**دکتر منصور شاه ولی**، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
**احمد عابدی سروستانی**، دانشجوی دکتری ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی
**شماره مقاله: ۶۶۸**

**M. Shahvali, Ph.D**
**A. Abedi Sarvestani**
**E. mail: shahvali@shirazu.ac.ir**

# بررسی و بهینه‌سازی سازه‌های بومی جمع‌آوری آب در مراتع خشک و نیمه خشک جغرافیایی استان فارس

## چکیده

به دلیل واقع شدن کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک کره زمین، تأمین آب شیرین سالم کافی همواره مشکل بوده است. این واقعیت، سختی زندگی مرتعداران و مدیریت دام و بازدهی پایین تولید علوفه در مراتع را به دنبال داشته است. از زمان‌های بسیار دور پیشینیان با تفکر و ابداع، مشکل کم آبی را با کمک دانش بومی حل کرده‌اند. لذا در مناطق مختلف کشور می‌توان سازه‌های بومی جمع‌آوری و نگهداری آب باران را برای مقابله با کم آبی مشاهده کرد. در برخی مناطق کشور این سازه‌ها به دلیل نبود دیگر فنآوری ها و به دلیل تطابق با شرایط اقلیمی هر منطقه، تنها راه تأمین آب مورد نیاز انسان و دام هستند. اگرچه استفاده از سازه‌های بومی به دلیل تحولات اجتماعی- اقتصادی دهه‌های اخیر، همانند گذشته نیست اما آنها کماکان می‌توانند در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان راه‌حلی مؤثر برای رفع کمبود آب شیرین محسوب شوند. این سازه‌ها عبارتند از: سطح صیقل، آب انبار سنگی، سنگ آب، چاه مالداری، آب انبار عشایری، چلپ آب و برکه عشایری. اهمیت آنها را می‌توان با توجه به وسعت زیاد مراتع کشور و شرایط خاص اقلیمی و جغرافیایی حاکم بر آنها، بهتر درک کرد. زیرا یکی از دلایل مدیریت ناصحیح مراتع در کشور کمبود آب شیرین برای مصرف انسان و شرب دام در آنها می‌باشد. برای مثال، می‌توان به مراتع قشلاقی و بعضاً مراتع ییلاقی اشاره کرد که بسیاری از مرتعداران عشایر به دلیل نبود آب به کوچ زودرس ناچار می‌شوند. در این

راستا سازه‌های بومی تأمین آب در مراتع منطقه گزینه‌ای خردگرایانه هستند. برای این منظور می‌توان با تلفیق دانش بومی و دانش رسمی پیرامون این سازه‌ها، سازگاری آنها را برای شرایط خشک و نیمه خشک جغرافیایی برای تأمین آب ارتقاء بخشید. به همین دلیل مقاله حاضر، به معرفی سازه‌های بومی جمع‌آوری و نگهداری آب در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک استان فارس و راه‌های چگونگی بهبود آنها با کمک دانش رسمی می‌پردازد.

**کلید واژه‌ها**: مناطق خشک و نیمه خشک، مرتع، سازه‌های آبی، دانش بومی و رسمی، فارس.

**مقدمه**

به دلیل بحران کمبود آب، مردم با شرایط زیست‌محیطی خود و همچنین با تغییراتی که در محیط جغرافیایی، اجتماعی و اقتصادی آنان رخ می‌دهد، باید سازگار شوند. آنان با تغییرات منابع آبی که در اختیار دارند، باید تعامل سازگارانه‌ای داشته باشند زیرا، امروزه یک سوم جمعیت جهان کمبود آب را تجربه می‌کنند که ممکن است به مختل شدن توسعه اجتماعی و اقتصادی آنها منجر شود. اگر بحران کمبود آب ادامه یابد، تا سال ۲۰۲۵ میلادی، دو سوم جمعیت جهان با این بحران روبرو خواهند بود (*Kuylenstierna, Bjorklund & Najlis, 1997, 151*). بر اساس گزارش مؤسسه تیرفوند[1] بسیاری از این جمعیت در جستجوی آب، به ترک سرزمین‌های خود ناچار خواهند شد. در ایران نیز ممکن است ۶۰ درصد جمعیت روستاها در اثر خشکسالی‌ها به شهرها مهاجرت نمایند (*کربی، ۲۰۰۰*).

در مراتع مناطق جغرافیایی خشک و نیمه خشک دسترسی به آب مهمترین اولویت است. این اهمیت فقط برای مصرف گله‌های دامی نیست بلکه به خاطر امکان زیستن و بقاء مرتعداران در این مناطق جغرافیایی نیز می‌باشد. مالکیت و حق استفاده از منابع آبی در این مناطق حداقل به اندازه حق بهره‌برداری از مراتع دارای اهمیت است. به همین دلیل، آب، اساسی‌ترین نیاز بهره‌برداران از مراتع در مناطق خشک و نیمه خشک است (*IFAD, 2004*). در مراتع و به خصوص مراتع قشلاقی کشور، بحران کمبود آب برای مصرف انسان و شرب دام همیشه وجود داشته است. به طوری که بیان می‌شود ظرفیت مراتع برای تغذیه احشام در بسیاری از مراتع نقاط خشک بیشتر به علت کمبود آب

1. Tearfund.

آشامیدنی محدود می‌شود تا کمبود علوفه (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۲۳*). چه بسا مراتع خوب و پر علفی که به دلیل نبود آب شرب کافی در آنها، ترک شده‌اند. ضمناً مدیریت ناصحیح چرای دام در مراتع از پیامدهای کمبود منابع آبی یا پراکندگی نامناسب آنها در مراتع اعلام شده است که موجب تخریب محدوده‌هایی از مراتع می‌شود که منابع آب در آنجا قرار گرفته‌اند، زیرا قسمت‌های نزدیک به منابع آب مورد چرای شدیدتر دام قرار می‌گیرند و به تدریج از لحاظ پوشش گیاهی فقیرتر می‌گردند و سرانجام، رو به نابودی می‌روند (*کردوانی، ۱۳۷۹، ۳*).

## مسأله

جمع‌آوری آب باران در مناطق خشک ممکن است تنها راه تهیه آب در مراتع چنین مناطقی باشد. بهبود منابع تأمین آب مشروب در مراتع مناطق خشک یا نقاط دور دست حوزه‌های آبخیز، ارزش چراگاهی آنها را بالا می‌برد و استفاده کامل‌تر از علوفه موجود آنها را میسر می‌سازد (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۲۳*). بهینه‌سازی منابع تأمین آب می‌تواند تأثیر مهمی بر مرتعداران بومی داشته باشد. روش‌های انجام این کار عبارتند از: ۱) ساخت چاه، کانال، مخزن، آب انبار، استخر، سدهای کوچک و سیستم‌های جمع‌آوری آب باران. ۲) نوسازی، احیاء و نگهداری از سازه‌های فوق. ۳) تشویق اشتراک عادلانه منابع آب در دسترس و تسهیلات حمل و نقل آب (*IFAD, 2000*).

## پیشینه نگاشته‌ها

نمونه‌های سازه‌های بومی جمع‌آوری آب باران در ۴۰۰۰ سال پیش در صحرای نقب[۲] وجود داشته است (*Rahman, et.al, 2000, 67*). به کارگیری سازه‌های ابتکاری تأمین آب از باران، امکان زندگی را با حداقل بارندگی برای انسان فراهم می‌سازد (۱). استحصال آب تمیز از بارندگی‌های خیلی کم و همچنین ذخیره کردن آب جمع‌آوری شده در یک منبع، از مزایای روش‌های جمع‌آوری رواناب به شمار می‌آید (*پیترسون، ۱۳۶۳، ۳۰*). برخی نیز به کارگیری آب باران را برای رسیدن به توسعه پایدار منابع آب لازم می‌دانند و نگهداری آن را یک فن‌آوری کوچک مقیاس اقتصادی و کاربردی می‌دانند که در مناطق خشک و نیمه خشک به طور معنی‌داری به حفظ طبیعت و

2. Negev Desert.

اکولوژی نیز کمک می‌کند (*Andrew, 2000*). برای مثال، ساخت سیستم‌های جمع‌آوری آب باران تلاشی برای بقای مردم در برابر بلایای طبیعی در کشور اتیوپی بوده است (*Alem, 1999*). بسیاری از کشورهای واقع در خاورمیانه و شمال آفریقا از فنون محلی متفاوتی برای جمع‌آوری آب باران استفاده می‌کنند و آن را مکانیسمی برای حیات و بقای خود می‌دانند (*Nasr, 1999, 39*).

