بررسی و شناسایی ظرفیت‌های ناشناخته منابع آب در مناطق کویری در جهت توسعه پایدار(مطالعه موردی قنات روستای مزرعه نو در استان یزد)

سید مصطفی طباطبائی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه بیرجند
حسینخزیمه نژاد، استادیار گروه مهندسی آب و مسئول پژوهشکده قنات دانشگاه بیرجند
hkhozeymeh@birjand.ac.ir
پست الکترونیکی:tabatabaei1984@yahoo.com

چکیده

در این مقاله به بررسی پتانسیل‌های موجود قنات روستای مزرعه‌نو واقع در استان یزد جهت مدیریت و بهره برداری بهینه از این منبع آب زیرزمینی پرداخته شده است. جهت رفع نیازهای کشاورزی و استفاده‌های جانبی از این آب، یک مخزن ذخیره طراحی و پیشنهاد گردید.حجم مخزن ذخیره بر اساس میزان اختلاف کل آب قابل استحصال از قنات و مقدار نیاز آبی کشاورزی سطح زیرکشت منطقه در پایین‌دست در فصول مختلفصورت گرفت.جهت برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی منطقه از روش استاندارد پنمن مانتیسکه توسط (FAO) معرفی شده است، استفاده گردید. دراین روش تبخیر تعرق گیاه مرجعمحاسبه و سپس با استفاده از داده‌های هواشناسی و نرم‌افزار CROPWAT تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0)تعیین می‌گردد.در ادامه تبخیر و تعرق گیاه زراعتی مورد نظر(ET_{crop}) محاسبه و پس از تقسیم دوره رشد گیاه به چهار مرحله مقادیر ضریب گیاهی در مرحله رشد(K_{ci})تعیین و توسط آن ضریب گیاهی برای کل دوره رشد محاسبه گردید. در پایان نیاز آبی هر گیاه در ماه‌های مختلف سال تعیین و از طریق آن میزان آب اضافی و کمبود نیاز کشاورزی در ماه‌های مختلف و در نهایت حجم مخزن ذخیره محاسبه گردید. وجود این مخزن ضمن تامین مطمئن و پایدار نیاز کشاورزی هر ساله مقدار قابل توجهی آب اضافی جهت توسعه و مدیریت در بخش‌های دیگر در اختیار مدیران و مسولان قرار خواهد داد.

کلید واژه‌ها: ***مدیریت منابع آب، استخر ذخیره، توسعه پایدار، ظرفیت قنات، روستای مزرعه نو***

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی ایران که میانگین بارندگی در اکثر مناطق آن کمتر از بارش جهانی است ، می‌توان گفت که آب به عنوان یکی از مهمترین دغدغه های ایران یا نو بزرگترین چالش برای مردمان این سرزمین محسوب می‌شود[1] . براساس مطالعات موجود، آب‌های زیرزمینی به ویژه در فلات مرکزی ایران یکی از مسائل مهم در توسعه جوامع روستایی کشور به شمار می‌رود. زیرا در این مناطق منابع آب سطحی کمیاب است[2]. همچنین مساله آب و توجه به منابع آبی از عمده مسائل مطرح در توسعه روستایی به ویژه در کشورهایی مانند ایران است که در بسیاری از مناطق با مشکل کم آبی روبرو است[3]. همچنین شیوه‌های سنتی تولید ، با شرایط جغرافیایی دارای حداکثر سازگاری می‌باشد. قنات در پیوند با جغرافیا و تاریخ، اجتماع و اقتصاد، فرهنگ و باورهای هزار سالهٔ مردم یاست که در این سرزمین

شکوفائی تمدنی و فرهنگی خود را آزموده است، و در سختترین شرایط آب و هوایی ایران، آبادی های بهشت مانند فراوانی آفریده است[1].

