کنگره استحصال آب و آبخیزداری
Water Harvesting and Watershed Management Congres
سومین همایش بین المللی سامانه های سطوح آبگیر باران
3rd International Conference on Rainwater Catchment Systems
February 18-19, 2015 Birjand, Iran ۲۹ و ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۳ بیرجند

استحصال آب باران برای صرفه جویی مصرف آب در کشاورزی (مطالعه موردی: دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند)

هاشم درخشان[۱]، ابراهیم زراعتی[۲]، عباس خاشعی سیوکی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- فارغ التحصیل دوره ی کارشناسی، گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۳- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

چکیده

کمبود آب شیرین در بعضی مناطق بحرانی جدی است. یکی از روش‌های کاهش اتکاء به منابع آب معمول، جمع‌آوری آب باران است. این مقاله به تحقیقی در خصوص روش‌های امکان‌سنجی اجرای سامانه جمع‌آوری آب باران از بام ساختمان‌های دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند می‌پردازد. در آن برای بررسی توجیه اقتصادی از تجزیه و تحلیل نسبت عایدی به هزینه استفاده شده است. نتایج محاسبه بیلان آبی نشان داد که جمع‌آوری آب باران به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای حتی در ماه‌های خشک میزان تکیه بر استخراج آبهای زیرزمینی را کاهش می‌دهد. نتایج تجزیه و تحلیل نسبت عایدی به هزینه نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، احداث سامانه یاد شده توجیه اقتصادی ندارد، اگرچه این نسبت در افق برنامه‌ریزی ۲۰ ساله برای گزینه‌های قیمت‌گذاری بر مبنای بهای آب کشاورزی کمتر از یک می‌باشد. اما حدود بیست درصد از نیاز کل فضای سبز را می تواند در کل سال تامین نماید. این مقاله توجه سیاستگذاران و مدیران منابع آب را نسبت به دانش و راه‌حل‌های استفاده از منابع آبی مختلف منطبق بر محیط زیست افزایش می‌دهد، تا زمینه‌ساز تأمین اعتبار لازم و توجه کافی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌ها باشد.

واژه های کلیدی: استحصال آب باران، بیرجند ، نسبت عایدی به هزینه، نرم افزار Cropwat .

Rain Water Extraction for Saving Water Consumption in Agriculture

Hashem Derakhshan[1*], Ebrahim Zeraati[2], Abbas Khashei Suki[3]

1-MSc Student, Department of Water Engineering, Firdausi University of Mashhad

2- Graduate of BS, Department of Water Engineering, Birjand University

3- Assistant Professor of Department of Water Engineering, Birjand University

Abstract

Water shortage is serious crisis in some areas. One way to reduce is the reliance on traditional water sources, rainwater collection. This paper explores the feasibility of implementing a system to collect rainwater from the roofs of buildings of Birjand University of Agricultural Sciences and Natural Resources. To evaluate the economic feasibility, the revenue to cost ratio analysis is used. Results of the water balance showed that rainwater collection reduce significant levels of reliance on groundwater extraction even in the dry months. The analysis results of the ratio of revenues to costs indicate that in this area, the construction of the mentioned system is not

* Corresponding Author's E-mail (h1370d@gmail.com)

economically justified, although the proportion of 20-year planning horizon for pricing options based on the price of agricultural water is less than one. But it can provide about twenty percent of the total needed green space in the whole year. This paper increase the policymakers and water resource managers' attention to the knowledge and solutions regarding the use of water resources in accordance with the environment to prepare the grounds for the required funding and sufficient attention to the plans and policies.

Keywords: Rainwater extraction**,** Birjand, the ratio of revenues to costs, Cropwat software.

الف- مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت در کنار مصرف بی رویه آب مشکلات زیادی را در تامین آب شهری و روستایی کشور فراهم نموده است. از آنجا که عمده مصرف آب مربوط به بخش کشاورزی می باشد، لذا ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روشهای صرفه جویی در مصرف آب بسیار ضروری است . یکی از روشهایی که بطور غیر مستقیم میتواند باعث کاهش اتکاء به منابع آب معمول نظیر چاه و قنات و یا آب رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است. که منظور از آن جمع آوری و بهره برداری از آب باران در محل بارش می باشد .از آنجا که باران، هرچند به مقدار کم، تقریبا در همه نقاط کشور وجود دارد، چنانچه بتواند با اعمال مدیریت صحیح مورد استفاده قرار گیرد، میتواند جهت جبران بخشی از کمبو دهای موجود، مفید واقع شود.

