

DOI: [10.29252/ARIDBIOM.2025.22611.2038](https://doi.org/10.29252/ARIDBIOM.2025.22611.2038)

## بررسی اثر چاه‌ها بر میزان تبخیر از خاک مناطق خشک

(منطقه مورد مطالعه: استان یزد)

(مقاله پژوهشی)

۱- عباسعلی صادقی دهنودشت، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران.

۲- محمدمبین اسدی‌زارچ<sup>\*</sup>، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران.  
amin.asadi@yazd.ac.ir

۳- محمدرضا اختصاصی، استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران.

دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸

### چکیده

دسترسی به منابع آب زیرزمینی به عنوان یکی از با کیفیت‌ترین منابع آبی همواره مورد توجه ساکنان مناطق خشک و بیابانی جهان بوده است. این نیاز ضروری موجب شده تا در اغلب دشت‌های این مناطق تعداد زیادی حلقه چاه حفر شود. از طرف دیگر، فرآیند تبخیر از منابع آبی نظیر چاه و قنات نیز تلفات و کمبود آب در مناطق خشک و بیابانی را به دنبال دارد که اغلب در مدیریت منابع آب در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین اندازه‌گیری میزان تبخیر آب از چاه و قنات به عنوان مهم‌ترین منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک رویکرد اصلی این تحقیق می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری میزان تبخیر از چاه و قنات و همچنین تحلیل نتایج پرسشگری از خبرگان در رابطه با انتخاب مناسب‌ترین شیوه‌های کاهش تبخیر از چاه به روش تجزیه و تحلیل آنالیز سلسله مراتبی یا AHP انجام و نتایج به دست آمده با کمک نرم‌افزار Expert Choice تحلیل گردید. این تحقیق در دو بخش عملیات میدانی و نصب چهار بلوک گچ استاندارد با ابعاد  $5 \times 3 \times 7$  سانتی‌متر در عمق‌های ۳۰ سانتی‌متری (دهانه چاه)، فاصله‌ی ۱ متری از چاه، فاصله‌ی ۲۰ متری از چاه، فاصله‌ی ۴۰ متری از چاه و اندازه‌گیری-مقایسه درصد رطوبت و همچنین عملیات آزمایشگاهی صورت گرفت. نتایج اندازه‌گیری درصد رطوبت در چاه‌های مورد بررسی نشان داد با افزایش فاصله از دهانه چاه رطوبت کمتر می‌گردد و با افزایش عمق چاه درصد رطوبت افزایش می‌یابد. رطوبت جذب شده توسط بلوک گچی داخل چاه مرطوب و آبدار از جمله چاه‌های فاضلاب بیشتر از چاه‌های خشک بود. همچنین نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارهای اصلی در نرم‌افزار Expert Choice نشان داد، بیشترین وزن معیار مربوط به نوع چاه (۰/۶۶) و کمترین وزن مربوط به معیار زمان (۰/۰۴) است. عمق چاه (۰/۲۰) و نوع رسوبات (۰/۰۸) به ترتیب در اولویت‌های سوم و چهارم قرار گرفتند. مقایسه زیر معیارهای نوع چاه باعث قرارگیری میله‌های قنات در رتبه اول با وزن (۰/۶۸۷) و چاه‌های فاضلاب در رتبه چهارم با وزن (۰/۱۲۷) شد. مقایسه زیر معیارهای زمان باعث قرارگیری فصل تابستان در رتبه اول با وزن (۰/۴۹۶) و شب در رتبه چهارم با وزن (۰/۰۴) شد. بر اساس زیر معیارهای نوع رسوبات، دشت‌سر پوشیده بیشترین وزن (۰/۷۲۹) و دشت‌سر لخت از کمترین وزن (۰/۱۰۹) برخوردار می‌باشد. در کل اکثر خبرگان نظر بر این داشتند که چاه‌های بلااستفاده و بدون بهره برداری می‌بایست پر شوند. ولی در رابطه با سه پارامتر مورد بررسی نظرات مختلفی داشتند بدین گونه که کف‌گیر کردن چاه‌ها با وزن (۰/۷۰۹) اولویت بیشتری در کاهش تبخیر از چاه‌ها را دارد و دهان‌گیر کردن چاه‌ها با وزن ۰/۱۱۳ در پایین‌ترین اولویت قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: بلوک گچی، تبخیر، چاه، رطوبت خاک، قنات، AHP، Expert Choice.

### مقدمه

رطوبت خاک معمولاً به رطوبت جذب‌شده در ذرات خاک و موجود در منافذ خاک اشاره دارد که در سراسر لایه خاک از زیر سطح تا بالای سطح آب زیرزمینی توزیع می‌شود [۱۶]. رطوبت خاک یک متغیر کلیدی در تعامل بین سطح زمین و لایه مرزی اتمسفر است که تبخیر و تعرق از سطح زمین را کنترل می‌کند و به نوبه خود، به طور قابل توجهی

ویژگی‌های خاک که جریان مویرگی را در زیرسطح مرطوب کنترل می‌کند و در نتیجه بر مقاومت در برابر تبخیر تأثیر می‌گذارد، بستگی دارد [۹]. به طور نسبی، تغییرپذیری مکانی-زمانی رطوبت خاک به عمقی که در آن قرار دارد مربوط می‌شود. رطوبت خاک سطحی به راحتی تحت تأثیر تبخیر، سرعت باد، بارندگی و بافت خاک قرار می‌گیرد و تنوع قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. در مقابل، رطوبت خاک عمیق‌تر تمایل به پایداری بیشتری دارد [۱۲].

کشور ایران با قرارگرفتن در کمربند خشک جهانی، نه تنها از نظر بارندگی کمتر از یک‌سوم میانگین بارش دنیا را برخوردار است، بلکه شرایط تبخیر و تعرق آن به دو تا سه برابر میانگین تبخیر دنیا می‌رسد. مناطق خشک و نیمه خشک، که بیش از ۴۰ درصد سطح خشکی‌های جهان را شامل می‌شوند با بحران کمبود آب مواجه هستند. یکی از مهم‌ترین عواملی که در این مناطق منجر به کمبود آب در خاک می‌شود، میزان تبخیر زیاد به‌ویژه در نواحی با محدودیت بارش است [۶]. در مناطق خشک بخش مهمی از آب آبیاری از طریق تبخیر تلف می‌شود [۲۰]. یکی از راهکارهای موجود برای کاهش تلفات آب، مدیریت تبخیر از سطح خاک است. شرایط اقلیمی و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک از جمله عوامل مهم کنترل‌کننده تبخیر از سطح خاک هستند دسترسی ناکافی به آب در مناطق خشک و نیمه خشک، افزایش کارایی مصرف آب را به عنوان یکی از محورهای اصلی کشاورزی پایدار در این مناطق ضروری ساخته است [۱].

