Iranian Journal of
Rainwater Catchment Systems

مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

امکان‌سنجی بازطراحی فضای سبز شهری در قالب منظرسازی خشک هوشمندانه با رویکرد استحصال آب باران

میلاد میر رمضانی[1*]، مجید ریاحی‌سامانی[2]، سعید اسلامیان[3]، یاسین آقایی شلمانی[4]، مهدیس رحمتی[5]

۱. دانشجوی دکتری مهندسی سوانح، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، ایران
۲. گروه مهندسی عمران، واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی‌شهر، اصفهان، ایران
۳. گروه منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
۴. گروه مهندسی عمران، واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی‌شهر، اصفهان، ایران
۵. دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS)، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

در این پژوهش به‌منظور معرفی روشی مناسب جهت طراحی منظرسازی خشک هوشمندانه برای فضاهای سبز شهری و محوطه‌سازی‌های واحدهای غیرمسکونی و اداری با رویکرد استحصال آب باران (بازچرخانی آب به روش نامتعارف) طرحی پیشنهادشده است. در این طرح با استفاده از دولایه‌ی نفوذپذیر و نفوذناپذیر و طراحی شبکه‌ی زهکش در بین دولایه با توجه به شیب بندی مناسب محوطه می‌توان رواناب ناشی از بارش را استحصال نمود. همچنین به‌منظور جلوگیری از تعبیه-ی زهکش‌های متفاوت با رویکرد توجیه اقتصادی اقدام به ایجاد سامانه‌های لوزی شکل کرده‌ایم که وظیفه اصلی این سامانه‌ها جمع‌آوری و هدایت آب حاصل از بارش به نقطه خروج سامانه و ورود آسان آن به زهکش‌ها جهت هدایت آب باران به منبع موردنظر است. پیاده‌سازی این سامانه‌ها علاوه بر افزایش رطوبت خاک به‌ویژه در محدوده خروجی هر بخش تأثیر شایان توجهی در افزایش کارایی این طرح دارد. با اجراشدن این طرح کاهش مصرف آب و استفاده بهینه از آب استحصال‌شده سودآوری اقتصادی قابل‌توجهی حاصل می‌شود و به حفظ منابع آب کمک شایانی می‌کند. پایش اطلاعات محیطی مشتمل بر بارندگی روزانه، رواناب حاصل از بارندگی، تبخیر، درجه حرارت خاک به‌وسیله تجهیزات لازم انجام گرفت. نتایج نشان داد با این طراحی، می‌توان رواناب را تا ۲ برابر و رطوبت خاک منطقه را تا ۵٪ افزایش داد و رواناب حاصل از بارش را تا حدود زیادی ذخیره نمود تا برای مصارف مختلف استفاده شود و همچنین از شدت حرارت و تبخیر خاک کاسته می‌شود که همین موضوع موجب کاهش مصرف آب جهت آبیاری فضای سبز موردنظر می‌شود. از طرفی با اجرای این طرح و طراحی سامانه‌های تغذیه مصنوعی مناسب می‌توان به‌صورت هوشمندانه بخش بیشتری از رواناب حاصل از بارش را نسبت به حالت عادی به سمت سفره‌های آب زیرزمینی هدایت کرد. این رویکرد مثبت زیست‌محیطی می‌تواند نقش مؤثری بر کاهش روند فرونشست زمین به‌خصوص در دشت‌های کشور ایران داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری آب باران، کاهش تبخیر، لایه‌ی نفوذناپذیر، منظرسازی خشک هوشمندانه.

[1]* Email: Miladmirramezani@ut.ac.ir نویسنده مسئول: میلاد میررمضانی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

مقدمه

آب منبع حیات و عامل رشد و توسعه جوامع بشری است .همه صاحب‌نظران بر این باورند که کشورمان از این موهبت الهی کم‌بهره است و در کمربند خشک و نیمه‌خشک با آن دست‌وپنجه نرم می‌کند .میانگین بارش سالانه کشور حدود یک‌سوم میانگین دنیاست و همین مقدار بارش نیز از توزیع مکانی و زمانی مناسبی برخوردار نیست .مقدار کم بارش، پدیده شوم خشکسالی و مقدار خیلی زیاد آن سیل و ویرانی به همراه دارد. طبق مطالعات جامع آب کشور، ریزش‌های جوی کشور بالغبر ۴۱۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد .از این مقدار ۹۲ میلیارد مترمکعب به‌صورت جریان‌های سطحی جاری‌شده، ۲۵ میلیارد مترمکعب به‌طور مستقیم به آبخوان‌های آبرفتی نفوذ کرده و ۵ میلیارد مابقی به‌صورت تبخیر / تعرق از دسترس خارج می‌گردد (شرکت جم‌آب، ۱۳۷۹). بنابراین با احتساب ۵ مترمکعب تبخیر و تعرق حاصل از برداشت آبخوان‌ها، می‌توان میزان تبخیر و تعرق واقعی را حدود ۷۳ درصد میانگین بارش برآورد نمود که برای مدیریت آن‌هم نیاز به برنامه‌ریزی می‌باشد. جلوگیری از اتلاف این منبع و ذخیره‌سازی بخشی از آن در لایه‌های خاک امری مهم می‌باشد که نیاز به برنامه‌ریزی اصولی و صحیح دارد. سپاسخواه (۱۳۷۵) نشان داد که با استفاده از جمع‌آوری آب باران از سطح دشت‌های ایران، امکان به زیر کشت بردن حدود ۳/۹ میلیون هکتار اراضی جدید وجود دارد. قدوسی و همکاران (۱۳۸۴) یکی از اقدامات مؤثر و اساسی در رابطه با تأمین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک برای مصارف مختلف (زراعت، جنگل‌کاری، شرب و ...) را مدیریت بارش‌های جوی و استحصال آب باران در محل نزول خود می‌داند که اصطلاحاً RWH نامیده می‌شود. پژوهشگرانی همچون Boers و همکاران (۱۹۸۰) معتقدند که از روش‌های مختلفی در آبخیزهای کوچک، جهت جمع‌آوری و هدایت رواناب سطحی حاصل از بارش و ذخیره آن در پشت یک سد می‌توان برای جمع‌آوری آب باران استفاده کرد. در چند دهه اخیر زمینه پژوهش برای دانشمندان و صاحب‌نظران جهان به‌منظور کنترل و ذخیره‌سازی رواناب حاصل از بارش فراهم‌شده است .پژوهش‌های مزبور علاوه بر به‌کارگیری روش‌های مختلف در استحصال آب باران، افزایش رطوبت خاک و کاهش خطرات ناشی از جاری شدن آن، به افزایش میزان نگهداشت رطوبت پرداخته‌اند .اگرچه جمع‌آوری آب باران از سطح دامنه‌ها و متمرکز نمودن آن در یک نقطه سبب افزایش میزان رطوبت در خاک می‌گردد، لیکن تداوم نگهداشت رطوبت در خاک و کاهش تلفات تبخیر از سطح خاک نقش شایانی در استقرار و زنده‌مانی گونه‌های گیاهی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفا می‌نماید. Boers و همکاران (۱۹۸۰) در منطقه‌ای بنام سد بوگر در فلسطین اشغال‌شده با بارش متوسط ۲۴۰ میلی‌متر در سال ۱۹۸۰ میلادی با جمع‌آوری آب باران اقدام به کشت درخت پسته نمود. وی روش‌های مختلف استحصال آب و نتایج حاصل از ذخیره آب باران در خاک را مورد ارزیابی قرارداد .نتایج طرح نشان داد که احداث حوضچه خاص برای هر درخت، سبب استحصال آب باران بیشتری نسبت به سامانه تراس‌بندی دارد و احداث سامانه‌های ۱۰ مترمربعی با پشته‌هایی به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر قادر به جمع‌آوری ۱۵ تا ۲۰ درصد بارش سالانه می‌باشد .این پژوهشگر جمع‌آوری جریانات کوچک از سطح خاک و آب چشمه‌ها و جویبارهای کوچک را به‌عنوان طرح‌های جمع‌آوری آب باران ذکر کرده و معتقد است در مناطق خشک و نیمه‌خشک اجرای چنین طرح‌هایی بسیار مفید بوده و یکی از روش‌های اقتصادی تأمین آب است. در پروژه‌ای که توسط Gupta و همکاران (۱۹۹۴) انجام‌شده، روش‌های جمع‌آوری باران با ایجاد حوضچه‌های جمع‌آوری‌کننده در سطح دامنه‌ها در حالت طبیعی، از بین بردن پوشش گیاهی و انجام عملیاتی از قبیل کوبیدن، شیب‌دار کردن، تسطیح و منظم نمودن سطح دامنه‌ها ARI از نظر نفوذ آب روی رشد گیاه و تولید زیست‌جرم گیاه در منطقه‌ای با شیب ۲۰ درصد موردبررسی قرارگرفته است .وی در تیمارهای یادشده شرایط طبیعی و پوشش مالچی را در سطح دامنه‌ها و پوشش پلاستیکی و مالچ نفتی را در اطراف درختان به‌منظور ذخیره بیشتر آب در نیمرخ خاک به کار گرفت .بر اساس نتایج حاصله، در طول ۲۶ ماه، رشد نهال‌ها چهار برابر تیمار شاهد (۶ تن در هکتار) بوده است. به‌علاوه تولید زیست‌جرم از ۶۹ برای گیاه موردبررسی افزایش‌یافته و ارتفاع نهال‌ها نیز ۷۰ درصد افزایش‌یافته است. در سال‌های

