیاری از منابع آبی سناریوی دوم

ردیف	ساعت کارکرد	دور آبیاری (روز)	منبع آب	دبی موردنیاز نوبت (lit/s)	دبی منبع آب (lit/s)	مقدار کمبود آب (lit/s)
نوبت اول	۳	۲	چاه ۲۸٤	۳٦	–	–
نوبت دوم	۳	۲	چاه ۲۸۱،۲۸۰، ۲۸۲ و ۲۸۳	۳٤	٤۸	۰
نوبت سوم	۳	۲		۲۰	٤۸	۰
نوبت چهارم	۳	۲		۳۰	٤۸	۰

جدول ۱۵- وضعیت دبی موردنیاز نوبت‌های آبیاری از منابع آبی سناریوی سوم

با توجه به اینکه از منابع آبی منطقه، تنها قنات‌های مسدود شده ۲۸۰، ۲۸۱ و ۲۸۱ در تملک شهرداری منطقه می‌باشند اطلاعات و آمار آنها قابل‌دسترس بود. با توجه به نتایج جداول فوق در سناریو دوم که منبع تأمین آب نیز این قنات‌ها هست مشاهده می‌شود که کمبود آب در نوبت‌های آبیاری وجود ندارد.

پیشنهاد می‌گردد جهت بررسی‌های راهبردی بیشتر روش تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورداستفاده قرار گیرد.

پیوست فنی-محاسبات طراحی

- محاسبات جدول هیدرولیکی

پس از تعیین گزینه‌های مختلف جمع‌آوری و توزیع آب فضای سبز، مبانی و ضوابط طراحی مشتمل بر محاسبات جدول هیدرولیکی برای هر یک از گزینه‌ها به اجرا درآمد. در جداول هیدرولیکی پارامترهایی نظیر طول نقاط گره (که با حروف لاتین مشخص‌شده‌اند)، قطر خارجی و داخلی لوله، مقدار دبی عبوری از لوله، سرعت مجاز و افت بایستی محاسبه شود

- قطر لوله اصلی

لوله اصلی قسمتی از سیستم‌های آبیاری هستند که به‌عنوان خطوط انتقال آب از بیرون به داخل مزرعه و همچنین خطوط تقسیم آب در داخل مزرعه بکار می‌روند. جنس این لوله‌ها عموماً پلی‌اتیلن PE80 هست که در رده‌های ۴ و ۶ و ۸ و ۱۰ بار کار می‌کنند. قطر مرسوم این لوله‌ها ۳۱۵ و ۲۵۰ و ۲۰۰ و ۱۶۰ و ۱۲۵ و ۱۱۰ و ۹۰ هست.

روش‌های مختلفی برای انتخاب قطر لوله اصلی وجود دارد که برخی از این روش‌ها عبارت‌اند از: ۱- روش مقدار افت مجاز؛ ۲- روش سرعت مجاز؛ ۳- روش درصد فشار متوسط. در این طرح از روش سرعت مجاز طبق رابطه زیر برای تعیین قطر لوله اصلی استفاده‌شده است.

$$Q = A * V$$

که در آن:

Q: دبی لوله اصلی (مترمکعب در ثانیه)

A: سطح مقطع لوله اصلی (مترمربع)

V: حداکثر سرعت مجاز (۰.۵ تا ۱.۵ متر در ثانیه)

در رابطه فوق مقدار به‌دست‌آمده A در مورد قطر داخلی لوله هست. مقدار قطر داخلی لوله (A^o) از رابطه زیر محاسبه‌شده است:

$$A_o = A * 0.904$$

لازم به ذکر است لوله‌های اصلی دربرگیرنده خط جمع‌آوری و انتقال از منابع آب تا قطعات هست. با توجه به‌سرعت مجاز و دبی موردنیاز قطعات، لوله‌های اصلی بکار گرفته‌شده در این طرح شامل ۷۵، ۹۰، ۱۱۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلی‌متر پلی‌اتیلن می‌باشند.

