



## ششمین همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران



### امکان سنجی باز طراحی فضای سبز شهری در قالب منظر سازی خشک هوشمندانه با رویکرد استحصال آب باران

میلاذ میررمضانی \* ۱، صفیه جوادی نژاد ۲، سعید اسلامیان ۳، مجید ریاحی سامانی ۴

\* نویسنده مسئول: milad\_miro@yahoo.com

#### چکیده

**واژه های کلیدی:**  
جمع آوری آب باران، کاهش تبخیر،  
منظر سازی خشک هوشمندانه، لایه ی نفوذ  
ناپذیر

در این پژوهش به منظور معرفی روشی مناسب جهت طراحی منظر سازی خشک هوشمندانه برای فضاهای سبز شهری و محوطه سازی های واحدهای صنعتی و اداری با رویکرد استحصال آب باران (باز چرخانی آب به روش نامتعارف) طرحی پیشنهاد شده است. در این طرح با استفاده از دو لایه ی نفوذ پذیر و نفوذناپذیر و طراحی شبکه ی زهکش در بین دو لایه با توجه به شیب بندی مناسب محوطه می توان رواناب ناشی از بارش را استحصال نمود. همچنین به منظور جلوگیری از تعبیه ی زهکش های متفاوت با رویکرد توجیه اقتصادی اقدام به ایجاد سامانه های لوزی شکل کرده ایم که وظیفه اصلی این سامانه ها جمع آوری و هدایت آب حاصل از بارش به انتهای سامانه و ورود آسان آن به زهکش ها جهت هدایت آب باران به منبع مورد نظر است. این کار علاوه بر افزایش رطوبت در انتهای سامانه، تأثیر شایان توجیهی در افزایش کارایی این طرح دارد. با اجرا شدن این طرح کاهش مصرف آب و استفاده بهینه از آب استحصال شده سود آوری اقتصادی قابل توجهی حاصل می شود و به حفظ منابع آب کمک شایانی می کند. پایش اطلاعات محیطی مشتمل بر بارندگی روزانه، رواناب حاصل از بارندگی، تبخیر، درجه حرارت خاک به وسیله تجهیزات لازم انجام گرفت. نتایج نشان داد با این طراحی، می توان 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 می شود که همین موضوع موجب کاهش مصرف آب در فضای سبز مورد نظر و صرفه اقتصادی می شود.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

۲- دکتری مهندسی عمران منابع آب، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

۳- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- استادیار، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

## ۱- مقدمه

آب منبع حیات و عامل رشد و توسعه جوامع بشری است. همه صاحب نظران بر این باورند که کشورمان از این موهبت الهی کم بهره است و در کمربند خشک و نیمه خشک با آن دست و پنجه نرم می‌کند. میانگین بارش سالانه کشور حدود یک سوم 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 بالغ بر ۴۱۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد. از این مقدار ۹۲ میلیارد مترمکعب به صورت جریان‌های سطحی جاری شده، ۲۵ میلیارد مترمکعب به طور مستقیم به آبخوان‌های آبرفتی نفوذ کرده و ۵ میلیارد مابقی به صورت تبخیر / تعرق از دسترس خارج می‌گردد [1]. 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 آن هم نیاز به برنامه ریزی می‌باشد. جلوگیری از اتلاف این منبع و ذخیره سازی بخشی از آن در لایه های خاک امری مهم می‌باشد که نیاز به برنامه ریزی اصولی و صحیح دارد. سپاسخواه [2] نشان داد که با استفاده از جمع آوری آب باران از ۳ میلیون سطح / دشت های ایران، امکان به زیر کشت بردن حدود ۹ هکتار اراضی جدید وجود دارد. قدوسی [3] یکی از اقدامات مؤثر و اساسی در رابطه با تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک 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 بوئرز و بن‌عاشر [4] معتقدند که از روش های مختلفی در آبخیزهای کوچک، جهت جمع‌آوری و هدایت رواناب سطحی حاصل از بارش و ذخیره آن در پشت یک سد می‌توان برای جمع آوری آب باران استفاده کرد. در چند دهه اخیر زمینه پژوهش برای دانشمندان و صاحب نظران جهان به منظور کنترل و