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

اخیر جمع‌آوری آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌سرعت در جنوب شرقی کشور چین گسترش‌یافته است. این روش نه‌تنها در تأمین آب شرب بلکه به‌عنوان تأمین آب کشاورزی نیز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. پژوهشی که توسط Huang و همکاران (۲۰۰۲) در زمینه جمع‌آوری آب باران در ایالت گانگزو چین با استفاده از دو نوع تیمار پوشش سطحی زمین مشتمل بر ماده افزایش‌دهنده ثبات خاک و ضریب رواناب و آسفالت با پوشش پشم‌شیشه استفاده شد، افزایش کارایی جمع‌آوری آب را به ترتیب ۱۹ و ۱۸ درصد نشان می‌داد. در پژوهشی در گردنه قوچک تهران به‌منظور استحصال آب باران برای کشت درخت و ایجاد پوشش جنگلی از سامانه‌های آبگیر با استفاده از سطح دامنه‌ها، تراس‌های قیراندود ایجاد نموده و با تعبیه بشکه‌هایی در پایین سامانه‌ها واقع در شیب ۳۰ درصدی رواناب حاصل از بارش را طی ۴ سال اندازه‌گیری نمود. نتایج حاصل نشان داد که ۴۹ درصد از بارش‌ها تولید رواناب داشته است ولی به دلیل شکستگی‌های به وجود آمده در سطح قیر در طی مدت ۶ سال، ضریب رواناب از ۷۵ درصد به ۲ درصد تقلیل یافته است (کوثر، ۱۳۶۴)؛ بنابراین با احداث تراس-بندی قیراندود، مجدد رواناب را می‌توان ذخیره کرد. سپاسخواه (۱۳۷۵) نیز در باجگاه استان فارس نشان داد که مقدار ضریب رواناب باگذشت زمان در تیمار مالچی نسبت به دو تیمار خاک متراکم و کوبیده شده با غلتک دستی و خاک غیرمتراکم به دلیل ایجاد درز و شکاف‌های ایجادشده در مالچ نفتی کاهش‌یافته است Boers و همکاران (۱۹۹۴) پروژه‌های دیگری که در موسسه تحقیقات دیم کشور توسط Welsh و همکاران (۲۰۰۰) به‌منظور بررسی شیوه‌های مختلف جمع‌آوری و استحصال آب باران در سامانه کوچک مربعی و نیم دایره‌ای در سه اندازه، سه وضعیت سطوح سامانه و در دو وضعیت خاک‌پای ۶ سال در منطقه یال ایلخچی آذربایجان شرقی برای دو رقم بادام انجام شد، نشان داد که با سطوح رواناب تمیز و غلتک زده‌شده و با استفاده از پلیمر می‌توان رواناب را ذخیره کرد و شکل سامانه در جمع‌آوری آب باران تأثیری ندارد. اخیراً در ایران پژوهشگران اندکی در زمینه شکل هندسی و شیب سطح سامانه‌های آبگیر و اثر آن‌ها در رواناب بکار گرفته‌شده است .برای نمونه، نتایج حاصل از مطالعات شاهینی (۱۳۸۴) در ارزیابی اشکال مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر در استحصال آب باران و ذخیره آن در خاک‌نشان داد که سامانه‌های لوزی و هلالی شکل تأثیر بیشتری در جمع‌آوری آب باران و ذخیره رطوبت دارند .همچنین، استفاده از پوشش پلاستیکی در سطح سامانه‌ها در جمع‌آوری آب تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای دارد .در پژوهشی تا حدودی مشابه که توسط رستگار (۱۳۸۷) در منطقه هرمزگان در مقایسه سطوح آبگیر باران به شکل-های هلالی، لوزی و مستطیلی انجام‌شده است که نشان‌داد که میزان ذخیره رطوبت در سامانه‌های لوزی شکل با تیمار مالچ پاشی شده، به دلیل تمرکز بیشتر رواناب، بیشترین ذخیره رطوبتی و سامانه مستطیلی کمترین ذخیره رطوبتی را دارا می-باشد .همچنین، بررسی تأثیر پوشش پلاستیکی در جمع‌آوری نزولات آسمانی در خاک توسط شکرچیان (۱۳۸۴) در منطقه پیروئیه انجام گرفت. در پژوهش دیگری رضایی و موسوی (۱۳۸۹) نشان‌دادند که تیمارهای عایق نسبت به تیمارهای نیمه عایق و طبیعی در رواناب و جمع‌آوری آب باران از کارایی بیشتری برخوردارند و تفاوت آماری معنی‌داری در سطح یک در صد خطا را از خود نشان می‌دهند. همچنین تاکنون پژوهش‌هایی که در ایران صورت گرفته است، به مسئله تلفیق استحصال آب باران و منظرسازی خشک که روشی بسیار کارآمد در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند باشد توجه نشده-است. امروزه استفاده از منظرسازی خشک برای محوطه‌سازی‌های شهری بسیار بیشتر از گذشته است درحالی‌که می‌توان باکمی تأمل در طراحی و اجرا آب باران در هر محوطه را استحصال نمود. منظرسازی خشک در راستای کاهش مصرف آب طراحی می‌شود. شما در نظر بگیرید اگر ۵۰۰ مترمربع از فضایی که با چمن پوشیده شده است را با طراحی جدید به‌صورت منظرسازی خشک بازسازی کنیم در طول یک سال چند لیتر در مصرف آبی که برای آبیاری این فضای سبز مصرف می‌شود صرفه‌جویی کرده‌ایم. بنا بر گفته‌ی محققان و کارشناسان، فضای سبز با پوش گیاهی مناسب، مانند چمن‌کاری ازنظر کمک به کاهش آلودگی هوا و زیبایی مناطق شهری به‌مراتب بهتراز منظرسازی خشک می‌باشد؛ اما امروزه تمام کشورهای جهان به دنبال ذخیره هرچه بیشتر منابع آبی هستند، به‌ویژه در کشور ایران که در سال‌های اخیر خشکسالی به‌عنوان یکی از