کشور ایران در منطقه‌ای واقع است که متوسط بارندگی سالیانه آن کمتر از یک سوم میزان بارندگی سالیانه جهان می‌باشد (*کردوانی، ۱۳۷۹، ۲؛ محسنی ساروی، ۱۳۷۶، ۳۱۵*) و میزان آن را حدود ۲۸۰ میلی‌متر محاسبه کرده‌اند (*برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ۱۳۷۳، ۷*). لذا، ایران جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و از دیر باز با مشکل کم آبی مواجه بوده است. روش‌های گوناگونی برای جمع‌آوری و تأمین آب در کشور وجود دارد. برخی از آنها جدید می‌باشند ولی قدمت برخی از آنها به دوران باستان برمی‌گردد. جمع‌آوری آب باران برای مصرف انسان، شرب حیوانات و مصارف کشاورزی، از قرن‌ها پیش رایج بوده است. از نمونه‌های آن می‌توان به سازه‌های بومی آب در مراتع مناطق جغرافیایی خشک و نیمه خشک اشاره کرد که ابتکار و نبوغ مردم این سرزمین را نشان می‌دهند. روش‌های بومی استحصال آب شیرین باران، صرفه‌جویی در مصرف آب، استفاده حداکثر از آب مصرفی آبیاری و حفاظت خاک، دارای اساس و پایه علمی بوده و منطبق بر اصولی است که علم آبیاری جدید نیز آنها را پیشنهاد می‌کند (*موسوی، ۱۳۸۲، ۵۶*). دانش بومی روش‌های بومی جمع‌آوری آب را می‌توان شیوه‌های یادگیری، فهم و نگرش به جهان که نتیجه سالها تجربه و مسأله‌گشایی بر اساس آزمون و خطا به وسیله گروه‌هایی از مردم در حال فعالیت می‌باشد تعریف کرد که منابع در دسترس‌شان را در محیط خود به کار برده و تجربه کرده‌اند (*امیری اردکانی و شاه‌ولی، ۱۳۷۸، ۳۹*). دانش بومی آن دانشی است که افراد و گروه‌های ذینفع جامعه در ارتباط با محیط و نیاز خویش از راه تجربه و آزمون و خطا به آن دست یافته و برای کاربردی شدن آن، فن‌آوری مناسب را ابداع کرده‌اند و این فن‌آوری زاییده آن دانش است (*گروسی، ۱۳۷۹، ۹*). به دلیل ویژگی‌های متفاوت، دانش بومی می‌تواند مکمل مناسبی برای دانش رسمی باشد (*عمادی و اسفندیاری، ۱۳۸۳، ۱۳*). در همین راستا برخی معتقدند برای دخالت مؤثر و کارآمد دانش بومی در توسعه، لازم است تا همراه با دانش علمی

(رسمی) آن به کار گرفت (*Agrawal, 1995, 413*). نقش دانش بومی در فرآیند تصمیم‌گیری می‌تواند بسیار حیاتی باشد. افراد بومی با کمک دانش خود، تشخیص مشکلات اجتماعی را تسهیل می‌کنند و جستجو برای یافتن راه‌حل‌های محلی به کمک این افراد می‌تواند صورت گیرد (*De Kruijf and et al., 1995, 7*). نوری پور سی سخت به نقل از دُران گزارش می‌دهد که در فرآیند ایجاد شناخت باید تغییر ایجاد شود و به این نکته توجه شود که دانش بومی یک جزء اساسی در ساختار دانش رسمی (علمی) است (*نوری‌پور سی‌سخت، ۱۳۸۱، ۲۴*). در عین حال باید توجه داشت که دانش بومی نیز محدودیت‌های خاص خود را دارد و توسعه پایدار باید با همکاری هر دو دانش، یعنی بومی و رسمی، محقق گردد (*Lawas & Luning, 1996, 8*). در همین راستا، روش‌های بومی جمع‌آوری و مصرف آب در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر کشور ایران می‌توانند بهبود و توسعه یابند. از طرف دیگر، برخی از روش‌های بومی جمع‌آوری و مصرف آب در این مناطق، تنها راه تأمین آب به شمار می‌رود زیرا ممکن است روش‌های استفاده از آب در مناطق معتدل، به دلایل فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی و یا فرهنگی برای مناطق خشک و نیمه خشک به همان اندازه مفید نباشند (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۶*).

## هدف

نوشتار حاضر ضمن معرفی مهمترین سازه‌های بومی جمع‌آوری و مصرف آب در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک استان فارس، به ارایه راه‌های بهینه‌سازی و توسعه به‌کارگیری آنها برای تأمین آب در مراتع برای مصرف انسان و شرب دام، می‌پردازد.

## روش و مواد

چون تمرکز این مقاله بر شناخت و بهینه‌سازی سازه‌های بومی جمع‌آوری و تأمین آب در مراتع می‌باشد، روش تحقیق کیفی[3] برای این منظور مناسب تشخیص داده شد، زیرا با کمک آن می‌توان پدیده مورد مطالعه را با جزئیات و عمق بیشتری در محیط طبیعی آن مورد بررسی قرار داد و در پایان، توصیف جامعی از آن ارایه کرد. روش‌های تحقیق کیفی شامل سه روش جمع‌آوری داده‌های حاصل از مصاحبه‌های باز و عمیق، مشاهده مستقیم و بررسی اسناد و مدارک می‌باشد (*Patton, 1987, 7*). با توجه به اینکه

3. Qualitative Research.

هدف این مقاله بررسی ابعاد مختلف سازه‌های بومی جمع‌آوری و تأمین آب در بین مرتعداران به منظور بهینه‌سازی آنها با کمک دانش رسمی می‌باشد، از هر سه فنون برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده گردید. داده‌های ناشی از مصاحبه‌های باز، شامل مطالب مرتبط با تجربیات، بینش‌ها، احساسات و دانش افراد مورد مصاحبه در ارتباط با سازه‌های بومی است. داده‌های حاصل از مشاهدات، در برگیرنده جزئیات توصیف سازه‌ها و چگونگی بهره‌برداری از آنهاست؛ و داده‌های حاصل از بررسی اسناد و مدارک، مربوط به یادداشت‌ها، گزارشات و منابع چاپی مرتبط با سازه‌های مورد بررسی است.

برای برهم کنش دانش بومی و دانش رسمی از الگوی ارتیز (*Ortiz, 1999, 8*) استفاده شد. در این الگو، فرآیند برهم کنش دانش بومی و دانش رسمی منجر به ایجاد یک نظام دانش مناسب برای موضوعی خاص می‌شود. در این راستا چهار حالت بین دانش رسمی و بومی رخ می‌دهد که عبارتند از: برهم کنش تکوینی[۴]، برهم کنش تعدیلی[۵]، برهم کنش تقویتی[۶] و برهم کنش تحیرآمیز[۷]. در برهم کنش تکوینی، فرد با درک دانش جدید، متوجه می‌شود که دانش قبلی وی پیرامون موضوع خاص، صحیح نبوده است و دانش جدید جای دانش قبلی وی را می‌گیرد. در برهم کنش تعدیلی، دانش بومی فرد توسط دانش جدید تأیید می‌گردد اما برخی جنبه‌های آن که اشکال دارند، اصلاح می‌شوند. در بر هم کنش تقویتی، دانش قبلی به صورت کامل توسط دانش جدید تأیید می‌گردد. بر هم کنش تحیرآمیز هنگامی اتفاق می‌افتد که دانش جدید، توسط فرد درک نگردد و این امر موجب تحیر و آشفتگی وی شود. یکی از دلایل این امر می‌تواند عدم ارایه مناسب و صحیح دانش رسمی و یا ارایه آن به صورت مفاهیم علمی محض، باشد.

در مقاله حاضر بررسی میزان تأمین آب هر سازه بومی برای مصارف انسانی و شرب دام مد نظر است لذا از روش زیر برای محاسبه میزان پاسخگویی هر سازه به نیازهای آبی انسان و دام استفاده شد. پیترسون بیان می‌دارد که مقدار مصرف آب برای مصارف خانگی، به فاصله محل مصرف کنندگان تا منبع آب و نوع تاسیسات آن بستگی دارد. اما حداقل مقدار مصرف سرانه آب شرب در روز برای انسان، ۲ تا ۳ لیتر می‌باشد. این میزان با احتساب آب مورد نیاز برای مصارف پخت و پز و شستشو به ۱۵ لیتر در

4. Formative Interaction.
5. Modifying Interaction.
6. Reinforcing Interaction.
7. Confusing Interaction.

روز می‌رسد. مقدار آب مورد نیاز هر راس گوسفند برابر ۵ لیتر در روز و برای هر راس بز، ۳ لیتر در روز است (*پیترسون، ۱۳۶۳، ۲۱-۱۷*). در مقاله حاضر به علت اهمیت زیاد آب در نواحی خشک و نیمه خشک و نوع زندگی بهره‌برداران از مراتع، این مقدار برای انسان حداقل ۱۵ لیتر در روز در نظر گرفته شده است. همچنین، با توجه به اینکه در گله‌های دامی مرتعداران، گوسفند و بز وجود دارد، مقدار متوسط نیاز آبی هر واحد دامی برابر با ۵ لیتر در روز محاسبه شده است. با توجه به این موارد، فرمول ۱ در محاسبه ظرفیت نگهداری آب هر سازه بومی به کار رفته است.

**فرمول (۱):**

۱۵ ÷گنجایش کل سازه (لیتر) = گنجایش هر سازه در تأمین آب مورد نیاز انسان (نفر/ روز)

۵ ÷گنجایش سازه (لیتر) = گنجایش هر سازه در تأمین آب مورد نیاز دام (واحد دامی / روز)

## انواع سازه‌ها

**۱) سطح صیقل.** این سازه برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران می‌باشد (شکل ۱). سابقه استفاده از این سازه در خاورمیانه به حدود ۴۰۰۰ سال پیش باز می‌گردد (*برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ۱۳۷۳، ۵۴*). استفاده از آن با عصر برنز آغاز شد. در آن زمان صحرانشینان، دامنه تپه‌ها را به منظور افزایش رواناب صاف کرده و در انتهای آنها جوی‌های کوچکی برای جمع‌آوری و هدایت آب به نواحی پایین‌تر احداث می‌کردند (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۲۵*).

**شکل ۱** نمای کلی یک سطح صیقل (عکس از امیری اردکانی و شاه ولی، ص ۷۵)

سطح صیقل، معمولاً در مناطق خشک و نیمه خشک احداث می‌شود که بارش‌های جوی آن فقط در چند ماه از سال و با شدت می‌بارد؛ یا اینکه دسترسی به منابع آبی مانند چشمه و قنات مشکل باشد؛ و یا آب در دسترس به دلیل شوری و تلخی برای مصرف انسان و یا شرب دام نامناسب باشد. بنابراین، در این مناطق کمبود آب همواره مشکل عمده ساکنان آن بوده است و برای تأمین آب شرب دام و مصارف خانگی افراد لازم است نزولات آسمانی را در فصل بارندگی جمع‌آوری و ذخیره کنند تا از آن به تدریج استفاده شود.