چاه‌ها و قنوات در تأمین نیازهای آبی مناطق خشک و نیمه‌خشک نقش مهمی دارند؛ اما مقادیر متناهی بخار آب از دهانه‌های چاه‌ها و قنوات خارج شده و هدر می‌رود. اگرچه در بسیاری از ایام سال، بخار آب خروجی از دهانه‌های چاه‌ها و قنوات غیرقابل رؤیت می‌باشد، ولی در پاره‌ای از روزهای سرد سال به دلیل تراکم ناگهانی مولکول‌های آب در محل خروجی دهانه‌های چاه قابل مشاهده است. این پدیده بیانگر این واقعیت است که می‌تواند بخش قابل توجهی از آب زیرزمینی دشت‌ها از طریق دهانه‌های چاه‌ها و قنوات به اتمسفر برگردد، بدون اینکه مورد استفاده قرار گیرد.

تبخیر آب خاک نه تنها متضمن اتلاف آب است، بلکه خطر شورشدن خاک را هم در پی دارد [۳]. در مناطقی که

آب و هوای منطقه را تنظیم می‌کند [۵]. از نظر عمق خاک، رطوبت خاک را می‌توان به رطوبت خاک سطحی (۰-۵ سانتی‌متر)، رطوبت خاک نزدیک به سطح (۱۰-۲۰ سانتی‌متر) و رطوبت خاک ناحیه ریشه (۴۰-۱۰۰ سانتی‌متر) تقسیم کرد. به طور نسبی، تغییرپذیری مکانی-زمانی رطوبت خاک به عمقی که در آن قرار دارد، مربوط می‌شود [۱۲].

تأثیر مهم رطوبت خاک بر اقلیم نزدیک به سطح به تغییرات دمای هوا مربوط می‌شود: هر زمان که رطوبت خاک کل انرژی مصرف‌شده توسط شار گرمای نهان را محدود می‌کند، انرژی بیشتری برای گرمای محسوس در دسترس است که باعث افزایش دمای نزدیک به سطح زمین می‌شود [۱۶]. تغییرات در تبخیر و تعرق به طور مستقیم بر توزیع مکانی و زمانی منابع آب منطقه‌ای تأثیر می‌گذارد [۱۸]. اگرچه تبخیر و تعرق تنها حدود ۰/۰۵ درصد از کل آب شیرین روی زمین را تشکیل می‌دهد، اما نقش مهمی در سیستم زمین ایفا می‌کند [۱۲].

تبخیر و تعرق بعد از بارش مهم‌ترین پارامتر سیکل هیدرولوژیک است [۲]. تبخیر آب از سطح خاک به اتمسفر یک فرآیند عمده در تبادل آب به صورت بخار بین زمین و اتمسفر است [۲۴]. در سطح جهانی، تقریباً ۶۰٪ از بارش از طریق تبخیر و تعرق به جو باز می‌گردد، در حالی که در مناطق خشک، این نسبت می‌تواند به بیش از ۹۰٪ برسد [۱۱]. در اغلب حوزه‌های آبخیز کشور پوشش گیاهی وجود ندارد و تبخیر اغلب از سطح خاک انجام می‌شود [۳]. فرآیند تبخیر و تعرق سالانه حدود ۷۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آب را از اکوسیستم‌های زمینی به جو منتقل می‌کند. تبخیر و تعرق نه تنها دومین جزء بزرگ چرخه آب جهانی است، بلکه به عنوان یک پیوند کلیدی بین چرخه انرژی و کربن سیستم زمین عمل می‌کند [۱۹]. تبخیر و تعرق (ET) یک فرآیند حیاتی است که انرژی سطحی و جوی را به هم مرتبط می‌کند و شامل تعرق تاج‌پوشش گیاهی، تبخیر خاک و تبخیر بارش جذب‌شده توسط پوشش گیاهی است [۲۳].

تبخیر خاک جزء مهمی از چرخه هیدرولوژیکی است که بر نرخ تبادل جرم و انرژی بین سطوح زمین و جو تأثیر می‌گذارد. سرعت تبخیر سطحی به شرایط جوی (ورودی انرژی، باد و کمبود فشار بخار)، وضعیت هیدراتاسیون خاک، و

مقدار آب تبخیرشده از دهانه چاه و یا چاهک‌های حفرشده به روش وزنی را اندازه‌گیری کند. علاوه بر اندازه‌گیری زمینی، از طریق نظرسنجی خبرگان به منظور بررسی نقش چاه‌ها در تبخیر منابع آب و روش‌های کاهش آن استفاده خواهد شد. نتایج بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، از جمله AHP بررسی و از نرم‌افزار Expert Choice استفاده می‌شود.

### مکان و زمان آزمایش

کشور ایران در کمربند خشک جهانی قرار گرفته است [۱۴]. ایران مرکزی بیشتر از سایر مناطق کشور تحت تأثیر تغییر اقلیم و خشکسالی‌های پی‌درپی قرار دارد [۱۰]. رشته کوه‌های البرز و زاگرس مانع از رسیدن توده‌های هوای مرطوب به مناطق مرکزی ایران می‌شوند [۱۷].

استان یزد در مرکز ایران بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی از نصف‌النهار مبدأ قرار گرفته است. داده‌برداری این پژوهش طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۸ از چند چاه قابل‌دسترس شامل چاه محوطه دانشگاه یزد، آزادشهر یزد، مسجد جامع و منزل مسکونی داخل شهر یزد انجام شد که نمونه‌های برداشت‌شده برای انجام آزمایش‌های مربوطه به آزمایشگاه دانشگاه یزد منتقل شد. نمودار جریان‌ی مراحل انجام تحقیق در شکل ۱ آمده است.

### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبه‌رو است، می‌تواند مفید باشد. شاخص‌ها می‌توانند کمی و یا کیفی باشند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند [۱۵]. این مدل بر مبنای مقایسه دوجه‌دویی بنا شده است که قضاوت را تسهیل می‌بخشد و مقدار سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد [۲۲].

آب آبیاری کم و احتمالاً شور است و نیز در مناطقی که بارندگی کم و آب زیرزمینی هم بالاست، این خطر بیشتر احساس می‌شود [۲۱].