ذخیره سازی رواناب حاصل از بارش فراهم شده است. پژوهش های مزبور علاوه بر بکارگیری روشهای مختلف در استحصال آب باران، افزایش رطوبت خاک و کاهش خطرات ناشی از جاری شدن آن، به افزایش میزان نگهداشت رطوبت پرداخته‌اند. اگر چه 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 زنده ماندن گیاهی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک ایفا می‌نماید. بوئرز [5] در منطقه ای بنام سد بوگر در فلسطین اشغال شده با بارش متوسط ۲۴۰ میلی متر 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 قرار داد. 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 به عنوان طرحهای جمع‌آوری آب باران ذکر کرده و معتقد است در مناطق خشک و نیمه خشک اجرای چنین طرح‌هایی بسیار مفید بوده و یکی از روشهای اقتصادی تامین آب است. در پژوهش که توسط گوپتا [6] انجام شده، روشهای جمع‌آوری باران با ایجاد حوضچه‌های جمع‌آوری کننده 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 زیست جرم گیاه در منطقه ای با شیب ۲۰ درصد مورد بررسی قرار گرفته است. وی در تیمارهای یاد شده شرایط طبیعی و پوشش مالچی را در سطح دامنه‌ها و پوشش پلاستیکی و مالچ نفتی را در اطراف درختان به منظور ذخیره بیشتر آب در نیمرخ

رواناب تمیز و غلطک زده شده و با استفاده از پلیمر می توان رواناب را ذخیره کرد و شکل سامانه در جمع آوری آب باران تاثیری ندارد. اخیراً در ایران پژوهشگران اندکی در زمینه شکل هندسی و شیب سطح سامانه های آبخیز، و اثر آنها در رواناب بکار گرفته شده است. برای نمونه، نتایج حاصل از مطالعات شاهی [10] در ارزیابی اشکال مختلف سامانه های سطوح آبخیز در استحصال آب باران و ذخیره آن در خاک نشان داد که سامانه های لوزی و هلالی شکل تاثیر بیشتری در جمع آوری آب باران و ذخیره رطوبت دارند. همچنین، استفاده از پوشش پلاستیکی در سطح سامانه ها در جمع آوری آب تاثیر قابل ملاحظه ای دارد. در پژوهشی تا حدودی مشابه که توسط رستگار [11] در منطقه هرمزگان در مقایسه سطوح آبخیز باران به شکل های هلالی، لوزی و مستطیلی انجام شده است که نشان داد که میزان ذخیره رطوبت در سامانه های لوزی شکل با تیمار مالچ پاشی شده، بدلیل تمرکز بیشتر رواناب، بیشترین ذخیره رطوبتی و سامانه مستطیلی کمترین ذخیره رطوبتی را دارا می باشد. همچنین، بررسی تاثیر پوشش پلاستیکی در جمع آوری نزولات آسمانی در خاک توسط شکرچیان [12] در منطقه پیرویه انجام گرفت. در پژوهش دیگری رضایی و همکارانش [13] نشان دادند که تیمارهای عایق نسبت به تیمارهای نیمه عایق و طبیعی در رواناب و جمع آوری آب باران از کارایی بیشتری برخوردارند و تفاوت آماری معنی داری در سطح یک درصد خطا را از خود نشان می دهند.

همچنین تاکنون پژوهش هایی که در ایران صورت گرفته است، به مساله تلفیق استحصال آب باران و منظر سازی خشک (زری اسکپ) که روشی بسیار کارآمد در مناطق خشک و نیمه خشک می تواند باشد توجه نشده است [14] و [15]. امروزه استفاده از منظر سازی خشک برای محوطه سازی های شهری بسیار بیشتر از گذشته است در حالی که می توان با کمی تامل در طراحی و اجرا آب باران در هر محوطه را استحصال نمود. منظر سازی خشک در راستای کاهش مصرف آب طراحی می شود. شما در نظر بگیرید اگر ۵۰۰ مترمربع از فضای که با چمن پوشیده شده است را با