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

دغدغه‌های اساسی کشور به حساب می‌آید درنتیجه باید تا آخرین قطره‌ای که امکان دارد در مصرف آب صرفه‌جویی کنیم و به فکر حفظ منابع آب شیرین باشیم. درصورتی‌که با نگرش دوجانبه‌ی صرفه‌جویی و همچنین استحصال آب باران، به طراحی منظرسازی خشک بپردازیم می‌توانیم درعین‌حال که در مصرف آب صرفه‌جویی کرده‌ایم با استفاده از مواد مناسب و طراحی هوشمندانه‌ی یک فضای سبز، آب حاصل از باران در آن فضا را نیز استحصال کنیم. این‌گونه اجرای منظرسازی خشک را می‌توانیم منظرسازی خشک هوشمندانه با رویکردی دوجانبه بنامیم.

در بازطراحی فضای سبز به‌صورت منظرسازی خشک با رویکردی دوجانبه باید به مسائل زیر توجه نمود:

- شیب بندی مناسب سطح آبگیر (فضای موردنظر برای منظرسازی)
- زهکشی منظم به سمت مخازن نگهداری آب
- طراحی لایه‌ی نفوذناپذیر و عایق در لایه‌ی عمیق‌تر (بتن، ورقه‌های پلاستیکی و ...)
- استفاده از زمین پوش مناسب با حداکثر میزان نفوذپذیری در لایه‌ی سطحی (سنگ‌ریزه، شن، ...)

زمین پوش مناسب برای استفاده در لایه‌ی سطحی این طرح باید حداکثر نفوذپذیری (تخلخل) و همچنین حداقل جذب را داشته باشد تا هرچه سریع‌تر و آسان‌تر رواناب حاصل از بارش نفوذ کند و به لایه‌ی پایین‌تر (نفوذناپذیر) برسد تا با توجه به شیب بندی سطح طراحی‌شده وارد کانال‌های زهکشی شود و به سمت منابع ذخیره هدایت شود. به همین منظور انتخاب نوع مواد قابل‌استفاده برای لایه‌ی نفوذپذیر هم ازنظر جنس ماده و هم ازنظر ابعاد فیزیکی و هندسی بسیار مهم است. در این پژوهش توصیه می‌شود که زمین پوش ازنظر فیزیکی و هندسی نیز در ابعاد و اشکال مناسب انتخاب شود؛ بنابراین، هدف از مقاله حاضر، اجرای تلفیق منظرسازی خشک هوشمندانه و استحصال بهینه آب باران است. همچنین در این پژوهش شیب بندی مناسب سطوح آب گیر (فضای موردنیاز برای منظرسازی)، طراحی لایه نفوذپذیر و عایق در لایه عمیق‌تر، استفاده از زمین پوش مناسب در لایه سطحی و نوع شکل هندسی سطوح آبگیر (لوزی شکل) که منجر به استحصال بیشتر آب باران و افزایش دوره ماندگاری رطوبت خاک که برای منظرسازی خشک با توجه به مسائل اقتصادی مفید است، مورد آنالیز واقع‌شده است.

مروری بر تعریف منظرسازی خشک(Xeriscaping)

اصطلاح Xeriscape از واژه یونانی xeros گرفته‌شده است و به معنی خشک است. این مفهوم در اوایل دهه ۱۹۸۰ از دنور (کلرادو) سرچشمه گرفت. به دلیل شرایط خشکسالی در دنور آب را جیره‌بندی کردند و آبیاری چمنزارها و حیاط‌ها را ممنوع کرده بودند. تعدادی از اصطلاحات که مربوط به حفاظت از فضای سبز با محدودیت آبیاری می‌باشند از آن دوران رواج یافت. در میان آن‌ها" منظرسازی خشک"، "منظرسازی با استفاده کم از آب"، "منظرسازی جهت تحمل خشکسالی"، "منظرسازی ضد آب" و "منظرسازی بیابانی" قرار دارد. منظرسازی خشک اصطلاح گسترده‌ای است که طی چند سال گذشته رواج یافته است، یک کلمه با اصالت یونانی (xeros) به معنای خشک، همراه با کلمه (Landscape) به معنای محوطه‌سازی، درنهایت اصطلاح منظرسازی خشک را تشکیل داده‌اند. منظرسازی مقاوم در برابر خشکسالی ناشی از توانایی گیاه برای زنده ماندن در شرایط آبیاری محدود است، اگرچه معمولاً با افزایش میزان آب، این گیاهان بهتر به نظر می‌رسند. با آبیاری نادرست، یک گیاه مقاوم در برابر خشکسالی ممکن است به یک خندق در منظر تبدیل شود. درنتیجه، پوشش گیاهی در حیاط‌ها پژمرده شد و مناظر دنور شروع به ترویج آنچه که منظرسازی خشک می‌نامیدند کرد. منظرسازی خشک رویکردی از محوطه‌سازی است که از مقادیر کمی آب استفاده می‌کند اما نمای سنتی را حفظ می‌کند. از آن زمان مفهوم منظرسازی خشک در بسیاری از مناطق کشور آمریکا که پذیرش خشکسالی یا خشکی‌های طولانی‌مدت بوده است، مورداستفاده قرار گرفت و شیوه‌های واقعی منظرسازی خشک در مکان‌های مختلف به شکل متفاوتی تکامل‌یافته‌اند (Welsh et al., 2000). هدف از منظرسازی خشک ایجاد چشم‌انداز بصری جذاب است با استفاده از گیاهانی که نیاز کمتری به

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

آب‌دارند. درصورتی‌که منظرسازی خشک به شکل صحیح اجرا شود می‌تواند به‌راحتی با استفاده کمتر از نیمی از آب یک منظره سنتی ایجاد شود. پس از تأسیس، یک منظرسازی خشک نسبت به چشم‌انداز چمن احتیاج به نگهداری کمتری دارد. منظره‌ای از نوع منظرسازی خشک می‌تواند بدون آسیب رساندن به کیفیت و زیبایی محیط خانه، میزان مصرف آب در فضای باز را تا ۵۰ درصد کاهش دهد. همچنین ازنظر زیست‌محیطی این روش مناسب است چراکه به کود و مواد شیمیایی کمتری نیاز دارد. این روش ازنظر تعمیرات و نگه‌داری هزینه و زمان کمتری نیاز دارد. Wade و همکاران (۲۰۰۲) در مناطق شهری حدود ۲۵ درصد از آب‌رسانی برای مصارف مناظر و باغ‌ها استفاده می‌شود. در تابستان، حتی ۶۰ درصد از آب متوسط مصرف خانگی برای نگهداری منظره مصرف می‌شود. بسیاری از مناظر سنتی به مقادیر زیادی آب احتیاج دارند و بخش اعظم این آب به‌صورت ناکارآمد استفاده می‌شود (Texas Agricultural Extension Service, 2003).