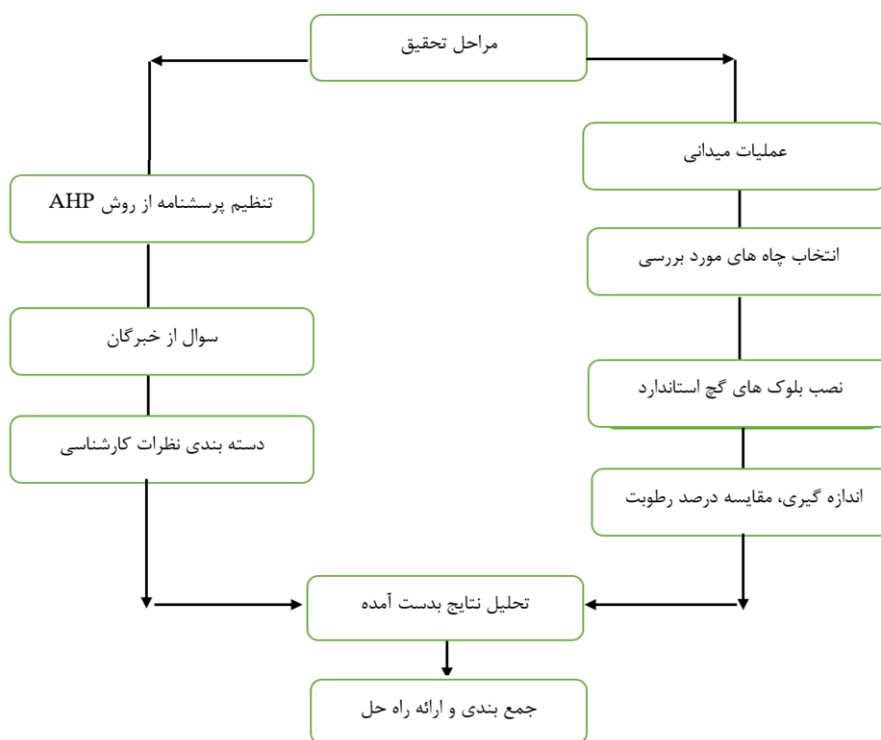
درک الگوهای تبخیر از سطح خاک، ارزیابی محرک‌های آن و ارزیابی نقش اجزای آن در فرآیند تکاملی به بهبود درک مکانیسم‌های فیزیکی و تعاملات درون چرخه آب کمک می‌کند و برای هدایت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب مهم هستند [۴]. بر خلاف تبخیر از آب‌های آزاد، میزان تبخیر از خاک برهنه با سقوط سطح آب کاهش می‌یابد [۱۳]. لمان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده‌اند که در زیر یک عمق بحرانی خاص خاک، آب ذخیره‌شده خاک دیگر به دلیل اختلال در مسیرهای جریان مویرگی توسط شیب‌های مویرگی به سمت سطح قابل استخراج نیست [۸]؛ اما چاه‌ها و قنات‌ها اجازه دسترسی آتمسفر به این رطوبت ذخیره‌شده در اعماق خاک و تبخیر آن را می‌دهند.

در مناطق خشک به دلیل محدودیت منابع آب سطحی، تعداد زیادی چاه و قنات در حال استفاده یا متروک وجود دارد که نقش مهمی در افزایش تبخیر و هدر رفت منابع آب در این مناطق دارد. با توجه به کمبود آب در این مناطق و اهمیت حفظ منابع محدود موجود، مطالعه و تخمین مقدار هدررفت آب به صورت تبخیر از این چاه‌ها و برنامه‌ریزی برای کاهش این هدررفت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بر اساس مرور منابع انجام گرفته، مطالعه جامعی که تبخیر از چاه را در مناطق خشک بررسی کند، یافت نشد. هدف از تحقیق حاضر، برآورد مقدار تلفات بخار آب خروجی از دهانه چاه‌ها و قنات می‌باشد. در صورتی که بتوان با راهکارهای مناسب از جمله کمرگیر کردن چاه‌ها رطوبت را در لایه‌های عمقی نگهداری نمود می‌توان از هدررفت بخشی از آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک از جمله دشت یزد جلوگیری نمود.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، در نظر دارد با انتخاب چاه‌های حفرشده در دشت یزد با عمق‌های متفاوت و همچنین حفر چاهک با عمق حداقل ۳۰ سانتی‌متر با فواصل متفاوت از چاه اصلی،

<sup>1</sup> Lehmann



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق در پژوهش حاضر

### مقایسه زوجی عناصر

برای تعیین وزن معیارها و رتبه بندی گزینه‌ها از مقایسه زوجی استفاده می‌شود. پرسشنامه مورد استفاده برای تحلیل‌های سلسله‌مراتبی و تصمیم‌گیری چندمعیاره به پرسشنامه خبره موسوم است. برای تهیه پرسشنامه خبره از مقایسه زوجی عناصر استفاده می‌شود. برای هر سطح از سلسله‌مراتب یک ماتریس مقایسه زوجی تهیه می‌شود. برای امتیازدهی از مقیاس نه درجه ساعتی استفاده می‌شود.

پژوهشگران معمولاً از طیف پنج نقطه (جدول ۱)

استفاده می‌کنند که ساده‌تر بوده و نتایج یکسانی به دست می‌دهد. سطح دوم سلسله‌مراتب را معیارهای اصلی تشکیل می‌دهد. نخست با مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر اساس هدف، وزن هر یک از معیارهای اصلی تعیین می‌شود؛ بنابراین باید معیارها را بر اساس هدف دوبه‌دو با هم مقایسه نمود [۲۲].

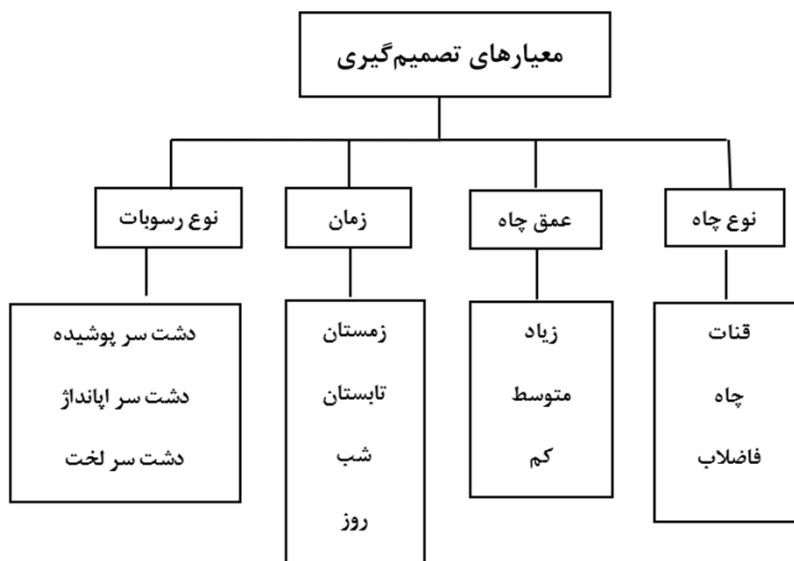
جدول ۱- مقیاسی برای انجام مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲، ۴، ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

وزن نرمال آن است که جمع اوزان برابر ۱ باشد؛ بنابراین میانگین هندسی به‌دست‌آمده در هر سطر را بر مجموع عناصر ستون میانگین هندسی تقسیم می‌شود. ستون جدید که حاوی وزن نرمال شده هر معیار است را بردار ویژه یا

برای تعیین وزن هر معیار، میانگین هندسی عناصر هر سطر محاسبه می‌شود. استفاده از میانگین هندسی به عنوان یکی از بهترین روش‌ها برای ترکیب مقایسات زوجی معرفی شده است. وزن‌های به‌دست‌آمده نرمال نیستند. منظور از

Eigenvalue گویند. وزن نهایی هر ماتریس همان ستون بردار ویژه است. معیارهای تصمیم‌گیری و ساختار سلسله مراتبی پژوهش حاضر در شکل ۲ نمایش داده شده است. معیارها بر اساس نظر خبرگان انتخاب شد.