وجود آب انبارهای قدیمی با معماری متنوع در اکثر نقاط خشک کشور گویای میزان توجه به استحصال آب باران جهت مصارف مختلف در گذشته می باشد .اگرچه این روش بطور عمده در مقیاس کوچک مورد استفاده بوده است، اما تعداد طرح های اجرا شده بسیار قابل توجه است . استحصال آب باران بصورت سنتی در نقاط مختلف با اسامی خاص همان منطقه شناخته میشود که از آن جمله میتوان به هوتک و خوشاب های سیستان و بلوچستان و یا بندسارهای استان خراسان اشاره نمود.

سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می دهد که این روش اول بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰ میلیمتر در سال انجام شده و کمک زیادی به تولید علوفه در منطقه نموده است . در استرالیا سطوح آبگیر ناودانی شکل جهت هدایت آب باران به باغات استفاده شده که نتایج آن بصورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری مناطق خشک این کشور در آمده است (توکلی، ۲۰۰۲).

در تحقیقاتی از این روش برای درختکاری انگور دیم تحت عنوان" هدایت آب حوضه درختان به پای هر درخت استفاده نمودند که نتیجه آن، افزایش رشد درختان، افزایش محصول و کیفیت آن بوده است(سپاسخواه و کامکار حقیقی، ۱۹۸۹). در مطالعاتی جهت کشت درختان دیم در گردنه قوچک در نزدیکی تهران نشان داد که در بارندگی با شدت 100 میلیمتر در ساعت و یا با شدت 12میلیمتر در ساعت و مدت بیش از یک ساعت بارندگی و یا هنگامی که خاک در حالت نزدیک به اشباع است، چنانچه از سطوح

آبگیر باران به روش نواری استفاده شود، برای نسبت سطح جمع آوری به سطح کشت شده برابر1/5:1 ، نیاز آبی درختان قابل تامین می باشد (کوثر، ۱۹۶۶).

استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است . بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع آوری و ذخیره می شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می رسد(لورا، ۲۰۰۴).

نحوه استحصال آب باران برای کشاورزی مناطق خشک به دو دسته اصلی تقسیم می شود. روش استحصال آب سنتی بیشتر مبتنی بر استفاده مستقیم از رواناب های جمع شده برای آبیاری گیاهان است . در روش های نوین از مخزن برای جمع آوری و ذخیره بهره گرفته می شود تا بتوان آبیاری گیاهان را در دوره کمبود آب یا در فاصله زمانی بین بارش ها اعمال نمود(اویس و همکاران، ۱۹۹۹).

تحقیقات نشان داده که روش استفاده مستقیم نمی تواند در مناطقی که فصل بارش با زمان نیاز به آبیاری گیاهان تطابق ندارد، توأم با موفقیت باشد . زیرا نمی توان رطوبت را در خاک از فصل مرطوب برای دوره خشکی ذخیره کرد و در این شرایط گیاهان از بین خواهند رفت و عملکردی را عاید کشاورز نخواهند نمود (کلاف، ۱۹۸۰).