*اجزاء و روش ساخت*: یک سطح صیقل دارای چهار جزء اصلی سطح عایق، حوضچه آرامش، مخزن یا منبع ذخیره آب، و مجاری (لوله) هدایت آب برای استفاده انسان و یا دام می‌باشد. طریقه ساخت هر یک از آنها به شرح زیر است:

سطح عایق: معمولاً در مراتع کوهستانی و دشت‌ها با شیب ملایم ۱ تا ۵ درصد، یک قطعه زمین حدود یک هکتار را ابتدا از پوشش گیاهی پاک کرده و سپس آن را به وسیله غلطک یا بیل می‌کوبند تا سطح آن یکدست شود. این سطح، آب را به کمک حرکت ثقلی به طرف حوضچه آرامش و از آنجا به مخزن (منبع آب) هدایت می‌کند. در گذشته سطوحی از زمین برای ایجاد این سطح عایق در نظر گرفته می‌شد که دارای ضریب نفوذپذیری کم باشند. انواع آن سنگی، خاکی و گیاهی بوده و به‌کارگیری هر یک از انواع سطوح، به شرایط طبیعی زمین بستگی دارد. مثلاً در مناطق کوهستانی از سطوح طبیعی سنگی و یا گیاهی و در مناطق کم ارتفاع از سطوح خاکی کوبیده استفاده شده است (*امیری اردکانی و شاه ولی، ۱۳۷۸، ۷۳*).

حوضچه آرامش: برای کاستن سرعت حرکت آب و نیز ته‌نشین شدن مواد معلق در آن، در فاصله بین سطح عایق و مخزن آب، ساخته می‌شود. این حوضچه‌ها با ابعاد کوچک، برای مثال، با طول یک متر و عرض نیم متر، می‌باشند. حوضچه آرامش از داخل عایق‌بندی می‌شود که معمولاً از سنگ کنده شده و یا از سنگ و ساروج استفاده می‌شود.

مخزن یا منبع: مخزن باید طوری ساخته شود که کلیه آب جمع‌آوری شده را نگهداری کند. برای تحقق این هدف، مخزن باید پایین‌تر از سطح عایق، حوضچه و یا حداقل هم سطح آنها باشد. به منظور کاستن تأثیر گرما و سرما بر مخزن و آب و نیز مقاوم

کردن مخزن در برابر زلزله، نوع داخل زمین آن نسبت به نوع مشابه در سطح زمین عمر مفید بیشتری خواهد داشت. ابعاد مخزن نسبت به ابعاد سطح عایق و میزان آب جمع‌آوری شده متغیر و معمولاً ۲×۲×۶ متر می‌باشد. ابعاد مخزن به میزان بارندگی و تعداد خانوار بهره‌بردار از آن نیز بستگی داشته ولی معمولاً با توجه به میزان حداقل بارندگی منطقه ساخته می‌شود و مصالح رایج مورد استفاده برای ساختن مخزن، شامل سنگ و ساروج است.

مجاری هدایت آب برای مصرف انسان و شرب دام: در پایین مخزن اصلی آب، معمولاً سوراخی که به وسیله مانع چوبی یا شبیه به آن باز و بسته می‌شود برای خروج آب از مخزن تعبیه می‌شود. برای مصرف انسان از سطل و طناب و یا نصب شیر آب نیز استفاده می‌شود. آب را برای شرب دام به وسیله یک جوی کوچک (سنگی یا خاکی) به آبشخور دام هدایت می کنند.

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: از سطح صیقل همزمان با اقامت عشایر در منطقه قشلاق و در فصل پاییز و زمستان و در طول مدت فصل بارش باران بهره‌برداری می‌شود. با توجه به نیاز آبی انسان و دام، و با توجه به متوسط حجم ۲۴ متر مکعب ذخیره آب در مخزن، می‌توان پیش‌بینی کرد که برای هر مورد بارندگی که به پر شدن مخزن آب منجر شود، بر اساس فرمول ۱، این میزان آب ذخیره شده پاسخگوی نیاز آبی ۱۶۰۰ نفر/ روز یا ۴۸۰۰ واحد دامی/ روز می‌باشد.

**۲) آب انبار سنگی**. آب انبار سنگی، سازه‌ای برای جمع‌آوری و نگهداری آب باران می‌باشد. بنا بر اظهارات افراد محلی قدمت آن به دوران زرتشت باز می‌گردد (*صالحی، مصاحبه حضوری*). این سازه معمولاً در مناطق خشک و نیمه خشک و در گذرگاه رفت و آمد انسان و دام ساخته می‌شده تا در زمان بارندگی پر شود و به تدریج، مورد استفاده قرار گیرد (*جواهری و جواهری، ۱۳۷۸، ۲۶۰*) (شکل ۲).

*اجزاء و روش ساخت*. یک آب انبار سنگی معمولاً دارای دو جزء اصلی است: اول، بدنه آب انبار که از سنگ تراشیده شده و در دل تخته سنگ یا صخره ایجاد می‌شود. دوم، درپوش آب انبار که معمولاً از تخته سنگ‌های شکل داده شده ساخته شده و استوانه یا مکعب مستطیل شکل می‌باشد. برخی از دامداران محلی اظهار می‌دارند که امکان قرار دادن تخته‌های چوبی به صورت یکپارچه که مانع ورود دام یا حیوانات وحشی به آن شوند،

وجود دارد اما، نمی‌توان برای آن شواهدی ارایه داد. روش ساخت آب انبار سنگی به این صورت بوده است که با وسایل ابتدایی مانند پتک و تیشه، در محل مناسب که دارای سطح سنگی و صخره‌ای یکدست و با شیب کم، حدود ۱ تا ۲ درصد، می‌باشد (معمولاً در تپه‌ها یا کوهستان) گودالی مکعب مستطیل با طول ۳، عرض ۲ و ارتفاع ۲ متر، حفر می‌کرده‌اند و روان آب ناشی از بارندگی بالا دست آن به کمک نیروی ثقل به آب انبار سنگی سرازیر می‌شده است. معمولاً، این آب انبارها به صورت چندتایی در نزدیکی هم احداث شده و آب انبارهایی که در محل بالاتر قرار داشته‌اند به وسیله جوی‌های کوچک که در سنگ کنده شده‌اند، به آب انبارهای پایین‌تر (به لحاظ شیب) وصل می‌شوند تا پس از پر شدن آب انبار بالاتر، آب مازاد به آب انبارهای پایین‌تر هدایت شود. در کنار هر آب انبار نیز یک آبخوری کوچک برای آبشخور دام در سنگ حفر می‌کرده‌اند. در درون آب انبار نیز هنگام حفر، پلکانی برای شستشوی کف آن، در سنگ شکل می‌داده‌اند (*جواهری و جواهری، ۱۳۷۸، ۲۶۳*).

**شکل ۲** یک آب انبار سنگی در منطقه اشبه شهرستان استهبان (عکس از اداره کل منابع طبیعی استان فارس)

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: از سازه آب انبار سنگی به مدت ۳ تا ۴ ماه و معمولاً در فصول بهار و تابستان و هنگام رفت و آمد گله، بهره‌برداری می‌شود. آب جمع‌آوری شده هم برای شرب دام و هم آشامیدن انسان مصرف می‌شود. گنجایش متوسط

نگهداری آب در این سازه در هر مرتبه پر شدن با آب باران به حدود ۱۸ متر مکعب می‌رسد که با توجه به نیاز آبی انسان، طبق فرمول ۱، می‌توان تخمین زد که هر یک از آنها برای مصرف ۱۲۰۰ نفر/ روز، و در صورتی که فقط برای مصرف دام باشد، نیاز آبی حدود ۳۶۰۰ راس واحد دامی کوچک (گوسفند و بز) را در یک روز تأمین می‌کند. در صورتی که تعداد این سازه در یک محل بیش از یک عدد باشد به همان نسبت پاسخگوی نیاز آبی طولانی‌تر انسان و دام است.

**۳) سنگ آب**. در بین عشایر و دامدارانی که دام خود را برای چراندن و استفاده از علوفه مراتع به مناطق کوهستانی می‌برند، واژه سنگ آب، واژه‌ای کاملاً آشنا است. همانطور که از نام این سازه برمی‌آید، سنگ آب، حفره‌های طبیعی در داخل سنگ‌ها و صخره‌های کوهستان است که پس از بارندگی، آب باران را در خود نگه می‌دارند. از این آب برای شرب انسان و دام استفاده می‌شود. در مناطق خشک و نیمه خشک، معمولاً منابع آب در مراتع برای شرب دام، محدود است و لذا سنگ آب برای مدت زمانی کوتاه نیاز آبی دام و دامدار را برطرف می‌سازد. بنابراین، سنگ‌آب در این مناطق از ارزش زیادی برای دامداران برخوردار است و موجب می‌شود تا دام به چریدن علوفه قسمت‌هایی از مراتع قادر شود که این سازه وجود دارد (*ایلامی، مصاحبه حضوری*) (شکل ۳).

**شکل ۳** نمای کلی یک سنگ آب (عکس از علی اکبر موسوی)

*اجزاء و روش ساخت*: سنگ‌آب به طور طبیعی به وسیله فرسایش در اثر تغییرات دما و ریزش آب بر روی سنگ و یا کنده شدن تکه‌های سنگ از سنگ مادر ایجاد می‌شود؛ یا در کف آبراهه‌ها که به سنگ مادر رسیده است، یک برآمدگی طبیعی یا ناشی از رسوبات منجر به معکوس شدن شیب و در نتیجه جمع شدن آب در پشت آن می‌شود. انسان‌ها در ساخت سنگ آبها دخالتی ندارند (*ایلامی، مصاحبه حضوری*). سنگ آبها در مناطق مختلف کوهستان پراکنده هستند و بسته به جنس سنگ آنها، تعداد سنگ آبها متفاوت است و معمولاً در سنگهایی که خاصیت فرسایش‌پذیری بیشتری دارند، تعداد زیادتری از آنها مشاهده می‌شوند. ابعاد سنگ آبها متفاوت بوده و اشکال آنها نیز به صورت نامنظم است. به طور عمومی سنگ آبهایی از اهمیت بیشتری برای عشایر و دامداران برخوردارند که دارای قطر دهانه ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و به عمق ۰/۵ تا ۲ متر هستند (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*).