-قطر لوله‌های جانبی

لوله‌های جانبی قسمتی از سیستم آبیاری هستند که آب را از لوله اصلی گرفته و بااتصال به سیستم‌های گوناگون نظیر آبپاش و یا قطره‌چکان آب را به گیاه می‌رسانند. در سیستم‌های نیمه

ثابت لوله‌های جانبی ثابت هستند و جنس این لوله‌ها معمولاً پلی‌اتیلن PE63 است. در رده‌های ۴ و ۶ و ۸ و ۱۰ بار کار می‌کنند انتخاب قطر مناسب برای لوله جانبی ازنظر اقتصادی و هیدرولیکی از اهمیت خاصی برخوردار است. برای محاسبه قطر لوله‌های جانبی از قانون ۲۰ درصد افت مجاز استفاده می‌کنیم. برای اینکه مقداری از افت توسط شیب زمین جبران شود لوله‌های جانبی را بیشتر در جهت شیب زمین قرار می‌دهیم.

با توجه به روش آبیاری سطحی پارک‌های شهر کرهرود، ملاک طراحی نیز بر اساس انتقال از منابع آبی به ابتدای هر پارک لحاظ شده است. با توجه به تحقیقات صورت گرفته قطر استاندارد لوله‌های جانبی (فرعی) از نوع پلی‌اتیلن ۶۳ میلی‌متر پیشنهاد می‌گردد.

- افت مجاز

با استفاده از معادله هایزن- ویلیامز افت فشار قابل محاسبه‌شده است.

$$(h_f)max = 0.2\ Pa \pm \Delta E$$

که در آن:

$(h_f)\ max$: حداکثر افت مجاز (متر) Pa: فشار کار آبپاش (متر)

$\pm \Delta E$: اختلاف ارتفاع دو سر لوله (متر) {علامت + برای شیب مثبت و علامت – برای شیب منفی}

$$\left(h_f\right)_{\max} = 163021.8 \times L \times \left(\frac{Q}{CHw}\right)^{1.852} \times D^{-4.87}$$

که در آن:

$\left(h_f\right)_{\max}$: افت فشار (متر)Q: دبی (لیتر در ثانیه)

L: طول لوله (متر) D: قطر داخلی لوله (سانتیمتر)

CHw: ضریب هایزن ویلیامز که برای لوله‌های پلی‌اتیلن ۱۴۰ در نظر می‌گیرند.

در رابطه فوق بر پارامترهای ارائه‌شده، یک ضریب کاهنده (F) نیز بکار می‌رود. این ضریب در موقعی که انشعابی از لوله گرفته نشود برابر یک هست و درصورتی‌که انشعاب از آن گرفته شود مساوی ۰.۴ خواهد بود.

با توجه به توضیحات ارائه‌شده، جداول هیدرولیکی ۵۲ تا ۵۶ برای هر نوبت از گزینه‌ها ارائه‌شده است. همچنین مسیر بحرانی بر اساس اختلاف ارتفاع (شیب مثبت) مشخص‌شده است.

منابع

۱. امیدوار، ک. ۱۳۸٦. مقدمه‌ای بر آبخیزداری. مرکز انتشارات دانشگاه یزد، ۲۹۲ ص.

۲. حسین نژاد، م.ر. و قدیمی عروس‌محله، ف. ۱۳۸۲. بررسی بحران آب زیرزمینی در حوضه آبریز دشت اراک. همایش دویستمین سال بنیان شهر اراک، دانشگاه علم و صنعت واحد اراک. ۵ ص.

۳. درویش‌زاده، ع. ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم). موسسه انتشارات امیر کبیر تهران، ٤۳٤ ص.

۴. علیزاده، ا. ۱۳۸۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ بیست و پنجم، دانشگاه امام رضا،۸۷۰ ص.