خاک به کار گرفت. بر اساس نتایج حاصله، در طول ۲۶ ماه، رشد نهال ها چهار برابر تیمار شاهد (۶ تن در هکتار) بوده است. به علاوه تولید زیست جرم از ۶۹ برای گیاه مورد بررسی افزایش یافته و ارتفاع نهال ها نیز ۷۰ درصد افزایش یافته است. در سا لهای اخیر جمع آوری آب در مناطق خشک و نیمه خشک به سرعت در جنوب شرقی کشور چین گسترش یافته است. این روش نه تنها در تامین آب شرب بلکه به عنوان تامین آب کشاورزی نیز مورد بهره برداری قرار می گیرند. پژوهشی که توسط هانگ و همکارانش [7] در زمینه جمع آوری آب باران در ایالت گانگزو چین با استفاده از دو نوع تیمار پوشش سطحی زمین مشتمل بر ماده افزایش دهنده ثبات خاک و ضریب رواناب و آسفالت با پوشش پشم -شیشه استفاده شد، افزایش کارایی جمع آوری آب را به ترتیب ۱۹ و ۱۸ درصد نشان می داد. در پژوهشی در گردنه قوچک تهران به منظور استحصال آب باران برای کشت درخت و ایجاد پوشش جنگلی از سامان های آبخیز با استفاده از سطح دامنه ها، تراس های قیراندود ایجاد نموده و با تعبیه بشکه هایی در پایین سامانه ها واقع در شیب ۳۰ درصدی رواناب حاصل از بارش را طی ۴ سال اندازه گیری نمود. نتایج حاصل نشان داد که تعداد ۴۹ درصد از بارش ها تولید رواناب داشته است ولی به دلیل شکستگی های به وجود آمده در سطح قیر در طی مدت ۶ سال، ضریب رواناب از ۷۵ درصد به ۲ درصد تقلیل یافته است [8]. بنابراین با احداث تراس بندی قیراندود، مجدد رواناب را می توان ذخیره کرد. سپاسخواه نیز در باجگاه استان فارس نشان داد که مقدار ضریب رواناب با گذشت زمان در تیمار مالچی نسبت به دو تیمار خاک متراکم و کوبیده شده با غلطک دستی و خاک غیر متراکم به دلیل ایجاد درز و شکاف های ایجاد شده در مالچ نفتی کاهش یافته است [1]. پروژه های دیگری که در موسسه تحقیقات دیم کشور توسط توکلی و همکاران [9] به منظور بررسی شیوه های مختلف جمع آوری و استحصال آب باران در سامانه کوچک مربعی و نیم دایره ای در سه اندازه، سه وضعیت سطوح سامانه و در دو وضعیت خاک پای ۶ سال در منطقه یال ایلخچی آذربایجان شرقی برای دو رقم بادام انجام شد، نشان داد که با سطوح

زمین پوش مناسب برای استفاده در لایه‌ی سطحی این طرح باید حد اکثر نفوذ پذیری (تخلخل) و همچنین حداقل جذب را داشته باشد تا هرچه سریعتر و آسان تر رواناب حاصل از بارش نفوذ کند و به لایه‌ی پایین تر (نفوذ ناپذیر) برسد تا با توجه به شیب بندی سطح طراحی شده وارد کانال‌های ذهکشی شود و به سمت منابع ذخیره هدایت شود. به همین منظور انتخاب نوع مواد قابل استفاده برای لایه‌ی نفوذپذیر هم از نظر جنس ماده و هم از نظر ابعاد فیزیکی و هندسی بسیار مهم است. در این پژوهش توصیه می‌شود که زمین پوش از نظر فیزیکی و هندسی نیز در ابعاد و اشکال مناسب انتخاب شود.

بنابراین، هدف از مقاله حاضر، اجرای تلفیق منظر سازی خشک هوشمندانه و استحصال بهینه آب باران است. همچنین در این پژوهش شیب بندی مناسب سطوح آب گیر (فضای مورد نیاز برای منظر سازی)، طراحی لایه نفوذپذیر و عایق در لایه عمیق تر، 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 منظر سازی خشک با توجه به مسائل اقتصادی مفید است، مورد آنالیز واقع شده است.