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: بهره‌برداری از سنگ آبها بیشتر هنگام اقامت عشایر در مراتع قشلاقی و در طول فصل بارندگی و معمولاً از مهر ماه تا اسفند ماه است. دامدارانی که دامهای خود را برای چرا به ارتفاعات کوهستانی می‌برند در طول مسیر از آب این سنگ‌آبها برای رفع تشنگی خود و دامها استفاده می‌کنند. قابلیت اتکاء دامدار به سنگ آب برای رفع نیاز آبی دام محدوداست، ولی در صورتی که در طول مسیر چرا، سنگ‌آبهای سطحی که به طور پراکنده بر روی سنگ‌ها وجود دارند، موجود باشند، دام از آب آنها می‌نوشد. بعد از بارندگی تعداد این قبیل سنگ آبها زیادتر است اما آب آنها یک روزه تبخیر می‌شود ولی سنگ‌آبهایی که عمق و حجم بیشتری دارند، آب در آنها برای مدت بیشتری باقی می‌ماند. دامداران آب این سنگ آبها را معمولاً به وسیله کاسه برداشت می‌کنند ولی اگر عمق آن زیادتر باشد از سطل و طناب نیز استفاده می‌کنند. معمولاً دامداران با گذاشتن قطعات سنگ یا بوته خشک شده گیاهان بر روی دهانه سنگ آب، از افتادن خاشاک در آن و آلوده شدن آنها به وسیله حیوانات جلوگیری می‌کنند (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*). گنجایش آبی سنگ‌آبها از یک کف دست تا ۲ متر مکعب متفاوت است. در صورت استفاده از یک سنگ آب بزرگ با گنجایش ۲ متر مکعب، طبق فرمول ۱، هر یک از آنها برای ۱۳۳ نفر/ روز یا ۴۰۰ واحد دامی/ روز کافی است.

**۴) چاه مالداری**. از گذشته‌های دور انسان برای دستیابی به آب‌های زیرزمینی به حفر چاه اقدام می‌کرده است. چاه‌های معمولی که با دست حفر می‌شوند، از چند هزار سال پیش مورد استفاده بوده‌اند. امروزه استفاده از چاه‌های دستی دوباره رواج یافته است و در مناطق خشک امید زیادی به آنها وجود دارد (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۶۳*). این موضوع در مراتع مناطق خشک ایران نیز صادق است، به طوری‌که در مراتع قشلاقی، می‌توان چاه‌هایی را مشاهده کرد که توسط دامداران برای دستیابی به آبهای زیرزمینی و برای تأمین آب شرب دام حفر شده‌اند. چاه‌های مالداری برای تأمین آب شرب دام در مناطقی که دسترسی به منابع آب چشمه، قنات و رودخانه امکان‌پذیر نباشد اهمیت بسیاری دارد زیرا، با احداث این نوع چاه، دامداران منبع آب مطمئنی برای سیراب کردن احشام خود در مراتع در اختیار خواهند داشت (شکل ۴).

**شکل ۴** نمای کلی یک چاه مالداری (عکس از اداره کل امور عشایر استان فارس)

*اجزاء و طریقه ساخت*: یک چاه مالداری شامل یک حلقه چاه و معمولاً یک چرخ چوبی چاه است که در بالای آن نصب می‌شود و در کنار آن یک حوضچه یا آبشخور دام قرار دارد. عمق این قبیل چاه‌ها متغیر و بین ۲ تا ۲۰ متر می‌باشد (۲). قطر دهانه چاه نیز معمولاً حدود یک متر است. برای احداث این سازه، دامداران محلی در مناطقی از مراتع که احتمال وجود آب می‌رود، به وسیله کلنگ و بیل به حفر آن اقدام می‌کنند تا به آب برسند. برای بیرون آوردن خاک چاه نیز از چرخ چاه چوبی و طناب دلو استفاده می‌شود. پس از رسیدن به آب، برای جلوگیری از ریزش خاک در چاه، اطراف دهانه چاه

به وسیله قطعه سنگ‌های کوچک، سنگ‌چین می‌گردد. برای تمیز ماندن چاه، بر روی دهانه آن بوته‌های گیاهان خشک شده قرار می‌دهند.

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: چاه‌های مالداری در مراتع قشلاقی و ییلاقی عشایر مورد استفاده قرار می‌گیرند اما ضرورت آنها در مراتع قشلاقی به مراتب بیشتر است. زیرا عشایر و دامداران در مراتع ییلاقی به منابع آب رودخانه‌ها و چشمه‌های فصلی و دائمی دسترسی بیشتری دارند. بهره‌برداری از آب چاه‌های مالداری معمولاً به وسیله چرخ چوبی چاه انجام می‌شود که در صورت نبود چرخ چاه بر روی این سازه، دامداران بوسیله طناب و دلو و با دست به بالا آوردن آب اقدام می‌نمایند. برای آنکه دام‌ها بتوانند از آب استفاده کنند، دامداران آب بالا آورده شده از چاه را به درون آبشخور که در نزدیکی چاه قرار دارد، می‌ریزند. از آب چاه‌های مالداری بیشتر برای شرب دام استفاده می‌شود زیرا آب اکثر آنها نسبتاً تلخ یا شور است و دامداران در مواردی که آب آنها شیرین باشد و یا منبع آب دیگری برای شرب انسان وجود نداشته باشد، از آب آنها برای شرب خود نیز استفاده می‌کنند. معمولاً چاه‌های مالداری در طول سال خشک نمی‌شوند مگر آنکه عمق آنها کم باشد و یا خشکسالی حادث شود. چاه‌های مالداری سازه‌ای قابل اتکاء برای دامداران برای تأمین آب شرب دام هستند و اگر مرتع وسیع باشد برای تنظیم برنامه چرای دام در آن و کاهش فشار دام بر یک محدوده از مرتع، بیش از یک حلقه چاه حفر می‌گردد. نگهداری از این سازه و مرمت آن بر عهده دامداران عرفی صاحب مرتع مورد نظر می‌باشد. معمولاً هر چاه مالداری برای تأمین آب ۸۰ تا ۱۲۰ واحد دامی/ روز در نظر گرفته می‌شود (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*). زیرا حتی اگر آب چاه مالداری کفاف بیش از این میزان دام را هم بدهد، زمان مورد نیاز برای آب دادن، محدودیت‌زا خواهد بود. به این ترتیب طبق فرمول ۱، میزان آبدهی هر چاه مالداری در هر نوبت استفاده برای دام به طور متوسط بین ۰/۴ تا ۰/۶ متر مکعب است.

۵) **آب انبار عشایری**. آب انبار عشایری مخزنی برای نگهداری روان‌آب‌های سطحی باران در فصل بارندگی و مصرف تدریجی آن است که در مناطق مختلف مراتع قشلاقی (گرمسیر) توسط عشایر ساخته شده و معمولاً هر یک از آنها به چند یورد عشایری تعلق دارد. از آنها برای مصرف آب انسان و شرب دام استفاده می‌شود (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*) (شکل ۵).

**شکل ۵** یک آب انبار عشایری (عکس از اداره کل منابع طبیعی استان فارس)

*اجزاء و طریقه ساخت آن*: آب انبار عشایری معمولاً به شکل مکعب مستطیل است و پایین‌تر از سطح زمین ایجاد می‌شود. برای این کار عشایر ابتدا در دشت‌ها و مراتع و در محل‌هایی که در موقع بارندگی محل عبور روان آب باران هستند، به وسیله کلنگ و بیل به حفر گودالی به طول ۳ و عرض ۶ متر و با متوسط عمق ۲ تا ۳ متر اقدام می‌کنند. سپس اطراف بیرونی این گودال و بدنه‌های آن را سنگ‌چین می‌کنند. در برخی مواقع این عمل انجام نمی‌شود. در داخل آب انبار نیز پلکانی از جنس بدنه آب انبار، برای دستیابی به آب در مواقع پایین رفتن سطح آن، ایجاد می‌کنند. برای آبگیری بهتر این سازه، جوی کوچکی در راستای عبور آب باران به طرف آن ایجاد می‌گردد. برای حفاظت سازه، اطراف آن را به وسیله بوته گیاهان خشک شده، حصارچینی می‌کنند. برای حفاظت و جلوگیری از ورود مواد خارجی به آن و همچنین کاهش تبخیر آب، ابتدا چوب‌هایی را بر روی آب انبار به صورت ردیفی قرار می‌دهند و سپس روی آنها را به وسیله بوته گیاهان می‌پوشانند (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*).

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: فصل بهره‌برداری از آب انبار عشایری به فصل قشلاق محدود است که معمولاً از مهر ماه تا اسفند ماه به طول می‌انجامد. البته برخی مواقع آب انبار تا فروردین و اردیبهشت ماه دارای آب است اما در آن زمان بهره‌برداران اصلی (عشایر) به مناطق ییلاق کوچ کرده‌اند. برای برداشت آب از آب انبار معمولاً از سطل و

طناب استفاده می‌شود اما در آب انبارهای بزرگتر برای دستیابی به آب از پلکان استفاده می‌گردد. ظرفیت آب انبارهای عشایری با توجه به بزرگی و کوچکی آنها متفاوت است. اما معمولاً یک آب انبار عشایری ظرفیتی حدود ۳۰ تا ۴۰ متر مکعب را داراست، به این ترتیب طبق فرمول ۱، با هر بار پر شدن یک آب انبار با حجم۴۰ متر مکعب از آب ذخیره شده در آن برای ۲۶۶۶ نفر / روز یا ۸۰۰۰ واحد دامی / روز می‌توان استفاده کرد.