به طور کلی در مناطق کویری به دلیل عدم وجود منابع تامین آب سطحی اکثر نیاز آب کشاورزی از طریق منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود که مهمترین منابع آن قنات و چاه می‌باشد[3]. با توجه به اینکه سطح آب سفره‌های زیرزمینی در مناطق کویری پایین است، برای بهره برداری نیاز به حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق می‌باشد. حفر و برداشت از چاه ها نمی‌تواند در بهره برداری و توسعه پایدار از منابع طبیعی در بلند مدت جوابگو باشد و در سال‌های اخیر این موضوع به اثبات رسیده است. از این رو بهترین منبع تامین آب در این مناطق قنات‌ها می‌باشند. چرا که بهره برداری از آب قنات سالیان درازیست که باعث آبادانی و سرسبزی و حیات آب و خاک ضمن تشکیل شبکه‌های اجتماعی در این مناطق بوده است[2] . در سال‌های اخیر به دلیل وقوع خشک سالی‌ها و مقرون به صرفه نبودن کشاورزی، افزایش هزینه‌ها و صنعتی شدن استان باعث شده که مردم منطقه به سمت شهر و مرکز استان مهاجرت کنند. این در حالیست که در برخی از مناطق مردم به شهر مهاجرت کرده و روستا ها خالی از سکنه شده است و در بسیاری از مناطق هم جمعیت جوان به شهر مهاجرت کرده و قنات ها خشک و یا کم آب و تولید کشاورزی هم در این مناطق کم شده است. لذا همت دولت و ساستمداران در این بخش را می‌طلبد تا با شناسایی پتانسیل‌های موجود منابع آبی در این گونه مناطق و سرمایه گذاری در این بخش باعث توسعه و رشد کشاورزی و آبادانی این مناطق به صورت پایدار شده، ضمن اینکه از مخاطرات و معضلات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی که در صورت عدم توجه به این ظرفیت‌ها به وجود می‌آید، جلوگیری به عمل می‌آید.

استفاده از تمامی ظرفیت‌های قنوات و توسعه آن جهت تامین پایدار نیازهای آبی می‌تواند از اهمیتو بهره برداری از چاه های عمیق در برخی از این مناطق بکاهد و آینده کشاورزی و سکونت و حیات در این مناطق را تضمین کند. که تاریخ و تمدن این مناطق خود گواه این حقیقت می‌باشد[4].

یکی از معایب اصلی قنات‌ها خروج همیشگی‌آب است. این امر سبب می‌شود در فصل زمستان که نیاز به آب آبیاری حداقل است قسمت اعظم آب بدون آن که استفاده قابل توجهی از آن به عمل‌آید با تبخیر و نفوذ از دسترس خارج گردد [5].

در منطقه مورد مطالعه با توجه به آبدهی ثابت قنات و نیاز متفاوت کشاورزی در ماه‌های مختلف سال باعث شده در برخی از ماه های سال آب مازاد بر نیاز کشاورزی و در برخی از ماه ها با کمبود مواجه باشد.

این در حالیست که با طراحی و ساخت یک مخزن ذخیره ضمن تامین آب مورد نیاز کشاورزی به صورت پایدار از آب مازاد جهت فروش و درآمدزایی، توسعه و آبادانی، و در صورت وجود پتانسیل های دیگر از آن استفاده و در مواقع بحرانی جهت تامین مصارف خانگی از آن استفاده کرد و از نظر اجتماعی یک منبع آبی مطمئن و پایدار جهت تامین نیازها می‌تواند در سکونت و توسعه این گونه مناطق موثر واقع شود. از این رو افزایش تقاضای آب و وجود قنات‌های زیاد، همت مدیران در این بخش را می‌طلبد تا با شناسایی پتانسیل‌های موجود منابع آبی در این گونه مناطق و سرمایه گذاری در این بخش از منابع آبی موجود حداکثر استفاده و باعث توسعه و رشد کشاورزی و آبادانی این مناطق به صورت پایدار شده، ضمن اینکه از مخاطرات و معضلات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی که در صورت عدم توجه به این ظرفیت‌ها به وجود می‌آید، جلوگیری به عمل می‌آید.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه:

استان یزد به دلیل قرار گرفتن در فلات مرکزی ایران دارای شرایط آب و هوایی به شدت خشک و کویری و رطوبت نسبی کم توام با گرمای زیاد و نوسانات شدید درجه حرارت می‌باشد. اوضاع آب و هوایی یزد به طور کلی تابع سیستم شرایط آب و هوایی حاکم بر فلات مرکزی ایران می‌باشد و متوسط بارندگی در استان حدود ۱۰۶ میلیمتر در سال برآورد شده است.

روستای مزرعه نو در شمال غرب شهرستان اردکان در ۵۵ درجه و ۲۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده و وجود قنات در این منطقه خشک باعث ایجاد سکونت افراد و ایجاد باغ های سرسبز و اراضی کشاورزی و تولید محصولات کشاورزی و دامی متنوع شده است.