بررسی مزایا و معایب اکولوژیکی منظرسازی خشک

مزایای منظرسازی خشک: این روش از منظرسازی مزایای مشخص و قابل‌توجهی دارد که با توجه به نیازهای محلی که منجر به روی آوردن به این روش شده است تعدادی از مزایا اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. Ozyavuz و همکاران (۲۰۱۲) مواردی را به‌عنوان مزایای این روش بیان کردند. اولین و مهم‌ترین تأثیر مثبت این روش کاهش مصرف آب بود که در آمریکای شمالی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد در مصرف آب شهری صرفه‌جویی شده بود. از طرف دیگر با کاهش پیچیدگی سیستم‌های آبیاری و کاهش کاشت چمن و گیاهان باغی فرایند نگهداری آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌شود. یکی از جالب‌ترین تأثیرات مثبت به دلیل استفاده از گونه‌های بومی در این روش از منظرسازی که از مواد آلی خاک تغذیه می‌شوند، عدم نیاز به استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی است که از مزایای اکولوژیکی قابل‌ملاحظه این روش است. از طرفی دیگر نیاز به استفاده از ماشین‌های چمن‌زنی و آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت این ابزار وجود دارد که در محیط منظرسازی خشک این مورد هم به حداقل می‌رسد. علاوه بر موارد ذکرشده به دلیل امکان ایجاد طراحی‌های جدید و همچنین مزایای ذکرشده برای ایجاد منظرسازی خشک این روش می‌تواند یک محدوده شهری را ازنظر اقتصادی هم دستخوش تغییرات مثبت کند و ارزش دارایی‌های مالکین را افزایش دهد (Özyavuz et al., 2012).

معایب منظرسازی خشک: مهم‌ترین نقطه‌ضعف این است که بخش عمده‌ای از پوشش گیاهی مورداستفاده خشن و دارای خار و لبه‌های تیز است. علاوه بر این، خود زمین در منظرسازی خشک به‌طورکلی سخت‌تر است زیرا با استفاده از شن، تراشه‌های چوب و سایر مواد سخت خردشده که در حفظ آب مؤثر هستند یا قادر به هدایت جریان آن هستند طراحی و اجرا می‌شوند. نصب این نوع محوطه‌سازی اغلب در ابتدای پروژه به کمی هزینه اضافی نیاز دارد. جایگاه چمنزارها و باغ-های سرسبز ازنظر تأثیرات مثبتی که برافزایش سطح اکسیژن هوا دارند به‌مراتب بهتر از منظرسازی خشک می‌باشد و به همین ترتیب منظرسازی خشک در شهرهای متراکم و شلوغ نمی‌تواند تأثیر مثبتی بر کاهش مشکل جزیره‌های گرمایی که در محیط‌های شهری و صنعتی ایجاد می‌شوند، داشته باشد. به همین دلیل ازنظر زیست‌محیطی بهتر است شهرهای بزرگ صنعتی یا شهرک‌های کوچک صنعتی انتخاب‌های مناسبی جهت اجرای این طرح و جایگزینی منظرسازی خشک با محدوده‌های متراکم از پوشش گیاهی و چمن‌کاری‌های پیوسته نباشد.

اجرای منظرسازی خشک در چه مناطقی توصیه می‌شود؟

اگر ایده شما ایجاد یک منظره لذت‌بخش دل‌چسب و ساده است، منظرسازی خشک برای شما مناسب است. اگر در منطقه‌ای زندگی می‌کنید که دوره‌های طولانی خشکسالی را می‌بینید، یا زمینی دارید که آب را به‌طور مؤثر جمع‌آوری نمی‌کند، تبدیل فضای سبز به منظرسازی خشک می‌تواند یک انتخاب عاقلانه باشد. این طراحی می‌تواند در هر شرایط آب‌وهوای با اهداف مختلف استفاده شود و منحصر به محیط‌های خشک نیست اما در این مناطق بسیار هوشمندانه‌تر رفتار

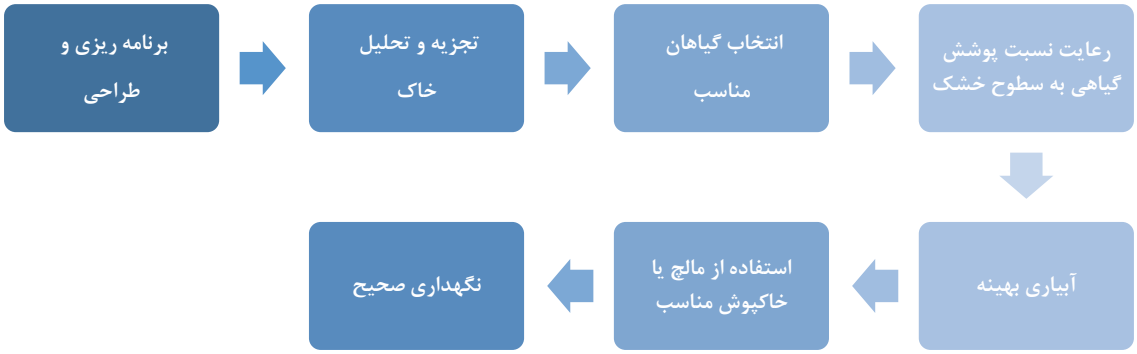
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

می‌کند و درحالی‌که یک فضای سبز چهارفصل و دائمی را در اختیار مردم قرار می‌دهد در راستای کاهش مصرف آب و همین‌طور استحصال آب باران در صورت وقع در زمان‌های محدود طول سال می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد.

اصول اجرای منظرسازی خشک

فضای سبز از نوع منظرسازی خشک، مجموعه‌ای از هفت اصل حساس زیر باهدف ایجاد فضای سبز بیشتر، با آبیاری بهینه و مصرف آب کمتر می‌باشد.



شکل (۱): مجموعه اقدامات لازم جهت اجرای منظرسازی خشک.

منظرسازی خشک در ایران

فضاهای سبز یکی از اساسی‌ترین عوامل پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی نوین به شمار می‌آیند. یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده فضاهای سبز شهری کمبود منابع آب است .کمبود آب در عصر کنونی یکی از موضوعات بحرانی برای بیشتر کشورها خصوصاً کشورهای واقع در مناطق خشک و بیابانی ازجمله ایران می‌باشد منظرسازی خشک رویکردی متداول در سطح جهان است که در مواجهه با شرایط اقلیم‌های گرم و خشک مطرح می‌گردد .طراحی منظر از نوع منظرسازی خشک بدون آسیب رساندن به کیفیت و زیبایی محیط مصرف آب را تا حدود زیادی کاهش می‌دهد. مطلب حاضر راهکارهایی برای اجرایی شدن دو هدف استفاده بهینه از منابع آبی و همچنین استحصال آب باران در طراحی فضای سبز شهری بوده که در راستای پیاده‌سازی منظرسازی خشک در اقلیم‌های گرم و خشک می‌باشد.