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی (هدف و معیارهای تصمیم‌گیری) در پژوهش حاضر

### طراحی پرسشنامه خبرگان

پرسشنامه طراحی شده برای انجام آزمایش به شکل زیر است:

بسمه تعالی

### پرسشنامه مدل AHP

موضوع پرسشنامه: بررسی تأثیر چاه‌ها و قنات در افزایش میزان تبخیر و تعرق از سطح آب‌های زیرزمینی و راه‌های کنترل و کاهش آن.

مصاحبه‌شونده گرامی، پرسشنامه حاضر به منظور تأثیر کم‌رگیر کردن چاه و قنات بر تلفات بخار آب (تبخیر) طراحی گردیده است. خواهشمند است با توجه به اشراف جنابعالی در حوزه مورد سؤال این پرسشنامه، ما را در تدوین هرچه بهتر این طرح یاری فرمائید.

باتشکر

عباسعلی صادقی دهنودشت

دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری دانشگاه یزد

نام و نام خانوادگی: ..... مدرک تحصیلی: ..... سن: ..... شغل: .....  
سابقه کاری (مرتبه علمی): ..... سمت: ..... میزان آشنایی با پروژه‌های آبخیز: .....

**سؤال اساسی:** آیا به نظر شما دهانه دودکش‌مانند چاه‌ها و قنات نقشی در افزایش تبخیر و تعرق آب از سفره‌های زیرزمین دارد؟ بله-خیر

اگر جواب شما مثبت است لطفاً به صورت مقایسه زوجی این معیارها را اولویت‌بندی نمایید.

در این قسمت بر اساس معیار نوع چاه ترجیحات خود را در ارتباط با انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند).

نوع رسوبات	زمان	عمق چاه	نوع چاه
نوع چاه	۱		
عمق چاه		۱	
زمان			۱
نوع رسوبات			

در این قسمت بر اساس معیار نوع چاه ترجیحات خود را در ارتباط با انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید. (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند).

فاضلاب	چاه	قنات
قنات	۱	
چاه		۱
فاضلاب		

در این قسمت بر اساس معیار عمق چاه ترجیحات خود را در ارتباط با انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند).

کم	متوسط	زیاد
زیاد	۱	
متوسط		۱
کم		

در این قسمت بر اساس معیار زمان ترجیحات خود را در ارتباط با انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید. (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند).

روز	شب	تابستان	زمستان
زمستان			۱
تابستان		۱	
شب			۱
روز			

در این قسمت بر اساس معیار نوع رسوبات ترجیحات خود را در ارتباط با نقش نوع دشت‌سرها در افزایش تبخیر و تعرق چاه‌ها و قنوات انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند).

دشت‌سر لخت	دشت‌سر اپانداژ	دشت‌سر پوشیده
دشت‌سر پوشیده	۱	
دشت‌سر اپانداژ		۱
دشت‌سر لخت		

در این قسمت ترجیحات خود را در ارتباط با مناسب‌ترین راهکارهای کنترل و کاهش تبخیر از چاه‌ها با انتخاب بهترین گزینه مشخص فرمایید (یادآوری: سطرها نسبت به ستون‌ها اولویت‌دهی می‌شوند). در این بخش ۳ راهکار اصلی مورد بررسی قرار گرفت که عبارت‌اند از: کف‌گیر کردن چاه‌ها، دهان‌گیر کردن چاه‌ها و کمرگیر کردن چاه‌ها.

کمرگیر کردن چاه‌ها	دهان‌گیر کردن چاه‌ها	کف‌گیر کردن چاه‌ها
کف‌گیر کردن چاه‌ها	۱	
دهان‌گیر کردن چاه‌ها		۱
کمرگیر کردن چاه‌ها		

## معرفی نرم‌افزار Expert Choice

یک نرم‌افزار تصمیم‌گیری چندمعیاره است که بر اساس پیاده‌سازی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) عمل می‌کند و کاربردهای فراوانی در حوزه مهندسی صنایع از جمله در زمینه‌های تولید و مدیریت دارد و آشنایی با آن می‌تواند مهندسین صنایع را برای ورود به بازار کار مهندسی صنایع آماده سازد. این روش در زمان تصمیم‌گیری در حالتی که چند گزینه رقیب و معیارهایی برای تصمیم‌گیری داریم، استفاده می‌شود و برای تصمیم‌گیری از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده می‌کند.

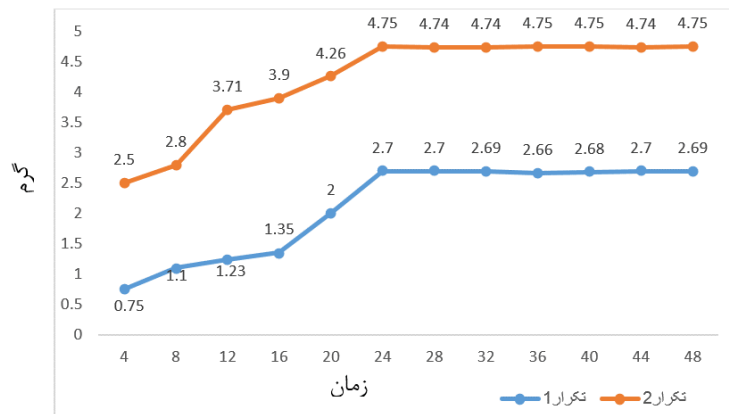
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس مقایسات زوجی بنا شده است و امکان بررسی حالت‌ها و سناریوهای مختلف را برای تصمیم‌گیرندگان و مدیران فراهم می‌کند. نرم‌افزار Expert Choice دارای توانایی‌های بسیاری بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی و طرح سؤالات مختلف درباره موضوع مورد تصمیم، دارای قابلیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسئله (تحلیل حساسیت) و تعیین اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی نیز می‌باشد [۷].