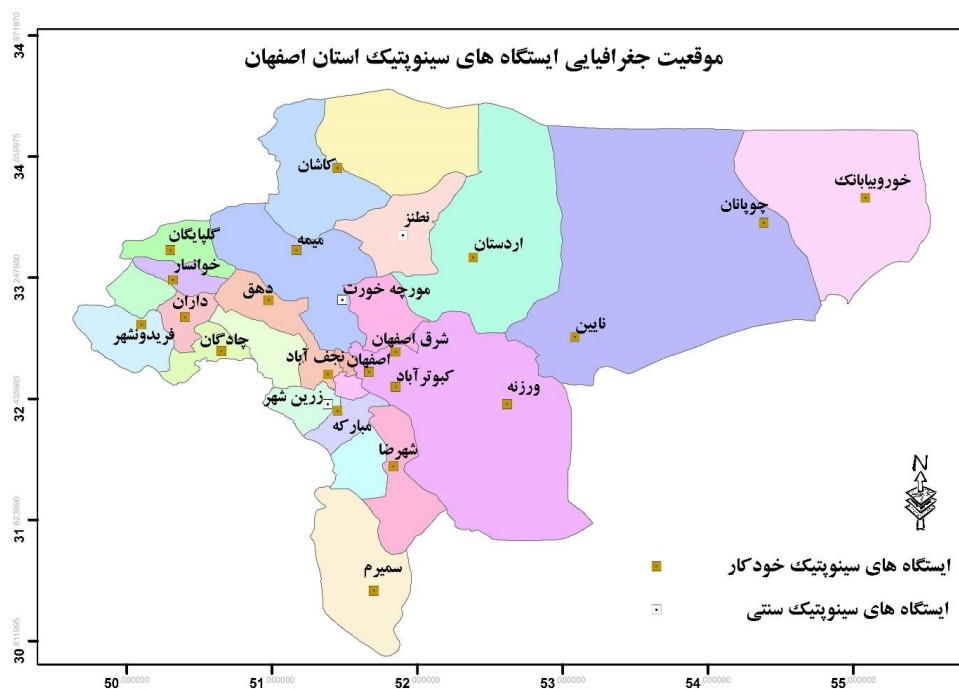
## ۲- موقعیت محل اجرای طرح

موقعیت اجرای طرح در روستای دره بادام علیا در مرکز شهرستان فریدونشهر و در مختصات  $31^{\circ} 11' 50''$  شرقی و  $91^{\circ} 32'$  شمالی واقع شده است. محل اجرای طرح در دامنه جنوبی، مشرف به روستا با شیب متوسط ۲۵ درصد انتخاب شد (شکل ۱).

طراحی جدید به صورت منظر سازی خشک بازسازی کنیم در طول یک سال چند لیتر در مصرف آبی که برای آبیاری این فضای سبز مصرف می‌شود صرفه جویی کرده ایم. بنا بر گفته‌ی محققان و کارشناسان، فضای سبز با پوش گیاهی مناسب، مانند چمن کاری از نظر کمک به کاهش آلودگی هوا و زیبایی مناطق شهری به مراتب بهتر از منظر سازی خشک می‌باشد. اما امروزه تمام کشورهای جهان به دنبال ذخیره هرچه بیشتر منابع آبی هستند، بویژه در کشور ایران که در سالهای اخیر خشکسالی به عنوان یکی از دغدغه‌های اساسی کشور به حساب می‌آید در نتیجه باید تا آخرین قطره‌ای که امکان دارد در مصرف آب صرفه جویی کنیم و به فکر حفظ منابع آب شیرین باشیم. در صورتی که با نگرش دوجانبه‌ی صرفه جویی و همچنین استحصال آب باران، به طراحی منظر سازی خشک پردازیم می‌توانیم در عین حال که در مصرف آب صرفه جویی کرده ایم با استفاده از مواد مناسب و طراحی هوشمندانه‌ی یک فضای سبز، آب حاصل از باران در آن فضا را نیز استحصال کنیم. این گونه اجرای منظر سازی خشک را می‌توانیم منظر سازی خشک هوشمندانه با رویکردی دوجانبه بنامیم.

در باز طراحی فضای سبز به صورت منظر سازی خشک با رویکردی دوجانبه باید به مسائل زیر توجه نمود:

- شیب بندی مناسب سطح آبگیر (فضای مورد نظر برای منظر سازی)
- زهکشی منظم به سمت مخازن نگهداری آب
- طراحی لایه‌ی نفوذ ناپذیر و عایق در لایه‌ی عمیق تر (بتن، ورقه‌های پلاستیکی و ...)
- استفاده از زمین پوش مناسب با حد اکثر میزان نفوذ پذیری در لایه‌ی سطحی (سنگ ریزه، شن، ...)



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه

جدول (۱) موقعیت و مقادیر بارش متوسط ایستگاه های بارانسنجی محدوده

اجرای طرح

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

نفوذپذیری سطحی خاک با استفاده از روش صحرایی استوانه- های دو گانه در عرصه مورد تحقیق به منظور 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 به منظور حفظ پایداری سامانه های آبخیز در مدت اجرای طرح انتخاب گردیده است.

### ۳- مواد و روش ها

به منظور برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته منطقه طرح از ایستگاه های مجاور منطقه استفاده شده است (جدول ۱).