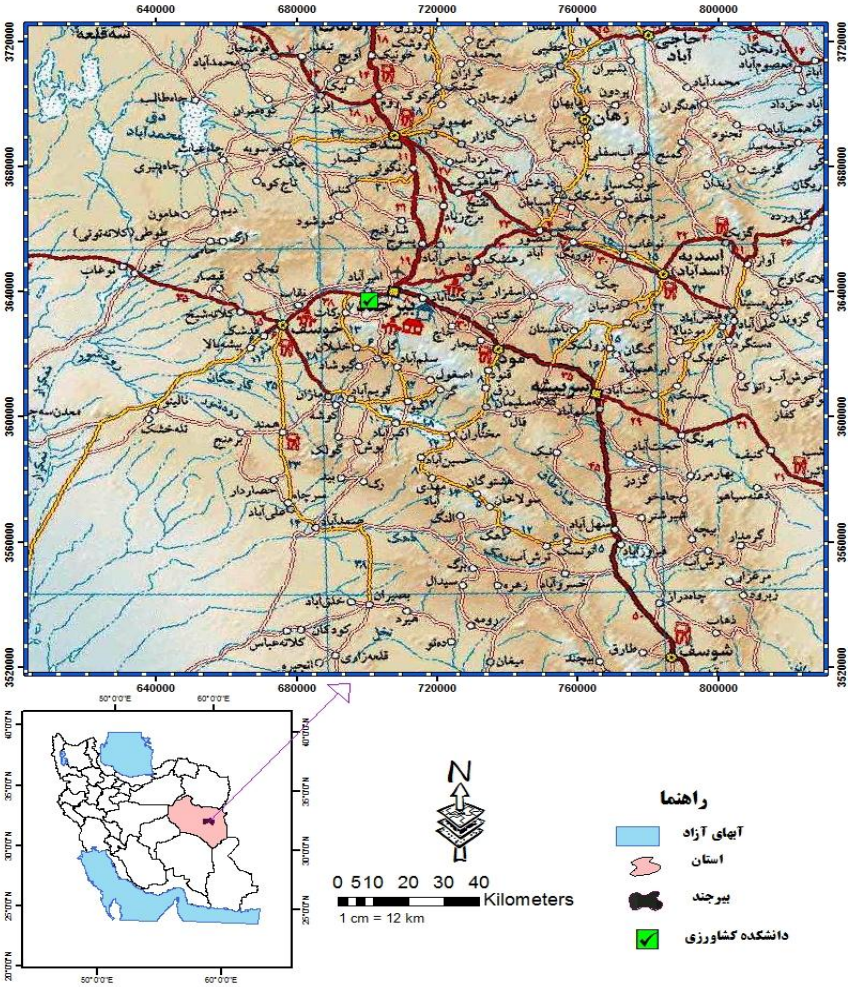
هدف از تحقیق حاضر، برآورد پتانسیل استحصال آب باران جهت صرفه جویی مصرف آب در آبیاری فضای سبز در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک بیرجند بوده است .آب باران در یک مخزن ذخیره جمع آوری شده تا از آن برای آبیاری تکمیلی فضای سبز در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند استفاده بعمل آید.

ب- مواد و روش ها

۱- مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در اراضی دانشکده کشاورزی واقع در ۵ کیلومتری جاده کرمان در استان خراسان جنوبی با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه و طول جغرا فیایی ۵۹ دره و ۱۲ دقیقه در ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح دریا واقع شده است به منظور تحلیل بارندگی از آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک بیرجند که در مجاورت محل طرح قرار دارد در دوره ی آماری ۱۹۵۵-۲۰۰۵ استفاده شد متوسط باران سالانه منطقه مورد مطالعه در این دوره ۵۰ ساله ۱۷۰/۸ میلیمتر، دمای حداقل، متوسط و حداکثر سالیانه به ترتیب ۸/۴، ۱۶/۵ و ۲۶/۴درجه سانتی گراد می باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن نیمه خشک و بر اساس منحنی آمبروترمیک دوران مرطوب سال منطبق بر فاصله ی زمانی اواسط آذر لغایت اواسط فروردین می باشد. به منظور برآورد نیاز آبی فضای سبز، با استفاده از داده های هواشناسی مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل و از آنجا مقدار تبخیر وتعرق گیاهان

فضای سبز با استفاده از نرم افزار crop wat برآورد گردید. عمده ی بارندگی ها در اواخر زمستان و اوایل بهار به وقوع می پیوندد پردیس دانشکده ی کشاورزی در غرب شهر بیرجند و در ۵ کیلومتری این شهر واقع شده است. مساحت این پردیس ۱۵۰ هکتار می باشد (شکل ۱).



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲- تعیین مقادیرآب باران قابل جمع آوری در محل پردیس دانشکده کشاورزی

بر اساس مقادیر بارش ماهیانه در محل پردیس کشاورزی با در نظر گرفتن مساحت انواع بام (ایزوگام) و سطوح آسفالت مقادیر ضریب رواناب متناظر با گام ها را سطوح آسفالت مورد مطالعه (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۲) ۰.۸ در نظر گرفته شده است.

ضریب رواناب × مساحت سطح جمع‌آوری (مترمربع) × (۱۰۰۰/ مقدار بارش ماهانه (میلی‌متر)) = مقدار آب باران قابل جمع‌آوری (متر مکعب)