## استفاده از بلوک گچی استاندارد

برای هر مورد آزمایش از چهار قطعه بلوک گچی استاندارد با ابعاد  $5 \times 3 \times 7$  سانتی‌متر برای برآورد میزان رطوبت چاه استفاده شد. به این صورت که بلوک‌ها را ابتدا در دستگاه آون به مدت ۲۴ ساعت برای خشک‌شدن کامل قرار داده تا رطوبت آن خارج‌شده و بتوان مقدار دقیق رطوبت جذب‌شده از چاه توسط بلوک گچ را به دست آورد. همچنین وزن بلوک خشک از این طریق محاسبه شد. سپس بلوک‌ها را درون چاه به صورت آویزان قرار داده و بعد از ۲۴ ساعت بلوک‌ها را از چاه خارج کرده و بلافاصله در پلاستیک قرار داده تا رطوبت جذب‌شده از بین نرود. سپس برای وزن کردن به آزمایشگاه دانشگاه یزد منتقل شد. رطوبت تجمعی هر بلوک در یک دوره دو روزه (۴۸ ساعته) در هر ۴ ساعت و برای دو تکرار اندازه‌گیری شد.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد تا حدود ۲۴ ساعت وزن بلوک‌ها یا رطوبت دریافتی افزایشی است و بعد از آن روند تقریباً متوقف می‌شود. نتایج مربوط به چاه شماره ۱ به عنوان نمونه در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳- اختلاف وزن اندازه‌گیری شده بلوک‌ها در دو روز آزمایش مربوط به چاه شماره ۱

دو چاه خشک و مرطوب با هم مقایسه شدند. نتایج حاصل شده به صورت زیر می‌باشد.

## آزمایش اول

در این آزمایش یک بلوک گچی با وزن  $148/38$  گرم داخل دهانه چاه با عمق ۳۰ سانتی‌متری قرار داده شد. بلوک گچی

در ادامه، ۶ آزمایش مجزا انجام شد. برآورد اختلاف میزان تبخیر از دهانه چاه با چاهک‌های ۳۰ سانتی‌متری حفرشده در اطراف آن با فواصل مختلف برای سه چاه متفاوت در آزمایش‌های ۱، ۲ و ۳ انجام گرفت. در آزمایش ۴ و ۵ میزان تبخیر در اعماق مختلف دو چاه متفاوت اندازه‌گیری شد. در نهایت، در آزمایش ۶ میزان تبخیر از دهانه

چاه درون چاهکی با عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بعد از ۲۴ ساعت بلوک وزن شد و نتایج ارائه شده در جدول ۲ به دست آمد. نتایج نشان داد با افزایش فاصله از چاه، میزان تبخیر از سطح خاک به صورت مشخصی کاهش می یابد.

دیگری با وزن ۱۵۰/۵۹ گرم و با فاصله ۱ متری درون چاهکی به عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بلوک گچی دیگری با وزن ۱۲۴/۳۸ گرم و با فاصله ۲۰ متری از چاه درون چاهکی به عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بلوک گچی دیگری با وزن ۱۲۵/۰۸ گرم و با فاصله ۴۰ متری از

جدول ۲- نتایج مربوط به آزمایش اول

دهانه چاه	فاصله ۱ متری از چاه	فاصله ۲۰ متری از چاه	فاصله ۴۰ متری از چاه
وزن بلوک خشک (گرم)	۱۴۸/۳۸	۱۲۴/۳۸	۱۲۵/۰۸
وزن بلوک مرطوب (گرم)	۱۵۳/۱۳	۱۲۶/۸۸	۱۲۶/۸۸
اختلاف وزن بلوکها (گرم)	۴/۷۵	۲/۵	۱/۸
درصد رطوبت	۳/۱٪	۱/۹۷٪	۱/۴٪

### آزمایش دوم

بلوک گچی دیگری با وزن ۳۸۴/۳ گرم و با فاصله ۴۰ متری از چاه درون چاهکی با عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت وزن بلوکهای گچی در جدول ۳ نمایش داده شده است. در این آزمایش نیز نتایج نشان داد با افزایش فاصله از چاه، میزان تبخیر از سطح خاک کاهش می یابد.

همچنین در آزمایش دیگری یک بلوک گچی با وزن ۲۸۳/۱ گرم داخل دهانه چاه با عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بلوک گچی دیگری با وزن ۲۸۵/۷ گرم و با فاصله ۱ متری درون چاهکی به عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد. بلوک گچی دیگری با وزن ۳۵۸/۳ گرم و با فاصله ۲۰ متری از چاه درون چاهکی به عمق ۳۰ سانتی متری قرار داده شد.

جدول ۳- نتایج مربوط به آزمایش دوم

دهانه چاه	فاصله ۱ متری از چاه	فاصله ۲۰ متری از چاه	فاصله ۴۰ متری از چاه
وزن بلوک خشک (گرم)	۲۸۳/۱	۳۵۸/۳	۳۸۴/۳
وزن بلوک مرطوب (گرم)	۲۸۷/۱	۳۶۰/۳	۳۸۵/۷
اختلاف وزن بلوکها (گرم)	۴	۲	۱/۴
درصد رطوبت	۱/۳٪	۰/۱۵٪	۰/۳۶٪

### آزمایش سوم

تأیید می کند با افزایش فاصله از چاه، میزان تبخیر کاهش می یابد.

در این آزمایش یک بلوک گچی به وزن ۳۵۸/۴ گرم درون چاهی به عمق ۳۰ سانتی متر و یک بلوک گچی دیگری با وزن ۳۸۲/۲ گرم با فاصله ۶۰ متری درون چاهکی با عمق ۳۰ سانتی متر به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد، بعد از گذشت ۲۴ ساعت وزن بلوک داخل چاه به ۳۶۰/۷ گرم افزایش پیدا کرد و بلوک گچی داخل چاهک به ۳۸۲/۹ گرم افزایش پیدا کرد.

**آزمایش چهارم**  
این آزمایش به منظور بررسی نرخ تبخیر در اعماق مختلف چاه انجام گرفت. در این آزمایش بلوکی با وزن ۱۶۱/۳ گرم درون چاه به عمق ۴ متری قرار داده شد. بلوک دیگری با وزن ۱۷۴/۷۱ گرم درون همان چاه به عمق ۳ متری قرار داده شد.