مشخصات ایستگاه ها به همراه تعداد سال های آماری و میانگین حداکثر ۲۴ ساعته در طول دوره آماری استخراج گردید. با توجه به اطلاعات حاصله، گرادیان بارندگی مطابق معادله (۱) محاسبه گردید:

$$P = 24 = b \cdot a + h \quad (1)$$

$$b = 0.0042R^2 = 0.67 \quad \text{و} \quad a = 24/7$$

$$SE = 1.56$$

$$X_{10} = X + S * (0/78 * Y_{10} - 0.45)$$

$$Y_{10} = \ln - \ln [ - (1 - 1/T) ]$$

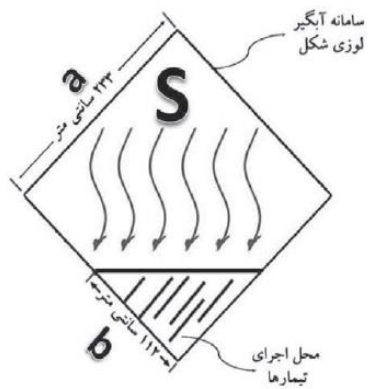
بنابراین مقدار حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره برگشت ۱۰ ساله مدت زمان لازم برای حفظ پایداری سامانه ها در طول مدت پژوهش معادل ۴۶ میلی متر محاسبه و مبنای طراحی سامانه های آبرگیر قرار گرفت. برای شناخت وضعیت خاک محل اجرای طرح نمرخی به عمق ۹۰ سانتیمتر حفر و تشریح گردید. همچنین آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی خاک، روی نمونه ها انجام شد (جدول ۲).

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

#### جدول (۲) نتایج آزمایش های فیزیک و شیمیایی خاک محدوده اجرای طرح

سپس محدوده ای ۳۳ متر انتخاب و جهت جلوگیری از ورود احشام، به ابعاد اطراف آن با نصب پایه و توری محصور گردید. به منظور تقلیل مجهولات و دستیابی به طراحی ابعاد سامانه، حجم ظرفیت آبرگیری سامانه ها (۲۵۰ لیتر) بر مبنای استحصال بارش حداکثر روزانه با دوره بازگشت ده ساله فرض شد. لذا ابعاد سامانه به صورت شکل ۲ طراحی گردید.

برای سهولت در اجرای سامانه های لوزی شکل شابلونی به ابعاد  $۲/۳۳ \times ۲/۳۳$  متر تهیه گردید. روی پشته های سامانه ها توسط سنگ های موجود در منطقه جهت جلوگیری از فرسایش، سنگچین شد. قسمت مثلی جمع کننده نزولات در انتهای سامانه به عمق ۶۰ سانتی متر و ضلع ۱۱۲ سانتی متر کبرداری شد.



شکل (۲): ابعاد سطوح سامانه آبرگیر لوزی شکل

افق	A	C	AC
عمق (سانتی متر)	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 قابل جذب (ppm)	۲۰۹	۲۵۶	۲۶۰
فسفر قابل جذب (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

نموده، سپس با توجه به نیاز به آب و آفتاب نسبت به کاشت آنها به صورت گروهی در مناطق مختلف بستر اقدام نمود. گیاهان خانواده کاکتوس و آلوئه‌ها از گیاهان مناسب برای منظر سازی خشک است. به غیر از کاکتوس و آلوئه، می توان از گیاهان یک یا چند ساله مقاوم به خشکی استفاده کرد. در این پژوهش از گیاه گل همیشه بهار که یک گیاه مقاوم به خشکی با ظاهری زیبا است استفاده شد.

#### نصب تجهیزات اندازه گیری:

پس از آماده سازی محل، وسایل ذیل جهت پایش طرح تهیه و اندازه گیری میزان بارندگی روزانه تعبیه گردید، به منظور اندازه گیری تبخیر بالقوه تشت تبخیر کلاس A و برای اندازه گیری درجه از حرارت سنج مدل TES استفاده شد. حرارت خاک در عمق ۴۰ سانتی متری، بشکه ۲۲۰ لیتری برای اندازه گیری رواناب حاصل از بارندگی، پروب ۱۱ یا حسگر به عمق ۴۰ سانتی متر برای اندازه 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 میلی متر می باشد.

#### ۴- نتایج و بحث

برای محاسبه و مقایسه آسان تر میزان رطوبت، دما، بارش و تبخیر از نرم افزار SPSS استفاده شده است. نتایج یک بار برای حالت شاهد (بدون منظر سازی خشک هوشمندانه) و یک بار برای حالت اجرای منظر سازی خشک با شکل هندسی لوزی به همراه شیب بندی و زمین پوش مناسب (منظر سازی خشک هوشمندانه) محاسبه شده‌اند و نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است.