**۶) چلپ آب (چال او).** این سازه در مراتع محل‌هایی وجود دارد که آب بسیار کم حاصل از زه یا در مناطق کوهستانی به صورت چشمه‌های کوچک تا سطح زمین بیرون می‌آیند. از آنجا که استفاده از این نوع آب به دلیل مقدار ناچیز آن و فرو رفتن در زمین، امکان‌پذیر نیست، سازه‌های ساده به شکل گودال‌های کوچک دایره‌ای پشت سر هم که به یکدیگر ارتباط دارند، ساخته می‌شوند تا این میزان آب اندک به مرور در آنها جمع شود و قابل استفاده گردد. با این کار می‌توان مقدار کم آب این منابع آبی را مورد استفاده قرار داد (*ایلامی، مصاحبه حضوری*) (شکل ۶).

**شکل ۶** یک آب انبار عشایری (عکس از اداره کل منابع طبیعی استان فارس)

*اجزاء و طریقه ساخت آن*: این سازه با حفر چاله‌های دایره‌ای شکل با بیل و کلنگ در زیر دست یک چشمه کم آب و با شیب اندک در زمین ساخته می‌شود. این چاله‌ها به وسیله یک جوی باریک که تا ۵۰ سانتی‌متر طول دارند، به هم متصل هستند و آب چشمه

به آنها هدایت می‌شود. تعداد چاله‌ها معمولاً بین ۴ تا ۷ عدد می‌باشد. این تعداد چاله برای جلوگیری از هجوم گوسفندان به آنها برای شرب و همچنین صرف زمان کافی برای پر شدن آنها می‌باشد (*ایلامی، مصاحبه حضوری*).

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: بهره‌برداری از این سازه معمولاً در فصولی از سال انجام می‌گیرد که دامداران و عشایر در منطقه (عمدتاً قشلاق) حضور داشته باشند، زیرا در این مناطق به دلیل نبود آب کافی و برای بهره‌برداری از حداقل آب موجود، این سازه ایجاد می‌شود. آب جمع شده در گودال‌ها معمولاً به طور مستقیم مورد استفاده دام و انسان قرار می‌گیرد زیرا گودی و سطح آنها کم است و دام با دهان گذاردن در گودال آب آن را مصرف می‌کند و دامداران نیز با استفاده از ظروفی مانند کاسه از آب آن برداشت می‌کنند (*ایلامی، مصاحبه حضوری*). آب جمع شده در این گودال‌ها، بسته به تعداد و عمق چاله‌ها و میزان آب چشمه، متفاوت است اما معمولاً بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر متغیر می‌باشد. طبق فرمول ۱، با این میزان می‌توان برای هر دفعه آبگیری، برای ۷ تا ۱۴ نفر / روز یا ۲۰ تا ۴۰ واحد دامی / روز، آب تأمین کرد.

**۷) برکه عشایری**. در مراتع ییلاقی معمولاً چشمه‌های متعددی وجود دارند که دبی آنها بین ۲ تا ۵ لیتر در ثانیه است که آب آنها به طور مستقیم چندان قابل استفاده نیست، یا اینکه جنس خاک محل از نوع ماسه‌ای و واریزه‌ای است که آب به سرعت در آن نفوذ می‌کند. لذا عشایر برای استفاده بهینه از این منابع آبی، در پایین این چشمه‌ها به ساخت منابع ذخیره و یا استخر نگهداری آب اقدام می‌کنند تا با ذخیره تدریجی، آب آنها را به حدی برسانند که بتوانند از آن برای شرب دام یا زراعت و باغداری استفاده کنند. در واقع این برکه‌ها به مانند سد مخزنی کوچکی عمل می‌نمایند و معیشت دامداران را در محل تضمین می‌کنند (*قره بیگی، مصاحبه حضوری*) (شکل ۷).

*اجزاء و طریقه ساخت*: یک برکه عشایری شامل اجزاء زیر است (*صالحی، مصاحبه حضوری*):

گودال: با توجه به میزان آبدهی چشمه، گودالی با متوسط طول ۱۵، عرض ۱۰ و عمق ۱ متر در زمین حفر می‌گردد و در صورتی که گودال ذخیره آب دایره‌ای شکل باشد، قطر آن معمولاً بین ۱۰ تا ۱۵ متر و به عمق ۱ متر است. به دلیل اینکه گودال ذخیره آب در زمین حفر می‌شود، دارای یک دیواره نیز خواهد بود که بعضاً همین دیواره

را دیواره گودال قرار داده و به وسیله سنگ و ساروج و یا سنگ و گل و آهک، آن را سنگ‌چین می‌کنند.

ورودی آب به گودال ذخیره: معمولاً یک جوی کوچک که در امتداد جریان طبیعی آب چشمه ایجاد می‌گردد، آب آن را با کمک نیروی ثقل به گودال منتقل می‌کند. پوشش این جوی از خاک بوده که بعضاً آن را سنگ‌چین نیز می‌کنند.

خروجی آب از گودال ذخیره: معمولاً در نقطه مقابل محل ورود آب در پایین دست برکه، سوراخی تعبیه می‌شود که به وسیله پارچه، چوب و حتی گل و سنگ باز و بسته شده و بدین طریق آب گودال مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در کنار برخی از این برکه‌ها، چاله‌های گلی برای شرب دام تعبیه می‌شوند تا با ریختن آب به درون آنها دام از آب آنها استفاده کند. برکه‌های عشایری توسط صاحبان عرف محلی مورد استفاده قرار می‌گیرند و آنها نیز مسؤولیت تعمیر و نگهداری از برکه‌ها را بر عهده می‌گیرند.

*فصل، نحوه بهره‌برداری و ظرفیت*: برکه‌های عشایری معمولاً در فصل ییلاق در بهار و تابستان و به مدت ۴ تا ۵ ماه مورد استفاده قرار می‌گیرند. ظرفیت آنها با توجه به ابعادشان متغیر بوده و به طور متوسط ۲۰ تا ۲۰۰ متر مکعب است. با میزان متوسط ۱۰۰ متر مکعب و طبق فرمول ۱، با هر مرتبه پر شدن برکه می‌تواند نیاز آبی ۶۶۶۶ نفر / روز یا ۲۰۰۰۰ واحد دامی/ روز را تأمین کند. باید توجه داشت که معمولاً آب برکه‌ها علاوه بر شرب دام و انسان به مصرف زراعت و باغبانی نیز می‌رسد و معمولاً بیش از یک خانوار از آن استفاده می‌کنند (*صالحی، مصاحبه حضوری*).

**شکل ۷** برکه عشایری در منطقه کوهستان (عکس از اداره کل منابع طبیعی استان فارس)

## بحث و نتایج

با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، نیاز است تا تمامی روش‌های تأمین آب و از جمله سازه‌های بومی جمع‌آوری و نگهداری آب در مراتع با دقت مورد توجه و بررسی قرار گیرند زیرا آنها روش‌هایی مناسب و سازگار برای تأمین آب مورد نیاز انسان و دام برای مقابله با مشکل تأمین آن در مراتع خشک و نیمه خشک به شمار می‌آیند. کارآیی این سازه‌ها در صورت تلفیق با دانش رسمی می‌تواند بهبود یابد و حتی به عنوان تنها راه حل تأمین آب در برخی از مراتع به شمار آیند و لذا بهینه‌سازی آنها با کمک دانش رسمی به گسترش دسترسی بهره‌برداران منابع طبیعی به آب شیرین و بهداشتی برای مصارف آشامیدنی و خانوادگی و شرب دام کمک زیادی می‌کند. در این صورت، بهره‌برداران منابع طبیعی می‌توانند با اطمینان از در اختیار داشتن منبع قابل اتکاء آب شرب، مدیریت بهتری بر مراتع داشته باشند. مهمترین سازه‌های بومی جمع‌آوری و تأمین آب در مراتع استان فارس شامل سطح صیقل، آب انبار سنگی، سنگ آب، چاه مالداری، آب انبار عشایری، چلپ آب و برکه عشایری می‌باشند.

### بهینه‌سازی سطح صیقل با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی

الف) تقویتی: بهره‌برداری از مراتعی که تنها منبع تأمین آب در آنها برای شرب دام و مصرف انسان، آب باران می‌باشد، فراهم آوردن اقامت دامداران در مناطق فاقد منبع آب در طول فصل بارندگی، جمع‌آوری آب باران نسبتاً تمیز قابل شرب با جلوگیری از آلوده شدن سریع آن، بی‌نیازی به موتور، ماشین و مواد سوخت فسیلی (مانند بنزین، گازوئیل) برای استحصال آب، امکان تمیز کردن سازه و تخلیه مواد خارجی از آن.

ب) تکوینی: به لحاظ ضرورت وجود وضعیت خاص (شیب و سطح عایق مناسب) ساخت این سازه در هر مکان میسر نمی‌باشد، معمولاً این سازه برای استفاده همزمان چند خانوار ساخته می‌شود و به ناچار در محدوده عرف مراتع یکی از آنها قرار می‌گیرد که تجمع و رفت و آمد مکرر دام‌ها باعث تخریب مراتع محدوده عرفی آن خانوار می‌شود، با فاسد شدن آب به دلیل ماندن طولانی آن در مخزن، امکان بیمار شدن انسان و دام وجود دارد.