نتایج حاصل در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نیز در راستای آزمایشهای شماره ۱ و ۲ می باشد و



بلوک بعدی با وزن ۱۳۵/۱ گرم درون همان چاه به عمق ۲ متری قرار داده شد و در نهایت، بلوک دیگری با وزن ۱۵۳/۳ گرم درون همان چاه به عمق ۱ متری قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، وزن بلوک‌های گچی در جدول ۵ نمایش داده شده است. نتایج نشان داد با افزایش عمق چاه، تبخیر نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۴- نتایج مربوط به آزمایش سوم

دهانه چاه (۳۰ سانتی‌متری) فاصله ۶۰ متری از چاه (عمق ۳۰ سانتی‌متر)	
وزن بلوک خشک (گرم)	۳۵۸/۴
وزن بلوک مرطوب (گرم)	۳۸۲/۲
اختلاف وزن بلوک‌ها (گرم)	۰/۷
درصد رطوبت	۰/۱۸٪

جدول ۵- نتایج مربوط به آزمایش چهارم

دهانه چاه (عمق ۴ متری)	دهانه چاه (عمق ۳ متری)	دهانه چاه (عمق ۲ متری)	دهانه چاه (عمق ۱ متری)
وزن بلوک خشک (گرم)	۱۶۱/۳	۱۷۴/۷۱	۱۳۵/۱
وزن بلوک مرطوب (گرم)	۱۶۸/۳	۱۸۰/۳۱	۱۵۶/۸
اختلاف وزن بلوک‌ها (گرم)	۷	۵/۶	۴
درصد رطوبت	۴/۱٪	۳/۱٪	۲/۸٪

### آزمایش پنجم

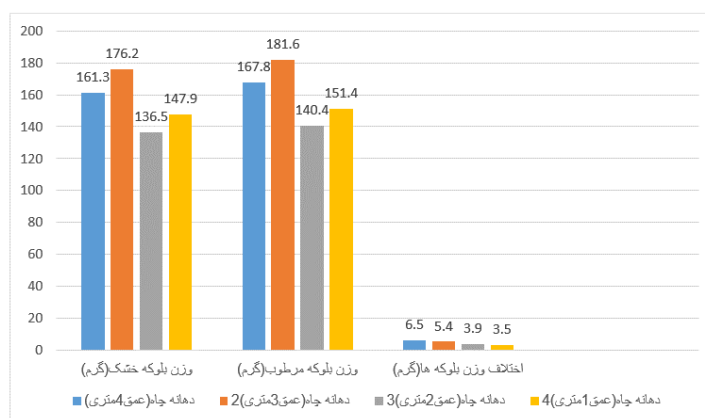
در این آزمایش بلوکی با وزن ۱۶۳/۶ گرم درون چاه به عمق ۴ متری قرار داده شد، بلوک دیگری با وزن ۱۷۵/۶ گرم درون همان چاه به عمق ۳ متری قرار داده شد. بلوک بعدی با وزن ۱۳۶/۴ گرم درون همان چاه به عمق ۲ متری قرار داده شد و در نهایت، بلوک دیگری با وزن ۱۵۳/۲ گرم درون همان چاه به عمق ۱ متری قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت وزن بلوک‌های گچی اندازه گیری شد. نتایج در جدول ۶ و شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج این آزمایش نیز نتایج آزمایش ۴ را تأیید کرد و نشان داد با افزایش عمق چاه، تبخیر نیز افزایش می‌یابد.

### آزمایش ششم

در این آزمایش میزان تبخیر از دهانه دو چاه خشک و مرطوب با هم مقایسه شده اند. به این منظور بلوک گچی به وزن ۲۵۷/۴ گرم درون چاه خشک به عمق ۴۰ متر قرار داده شد. طی گذشت ۲۴ ساعت وزن بلوک به ۲۶۱/۸ گرم افزایش یافت. بلوک گچی دیگری به وزن ۳۲۷ گرم درون چاه مرطوب به عمق ۴۰ متر قرار داده شد. طی گذشت ۲۴ ساعت وزن بلوک به ۳۳۴/۸ گرم افزایش یافت. نتایج در جدول ۷ و شکل ۵ ارائه شده است. همانگونه که پیش بینی می‌شد، نرخ تبخیر از چاه مرطوب از چاه خشک بیشتر است.

جدول ۶- نتایج مربوط به آزمایش پنجم

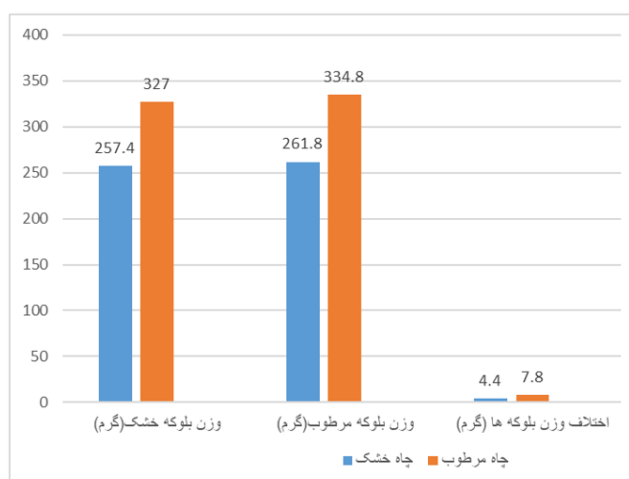
دهانه چاه (عمق ۴ متری)	دهانه چاه (عمق ۳ متری)	دهانه چاه (عمق ۲ متری)	دهانه چاه (عمق ۱ متری)
وزن بلوک خشک (گرم)	۱۶۳/۶	۱۷۵/۶	۱۳۶/۴
وزن بلوک مرطوب (گرم)	۱۷۰/۶	۱۸۰/۳	۱۵۶
اختلاف وزن بلوک‌ها (گرم)	۷	۴/۷	۳/۴
درصد رطوبت	۴/۱٪	۲/۶٪	۲/۴٪



شکل ۴- نتایج آزمایش پنجم

جدول ۷- نتایج مربوط به آزمایش ششم

چاه خشک	چاه مرطوب	
۲۵۷/۴	۳۲۷	وزن بلوک خشک (گرم)
۲۶۱/۸	۳۳۴/۸	وزن بلوک مرطوب (گرم)
۴/۴	۷/۸	اختلاف وزن بلوک ها (گرم)
۱/۷٪	۲/۳٪	درصد رطوبت



شکل ۵- نتایج آزمایش ششم

### نتایج تحلیل سلسله مراتبی

نتایج اندازه‌گیری درصد رطوبت در چاه‌های مورد بررسی نشان داد با افزایش فاصله از دهانه چاه رطوبت کمتر می‌گردد و با افزایش عمق چاه درصد رطوبت افزایش می‌یابد. رطوبت جذب شده توسط بلوک گچی داخل چاه مرطوب و آبدار از جمله چاه‌های فاضلاب بیشتر از چاه‌های خشک بود. نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارهای اصلی در نرم‌افزار Expert Choice در شکل ۶ نمایش داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد بیشترین وزن معیار مربوط به نوع چاه (۰/۶۶) و کمترین وزن مربوط به معیار زمان (۰/۰۴)

است. عمق چاه (۰/۲۰) و نوع رسوبات (۰/۰۸) به ترتیب در اولویت‌های سوم و چهارم قرار گرفتند. مقایسه زیر معیارهای نوع چاه باعث قرارگیری میله‌های قنات در رتبه اول با وزن (۰/۶۸۷) و چاه‌های فاضلاب در رتبه چهارم با وزن (۰/۱۲۷) شد. مقایسه زیر معیارهای زمان باعث قرارگیری فصل تابستان در رتبه اول با وزن (۰/۴۹۶) و شب در رتبه چهارم با وزن (۰/۰۴) شد.