با استفاده از این سامانه ها در سطح مورد نظر در هر بلوک آب در انتهای سامانه که گود برداری شده و در جهت شیب بندی می- باشد جمع می شود و توسط زهکش ها به سمت منبع هدایت می- شود، به همین دلیل است که استفاده از این سامانه ها در این طرح توجیه اقتصادی دارد و ذخیره ی آب را سرعت می بخشد.

#### استفاده از زمین پوش مناسب:

الف) زمین پوش سطحی: به منظور افزایش نفوذ پذیری لایه سطحی از سنگریزه بادامی و سیلی و ژئوتکستایل در لایه سطحی به عمق ۵۰ سانتی متری استفاده شد. به کارگیری لایه ای 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 لایه ای به عمق ۸۰ سانتی متر تا ۱۲۰ سانتی متری از لایه ژئوممبرین و رسی ژئوسنتتیک در این پژوهش استفاده شد. کاربرد مفید این لایه ها در عمق برای جلوگیری از نفوذ آب به اعماق زمین است تا بتوان آب را جمع- آوری و استخراج کرد. از لحاظ کاربردی و تجربی این لایه ها حتی در جلوگیری از نفوذ شیرابه زباله ها به اعماق زمین استفاده می شوند. البته می توان از نانو لایه های نفوذ ناپذیر هم استفاده کرد زیرا از نظر زیست محیطی و اقتصادی برای طرح مساعد می باشند.

#### انتخاب بهینه گیاهان:

کاشت گیاه مناسب در مکان مناسب مسأله ای کلیدی در منظر سازی مناطق گرم و خشک و استفاده ی بهینه از بخشی از آب باران جمع آوری شده به حساب می آید. برای این منظور می- بایست بسته به اقلیم و خاک منطقه گیاهان مناسب را انتخاب

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

حالت	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشدگی
رطوبت در ۴۰ متری (%) با منظر سازی 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
<b>بارندگی</b>							
با منظر سازی 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
<b>تبخیر</b>							
با منظر سازی 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
<b>حرارت</b>							
با منظر سازی 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
<b>رواناب (mm)</b>							
با منظر سازی 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



مناسب و نوع زمین پوش بهینه منطقه نتایج حاکی از آن است که میزان قابل توجهی رطوبت و رواناب سطح مورد نظرافزایش یافته است که با طراحی هوشمندانه می توان رواناب حاصل از بارش را استحصال نمود و برای مصارف دیگر در منطقه مصرف نمود. توجهات اقتصادی منظرسازی خشک و مقایسه به نمونه به عنوان مثال چمن که بسیار آب مصرف می کند در جدول ۴ نشان داده شده است.

طبق یافته های جدول ۳، میزان رطوبت در نمونه با منظرسازی خشک بیشتر است نسبت به نمونه های شاهد و درجه حرارت خاک در طول مدت اجرای طرح تغییرات زیادی از خود نشان داده است. بطوریکه میزان حداقل در اردیبهشت ماه و حداکثر در مردادماه مشاهده شده است. میزان تبخیر نیز در نمونه شاهد بیشتر از نمونه با منظرسازی خشک است. حداقل و حداکثر رطوبت خاک در نمونه منظرسازی خشک به میزان قابل توجهی (۵٪) و (۳٪) افزایش یافته است. با توجه به منظرسازی خشک و شیب بندی

جدول ۴: مقایسه هزینه و سود برای منظرسازی خشک هوشمندانه و مقایسه با دیگر پوشش های فضای سبز شهری (بطور مثال چمن)

هزینه	استفاده از منظرسازی خشک (گل همیشه بهار)	استفاده از چمن
آب مورد نیاز برای آبیاری هر متر مربع در روز	۲ لیتر	۹ لیتر
هزینه هر متر مربع آب آبیاری	۱۰۰۰ ریال	۴۵۰۰ ریال
هزینه نگهداری و اجرا/ خرید مواد یا مصالح برای هر متر مربع	۱۶۰۰ ریال	۸۲۹۶ ریال
حجم رواناب حاصل برای هر متر مربع با توجه میزان بارش منطقه	۳.۷۸ مترمکعب	۱.۳۷ مترمکعب
سود حاصل	۲۱۷۹ ریال	۲۱۷۱- ریال
میزان آب استحصال شده به ازای هر مترمربع	۳.۷۸ مترمکعب	۰ مترمکعب
ارزش مالی آب استحصال شده به ازای هر مترمربع	۱۸۹۰۰۰۰ ریال	۰ ریال
صرفه اقتصادی با توجه به میزان آب مصرفی و آب استحصال شده به ازای هر متر مربع در روز	۱۸۸۹۰۰۰ ریال	۴۵۰- ریال