اسماعیلی, کاظم و مهدی دری (۲۰۱۵) بررسی تأثیر جداسازی آب سرباز آب مصرفی فضای سبز در میزان کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌ها (مطالعه موردی شهر قاین)- سامانه‌های سطوح آبگیر باران, دوره (۳), شماره (٦), سال (۵-۲۰۱۵), صفحات (۸-۱)

۵. مقدسی، م.س.، علوی مقدم، م.ر.، مکنون، ر. و مقدسی، ع. ۱۳۸۵. غلظت نیترات و ضرورت کنترل آن در آب آشامیدنی شهر اراک. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، ۹ ص.

۶. مهدوی، م. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی. جلد ۱، انتشارات دانشگاه تهران، ۳٦٤ ص.

۷. مهندسین مشاور پارس جویاب، خلاصه گزارش مطالعات مرحله اول و دوم طرح آب‌رسانی و آبیاری فضای سبز شاهین‌شهر، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

۸. نوری، غ. و مهدی نسبم. ۱۳۹۰. بررسی توزیع مکانی و فضایی فضای سبز شهری مطالعه موری: شهر پلدختر، مجموعه مقالات یازدهمین کنگره ملی جغرافیا دانان ایران، دانشگاه شهید بهشتی،۲٤ و ۲۵ شهریور.

۹. رزمجوئی نازیلا، محمد مهدوی، حمیده افخمی، محسن محسنی ساروی، بهارک معتمد وزیری (۱۳۹۷) کنترل سیل و تأمین آب موردنیاز جهت آبیاری فضای سبز با استفاده از طرح مدیریت

استحصال رواناب‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران)- علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیستم، شماره چهار، زمستان ۹۷

۱۰. سلمان شوشتریان تهرانی فر, علی و انصاری, حسین, بررسی کاربرد پساب‌های شهری تصفیه‌شده در آبیاری گیاهان فضای سبز شهری مشهد، مشهد پژوهی, دوره (۱), شماره (٤), سال (۷-۲۰۱۰), صفحات (۲۹-۱)

۱۱. بابائیان, ایمان, انصاری قوجقار, محمد, پورغلام آمیجی, مسعود, پارسی, احسان. (۱۳۹۹). محاسبه نیاز آبی فضای سبز شهری با استفاده از روش کالیفرنیا (مطالعه موردی: منطقه ٤ شهرداری تهران). نیوار, ٤٤(۱۱۰۱۱۱), ۱٤۱-۱٥٤. doi: 10.30467/nivar.2020.249010.1171

۱۲. انصاری قوجقار, محمد, پارسی, احسان, لیاقت, عبدالمجید, سلاجقه, علی. (۱٤۰۰). ارزیابی روش‌های برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری. پژوهش‌های اقلیم‌شناسی, ۱٤۰۰(٤٦), ٤۳-٥٦.

۱۳. امینی, دانیال, یوسف گمرکچی, افشین, علی پوری, احسان. بهینه‌سازی تخصیص آب بین محصولات مختلف، مطالعه موردی: غرب استان اصفهان .فصلنامه آماد و فناوری دفاعی ;1401 , 5(1): 11-38.

۱۴. افشارتبار, رسول, رحیمی, جابر. اولویت‌بندی کشت محصولات زراعی آب اندوز بر اساس اصل مزیت نسبی .فصلنامه آماد و فناوری دفاعی.136-115 :(2)5 ;1401 ,

۱۵. دبیری, دانیال, میرمحمدصادقی, امید. بهینه‌سازی خطوط انتقال آب به کمک الگوریتم مورچه (مطالعه موردی: انتقال آب بهشت‌آباد) .فصلنامه آماد و فناوری دفاعی-119 :(4)3 ;1399 , 136.

16-Mays, Larry W. (1999), Hydraulic Design Handbook, McGraw *Hill*
17- Graffiti, greenery and obesity in adults: secondary analysis on European cross-sectional survey', Ellaway et al., British Medical Journal 17 (2005), p 331

18- Green spaces, better places: final report of the urban green spaces task force, DTLR, 2002.

19-Transforming places: housing investment and neighbourhood market change,

20- Bramley, G, Karley, N K, Leishman, C, Morgan, J and Watkins, D, Joseph Rowntree Foundation, 2007.