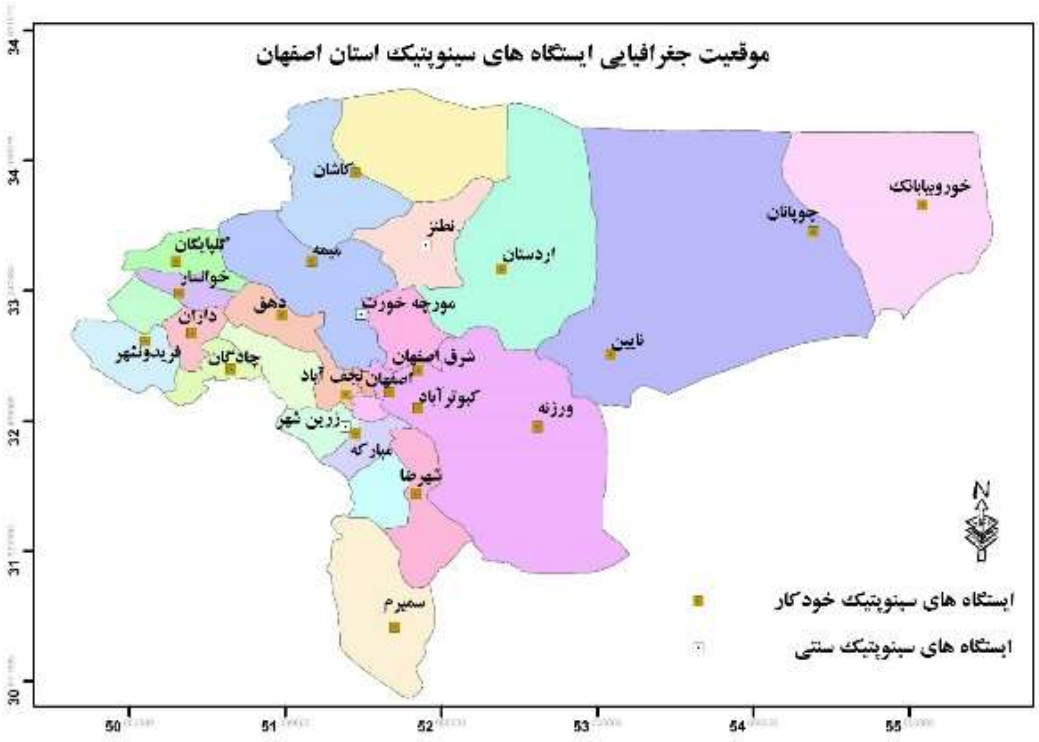
مواد و روش

موقعیت محل اجرای طرح

موقعیت اجرای طرح در روستای دره بادام علیا در مرکز شهرستان فریدون‌شهر و در مختصات ″۴۱ ′۱۱ °۵۰ شرقی و ″۰۱ ′۹۱ °۳۲ شمالی واقع‌شده است. محل اجرای طرح در دامنه جنوبی، مشرف‌به روستا با شیب متوسط ۲۵ درصد انتخاب شد (شکل ۲).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]



شکل (۲): نمایش مکان ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در استان اصفهان

نفوذپذیری سطحی خاک با استفاده از روش صحرایی استوانه‌های دوگانه در عرصه موردتحقیق به‌منظور انتخاب عرصه همگن انجام شد .در این بخش از پژوهش بر اساس اطلاعات میزان بارش ۲۴ ساعته تعداد ۳ ایستگاه باران‌سنجی اطراف محدوده اجرای طرح، اقدام به محاسبه حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره برگشت ۱۰ ساله با استفاده از تابع توزیع گامبل گردید .دوره بازگشت ۱۰ ساله به‌منظور حفظ پایداری سامانه‌های آبگیر در مدت اجرای طرح انتخاب گردیده است.

روش کار

به‌منظور برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته منطقه طرح از ایستگاه‌های مجاور منطقه استفاده‌شده است (جدول ۱). مشخصات ایستگاه‌ها به همراه تعداد سال‌های آماری و میانگین حداکثر ۲۴ ساعته در طول دوره آماری استخراج گردید. با توجه به اطلاعات حاصله، گرادیان بارندگی مطابق معادله (۱) محاسبه گردید.

جدول (۱): موقعیت و مقادیر بارش متوسط ایستگاه‌های باران‌سنجی محدوده اجرای طرح

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	متوسط بارش سالانه (میلی‌متر)
۱	۵۰/۲۱	۳۲/۰۳	۵۶۲/۹
۲	۵۰/۷۲	۳۲/۱۷	۴۷۵/۵
۳	۵۰/۹	۳۲/۲	۵۴۷/۲

$$P\ 24=b*a+h \qquad (۱)$$

b=0/0042 R2=0.67 , a=24/ 7 , SE=1.56

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

که در آن r ضریب تبیین، SE درصد خطای استاندارد، P24 بارندگی میانگین حداکثر ۲۴ ساعته و h ارتفاع از سطح دریا و می‌باشد. ارتفاع محل اجرای طرح ۲۱۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد که با توجه به ضرایب فوق، میزان بارندگی میانگین حداکثر ۲۴ ساعته معادل ۳۴ میلی‌متر حاصل گردید. برای محاسبه بارندگی با دوره بازگشت ۱۰ ساله از توزیع گامبل (فرمول شماره ۲) استفاده گردید:

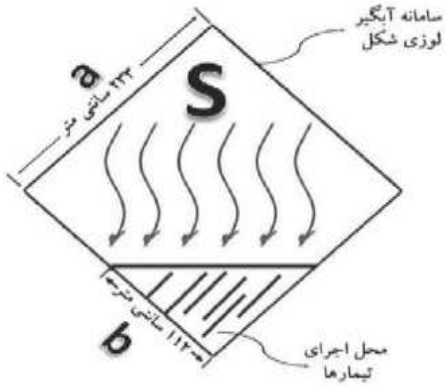
$$X10= X+S* (0/78* Y10-0.45) \qquad Y10= Ln- Ln [- (1-1/T)] \qquad (۲)$$

بنابراین مقدار حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره برگشت ۱۰ ساله مدت‌زمان لازم برای حفظ پایداری سامانه‌ها در طول مدت پژوهش معادل ۴۶ میلی‌متر محاسبه و مبنای طراحی سامانه‌های آبگیر قرار گرفت. برای شناخت وضعیت خاک محل اجرای طرح نیمرخی به عمق ۹۰ سانتیمتر حفر و تشریح گردید .همچنین آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، روی نمونه‌ها انجام شد (جدول ۲).

جدول (۲): نتایج آزمایش‌های فیزیک و شیمیایی خاک محدوده اجرای طرح

افق	A	C	AC
عمق (سانتی‌متر)	۰-۹	۹-۳۰	۳۰-۹۰
بافت	لومی رسی	سیلتی لوم	لومی رسی
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۸۶
درصد اشباع	۵۰	۵۴/۳۰	۵۸
پتاسیم قابل‌جذب (ppm)	۲۰۹	۲۵۶	۲۶۰
فسفر قابل‌جذب (ppm)	۹	۱۶	۱۲
درصد کربن آلی	۰/۸۵	۰/۱۶	۰/۲۷
درصد ازت	۲/۵	۰/۷۷	۰/۰۲۷
SAR	۱۰/۲۱	۱۲	۸/۵۰

سپس محدوده‌ای ۳۳ متر انتخاب و جهت جلوگیری از ورود احشام، به ابعاد اطراف آن با نصب پایه و توری محصور گردید. به‌منظور تقلیل مجهولات و دستیابی به طراحی ابعاد سامانه، حجم ظرفیت آبگیری سامانه‌ها (۲۵۰ لیتر) بر مبنای استحصال بارش حداکثر روزانه با دوره بازگشت ده‌ساله فرض شد. لذا ابعاد سامانه به‌صورت شکل (۳) طراحی گردید.



شکل (۳): ابعاد سطوح سامانه آبگیر لوزی شکل

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

برای سهولت در اجرای سامانه‌های لوزی شکل شابلونی به ابعاد ۲/۳۳ × ۲/۳۳ متر تهیه گردید. روی پشته‌های سامانه‌ها توسط سنگ‌های موجود در منطقه جهت جلوگیری از فرسایش، سنگچین شد .قسمت مثلثی جمع کننده نزولات در انتهای سامانه به عمق ۶۰ سانتی‌متر و ضلع ۱۱۲ سانتی‌متر خاک‌برداری شد. با استفاده از این سامانه‌ها در سطح موردنظر در هر بلوک آب در انتهای سامانه که گودبرداری شده و در جهت شیب بندی می‌باشد جمع می‌شود و توسط زهکش‌ها به سمت منبع هدایت می‌شود، به همین دلیل است که استفاده از این سامانه‌ها در این طرح توجیه اقتصادی دارد و ذخیره‌ی آب را سرعت می‌بخشد.