استحصال آب باران در حقیقت مجموعه روش های بهره برداری از آب باران در مجاورت محل بارش است که می توان آب مورد نیاز را بدون اتکا به سیستم های متمرکز آبرسانی از سطوح غیر قابل نفوذ و عایق شده همان منطقه تامین نمود. با توجه به نیاز واحدهای صنعتی به آب می توان از این طرح پیشنهادی (منظرسازی خشک هوشمندانه) برای محوطه سازی های داخل واحد های صنعتی استفاده کرد تا بخشی از آب مورد نیاز هر واحد در محل تامین شود و همچنین در واحدهای اداری به منظور مصارف شست و شو یا آبیاری گیاهان استفاده از این الگوی خاص جهت طراحی محوطه سازی پیشنهاد می شود. نتایج حاصل از این پژوهش در جمع آوری آب باران و نگهداشت رطوبت در

این روش طراحی علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب برای آبیاری فضای سبز چمن کاری شده مقدار قابل توجهی آب باران را می توان استحصال نمود که صرفه اقتصادی ۱۸۸۹۰۰۰ ریالی به ازای هر مترمربع در روز را دارد (جدول ۴).

## ۵- نتیجه گیری

در این طرح درعین حال که در مصرف آب با جایگزینی منظرسازی خشک به جای فضای سبز چمن کاری شده یا زمین بایر صرفه جویی کرده ایم، با استفاده از طراحی هوشمندانه ای یک فضای سبز، آب حاصل از باران در آن سطح را نیز استحصال می کنیم.

توجهی از آب مورد نیاز برای مصارف واحد های صنعتی یا مصارف کشاورزی را فراهم کند.

خاک حاکی از این است که منظر سازی خشک یا زری اسکپ باید به شیوهی هوشمندانه طراحی و اجرا شود تا علاوه بر صرفه جویی در مصرف سود آوری هم به همراه داشته باشد. این شیوه ی طراحی متشکل از ۹ اصل کلی زیر است که همگی در راستای دستیابی به آبیاری بهینه و جمع آوری آب باران در منظر تعیین شده اند:

### مراجع:

1 – JAMAB Company. 2000. Report of Water Integrated Plan for Country (in Persian).

2– Sepaskhah, A. 1992. Water Harvesting in Desert Area. Proceedings of the National Conference on Desert, Yazd, Iran., pp; 46-59. (in Persian)

3 – Ghodosi, J. 2003. Different Type of Water Harvesting. final report in Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. pp; 1-30. (in Persian)

4 – 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.

5 – Boers, Th. M. and J. Ben-Asher. 1980. Water Harvesting in the Desert in: Annual Report 1979.

6- Gupta, G. N. 1994. Conserving Rainwater for Plant Production. Journal of Ecological Management. 70: 329-339.

7- Huang, Z.B., Shan, L., Gao, J.E., Yang, X. M., and Meni Ben- Hur. 2002. Artificial Rainwater Harvesting System and the Using for Agriculture on Loess Plateau of China, 12th ISCO Conference.

8 – Kosar, A. 1985. Efficiency of Bitumen for Runoff Generation and Dry land Farming on Tree Growing. Forest and Range Research Institute Pub. No: 43. (in Persian)

9 – Tavakoli, A. R., Oweis, Th. 2005. Improving Rain Water Productivity by Micro Catchments Water Harvesting (MCWH) Systems the Northwest of IRAN. IV International Symposium on