منبع تامین آب شرب و کشاورزی این روستا در گذشته از قنات بوده و در حال حاضر به دلیل عبور خط انتقال آب اصفهان به یزد از کنار این روستا باعث بهره مندی ساکنین منطقه از آب زاینده رود شده است. دبی قنات در حال حاضر ۲۵لیر در ثانیه و این دبی در طی ۵۰ سال گذشته تغییرات چشمگیری نداشته است و در حال حاضر آب قنات تنها جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده می‌شود. از عمده محصولات کشاورزی تولیدی در منطقه را می‌توان انار و پسته و زعفران نام برد که نوع محصولات تولیدی سطح زیر کشت در جدول شماره (۱) آورده شده است.

جدول شماره (۱) *محصولات کشاورزی ومساحت زیر کشت*

نام محصول		سطح زیر کشت (هکتار)
محصولات باغی	انار	۲۷
	پسته	۳
محصولات زراعی	گندم	۱۵
	جو	۹
	یونجه	۱۰
	زعفران	۶
جمع		۷۰

برای طراحی مخزن ذخیره جهت در ابعاد مناسب جهت تامین نیاز کشاورزی و استفاده‌های دیگر جهت توسعه و پایداری منطقه ابتدا باید کل آب قابل استحصال از قنات همچنین نیاز آبی سطح زیر کشت منطقه را داشته باشیم. تا از این طریق در مواقعی که آب مازاد بر نیاز کشاورزی را ذخیره و در زمانی که نیاز کشاورزی بیشتر از آبدهی قنات است جهت تامین آب لازم از آن استفاده کرد و در صورت وجود آب اضافی از آن جهت در آمدزایی و توسعه و پایداری این منطقه استفاده کرد.

میزان کل آب استحصالی از قنات در طول سال را می‌توان به صورت زیر حساب کرد.

$$V = \text{روز}365 \times \text{ساعت}24 \times \text{ثانیه}3600 \times \text{دبی قنات لیتر درثانیه}25 = 788400m^3$$

و برای برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی منطقه مورد مطالعه از روش استاندارد فائو-پنمن-مانتیس که توسط (FAO) معرفی شده است، تبخیر تعرق گیاه مرجع را محاسبه می کنیم که رابطه آن به شکل زیر می‌باشد[6,7].

$$ET_0 = \frac{0/408\Delta(R_n-G)+\gamma\left[\frac{900}{T+273}\times U_2\times(e_s-e_a)\right]}{\Delta+\gamma(1+0/34U_2)} \quad (۱)$$

پارامترهای این رابطه به قرار زیر است:

ET_0 : تبخیر تعرق گیاه مرجع (میلیمتر در روز). Δ : شیب منحنی فشار بخار آب نسبت به درجه (میلیبار بر درجه سانتیگراد). T : میانگین درجه حرارت هوا (درجه سانتیگراد). γ : ضریب رطوبتی یا سایکومتری(میلی بار بردرجه سانتی گراد). G : مقدار تابشی که صرف گرم کردن زمین شده و یا از زمین خارج می‌شود بر حسب معادل مقدار آبی که می‌تواند به وسیله آن در روز تبخیر شود(میلیمتر در روز). R_n : تابش خالص بر حسب معادل مقدار آبی که می‌تواند به وسیله آن در روز تبخیر شود(میلیمتر در روز). U_2 : سرعت باد در ارتفاع ۲متری از سطح زمین (کیلومتر در روز). e_s : فشار بخار اشباع در درجه حرارت هوا (میلی بار). e_a : متوسط فشار واقعی بخار آب در هوا (میلی بار).

با استفاده از داده‌های هواشناسی و نرم افزار CROPWAT که از روش پنمن مانتیس جهت انجام محاسبات استفاده می‌نماید، تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) محاسبه و سپس تبخیر و تعرق گیاه زراعتی مورد نظر (ET_{crop}) از رابطه زیر محاسبه می-شود[9].

$$ET_{crop} = K_C \times ET_0 \quad (۲)$$

که در این رابطه K_C ضریب گیاهی و ET_0 تبخیر وگیاه مرجع می‌باشد.