ج) تعدیلی: در مورد سازه سطح صیقل، مهمترین نکته، جلوگیری از آلودگی آب جمع‌آوری و ذخیره شده در آن است. برای جلوگیری از آلوده شدن آب آن به فضولات

دام‌ها و حیوانات وحشی و مواد خارجی لازم است تا از سطح صیقل محافظت گردد. امروزه، عموماً از سیم خاردار برای این منظور استفاده می‌کنند، با این وجود برخی حیوانات کوچک اندام مانند خرگوش و موش صحرایی با عبور از آن باعث آلوده شدن سطح صیقل می‌گردند. همچنین مشاهده شده است که در برخی مناطق سیم خاردار توسط افراد ناشناس سرقت و یا تخریب می‌شوند. همچنین، این امکان وجود دارد که برخی افراد به دلیل غرایض شخصی به فکر آلوده کردن آن باشند. لذا لازم است تا سایر تمهیدات برای رفع نواقص این نوع حصارکشی فراهم شود و آموزش‌های لازم به بهره‌برداران برای ارتقاء فرهنگ استفاده از این سازه ارایه گردد. از کل بارش‌های یک منطقه در شرایط عادی، در حدود ۴۵٪ آن به روان‌آب تبدیل می‌شود که در صورت استفاده از روش‌های جدید عایق‌بندی سطح صیقل می‌توان میزان جمع‌آوری روان آب را تا بیش از ۹۰٪ افزایش داد. عایق‌بندی صحیح سطح صیقل علاوه بر اینکه باعث جمع‌آوری آب بیشتر می‌گردد، به لحاظ استحکام زیادتر و برخورد نکردن مستقیم قطرات باران با خاک، در تهیه آب بهداشتی‌تر مؤثر و مفید می‌باشد. برای عایق‌بندی سطح آبگیر صیقل علاوه بر استفاده از عایق‌های طبیعی نظیر اراضی که به طور طبیعی غیر قابل نفوذ یا نفوذپذیری کمی دارند، می‌توان با کمک آسفالت، پلاستیک و یا سیمان سطح آبگیر را پوشاند. استفاده از بتون در سطح وسیع امکان‌پذیرتر است ولی به دلیل امکان ترک خوردگی آن، مراقبت و نگهداری از سطح ضروری است. عمر مفید سطوح بتونی حدود ۲۰ سال برآورد می‌شود. در آمریکا از سال ۱۹۴۰ میلادی به بعد برای تأمین آب شرب حیات وحش به کمک ورقه‌های فلزی و سیمانی، سطوح آبگیر را احداث و آب باران را در منابع نگهداری کرده و مورد استفاده قرار داده‌اند *(کولی و همکاران، ۱۳۶۱، ۲۲)*.

برای جلوگیری از ورود آب گل‌آلود و غیر بهداشتی به درون سطح آبگیر، کناره‌های سطح صیقل باید به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر لبه‌گذاری شود که این کار را می‌توان با سنگ یا بلوک سیمانی انجام داد. برای جلوگیری از آلوده شدن آب هدایت شده به مخزن، ایجاد حوضچه رسوب‌گیر ضروری است. به دلیل اینکه ممکن است یک حوضچه رسوب‌گیر کافی نباشد لذا پیشنهاد می‌گردد تعداد این حوضچه‌ها افزایش یابند. همچنین، لازم است رسوبات جمع شده در حوضچه‌ها، به طور مرتب تخلیه گردند. محل ورود آب به مخزن نیازمند نصب صافی است. در حال حاضر، برای این کار یک طور سیمی نصب

می‌شود اما برخی مواد زائد کوچک به راحتی از آن عبور می‌کنند. بنابراین، نصب صافی‌های مناسب‌تر که از ورود این مواد نیز جلوگیری کنند، ضروری است. همچنین، از این محل و یا محل درپوش مخزن، اغلب موجودات خطرناک مانند عقرب یا مار به داخل مخزن وارد شده و در آب غرق می‌شوند که باعث آلودگی بیشتر آب می‌گردند. بنابراین نصب صافی ریز بافت برای جلوگیری از ورود این قبیل موجودات به مخزن لازم است. برای جلوگیری از تبخیر آب در مخزن و رعایت هر چه بیشتر بهداشت آن، مخزن اصلی ذخیره آب باید سرپوشیده باشد. همچنین برای تمیز کردن و تعمیر آن، باید پنجره‌ای با ابعاد مناسب در پشت آن (ترجیحاً در یکی از گوشه‌های بیرونی) ایجاد گردد و در همین مسیر پلکان دائمی برای دسترسی به کف مخزن بنا گردد و در دیواره مسیر آبرسانی و یا با ارتفاع حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر از سقف مخزن، لوله یا پنجره برای سر ریز آب ورودی نصب گردد. این لوله یا پنجره با مجرای ورودی آب به مخزن باید هم ارتفاع باشد. برای جلوگیری از آلوده شدن آب مخزن، برداشت آب از آن به طور مستقیم نباید انجام گیرد، بلکه باید از لوله‌کشی استفاده کرد. برای انجام این کار، بعد از احداث مخزن و به فاصله حدود ۲ متر از آن، شیرفلکه‌ای برای مصرف انسان نصب شود و از آنجا تا محل آبشخوار دام با لوله‌های گالوانیزه یا پلی‌اتیلن برای شرب دام لوله‌کشی گردد. فاصله بین مخزن آب تا آبشخور دام به شیب زمین بستگی خواهد داشت. در شرایطی‌که به دلیل وضعیت طبیعی زمین این فاصله زیاد باشد، بهتر است شیر فلکه‌ای دیگر در مسیر آب در فاصله حدود ۲ متر از آبشخور دام نصب گردد تا از پیمودن مسافت زیاد بین آبشخور و مخزن آب جلوگیری گردد. مخزن اصلی آب قبل از آبگیری اولیه و در پایان هر فصل بهره‌برداری به وسیله بهره‌برداران باید تمیز گردد. اگرچه به دلیل بارندگی‌های متعدد آب مخزن تعویض می‌گردد، اما معمولاً آب ته آن کمتر تعویض می‌شود. برای این کار باید لوله‌کشی مناسب انجام گیرد. همچنین، به دلیل راکد بودن آب مخزن و رشد جلبک، قارچ، آمیب و غیره، افزودن مواد گندزا مانند کلر به آب ضروری است. برای این منظور لازم است تا با همکاری سازمان‌های متولی بهداشت اقدامات لازم به عمل آید تا آب مخزن تمیز و بهداشتی‌گردد. برای نگهداری این سازه بومی نیاز است تا از طرف بهره‌برداران، به نوبت یک نفر به عنوان مسؤول رسیدگی به سطح صیقل تعیین گردد.

**بهینه‌سازی آب انبار سنگی با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: فراهم آمدن استفاده از علوفه مراتع نقاط کوهستانی فاقد آب، فراهم آوردن آب برای مصرف انسان و شرب دام در مسیرهایی رفت و آمد گله که منبع آب آشامیدنی در دسترس نباشد، موجود بودن مصالح ساخت در محل و بی‌نیاز به مصالح خاص مانند آجر و ساروج، پراکنده شدن دام و جلوگیری از فشار چرای دام بر یک نقطه مانند مظهرهای چشمه، مقاوم بودن سازه و پایداری آن در مقابل تغییرات جوی.

ب) تکوینی: آب جمع‌آوری شده معمولاً با مواد خارجی همراه است، احتمال آلوده شدن آب به وسیله حشرات، پرندگان، حیوانات وحشی و خزندگان وجود دارد، احتمال گندیده شدن آب به دلیل راکد ماندن آن، زیاد است، ساختن سازه مشکل بوده و کاری پر زحمت است.

ج) تعدیلی: برای آنکه از آب انبارهای سنگی موجود بتوان بهتر استفاده کرد، باید سطوح بالا آنها به نحوی آماده شوند تا آب تمیزتری به آب انبارها هدایت گردد. برای این منظور می‌توان مساحت مناسبی از بالادست آن را با توجه به ظرفیت آب انبار و میزان حداقل بارندگی، با سیمان پوشش داد و اگر سطح مورد نظر سنگی باشد، آن را از بقایای گیاهی یا باقی مانده فضولات دامی و سایر آلاینده‌ها مرتب پاک کرد. در صورت امکان، حصارکشی مناسب برای محافظت آن ایجاد کرد تا از آلوده شدن آب باران جلوگیری شود. همچنین باید برای آب انبار درپوش مناسب در نظر گرفت زیرا اکثر آب انبارهای سنگی موجود فاقد آن هستند. این کار از آلودگی آب جمع شده جلوگیری می‌کند. برای این منظور می‌توان درب‌های فلزی مناسب تهیه و بر روی آب انبار سنگی نصب کرد و به وسیله دریچه کوچکی که قفل کردن آن میسر باشد، دسترسی به آب را امکان‌پذیر کرد. لازم است قبل از وارد شدن آب باران به آب انبار سنگی و در بالا دست آن، حوضچه آرامش برای ته‌نشین شدن مواد احتمالی همراه آب باران، تعبیه شود. در نهایت به بهره‌برداران این سازه برای ضدعفونی کردن آب قبل از استفاده برای مصرف انسان و دام آموزش‌های لازم ارایه نمود. در صورت امکان، قرص یا پودر کلر در مکانی مناسب و در کنار این سازه باید باشد تا در موقع نیاز از آن برای ضد عفونی آب مصرفی مورد نیاز، استفاده شود.

**بهینه‌سازی سنگ آب با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: رفع موقت نیاز آبی دام در مراتع در طول فصل بارندگی. زیرا دام پس از بارندگی به صورت پراکنده و در طول مسیر چرا از آب آنها می‌آشامد و در آن روز خاص به آب کمتری نیاز خواهد داشت، دامداران می‌توانند دام خود را در مراتع کوهستانی دوردست که این سازه وجود دارد چرانده و در طول یک روز از علوفه آن مناطق به صورت سریع استفاده کنند و مراجعت نمایند، سنگ‌آبهای بزرگتر که از آنها می‌توان برای مصرف چوپان‌ها نیز استفاده کرد، موجب می‌شود در طول مسیر چرا چوپانان برای رفع تشنگی خود با مشکل بی‌آبی مواجه نشوند زیرا پس از هر بارندگی منبع آب نسبتاً خوبی برای آنها وجود دارد، وجود سنگ آب کمکی هر چند اندک به رمه‌گردانی در مراتعی به شمار می‌آید که منابع آب آنها محدود است.