بر اساس زیر معیارهای نوع رسوبات، دشت‌سر پوشیده بیشترین وزن (۰/۷۲۹) و دشت‌سر لخت از کمترین وزن (۰/۱۰۹) برخوردار می‌باشد. در کل، اکثر خبرگان نظر بر

با وزن (۰/۷۰۹) اولویت بیشتری در کاهش تبخیر از چاه‌ها را دارد و دهان‌گیر کردن چاه‌ها با وزن ۰/۱۱۳ در پایین‌ترین اولویت قرار می‌گیرد.

این داشتند که چاه‌های بلااستفاده و بدون بهره‌برداری می‌بایست پر شوند؛ ولی در رابطه با سه پارامتر مورد بررسی نظرات مختلفی داشتند. بدین گونه که کف‌گیر کردن چاه‌ها



شکل ۶- نتایج مقایسه زوجی معیارهای اصلی

نتایج نشان داد بلوکی که در چاه مرطوب قرار گرفت، نسبت به بلوک قرار گرفته شده در چاه خشک نزدیک به سه برابر رطوبت بیشتری به خود گرفته است. در آزمایش دیگری نتایج بیان داشت بلوکی که در عمق نزدیک به سطح آب موجود در چاه قرار گرفته است، رطوبت بیشتری نسبت به بلوک نزدیک به دهانه چاه دارد. بنابراین، مقدار بخار آب خروجی از چاه‌های عمیق‌تر و یا تره قنات‌ها بیش از چاه‌های کم‌عمق‌تر و یا خشکه قنات می‌باشد. با نظرسنجی از خبرگان، کف‌گیر کردن چاه‌ها و قنات یا بستن چاه کمی بالاتر از سطح ایستابی، به‌عنوان مناسب‌ترین راهکار جهت کاهش تلفات بخار آب پیشنهاد شد.

بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

- آزمایشات در بازه‌های زمانی مختلف با تکرار بیشتر در چاه‌های مختلف با عمق‌های متفاوت انجام شود؛

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در آزمایشات انجام شده چند فاکتور تأثیر بسزایی در نحوه قراردادن بلوک‌ها داشتند که شامل ارتفاع از سطح آب، حجم آب موجود در چاه و پوشیده‌بودن چاه بودند. طبق آزمایشات انجام‌شده، بلوک‌ها در موقعیت‌های مختلف قرار گرفته بودند و با گذشت مدت‌زمان تعیین شده، داده‌ها جمع‌آوری و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتیجه به‌دست آمده از این آزمایشات نشان داد بلوک‌هایی که ارتفاع بسیار نزدیکی به آب دارند، بیشترین رطوبت را نسبت به بلوک‌های دیگر جذب می‌کنند. همچنین حجم آب موجود در چاه یکی دیگر از عواملی است که در جذب رطوبت توسط بلوک‌ها نقش دارد. حجم آب موجود در چاه باعث نمناک شدن خاک‌های اطراف چاه و همچنین دهانه چاه می‌شود که این موضوع باعث بیشتر شدن رطوبت در چاه موجود می‌شود و به بلوک‌ها در جذب بهتر رطوبت کمک می‌کند.

- ارتباط میزان تبخیر از چاه با پارامترهایی نظیر بارش، دما و باد محاسبه شود.

- صحت نتایج حاصل از پرسشگری با آزمایش عملی کمرگیری چاه‌ها و کف‌گیری مقایسه گردد؛  
- مشابه تحقیق حاضر در سایر مناطق خشک و نیمه‌خشک انجام شود؛

## References

- [1]. Amani, E., Ghasemi, A. R., Nouri, M. R., & Motaghian, H. R. (2021). Effect of Vermiculite, Bentonite and Zeolite on Evaporation and Soil Characteristic Moisture Curve. *Journal of Water and Soil Conservation*, 28(2), 83-101. doi: 10.22069/jwsc.2021.18729.3424 [in Farsi]
- [2]. Asadi, M. A. (2019). Potential evapotranspiration prediction using nonlinear autoregressive model with exogenous input (NARX) (case study, Yazd Province, Iran). *Journal of Arid Biome*, 8(2), 37-49. doi: 10.29252/aridbiom.2019.1403 [in Farsi]
- [3]. Chari, M. M., & Afrasiab, P. (2019). Effect of water table depth on evaporation from soil. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26(3), 177-192. doi: 10.22069/jwsc.2019.15786.3100 [in Farsi]
- [4]. Ciampittiello, M., Marchetto, A., Boggero, A., (2024). Water resources management under climate change: a review. *Sustainability*, 16(9), 3590. doi: 10.3390/su16093590
- [5]. Feng, H., Wu, Z., Dong, J., Zhou, J., Brocca, L., & He, H. (2023). Transpiration – Soil evaporation partitioning determines inter-model differences in soil moisture and evapotranspiration coupling. *Remote Sensing of Environment*, 298, 113841. doi: 10.1016/j.rse.2023.113841
- [6]. Kakeh, J., Gorji, M., Mohammadi, M. H., Asadi, H., Khormali, F., & Sohrabi, M. (2020). Studying the Effects of Biocrusts on Soil Water Dynamic and Evaporation. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 51(5), 1255-1264. doi: 10.22059/ijswr.2020.292760.668400 [in Farsi]
- [7]. Karimisang Chini, E., & Ownegh, M. (2011). Landslide Hazard Zonation Using Weighted (AHP) Bivariate Statistical Model by AHP in Chehel-Chay Sub-Watersheds, Golestan Province, Iran. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 5(15), 53-62.
- [8]. Lehmann, P., Bickel, S., Wei, Z., & Or, D., (2020). Physical constraints for improved soil hydraulic parameter estimation by pedotransfer functions. *Water Resources Research*, 56(4), e2019WR025963. doi: 10.1029/2019WR025963
- [9]. Lehmann, P., Merlin, O., Gentine, P., Or, D., (2018). Soil texture effects on surface resistance to bare-soil evaporation. *Geophysical Research Letters*, 45(19), 10398-10405. doi: 10.1029/2018GL078803
- [10]. Moieni Far, S., Asadi, M. A., Maleki Nezhad, H., & Talebi, A. (2021). Determining the appropriate statistical distribution to calculate RDI in arid regions (Case study: Central Iran). *Journal of Arid Biome*, 11(1), 105-121. doi: 10.29252/aridbiom.2022.17245.1873 [in Farsi]
- [11]. Pan, S., Pan, N., Tian, H., et al., (2020). Evaluation of global terrestrial evapotranspiration using state-of-the-art approaches in remote sensing, machine learning and land surface modeling. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(3), 1485–1509. doi: 10.5194/hess-24-1485-2020
- [12]. Qian, J., Yang, J., Sun, W., Zhao, L., Shi, L., Shi, H., Dang, C., Dou, Q. (2024). Application potential and spatiotemporal uncertainty assessment of multi-layer soil moisture estimation in different climate zones using multi-source data. *Journal of Hydrology*, 645(Part B), 132229. doi: 10.1016/j.jhydrol.2024.132229
- [13]. Quinna, R., Parker, A., & Rushton, K. (2018). Evaporation from bare soil: Lysimeter experiments in sand dams interpreted using conceptual and numerical models. *Journal of Hydrology*, 564, 909-915.
- [14]. Ranjbar, A., & Ebrahimi-Khusfi, Z. (2024). Analysis of internal and external dust contributions and their spatial-temporal changes in Kerman province. *Journal of Arid*