ضریب گیاهی یک مقدار ثابت نبوده و بستگی به عواملی مانند: نوع گیاه، مراحل رشد و شرایط آب و هوایی محل دارد. و مقدار آن در طول دوره تغییر می‌کند. فائو برای تعیین ضرایب گیاهی روش خاصی پیشنهاد کرده است. در این روش‌ها برای دوره رشد گیاه منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم می‌شود تا در هر مرحله از رشد، ضریب متناسب با همان مرحله اعمال شود. اساس این روش‌ها بر این است که ضریب گیاهی از ابتدای رشد گیاه تامرحله برداشت آن متغییر است.هر چندکه این تغییرات خطی نیست ولی کل دوره رویش به چهار بخش تقسیم شده که در هر قسمت تغییرات ضریب گیاهی به صورت یک خط مشخص می‌شود و اساس تقسیم بندی به صورت زیر است:

۱- مرحله ابتدایی رشد: یعنی از زمان کاشت تا هنگاهی که ۱۰ درصد از سطح زمین را بپوشاند.
۲- مرحله توسعه گیاه: از انتهای مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد رسیده و حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را در بر می‌گیرد.
۳- مرحله میانی: از انتهای مرحله توسعه تا زمانی که گیاه شروع به رسیدن می‌کند. مثلا برگها زرد می‌شوند یا می-ریزند.
۴- مرحله نهایی: ازانتهای مرحله میانی تا مرحله برداشت محصول .

پس از تقسم دوره رشد گیاه به ۴ مرحله برای رسم منحنی ضریب گیاهی، مقادیر K_{ci} (ضریب گیاهی در مرحله رشد) با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود.

برای دوره های آبیاری کمتر از چهار روز

$$K_{Ci} = (1/286 - 0/27ln\ I_f)exp\left[(-0/01 - 0/042\ ln\ I_f)ET_{ri}\right] \quad (۳)$$

و برای دوره‌های آبیاری مساوی و یا بیشتر از چهار روز

$$K_{Ci} = 2(I_f)^{-0/49}exp\left[(-0/02 - 0/042\ ln\ I_f)ET_{ri}\right] \quad (۴)$$

و پارامترهای رابطه به قرار زیر است:

K_{Ci}: ضریب گیاهی در مرحله ابتدایی رشد و I_f : فاصله بین آبیاری‌ها در مرحله ابتدایی رشد بر حسب روز، ET_{ri} : متوسط تبخیر و تعرق گیاه مرجع در دوره ابتدایی رشد (میلیمتر در روز) و ln: لگاریتم طبیعی

پس از محاسبه ضریب گیاهی در مراحل ابتدایی رشد، ضریب گیاهی در مرحله سوم و چهارم رشد گیاه محاسبه و این ضرایب برای گیاهان مختلف و بر حسب شرایط آب و هوایی مختلف (از نظر حداقل رطوبت نسبی و سرعت باد) توسط فائو ارائه شده است[8,9].

حال با داشتن ضریب گیاهی درمراحل ابتدایی، سوم و چهارم رشد می‌توان kc را برای کل دوره رشد مشخص و با استفاده از آن ضریب گیاهی را برای کل دوره رشد به دست آورد.

نیاز آبیاری مقدار آبی است که باید به زمین داده شود تا تکاپوی نیاز زراعت، نیاز آبشویی برای کنترل شوری و سدیم و راندمان های آبیاری را بنماید. بخشی از این نیاز ممکن است توسط بارندگی تامین شود که به آن باران موثر گفته می‌شود، اگر از نیاز آبشویی برای کنترل شوری و سدیم صرف نظر کنیم نیاز آبیاری را می‌توان با رابطه زیر نشان داد[9].

$$IR = \frac{ET_{Crop} - P_{ef}}{\eta} \quad (۵)$$

IR: نیاز آبیاری در حالت ناخالص(میلیمتر در روز)، ET_{Crop} : تبخیر و تعرق گیاه زراعی مورد نظر(میلیمتر در روز) P_{ef} : باران موثر(میلیمتر در روز)، η: راندمان آبیاری (برای اراضی کشاورزی منطقه تحت مطالعه ۶۰ درصد در نظر گرفته شده است.)

همچنین برای محاسبه باران موثر از رابطه زیر استفاده شده است:

$$P_{ef} = f(D)\left[1/25(P_t)^{0/824} - 2/93\right] \times 10^{(0/000955Hcrop)} \quad (۶)$$

$$f(D) = 0/53 + 0/0116D - 8/94 \times 10^{-5}(D^2) + 2/32 \times 10^{-7}(D)^3 \quad (۷)$$

پارامترها در این روابط عبارتند از:

P_{ef} : بارندگی موثر(میلیمتر در ماه). P_t : مقدار کل بارندگی در ماه (میلیمتر). ET_{Crop} : تبخیر تعرق گیاه زراعتی در ماه (میلی متر). D : عمق رطوبت تخلیه شده از خاک قبل از آبیاری(میلیمتر) که با توجه به بافت خاک مقدار آن ۰/۷۵ در نظر گرفته شده است.