ب) تکوینی: این سازه نمی‌تواند نیاز آبی دام را برای طولانی مدت رفع کند، امکان آلوده شدن آب آن با مواد خارجی وجود دارد.

ج) تعدیلی: با توجه به پراکندگی و تنوع سنگ آب‌های موجود در مراتع و میزان اتکای محدود به آنها برای تأمین آب مورد نیاز دام و انسان، توجیه سرمایه‌گذاری برای بهینه‌سازی این سازه مشکل به نظر می‌رسد. فقط می‌توان برای آن دسته از سنگ‌آبهایی که دارای حجم نسبتاً کافی هستند و برای شرب انسان نیز با اهمیت‌اند، تمهیداتی برای بهینه‌سازی آنها ارایه کرد. این تمهیدات عبارتند از: اصلاح شکل ظاهری سنگ آب به طوری که آن را به شکل یک آب انبار سنگی در آورد. این کار برای مناطق حساس و بحرانی از لحاظ کمبود آب که دارای دامنه‌های صخره‌ای هستند امکان‌پذیرتر است؛ قرار دادن سایبان مناسب بر روی سنگ آب تا از تبخیر آب آن کاسته شود؛ و افزایش تعداد آنها در برخی از مناطق کوهستانی که احداث آنها مستلزم هزینه و کار طاقت فرسا نباشد.

**بهینه‌سازی چاه مالداری با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: استفاده از آبهای زیرزمینی برای رفع نیاز آبی دام در مراتع، امیدوار کردن دامداران به منبع آبی قابل اتکا، امکان رفع نیاز آبی تعداد دام زیادتر با حفر چاه‌های متعدد در مرتع، کمک به پراکنده ساختن هر چه بیشتر دام در مرتع و کمک به حفظ مراتع با جلوگیری از فشار بیش از حد دام بر یک نقطه، احتمال کم خشک شدن

چاه‌های مالداری، به مصالح محدودی برای مرمت و نگهداری آن، نیاز است، به وسایل محدودی برای حفر چاه، بالا کشیدن آب و مصرف آن نیاز است.

ب) تکوینی: میسر نبودن استفاده برای دستیابی به آبهای زیر زمینی با عمق بیش از ۲۰ متر، استحصال محدود آب از چاه‌های مالداری.

ج) تعدیلی: با استفاده از روش‌های زیر، می‌توان کارآیی چاه‌های مالداری را افزایش داد تا نقش مؤثرتری در مدیریت دام و مرتع داشته باشند: ۱) دس گذاری چاه. چاه‌های مالداری موجود به روش ساده حفر می‌گردند و بدنه اطراف آنها فاقد هرگونه محکم کاری است. بدین ترتیب این احتمال وجود دارد که بدنه چاه به درون آن ریزش کند و یا بارندگی و روان آبها، باعث تخریب خاک اطراف چاه گردند و چاه ریزش کند. برای جلوگیری از این حادثه، توصیه می‌شود بدنه چاه‌های مالداری به وسیله حلقه‌های سیمانی (دس) پوشیده شوند یا این کار به وسیله سنگ‌چینی با ملات سیمان انجام گیرد. ۲) عمل برداشت آب با دست برای شرب دام کاری سخت و طاقت فرسا است، از این‌رو در اختیار گذاردن موتور پمپ‌های کوچک و قابل حمل برای بالا آوردن آب از چاه می‌تواند از خستگی مفرط چوپانان جلوگیری کند. ۳) احداث آبشخور دام مناسب در کنار هر یک از چاه‌های مالداری همراه با بهداشتی کردن روش مصرف آب و جلوگیری از به هدر رفتن آن لازم است. ۴) از آنجا که انواع حشرات و حیوانات موذی کوچک می‌توانند به داخل چاه‌های مالداری نفوذ کنند، ضدعفونی کردن آب چاه‌های مالداری به وسیله مواد گندزا (مانند کلر) برای پاکیزه‌تر شدن آب مصرفی دام و جلوگیری از بیمار شدن آنها ضروری است. ۵) در پوش مناسب برای پوشاندن دهانه چاه مالداری و به منظور جلوگیری از ریزش مواد خارجی به درون آن و یا ورود حیوانات و حشرات موذی به آن، تهیه و نصب گردد.

**بهینه‌سازی آب انبار عشایری با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: جمع‌آوری و نگهداری آب با ارزش باران و امکان‌پذیر ساختن استفاده تدریجی از آن، قادر کردن عشایر (به همراه دام‌های ایشان) برای رفت و آمد در مراتعی که با کمبود آب مواجه هستند، موجب گردهم آمدن چند خانواده عشایر و در نتیجه استحکام ساختار اجتماعی در منطقه می‌شود، عشایر از پیمودن مسافت طولانی برای دسترسی به دیگر منابع آبی مانند چشمه‌های فصلی، قنات و چاه‌های آب متعلق به

روستاییان و کشاورزان بی‌نیاز می‌شوند، عشایر می‌توانند دام‌های خود را در نزدیک محل اسکان سیراب کنند. این امر موجب می‌شود تا آنها بتوانند برنامه زمانی مناسبی را برای استفاده از علوفه مراتع با توجه به دسترسی به این منبع آبی در نظر گیرند.

ب) تکوینی: رعایت نشدن بهداشتی کردن آب انبارهای عشایری، گل‌آلود بودن آب جمع‌آوری شده در آب انبارهای عشایری.

ج) تعدیلی: برای بهینه‌سازی آب انبار عشایری می‌توان پیشنهادات زیر را ارایه داد: ۱) اغلب آب انبارهای عشایری موجود روباز هستند که باعث آلوده شدن و تبخیر آب آنها می‌شود. لذا، پیشنهاد می‌شود آب انبارها به صورت مسقف ساخته شوند و دریچه مناسبی برای برداشت آب از آنها تعبیه گردد. ۲) از آنجا که آب جمع‌آوری شده در این آب انبارها حاصل رواناب‌های سطحی است که با نیروی ثقل و به وسیله یک جوی کوچک خاکی به آب انبار هدایت می‌شوند، این امر موجب می‌شود تا آب گل‌آلود، همراه با مواد خارجی مانند خار و خاشاک به آب انبار سرازیر شوند. لذا، پیشنهاد می‌شود اولاً سطح بالا دست این آب انبارها به وسیله ملات سیمان پوشیده شود و آب تنها از این سطح به آب انبار هدایت گردد. ۳) قبل از ورود آب به آب انبار یک حوضچه آرامش برای ته نشین شدن گل و لای و مواد خارجی همراه آب باید ساخته شود و در ابتدای راه ورود آب به آب انبار، تور سیمی نصب گردد. ۴) از تردد دام و انسان در اطراف سطح هدایت کننده آب به آب انبار برای پیشگیری از آلودگی آن جلوگیری شود. بدین منظور می‌توان تا ارتفاع لازم اطراف این سطح را حصارکشی کرد. ۵) در آغاز و انتهای فصل بهره‌برداری از آب انبارهای عشایری آنها را لایروبی کرد. ۶) بدنه آب انبارهایی که خاکی یا سنگ چین است، به وسیله ملات سیمان پوشش داده شود. ۷) برای ضد عفونی کردن آب، مواد گندزا مانند کلر در اختیار بهره‌برداران از آن قرار گیرد و همچنین برای چگونگی استفاده از این موارد، آموزش‌های لازم به آنها ارایه گردد.

**بهینه‌سازی چلپ آب با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: تأمین آب با دبی حداقل چشمه‌های پراکنده و کوچک در سطح مراتع برای شرب دام و انسان، امکان‌پذیر ساختن چرای دام در مناطقی که آب بسیار کمیاب است.

ب) تکوینی: به این سازه کمتر می‌توان برای تأمین آب مورد نیاز دامداران و دام‌های ایشان اتکا کرد.

ج) تعدیلی: گرچه سازه چلپ آب بسیار ساده است، اما برای بهینه‌سازی آن می‌توان دیواره گودال‌ها را با ملات سیمانی پوشش داد و دور آنها را سنگ‌چین کرد تا سازه از استحکام بیشتری برخوردار گردد. همچنین، به جای آنکه چاله‌ها پشت سر هم حفر گردند بهتر است با مجزا کردن انشعبات از چشمه، هر یک را به یک گودال هدایت کرد تا در صورت آلوده شدن یک چاله، دیگر چاله‌ها آلوده نشوند. برای بهداشتی‌تر شدن آب چاله‌ها، مناسب است هر ساله گل و لای و لجن داخل چاله‌ها بیرون آورده شوند و در صورت امکان در محل این قبیل چشمه‌ها مخازن کوچک سیمانی ذخیره آب ساخته شوند و به وسیله لوله، آب آنها را به آن رساند (*کردوانی، ۱۳۷۴، ۳۶۰*).

**بهینه‌سازی برکه عشایری با کمک برهمکنش دانش بومی و رسمی**

الف) تقویتی: قابل سکونت ساختن مرتع با تأمین آب مورد نیاز، امکان کشت و تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام، امکان انجام باغبانی و زراعت در مقیاس کوچک و تأمین درآمد برای دامداران، کمک به پراکنش دام در سطح مراتع.

ب) تکوینی: تعداد معدود آنها، موجب تجمع دام در یک نقطه شده و فشار دام را بر آن افزایش می‌دهد، امکان بوته‌کنی توسط عشایر در منطقه اطراف برکه‌ها بیشتر است.