- Biome*, 14(1), 1-19. doi: 10.29252/aridbiom.2024.20961.1979 [in Farsi]
- [15]. Samadi, N., Hayati, B., & dashti, G. (2024). Sustainability Analysis of Rainfed Wheat Production in Miyaneh County by Analytical Hierarchy Process. *Journal of agricultural science and sustainable production*, 34(1), 305-320. doi: 10.22034/saps.2023.54926.2971 [in Farsi]
- [16]. Seneviratne, S. I., Corti, T., Davin, E. L., Hirschi, M., Jaeger, E. B., Lehner, I., Orlowsky, B., & Teuling, A. J. (2010). Investigating soil moisture–climate interactions in a changing climate: A review. *Earth-Science Reviews*, 99(3–4), 125-161. doi: 10.1016/j.earscirev.2010.02.004
- [17]. Sharghi, T., Bari Abarghuei, H., Asadi, M. A., & Kousari, M. R. (2010). Estimation of reference evapotranspiration using FAO-Penman-Monteith method and its zonation in Yazd province. *Journal of Arid Biome*, 1(1), 25-33. [in Farsi]
- [18]. Wang, S., Zhu, C., Huang, Z., Li, Y., Cui, C., & Zhang, C. (2022). Primary roles of soil evaporation and vegetation in driving terrestrial evapotranspiration across global drylands. *Science of the Total Environment*, 958, 178073. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.178073
- [19]. Xue, K., Song, L., Xu, Y., Liu, S. et al., (2023). Estimating ecosystem evaporation and transpiration using a soil moisture coupled two-source energy balance model across FLUXNET sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, 337, 109513. doi: 10.1016/j.agrformet.2023.109513
- [20]. Yarami, N., Ali Mohammadi Dareh, A. M., & Tahan Poor Bideh, A. M. (2020). The effect of natural mulches on evaporation reduction of soil surface under different irrigation water salinity. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(3), 841-854. [in Farsi]
- [21]. Zarei, G., Homaei, M., Liaghat, A.M., & Hoorafar, A. H. (2010). A model for soil surface evaporation based on Campbll's retention curve. *Journal of Hydrology*, 380(3-4), 356-361. doi: 10.1016/j.jhydrol.2009.11.010
- [22]. Zarei, S., Keshavarz, S. (2024). Flood hazard zoning in dry areas, using AHP-Fuzzy Model in Dashti region, south Iran. *Journal of Arid Biome*, 14(1), 47-60. doi: 10.29252/aridbiom.2024.21525.2011
- [23]. Zhang, X., & Huang, X., (2019). Human disturbance caused stronger influences on global vegetation change than climate change. *PeerJ* 7, e7763. doi: 10.7717/peerj.7763
- [24]. Zhou, S., Yu, B., Zhang, Y., Huang, Y., Wang, G. (2016). Partitioning evapotranspiration based on the concept of underlying water use efficiency. *Water Resources Research*, 52(2), 1160–1175. doi: 10.1002/2015WR017766

## Investigation of the effect of qanats and wells on the rate of evaporation from the soil in dry regions (Case study: Yazd province, Iran) (Research Paper)

1- Abbas Ali Sadeghi Dehnodasht, Master of Watershed Science and Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.

2- Mohammad Amin Asadi Zarch\*, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

amin.asadi@yazd.ac.ir

3- Mohammad Reza Ekhtesasi, Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

Received: 04 Dec. 2024

Accepted: 27 Jan. 2025

### Abstract

Access to groundwater resources as one of the highest quality water sources has always been of interest to residents of dry and desert areas around the world. This essential need has led to the drilling of wells in most of the basins in these areas. On the other hand, the evaporation process from water sources such as wells and qanats also leads to losses and water shortages in dry and desert areas, which are often not considered in water resource management. Therefore, measuring the rate of evaporation from wells and qanats as the most important water sources in dry and semi-arid areas is the main approach of this research. The present study aims to measure the rate of evaporation from wells and qanats and analyze the results of expert surveys regarding the selection of the most suitable methods to reduce evaporation from wells using a hierarchical analysis method or AHP through questionnaire analysis and the results obtained were analyzed using Expert Choice software. This research was conducted in two parts: field operations and installation of four standard gypsum blocks with dimensions of  $5 \times 3 \times 7$  cm at depths of 30 cm (well mouth), 1 meter away from the well, 20 meters away from the well, 40 meters away from the well, and measuring and comparing the moisture percentage, as well as laboratory experiments. The results of measuring the moisture percentage in the wells under study showed that with an increase in distance from the well mouth, the moisture decreases, and with an increase in well depth, the moisture percentage increases. The moisture absorbed by the gypsum block inside the moist and water-rich well was higher than the dry wells, including sewage wells. Furthermore, the results of comparing the main criteria in the Expert Choice software showed that the highest weight was related to the type of well (0.66) and the lowest weight was related to the time criterion (0.04). The well depth (0.20) and the type of sediments (0.08) were ranked third and fourth in priority, respectively. The comparison of sub-criteria of the type of well led to the placement of qanat rods in the first rank with a weight of 0.687 and sewage wells in the fourth rank with a weight of 0.127. The comparison of time sub-criteria led to the placement of the summer season in the first rank with a weight of 0.496 and the night in the fourth rank with a weight of 0.04. Based on the sub-criteria of sediment type, the covered basin had the highest weight (0.729) and the bare basin had the lowest weight (0.109). Overall, most experts believed that unused and unexploited wells should be filled. However, they had different opinions on the three parameters under study, with well capping having a higher priority in reducing evaporation from wells with a weight of 0.709, and well mouth capping being the lowest priority with a weight of 0.113.

**Keywords:** Gypsum block, Evaporation, Well, Soil moisture, Qanat, AHP, Expert Choice.