حال هیدرومدل طرح را در حالت ناخالص با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\mathrm{HM}(\frac{lit}{s-ha}) = IR\left(\frac{mm}{day}\right) \times \left[\frac{10^4 m^2}{1\ ha}\right] \quad (۸)$$

با محاسبه هیدرومدل می‌توان حجم آب مورد نیاز هر محصول را از رابطه زیر به دست آورد.

$$v = \frac{HM \times 3600 \times 24 \times \text{سطح زیر کشت بر حسب هکتار} \times \text{تعداد روزهای مورد ماه نظر}}{1000} \quad (۹)$$

حجم آب لازم جهت تامین آب مورد نیاز برای هر گیاه در ماه‌های مختلف سال، همچنین مجموع آب مورد نیاز همه گیاهان در هر ماه و مجموع آب مورد نیاز هر گیاه در طول سال و حجم آب استحصالی از قنات در هر ماه و مجموع حجم آب به دست آمده از قنات در کل سال به همراه جزئیات بیشتر در جدول شماره (۳) آورده شده است.

جدول شماره(۳) *حجم آب مورد نیاز محصولات کشاورزی در ماه های مختلف سال*

ماه	حجم آب مورد نیاز انار(متر مکعب)	حجم آب مورد نیاز پسته (متر مکعب)	حجم آب مورد نیاز گندم(متر مکعب)	حجم آب مورد نیاز جو(متر مکعب)	حجم آب مورد نیاز یونجه (متر مکعب)	حجم آب مورد نیاز زعفران (متر مکعب)	جمع کل آب مورد نیاز (متر مکعب)	دبی قنات لیتر در ثانیه	کل حجم آب تامین شده از قنات	کسری	اضافه آب
فروردین	۳۳۲۴۸	۲۰۷۵	٤٦٠٦٠	۲۷٥٤٥	۲٦٠٤۲	۱۹۱٦۸	154138	25	66960	87178	–
اردیبشت	43462	3254	57258	34238	33463	15363	***187038***	25	66960	***120078***	–
خرداد	57887	5868	19183	-	-	-	82938	25	66960	15978	–
تیر	59818	7581	-	-	-	-	67399	25	66960	439	–
مرداد	57579	8366	-	-	-	-	65945	25	66960	–	1015
شهریور	49327	6155	-	-	-	-	55482	25	64800	–	9318
مهر	34903	3378	-	-	-	-	38281	25	64800	–	26519
آبان	-	1728	5760	-	-	-	7488	25	64800	–	57312
آذر	-	-	2463	1358	-	-	***3821***	25	64800	–	***60979***
دی	-	-	4333	2600	6603	1390	14926	25	64800	–	49874
بهمن	-	-	5761	٦٣٦١	۸۷۳۹	2883	۲۳۷٤٤	25	64800	–	41166
اسفند	-	-	34078	17702	19669	14119	85568	25	62640	22928	–
مجموع	۳۳٦۲۲٤	۳۸٤۰٥	۱۷٤۸۹٦	۸۹۸۰٤	۹٤٥۱٦	٥۲۹۲۳	***۷۸٦۲٦۸***	–	***786240***	246601	246183
										418	