استفاده از زمین پوش مناسب

الف) زمین پوش سطحی: به‌منظور افزایش نفوذپذیری لایه سطحی از سنگریزه بادامی و صیقلی و ژیوتکستایل[1] در لایه سطحی به عمق ۵۰ سانتی‌متری استفاده شد. به‌کارگیری لایه‌ای از زمین پوش، موجب کاهش میزان تبخیر از سطح خاک، جلوگیری از رشد علف‌های هرز، متعادل کردن درجه حرارت خاک و کاهش روند فرسایش آن خواهد گردید.

ب) زمین پوش عمیق: در لایه‌ای به عمق ۸۰ سانتی‌متر تا ۱۲۰ سانتی‌متری از لایه ژیوممبرین[2] و رسی ژیوسنتتیک[3] در این پژوهش استفاده شد. کاربرد مفید این لایه‌ها در عمق برای جلوگیری از نفوذ آب به اعماق زمین است تا بتوان آب را جمع‌آوری و استخراج کرد. ازلحاظ کاربردی و تجربی این لایه‌ها حتی در جلوگیری از نفوذ شیرابه زباله‌ها به اعماق زمین استفاده می‌شوند. البته می‌توان از نانو لایه‌های نفوذناپذیر هم استفاده کرد زیرا ازنظر زیست‌محیطی و اقتصادی برای طرح مساعد می‌باشند.

انتخاب بهینه گیاهان

کاشت گیاه مناسب در مکان مناسب مسئله‌ای کلیدی در منظرسازی مناطق گرم و خشک و استفاده‌ی بهینه از بخشی از آب باران جمع‌آوری‌شده به‌حساب می‌آید. برای این منظور می‌بایست بسته به اقلیم و خاک منطقه گیاهان مناسب را انتخاب نموده، سپس با توجه به نیاز به آب و آفتاب نسبت به کاشت آن‌ها به‌صورت گروهی در مناطق مختلف بستر اقدام نمود. گیاهان خانواده کاکتوس و آلوئه‌ها از گیاهان مناسب برای منظرسازی خشک است. به‌غیراز کاکتوس و آلوئه، می‌توان از گیاهان یک یا چندساله مقاوم به خشکی استفاده کرد. در این پژوهش از گیاه گل همیشه‌بهار که یک گیاه مقاوم به خشکی با ظاهری زیبا است استفاده شد.

تیمار و برنامه آبیاری

با توجه به انتخاب گیاه همیشه‌بهار در این پژوهش و مقاوم بودن این گیاه در مقابل شرایط کم‌آبی و تنش‌های خشکی تیمار بهینه برای آبیاری این گیاه با حداقل آبیاری موردنیاز انتخاب شد. قلی نژاد در سال ۱۳۹۸ پس از بررسی فاکتورهای مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای مختلف جهت پرورش بهینه گل همیشه‌بهار به این نتیجه رسید که باوجوداینکه افزایش فواصل آبیاری و به‌تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد گیاه همیشه‌بهار کاسته می‌شود اما با کاربرد خارجی تعدیل‌کننده‌های تنش خشکی (سولفات روی[4]، گلایسین بتائین[5] و سالیسیلیک اسید[6]) می‌توان تا حدی اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد این گیاه را کاهش داد (Gholinezhad, 2019). از طرفی با توجه به هدف اصلی این پژوهش پیرامون استحصال آب باران و صرفه جوی در مصرف آب از طریق بازطراحی فضاهای سبز شهری تیمار بهینه پژوهش

1 Geotextile
2 Geomembrane
3 Geosynthetics

4 $ZnSO_4$
5 $C_5H_{12}NO$
6 $C_7H_6O_3$

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

Gholinezhad (۲۰۱۹) برای پژوهش حاضر انتخاب شد به‌گونه‌ای که دوره آبیاری با فواصل ۶ روزه به همراه تعدیل‌کننده گلایسین بتائین انجام شد.

نصب تجهیزات اندازه‌گیری

پس از آماده‌سازی محل، وسایل ذیل جهت پایش طرح تهیه و اندازه‌گیری میزان بارندگی روزانه تعبیه گردید، به‌منظور اندازه‌گیری تبخیر بالقوه تشت تبخیر کلاس A و برای انداز ه گیری درجه از حرارت‌سنج مدل TES استفاده شد. حرارت خاک در عمق ۴۰ سانتی‌متری، بشکه ۲۲۰ لیتری برای اندازه‌گیری رواناب حاصل از بارندگی، پروب ۱۱ یا حسگر به عمق ۴۰ سانتی‌متر برای انداز ه گیری رطوبت خاک با استفاده از دستگاه (6050 X1.) در طول مدت اجرای طرح تعداد ۴۴ رخداد بارندگی از اواسط اردیبهشت تا اوایل آبان ماه ثبت گردیده است که حداقل آن ۰/۵ و حداکثر آن ۲۶ میلی‌متر می‌باشد.

نتایج و بحث

برای محاسبه و مقایسه آسان‌تر میزان رطوبت، دما، بارش و تبخیر از نرم‌افزار spss استفاده‌شده است. نتایج یک‌بار برای حالت شاهد (بدون منظرسازی خشک هوشمندانه) و یک‌بار برای حالت اجرای منظرسازی خشک با شکل هندسی لوزی به همراه شیب بندی و زمین پوش مناسب (منظرسازی خشک هوشمندانه) محاسبه‌شده‌اند و نتایج در جدول (۳) نشان داده‌شده است.

جدول (۳): مقایسه میزان رطوبت، دما، بارش و تبخیر برای حالت شاهد و برای حالت منظرسازی خشک هوشمندانه

حالت	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی
رطوبت در ۴۰ سانتی‌متری (٪)							
با منظرسازی خشک و رعایت نکات ملزوم	۱۹,۷۳	۳۹,۶۳	۲۷,۷۸	۳,۳۲	۱۱,۰۴	-۰,۱۲	۰,۸۵
نمونه شاهد	۱۴,۵۳	۳۷,۲۰	۲۶,۱۴	۴,۷۴	۲۲,۴۳	-۰,۰۵	-۰,۰۳
بارندگی							
با منظرسازی خشک و رعایت نکات ملزوم	۰,۵	۲۶	۲۵,۵	۶,۹	۶,۲	۳۸,۴۲	۱,۵۲
نمونه شاهد	۰,۵	۲۶	۲۵,۵	۶,۹	۶,۲	۳۸,۴۲	۱,۵۲
تبخیر							
با منظرسازی خشک و رعایت نکات ملزوم	۰,۱۸	۱۷,۷۲	۸,۴۲	۳,۲۰	۱۰,۲۳	-۰,۲۲	۰,۲۰
نمونه شاهد	۰,۲۰	۱۹	۱۰,۲۳	۴,۹	۲۵	-۰,۲۰	۰,۸۰
حرارت							
با منظرسازی خشک و رعایت نکات ملزوم	۱۰,۴	۲۷,۱۰	۲۰,۸۰	۴,۶۸	۲۱,۹۲	-۰,۵۳	-۱,۰۶
نمونه شاهد	۱۴	۲۸,۸	۲۲,۷۳	۴,۱۳	۱۷,۰۵	-۰,۸۵	-۰,۴۶
رواناب(mm)							
با منظرسازی خشک و رعایت نکات ملزوم	۰,۰۷۵	۳,۹	۳,۷۸	۱,۰۳۵	۱,۰۲	۵,۷۵	۰,۲۲
نمونه شاهد	۰,۰۱	۲	۱,۳۷	۴,۹۰	۱۸,۵	-۰,۰۷	-۰,۰۳