ج) تعدیلی: برای برکه عشایری بهتر است دیوار و کف برکه با ملات سیمان عایق (پلاستر) شود. این کار باعث بهداشتی شدن آب جمع‌آوری شده و کاهش پرت آب و نفوذ آب به خارج از برکه می‌شود. همچنین، ورودی آب چشمه به برکه با پوشش سیمانی نیز پلاستر شود و به وسیله لوله آب چشمه به برکه هدایت گردد. محل خروجی آب از برکه نیز می‌تواند به لوله و شیر آب تجهیز گردد تا از نشت آب جلوگیری شود. ساخت آبشخور مناسب برای دام در کنار برکه نیز به افزایش بهره‌وری آب برکه کمک می‌کند.

سازه‌های بومی جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب که در مقاله حاضر مورد بررسی قرار گرفتند، از مهمترین سازه‌هایی هستند که در تأمین آب برای مصرف انسان و شرب دام، در مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه بهره‌برداری در حال حاضر از آنها در تأمین نیاز آبی مرتعداران نقش مهمی دارد، اما کارآیی سازه‌های بهینه‌سازی شده با کمک دانش رسمی، بیشتر می‌باشد. به همین دلیل توصیه می‌شود برای افزایش کارآیی، روش‌های پیشنهاد شده برای بهینه‌سازی عملکرد این قبیل سازه‌های بومی، انجام گیرند. ذکر این

نکته نیز مهم است که در بسیاری از مراتع مناطق جغرافیایی خشک و نیمه خشک، نیاز به آب برای مصرف انسان و یا شرب دام، ممکن است از حد ظرفیت این قبیل سازه‌های بومی بالاتر باشد، از این‌رو، در صورت امکان استفاده از سایر سازه‌هایی که در مناطق غیر مرتعی، برای تأمین آب مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مانند روش‌های جمع‌آوری و کنترل سیلاب، نیز می‌توانند در افزایش ضریب ایمنی دسترسی به آب مطمئن، کارساز باشند. در هر حال، با توجه به اهمیت نیاز به آب شیرین در مراتع نواحی جغرافیایی خشک و نیمه خشک، و نقش مهم سازه‌های بومی در تأمین این نیاز و امکان‌پذیری بهینه‌سازی آنها با کمک دانش رسمی پیشنهاد می‌شود سازمان‌های متولی حفظ و توسعه مراتع با مشارکت بهره‌برداران و دامداران عرفی، نسبت به احیاء و توسعه این سازه‌های بومی اقدام کنند و با سرمایه‌گذاری لازم در این راستا، گامی مهم در جمع‌آوری و نگهداری آب با ارزش در نواحی خشک و نیمه خشک بردارند.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری مدیریت اداره کل منابع طبیعی استان فارس و کارشناسان آن آقایان مهندس بهمن ایلامی، مهندس گرشاسب صالحی، مهندس سیاوش کراقلی، مهندس مرتضی لطفی، مهندس حشمت اله نجفی و آقای کرامت قره‌بیگی برای انجام مصاحبه‌های حضوری، تشکر می‌شود.

## پی‌نوشت‌ها

۱. اگرچه در نقاط خشک، باران به ندرت می‌بارد ولی مقدار آب حاصل از آن قابل توجه است. ۱۰ میلی‌متر باران، برابر ۱۰۰ هزار لیتر آب در یک هکتار می‌باشد. جمع‌آوری آب باران می‌تواند آب مورد نیاز مردم نقاطی را فراهم کند که به دیگر منابع آب دسترسی ندارند و یا به دلیل مسایل زمین‌شناسی، هزینه حفاری چاه در آنها زیاد است (*آکادمی ملی علوم واشنگتن، ۱۳۶۴، ۱۳*).

۲. اگر عمق چاه کمتر از ده متر باشد، به آن چاه سطحی گفته می‌شود (*پیترسون، ۱۳۶۲، ۵۲*).

## منابع و مآخذ

۱. آکادمی ملی علوم واشنگتن، ترجمه: موسوی، سید فرهاد و شایان، احمد (۱۳۶۴)؛ **آب بیشتر برای مناطق خشک: تکنولوژی‌های نوید بخش و فرصت‌های پژوهشی**. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

۲. امیری اردکانی، محمد و منصور شاه ولی (۱۳۷۸)؛ **مبانی، مفاهیم و مطالعات دانش بومی کشاورزی**. تهران: مرکز تحقیقات و بررسی مسایل روستایی، وزارت جهاد سازندگی.

۳. پیترسون، اریک. نیسن، ترجمه: بیات، حبیب‌الله (۱۳۶۳)؛ **جمع‌آوری آب باران در مناطق روستایی**، تهران: سازمان برنامه و بودجه.

۴. جواهری، پرهام و محسن جواهری (۱۳۷۸)؛ **چاره آب در تاریخ فارس**. جلد یکم. تهران: گنجینه ملی آب ایران.
۵. برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، ترجمه: حسینی ابریشمی، محمد (۱۳۷۳)؛ **جمع‌آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی**، مشهد: مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
۶. عمادی، محمد حسین و اسفندیار عباسی (۱۳۸۳)؛ **دانش بومی و توسعه پایدار: چاره‌ها و چالش‌ها**، تهران: مرکز تحقیقات و بررسی مسایل روستایی وزارت جهاد کشاورزی.
۷. کردوانی، پرویز (۱۳۷۴)؛ **مراتع، مسایل و راه‌حل‌های آن در ایران**، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۸. کردوانی، پرویز (۱۳۷۹)؛ **منابع و مسایل آب در ایران، جلد اول: آبهای سطحی و زیر زمینی و مسایل بهره‌برداری از آنها**. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۹. کربی، آلگس (۲۰۰۰)؛ **آوارگان آب**، سرویس خبر محیط زیست بی. بی. سی. مرکز حفاظت و بهره‌برداری از سواحل ایران. قابل دسترسی در: http://www.iranrivers.com/.
۱۰. کولی، کیت. آر؛ آلن آر. ددریک و گری دبلیو. فرزیر (۱۳۶۱)؛ **هنر جمع‌آوری آب باران در مناطق خشک جهان به منظور آشامیدن و فعالیت‌های زراعی و دامپروری**، مجله زیتون، شماره ۴.
۱۱. گروسی، عباس عبدالله (۱۳۷۹)؛ **دانش‌ها و فن‌آوری‌های مردمی در آیینه علم و تجربه صاحب نظران (میزگرد)**، فصلنامه نمایه پژوهش، شماره ۱۳ و ۱۴، سال چهارم.
۱۲. محسنی ساروی، محسن (۱۳۷۶)؛ **بررسی روش‌های جمع‌آوری آب باران برای تأمین آب شرب دام در مراتع نوار مرزی شمال شرقی مازندران**، در: مجموعه مقالات اولین سمینار ملی مرتع و مرتعداری در ایران (۲۵ تا ۲۷ مرداد ۱۳۷۳). اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۳. موسوی، سید علی اکبر (۱۳۸۲)؛ **مبانی علمی روش‌های سنتی حفاظت آب در مناطق کویری**، در: چکیده سمینارهای اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز (۸۲-۱۳۸۱). شیراز: مرکز نشر دانشگاه شیراز، ص ۵۷-۵۲.
۱۴. موسوی، سید فرهاد (۱۳۷۹)؛ **مدیریت پایدار منابع آب**، آب و فاضلاب، شماره ۳۳.
۱۵. نوری‌پور سی‌سخت، شیروان (۱۳۸۱)؛ **بررسی چگونگی آموزش مبارزه با کرم خوشه خوار انگور به کمک دانش بومی و دانش رسمی در روستاهای کوخدان و سرمور از شهرستان دنا**، استاد راهنما: شاه ولی، منصور. دانشگاه شیراز، بخش ترویج و آموزش کشاورزی.

16. Agrawal, A. (1995); **Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge**, Development and Change, 26 (3): 413-439.
17. Alem, G. (1999); **Rainwater Harvesting in Ethiopia**. 25th WEDC Conference. Addisababa Ethiopia 1999. Available at: http://www.rainwaterharvesting.org/.
18. Andrew, Lo.K.F. (2000); **A Simulation Model of Flood Runoff Utilization in Taiwan**. Availabe at: htpp://www.rainwaterharvesting.com/.
19. De Kruijf, Hans A. M.; G. W. Liebenstein and A. W. Tick. (1995); **Indigenous knowledge systems for plant protection: Impressions from a symposium**. Indigenous Knowledge and Development Monitor, 3 (2): 7-9.
20. IFAD. (2004); **Inputs and infrastructure improving water resources**. Available at: http://www.ifad.org/.
21. Kuylenstierna, J. L.; Bjorklund, G.; and Najlis, P. (1997); **Future sustainable water use: Challenges and constraints**. Journal of Soil and Water Conservation, 52: 151-156.
22. Lawas, C. M. and H. M. Luning. (1996); **Farmers knowledge and GIS**. Indigenous Knowledge and Development Monitor, 4 (1): 8-11.
23. Nasr, M. (1999); **Assessing desertification and water harvesting in the Middle East and North Africa: Policy implication**. Available at: http://www.zef.com/.
24. Ortiz, O. (1999); **Underestanting interactions between indigenous knowledge and scientific information** Indigenous Knowledge and Development Monitor, 7 (3): 7-10.
25. Patton. M. Q. (1987); **How to Use Qualitative Methods in Evaluation**. London: Sage, 175 pages.
26. Rahman, Zillur; Rashid, S. M. A and Milton, Abul Hasnat. (2000); **Rainwater harvesting: An indigenous alternative water strategy. In: Niaz Ahmad khan and Sukanta Sen (eds.)**. Indigenous Knowledge and Practices in Bangladesh, Bangladesh: Sukanta Sen, BARCIK/IARD, p.67-75.