جمع بندی و نتیجه‌گیری

یکی از راه های کنترل خروجی قنات و جلوگیری از هدر رفت آب، ساخت استخرهای ذخیره می‌باشد. بطوریکه برای برنامه ریزی و نحوه بهره برداری و استفاده بهینه از منابع آب لازم است ابتدا کل آب قابل استحصال را به کنترل خود در آوریم تا از این طریق بتوان از همه ظرفیت و پتانسیل آبی موجود جهت کم کردن محدودیت‌های برنامه ریزی و مدیریت بهینه استفاده کرد. از این رو طراحی و ساخت یک مخزن ذخیره جهت تامین آب کشاورزی و در مواقع بحرانی تامین مصارف خانگی و شرب و استفاده‌های جانبی دیگر جهت توسعه در این منطقه خشک یک راه کار اساسی و ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج این مقاله نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و خرداد و تیر و اسفند تامین نیاز کشاورزی با کمبود مواجه است و بیشترین نیازآبی برابر 187038متر مکعب است، بطوریکه میزان کمبود آب 120078 متر مکعب و مربوط به ماه اردیبهشت می‌باشد. و در ماه‌های مرداد و شهریور، دی و بهمن، آب قنات مازاد بر نیاز کشاورزی است. و کمترین میزان نیاز آب کشاورزی ۳۲۲۸متر مکعب است. بطوریکه میزان آب مازاد جهت ذخیره 60979متر مکعب و مربوط به ماه آذر می‌باشد.این در حالیست که کل آب قابل استحصال از قنات در سال برابر ۷۸۶۲۴۰متر مکعب و کل نیاز آبی برای تامین آب کشاورزی برابر ۷۸۶۷۶۸ متر مکعب می‌باشد.با احداث مخزنی به حجم ۲۴۶۱۸۳متر مکعب که کل حجم آب مازاد برکشاورزی را از مرداد تا بهمن ماه ذخیره کند و از آب ذخیره شده از اسفند ماه تا تیر جهت کمبود نیاز آبی کشاورزی استفاده شود، تنها ۴۱۸متر مکعب کمبود آب داریم تا ۱۰۰ در صد نیاز کشاورزی تامین شود. با توجه به کافی بودن تامین ۸۰ درصدی نیاز کشاورزی میزان آب لازم برای تامین نیاز کشاورزی برابر ۶۲۹۴۱۴ خواهد بود. که با کسر کل آب حاصل شده از قنات از مقدار ۸۰ درصد نیاز، هر ساله در اول مرداد ماه میزان ۱۵۶۸۲۶متر مکعب آب اضافی جهت برنامه ریزی و استفاده‌های دیگر جهت توسعه منطقه در دسترس می‌باشد.این در حالیست که در صورت عدم وجود استخر ذخیره قنات حتی جوابگوی نیاز کشاورزی در برخی از ماه‌های سال را ندارد و در برخی از ماه‌های دیگر آب اضافی در اختیار داریم که از آن استفاده بهینه نمی‌شود. از این رو تنها با سرمایه گذاری در بخش ساخت مخزن ذخیره و بدون تغییر شرایط منبع آبی(قنات) ضمن استفاده بهینه و پایدار از منابع آب زیرزمینی باعث ایجاد یک منبع تامین آب مطمئن مورد نیاز کشاورزی و کنترل و برنامه ریزی بهتر جهت استفاده از حداکثر ظرفیت آب و بهبود وضعیت کشاورزی و افزایش درآمد و توسعه منطقه خواهد شد. و از آنجا که قنات‌های زیادی در استان یزد و سایر استان‌هایی که شرایط اقلیمی مشابه دارند زیاد است می‌توان جهت مدیریت و برنامه ریزی برای استفاده بهینه و تامین نیازها و افزایش درآمد از استخرهای ذخیره در این مناطق هم استفاده نمود.

بدینوسیله از مسولین جهاد کشاورزی استان یزد - مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اردکان جهت همکاری تشکر و قدردانی می‌شود.

مراجع

[1]حائری، م. ر. (۱۳۸۶). قنات در ایران، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

[2]Chauveau, Michel, (۲۰۰۱) Les qanatesdans les ostraca de Manawir, Paris, Seminairetenu au aucolloge de France, Persika.

[3]ازکیا، م. (۱۳۸۱). قنات در ایران، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

[4]Kobori, Iwao, (2007) Role of traditional hydro-technology in dryland development: Karez, Qanat and Foggera, Iran, The internationalTraining Course on Qanat.

[5]بهنیا،ع. (۱۳۶۷). قنات سازی و قنات داری، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

[6]علیزاده،الف. و همکاران (۱۳۸۷). نیاز آبی گیاهان در ایرانانتشارات دانشگاه امام رضا(ع).

[7]فروشی، ع.(۱۳۷۷). برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (گیاهان زراعی).

[8]نجفی، پ. ستار،م. (۱۳۸۴)." ارزیابی دقت نرم افزار cropwat در تخمین تبخیر و تعرق گیاه مرجع در منطقه اصفهان مجموعه پژوهش در کشاورزی" جلد اول،شماره ۱.

[9]احسانی،ع. (۱۳۹۱)."برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از اطلاعات آب و هوایی،خصوصیات گیاه(مرتع) و خاک به کمک برنامه نرم افزار cropwat مطالعه موردی منطقه استپی استان مرکزی ایران ایستگاه رودشور" فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران جلد۱۹،شماره۱،صفحه۱۶-۱ .