طبق یافته‌های جدول (۳)، میزان رطوبت در نمونه با منظرسازی خشک بیشتر است نسبت به نمونه‌های شاهد و درجه حرارت خاک در طول مدت اجرای طرح تغییرات زیادی از خود نشان داده است. بطوریکه میزان حداقل در اردیبهشت‌ماه و حداکثر در مردادماه مشاهده‌شده است. میزان تبخیر نیز در نمونه شاهد بیشتر از نمونه با منظرسازی خشک است. حداقل و

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

حداکثر رطوبت خاک در نمونه منظرسازی خشک به میزان قابل‌توجهی (۵٪) و (۳٪) افزایش‌یافته است. با توجه به منظرسازی خشک و شیب بندی مناسب و نوع زمین پوش بهینه منطقه نتایج حاکی از آن است که میزان قابل‌توجهی رطوبت و رواناب سطح موردنظر افزایش‌یافته است که با طراحی هوشمندانه می‌توان رواناب حاصل از بارش را استحصال نمود و برای مصارف دیگر در منطقه مصرف نمود. توجیهات اقتصادی منظرسازی خشک و مقایسه با چمن گرمسیری برمودا که گونه‌ای سازگار با محیط‌های گرم و خشک است، در جدول (۴) نشان داده‌شده است.

جدول(۴): مقایسه هزینه و سود برای منظرسازی خشک هوشمندانه و مقایسه با دیگر پوشش‌های فضای سبز شهری (چمن)

هزینه	استفاده از منظرسازی خشک (گل همیشه‌بهار)	استفاده از چمن برمودا گراس
آب موردنیاز برای آبیاری هر مترمربع در روز	۲ لیتر	۹ لیتر
هزینه هر مترمربع آب آبیاری	۱۰۰۰ ریال	۴۵۰۰ ریال
هزینه نگهداری اجرا/ خرید مواد یا مصالح برای هر مترمربع	۶۴۰۰۰ ریال	۴۰۰۰۰۰ ریال
حجم رواناب حاصل باز هر مترمربع با توجه میزان بارش منطقه	۳,۷۸ مترمکعب	۱,۳۷ مترمکعب
سود حاصل	۲۱۷۹ ریال	۲۱۷۱- ریال
میزان آب استحصال‌شده به ازای هر مترمربع	۳,۷۸ مترمکعب	۰ مترمکعب
ارزش مالی آب استحصال‌شده به ازای هر مترمربع	۱۸۹۰۰۰۰ ریال	۰ ریال
صرفه اقتصادی با توجه به میزان آب مصرفی و آب استحصال‌شده به ازای هر مترمربع در روز	۱۸۸۹۰۰۰ ریال	۴۵۰- ریال

هزینه‌های پیش‌بینی‌شده در جدول (۴) پس از استعلام قیمت از ۸ شرکت مجری پروژه‌های محوطه‌سازی فضای سبز در شهر تهران و تطابق با استاندارد قیمت‌های پیمانکاران مسئول تعمیرات و نگهداری فضای سبز شهری در حال کار با شهرداری‌های مناطق به‌صورت میانگین آورده شده است. پس از آنالیز قیمت و مقایسه دو روش منظرسازی در بازه‌ی زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌توان گفت با استفاده از این روش طراحی علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب جهت آبیاری فضای سبز چمن‌کاری شده، مقدار قابل‌توجهی آب باران را می‌توان استحصال نمود که صرفه اقتصادی ۱۸۸۹۰۰۰ ریالی به ازای هر مترمربع در روز را دارد (جدول ۴). با توجه به اقلیم کشور ایران و عدم پراکندگی زمانی و مکانی یکنواخت بارش در سطح کشور می‌توان با شناسایی درست مناطق مستعد این طرح، به شکلی که اجرای این طرح حداکثر کارایی را در این مناطق داشته باشند از هدر رفت حجم زیادی از آب در زمان بارش‌های شدید و حدی یک منطقه جلوگیری کرد. از طرفی پس از هر بارش شدید و حدی، ظرفیت قابل‌ملاحظه‌ای جهت استحصال آب باران وجود دارد که امکان استفاده آب استحصالی در مصارف مختلف دیگر ازجمله مصارف کشاورزی و صنعتی را نیز فراهم می‌آورد. اگر در محدوده اجرای این طرح آب استحصالی از نیاز مصارف مختلف بیشتر باشد با طراحی و ایجاد جاهای جذبی مناسب می‌توان به‌صورت هوشمندانه بخش بیشتری از رواناب حاصل از بارش را به سمت سفره‌های آب زیرزمینی هدایت کرد درحالی‌که به‌صورت طبیعی بخش کمتری از رواناب ناشی از بارش به سفره‌های زیرزمینی وارد می‌شوند. اجرای این طرح با رویکرد تغذیه مصنوعی ازنظر اکولوژیکی می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد. کشور ما در سال‌های اخیر با پدیده فرونشست زمین و در برخی نواحی با تشکیل فرو چاله‌هایی روبه‌رو است که در کشور ایران عموماً ناشی از استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است. این پدیده به‌صورت درازمدت و پس از گذشت سال‌ها استفاده مکرر و بی‌رویه انسان از آب‌های زیرزمینی به وجود آمده است و می‌توان با یک رویکرد درازمدت علاوه بر جلوگیری از استفاده نادرست از منابع آب زیرزمینی، با تغذیه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

مصنوعی و هدفمند بخشی از این منابع ازدست‌رفته جایگزین شوند. این تغذیه مصنوعی می‌تواند با اجرای طرح این پژوهش در مناطق آسیب‌دیده در درازمدت تأثیرات مثبتی از خود برجای گذارد.

نتیجه‌گیری

در این طرح درعین‌حال که در مصرف آب با جایگزینی منظرسازی خشک به‌جای فضای سبز چمن‌کاری شده یا زمین بایر صرفه‌جویی کرده‌ایم، با استفاده از طراحی هوشمندانه‌ی یک فضای سبز، آب حاصل از باران در آن سطح را نیز استحصال می‌کنیم. استحصال آب باران در حقیقت مجموعه روش‌های بهره‌برداری از آب باران در مجاورت محل بارش است که می‌توان آب موردنیاز را بدون اتکا به سیستم‌های متمرکز آب‌رسانی از سطوح غیرقابل نفوذ و عایق شده همان منطقه تأمین نمود. با توجه به نیاز واحدهای صنعتی به آب می‌توان از این طرح پیشنهادی (منظرسازی خشک هوشمندانه) برای محوطه‌سازی‌های داخل واحدهای صنعتی استفاده کرد تا بخشی از آب موردنیاز هر واحد در محل تأمین شود و همچنین در واحدهای اداری به‌منظور مصارف شست‌وشو یا آبیاری گیاهان استفاده از این الگوی خاص جهت طراحی محوطه‌سازی پیشنهاد می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش در جمع‌آوری آب باران و نگهداشت رطوبت در خاک حاکی از این است که منظرسازی خشک باید به شیوه‌ی هوشمندانه طراحی و اجرا شود تا علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف سودآوری هم به همراه داشته باشد. این شیوه‌ی طراحی متشکل از ۹ اصل کلی زیر است که همگی در راستای دستیابی به آبیاری بهینه و جمع‌آوری آب باران در منظر تعیین‌شده‌اند:

۱- طراحی و برنامه‌ریزی
۲- تحلیل خاک
۳- انتخاب بهینه گیاهان و مواد مخصوص جهت منظرسازی
۴- استفاده منطقی از پوشش‌های سطحی
۶-استفاده از زمین پوش مناسب
۷-استفاده از سامانه‌های خاص لوزی شکل همراه با گودبرداری در پایین‌دست هر سامانه
۸-طراحی و اجرای شبکه زهکشی منظم از خروجی هر سامانه تا منابع ذخیره
۹- نگهداری

درنتیجه با استفاده از منظرسازی خشک بهینه و زمین پوش مناسب و شیب بندی و انتخاب صحیح شکل هندسی محلی که مدنظر برای منظرسازی خشک است، می‌توان رواناب را تا ۲ برابر و رطوبت خاک منطقه را تا ۵٪ افزایش داد و رواناب حاصل از بارش را تا حدود زیادی جمع‌آوری نمود تا برای مصارف مختلف استفاده شود و همچنین از شدت حرارت و تبخیر خاک کاسته می‌شود که همین موضوع موجب کاهش مصرف آب در فضای سبز موردنظر می‌شود. با توجه به جدول ۳ می‌توان گفت که با منظرسازی خشک می‌توان آب باران را ذخیره و برای مصارف دیگر مصرف نمود که این حجم آب قابل استحصال توجیه خوبی برای بازطراحی بخشی از فضاهای سبز شهری حتی در مناطق پرباران می‌باشد. این حجم آب استحصال می‌تواند میزان قابل‌توجهی از آب موردنیاز برای مصارف واحدهای صنعتی یا مصارف کشاورزی را فراهم کند. با رویکرد اکولوژیکی بیشتر به این طرح و بررسی امکان استفاده از این طرح در راستای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی جهت پیشگیری از پیشرفت فرونشست زمین و افزایش پدیده فرو چاله‌ها که ناشی از استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی می‌باشند، می‌توان آینده روشنی برای ادامه این پژوهش قائل بود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

منابع

۱. رستگار، ح. (۱۳۸۷). ارزیابی و مقایسه‌ی سامانه‌های سطوح آبگیر مسطح، هلالی و لوزی شکل در ذخیره نزولات آسمانی هرمزگان، ناشر پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، کرمان، ایران، ۲: ۷۵۱-۷۵۸.

۲. رضائی، ع. و س. ج. موسوی (۱۳۸۹). لزوم سطح عایق برای جمع‌آوری آب باران در نواحی نیمه‌خشک. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۴ (۱۱): ۵۳-۵۶.

۳. سپاسخواه، ع. (۱۳۷۵). کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی، یزد، ایران.۴۶-۵۹.

۴. شاهینی، غ. (۱۳۸۴). ارزیابی اشکال مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر در استحصال و ذخیره رطوبت پروفیل خاک در شرق استان گلستان، دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب‌وخاک، کرمان. ۱: ۸۸-۸۹.

۵. شرکت جم آب (۱۳۷۹). گزارش برنامه یکپارچه منابع آب کشور.

۶. شکرچیان، ا. (۱۳۸۴). بررسی روش‌های ذخیره نزولات آسمانی شرکت بادام تلخ و شیرین در حوزه‌های آبخیز پیروئیه بافت، دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب‌وخاک، کرمان. ۲: ۷۳۱-۷۳۴.

۷. قدوسی، ج.، م. ج. سلطانی، س. ع. خلخالی و ع. سپنجی (۱۳۸۴). ارزیابی تأثیر تیمار قرق در مراتع بر کاهش فرسایش خاک و تولید رسوب، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، تهران، ص ۱-۳۰.

۸. کوثر، آ. (۱۳۶۴). کاربرد قیر درختان دیم و اثر هرز آب ایجادشده در موفقیت و رشد اقاقیا، سرو نقره‌ای و زبان‌گنجشک، ناشر موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. شماره ۴۳.

9. Boers Th. M. *(1994). Rainwater Harvesting in Arid and Semi-Arid Zones*. University of Wageningen, International Institute for Land Reclamation and mprovement, Wageningen, the Netherlands, pp. *6-23.*
10. Boers Th. M. and Ben-Asher J. *(1980). Water Harvesting in the Desert* in: Annual Report 1979.
11. Gholinezhad E. *(2019). Effect of drought stress and stress modifier on biochemical traits of pot marigold (Calendula officinalis L).* j.plant proc. func. *8 (33):213-228.*
12. Gupta G. N. *(1994). Conserving Rainwater for Plant Production*. Journal of Ecological Management. *70: 329-339.*
13. Huang Z.B., Shan L., Gao J.E., Yang X. M. and Meni Ben H. *(2002). Artificial Rainwater Harvesting System and the Using for Agriculture on Loess Plateau of China*, 12th ISCO Conference.
14. Ozyavuz A. and Ozyavuz M. *(2012). Xeriscape in Landscape Design*. 10.5772/38989.
15. Smith C.R. and Larson R. *(2003). Xeriscape Plant Selections and Ideas*, North Dakota University, USA.
16. Texas Agricultural Extension Service, *(2003). Xersicape: Landscape Water Conservaiton,* The Texas A&M University System, 16p. USA.
17. Wade L., James T., Coder K. D., Landry G. and Tyson A. W. *(2002). A guide to developing a water-wise landscape,* University of Georgia Environmental Landscape Design Department, Georgia.
18. Welsh D. *(2000). Xeriscape: North Carolina, National Zeriscape Council*, 28p, USA.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]

The feasibility study of urban green space re-design in the form of dry landscaping with the approach of rainwater harvesting

Milad Mir ramazani[1]*, Majid Riyahi samani[2], Saeid Eslamian[3], Yasin Aghaee Shalmani[4], Mahdis Rahmati[5]

1. Ph.D. Student in natural disasters Engineering, Faculty of Engineering, University of Tehran, Iran
2. Department of Civil Engineering, Khomeini Shahr Branch, Islamic Azad University, Khomeini Shahr, Isfahan, Iran
3. Department of Water Resources, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
4. Department of Civil Engineering, Khomeini Shahr Branch, Islamic Azad University, Khomeini Shahr, Isfahan, Iran
5. Ph.D. Student in Geographic Information Systems (GIS), Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 2018/12
Accepted: 2021/07

Abstract

In this research, a plan for the intelligent design of dry landscaping has been proposed for urban green spaces, non-residential, and administrative units with a rainwater harvesting approach. In this plan, by using two infiltrate and non-infiltrate layers and designing a drainage network between the two layers, due to the appropriate slope of the area, rainwater runoff can be extracted. Also, to prevent using different drains with an economic justification approach, we have created systems to collect and direct rainwater to the exit point of the system and guide rainwater to the desired source. By implementing these systems, soil moisture, especially in the output range of each section, and the efficiency of this project will increase. Executing this project will reduce water consumption and increase efficient use of harvested water, and as a result, will have significant economic profitability and help conserving water resources. Daily rainfall, runoff, evaporation, and soil temperature were determined by the equipment. The results showed that with this design, runoff can be doubled, soil moisture of the region can be increased up to 5%, rainwater runoff can be stored to a large extent to be used for different purposes, and reduce the intensity of soil temperature and evaporation, which can reduce water consumption for green space irrigation. On the other hand, with the implementation of this project and the design of suitable artificial feeding systems, rainwater runoff can be intelligently directed to the groundwater aquifers. This positive environmental approach can play a crucial role in reducing land subsidence, especially in the plains of Iran.

Keywords: Rainwater harvesting, evaporation reduction, non-infiltrate layer, dry landscaping.

[1] Corresponding Author Email: Miladmirramezani@ut.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.2.2.6]