۱- طراحی و برنامه ریزی

۲- تحلیل خاک

۳- انتخاب بهینه گیاهان و مواد مخصوص جهت منظر سازی

۴- استفاده منطقی از پوششهای سطحی

۶- استفاده از زمین پوش مناسب

۷- استفاده از سامانه های خاص لوزی شکل همراه با گود برداری

در پایین دست هر سامانه

۸- طراحی و اجرای شبکه زهکشی منظم از خروجی هر سامانه تا

منابع ذخیره

۹- نگهداری

در نتیجه با استفاده از منظر سازی خشک بهینه و زمین پوش مناسب و شیب بندی و انتخاب صحیح شکل هندسی محلی که مدنظر برای منظر سازی خشک است ، می توان رواناب را تا ۲ برابر و رطوبت خاک منطقه را تا ۵٪ افزایش داد و رواناب حاصل از بارش را تا حدود زیادی جمع آوری نمود تا برای مصارف مختلف استفاده شود و همچنین از شدت حرارت و تبخیر خاک کاسته می شود که همین موضوع موجب کاهش مصرف آب در فضای سبز مورد نظر می شود. با توجه به جدول ۳ می توان گفت که با منظر سازی خشک می توان آب باران را ذخیره و برای مصارف دیگر مصرف نمود که این حجم آب قابل استحصال توجیه خوبی برای باز طراحی بخشی از فضاها ی سبز شهری حتی در مناطق پر باران می باشد. این حجم آب استحصال می تواند میزان قابل

Pistachios and Almonds. pp; 18:19 Book of abstracts. (in Persian)

10 – Shahini, Gh. 2005. Evaluating of Different Type of Micro catchment on Soil Moisture in East of Golestan Province(in Persian). Proceedings of the Second National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources, Kerman, Iran. Vol 1, pp; 88-89. (in Persian)

11 – Rastegar, H. 2005. Comparing Flat and lozenge Micro Catchment Shape to Increase Soil Moisture by Collecting Surface Runoff in Hormozgan Province. Proceedings of the Second National Conference on Watershed Management & Soil and water resources, Kerman, Iran. 2: 751-758. (in Persian).

12 – Shekarchian, A. 2005. Evaluating of Different Method of Water Harvesting for Planting Almonds in Piroyeh Watershed. Proceedings of the Second National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources, Kerman, Iran. 2: 731-734. (in Persian)

13 – Rezaei, A. and Mosavi, S. J., 2010, Necessity for Isolation of Micro Catchment for Water Harvesting. Journal of Iran-Watershed Management Science & Engineering, Vol. 4, No. 11. (in Persian)

14 – Sepaskhah, A. 1982. Final project on Water Harvesting in Flat Area. Agriculture Faculty of Shiraz University, No: AG-298-18. (in Persian)

7 – Khajehei, E., 2005. Evaluating of Different Treatment on Increasing Soil Moisture in Lozenge Shape Micro Catchments. Proceedings of the Second National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources, Kerman, Iran. 2: 780-785. (in Persian)

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

Milad Mir ramazani<sup>1\*</sup>, Safieh Javadinejad<sup>2</sup>, Saeid Eslamian<sup>3</sup>, Majid Riyahi samani<sup>4</sup>

\*Milad\_miro@yahoo.com

### Abstract

In this study, a method for designing a clever dry landscaping for urban green spaces and industrial and administrative units with a rainwater harvesting approach has been proposed. In this project, in addition to the water use, by replacing dry landscaping Instead of lawn or grassy green space, using intelligent design of a green space, we draw water from the rain on that surface. In this design, by using two layers of permeable and inaccurate penetration and drainage network design between the two layers, due to the proper slope of the area, rainwater runoff can be extracted. Also, in order to prevent the drainage Different from the economic justification approach, it is proposed to create loose-leaf systems that collect and control the water from the system to the end of the system and its easy entry into drains to direct the rainwater to the source. In addition to increasing moisture at the end of the system, this has a significant impact on the efficiency of the project. With the implementation of this plan, reducing water use and optimal use of water extracted has a significant economic benefit and helps to maintain water resources. Monitoring environmental information including daily precipitation, runoff from runoff, evaporation, soil temperature It was equipped with the necessary equipment. The results showed that using optimal dry landscaping and proper landslide and proper selection of the geometric shapes of the local area considered for landscaping

It can dry up to 2 times the runoff and increase the moisture content of the area by up to 5% and store the runoff from the rain for a variety of uses, as well as reduce the heat intensity and soil evaporation, which is the same It reduces water consumption in the desired and cost-effective green space.

### Keywords

Rainwater harvesting, Moisture, Rainwater harvesting, Evaporation reduction, Intelligent dry landscaping, Inert layer

1-Master student at Civil Engineering department, Islamic azad university, Khomeinishahr branch, Iran

2-Lecturer at Civil Engineering department, Islamic azad university, Khomeinishahr branch, Iran

3-Professor at Civil Engineering department at University of Isfahan technology

4-Professor at Civil Engineering department, Islamic azad university, Khomeinishahr branch, Iran