در این تحقیق مقدار تبخیر و تعرق و باران موثر (با استفاده از روش USDA) در نرم افزار crop wat محاسبه گردید مقادیر بارندگی، باران مؤثر و تبخیر و تعرق در جدول ۱ برای تمام ماه های سال بر حسب میلیمتر آورده شده است. برای محاسبه نیاز آبی فضای سبز به دو گروه درختان و چمن تقسیم بندی شد به گونه ای که مساحت چمن ۴۲۰۰ متر مربع و تعداد کل درختان ۸۶۴۰ اصله درخت برآورد گردید. از آنجا که تنوع در درختان زیاد بوده به گونه ای که ۳۵ گونه درخت در پردیس دانشگاه وجود دارد. برای محاسبه ی نیاز آبی درختان تمام درختان را در ۳ گروه کاج و سرو(۵۵۰۰)، انگور(۳۴۰) و بادام (۲۸۰۰) متناسب با سطح پوشش تاج تقسیم بندی نمودیم و برای محاسبه ی حداکثر نیاز آبی از k_c مرحله ی توسعه ی درختان ذکر شده به ترتیب ۱.۰۵، ۰.۸۵ و ۰.۹۵ در نظر گرفته شد. مقادیر نیاز آبی در جدول ۲ بر حسب متر مکعب در روز به ازای هر ماه آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر باران و تبخیر و تعرق (میلیمتر در ماه)

ماه	بارندگی	بارندگی موثر	تبخیر تعرق
January	32.8	31.1	45.6
February	31.3	29.7	61.77
March	38.1	35.8	95.7
April	28.3	27	144.15
May	8.2	8.1	195.92
June	0.5	0.5	247.69
July	0.1	0.1	272.18
August	0.1	0.1	241.18
September	0.3	0.3	181.35
October	2.4	2.4	118.5
November	7.6	7.5	73.8
December	21.1	20.4	48.9
Total	170.8	163	1726.74

جدول ۲ نیاز آبی فضای سبز (متر مکعب در روز)

month	چمن	کاج و سرو	انگور	بادام	نیاز کل
January	2.030	3.076	0.087	1.141	6.334
February	4.788	6.856	0.279	2.894	14.817
March	8.213	11.633	0.502	5.029	25.377
April	15.872	22.063	1.048	9.930	48.913
May	25.447	35.061	1.738	16.080	78.325
June	33.490	46.054	2.304	21.208	103.056
July	36.862	50.687	2.536	23.346	113.431
August	32.662	44.912	2.247	20.686	100.507
September	24.529	33.731	1.687	15.534	75.481
October	16.265	22.385	1.115	10.290	50.056
November	9.282	12.832	0.626	5.844	28.583
December	3.990	5.673	0.240	2.432	12.335

۳- استحصال آب از سطوح آبگیر

در تحقیق حاضر مساحت سطوح تمام پشت بام ها و سطوح آسفالت که در ارتفاع بالاتری نسبت به مخزن قرار گرفتند توسط نرم افزار google earth برآورد گردید. که با توجه محاسبات انجام شده سطوح پشت بام ها ۱۵۳۰۰ مترمربع و سطوح آسفالت ۱۳۰۰۰ متر مربع برآورد گردید.

برای محاسبه ی قطر لوله ی انتقال آب استحصالی از رابطه ی ۱ استفاده شده است. در این رابطه بزرگترین شدت باران یک ساله ۲.۱۶ میلی متر در ساعت و ضریب رواناب ۰.۸ و سرعت جریان آب ۱ متر در ثانیه در نظر گرفته شد. با استفاده از رابطه ی ۱حداکثر دبی جریان ۷.۳۷ لیتر در ثانیه محاسبه گردید. لوله ی پلی اتیلن فشار ۴ با قطر ۱۱۰ میلی متر به عنوان لوله ی اصلی انتقال آب استحصالی و به طول ۸۰۰ متر در نظر گرفته شد و طول لوله ی پولیکا مورد استفاده در طرح ۲۴۰۰ متر و با قطر ۶۳ میلی متر در نظر گرفته شده است.

$$Q = 2.78\ CIA \qquad (۱)$$

Q = دبی (لیتر در ثانیه)

C = ضریب رواناب

I = شدت بارندگی (میلی متر در ساعت)

A = مساحت سطوح آبگیر (هکتار)

۴- تحلیل مالی هزینه‌ها و عایدی سامانه جمع‌آوری آب باران از بام‌ها در محل پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند

روش‌های تحلیل سودآوری طرح‌های سرمایه‌گذاری شامل ارزش زمانی پول (پویا) و شاخص‌های بدون توجه به زمان و نیز نرخ تنزیل (ایستا) می‌باشد. از جمله روش های پویا می توان به نسبت عایدی به هزینه اشاره نمود(ایرلوزاده و صالح، ۲۰۱۲). در تحلیل اقتصادی تعیین دوره بررسی (دوره ای که پیامدهای طرح مورد بررسی منظور می شوند)، باید به شیوه ای انتخاب شود که از عمر فیزیکی طرح فراتر نرود و منجر به افزایش عدم قطعیت نگردد و سرمایه گذاری منطقی باشد (احمدی، ۲۰۰۷). دوره مورد بررسی یا افق برنامه‌ریزی برای سامانه جمع‌آوری آب باران بر اساس عمر مفید پروژه ۲۰ سال انتخاب شد. مقادیر هزینه‌ها برای هر لیتر بر اساس سال ۱۳۹۳تعیین شد. سپس در افق برنامه‌ریزی جریان پولی هزینه‌ها با احتساب نرخ تنزیل ۷/۲ درصد به دست خواهد آمد (عبدلی، ۲۰۰۹) . همچنین جریان پولی درآمدها در همان افق برنامه‌ریزی محاسبه شد، تا بدین ترتیب محاسبه نسبت عایدی به هزینه مقدور گردد. سال مبنا در تحلیل مالی بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده، سال ۱۳۹۳ منظور شده است. همانطور که اشاره شد. هزینه کل ترانشه گذاری و قیمت لوله ۴۰۶۰۰۰۰۰ تومان برآورد گردیده است. این هزینه به نسبت ثابت سالیانه با توجه به ضریب رابطه ۲ که از جداول استخراج شده است تبدیل گردید. برای لوله ی پولیکا هر شاخه ۶ متری، ۱۲هزار تومان و لوله های انتقال اصلی لوله ی پلی اتیلن فشار ۴ ، هر متر ۴۱ هزار تومان و قیمت حفر و پر کردن ترانشه با استفاده از نیروی انسانی هر متر مکعب ۵ هزار تومان می باشد. عرض ترانشه ۰.۵ متر و عمق آن ۱.۵ متر در نظر گرفته شده است که حجم کل خاکبرداری و خاکریزی در ترانشه حدود ۳۰۷۵۰ متر مکعب برآورد گردیده است. هزینه سالیانه بدست آمده در حجم کل آب جمع آوری شده در کل سال که حدود ۳۸۵۶ متر مکعب می باشد تقسیم شد و هزینه ی هر متر مکعب آب حدود هزار تومان در طول کل دوره ی ۲۰ ساله برآورد شد.

$$A= p\ (A/P,\ 7.2\%,\ 20) \qquad (۲)$$

A = هزینه ثابت سالیانه

P = هزینه اولیه

ج- نتایج و بحث

با توجه به جدول ۲ که نشان دهنده ی برآورد نیاز آبی فضای سبز می باشد بیشترین نیاز آبی در ماه جولای ۱۱۳.۴۳ متر مکعب آب به ازای دورآبیاری یک روز نیاز می باشد. این در حالی است که با توجه به جدول ۳ بیشترین آب جمع آوری شده از

مجموع سطوح آبگیر حدود ۳۰ متر مکعب در روز می باشد و این بدان معنی است می توان تمام آب استحصالی از سطوح آبگیر را در مخزن آبیاری فضای دانشکده ذخیره نموده جدول ۳ نشان دهنده ی آب جمع آوری شده در هر روز از ماه های سال بر حسب متر مکعب می باشد.

جدول ۳ آب جمع آوری شده در هر روز از ماه های سال بر حسب متر مکعب

month	باران جمع شده(پشت بام ها) m3/day	باران جمع شده (آسفالت) m3/day	مجموع باران جمع شده m3/day	حجم ذخیره آب در ماه m3/month
January	13.382	11.371	24.753	742.59
February	12.770	10.851	23.621	708.63
March	16.081	13.663	29.744	892.33
April	11.174	9.494	20.668	599.38
May	3.238	2.751	5.989	185.65
June	0.204	0.173	0.377	11.70
July	0.041	0.035	0.075	2.34
August	0.041	0.035	0.075	2.34
September	0.122	0.104	0.226	7.02
October	0.979	0.832	1.811	54.34
November	3.101	2.635	5.735	172.06
December	8.609	7.315	15.923	477.70

د-نتیجه گیری

با توجه به مشکلات کمبود آب شرین و هدررفت مقادیر قابل توجهی از بارش به صورت هرز آب، جمع‌آوری آب باران از سطح بام ساختمان‌ها را می‌توان یکی از راه‌حل‌های کاهش این مشکل دانست به طوری‌که این سامانه را می‌توان سامانه سازگار در مناطق پرباران (به لحاظ جلوگیری از هدررفت) و نیز در مناطق نیمه خشک و خشک (به لحاظ ذخیره آب) (دستورانی، ۲۰۱۰) و در مجموع به عنوان منبع پایدار آب و کم‌هزینه تلقی نمود. به منظور بررسی فن‌آوری مناسب جمع‌آوری آب باران از سطح بام ساختمان‌ها و امکان‌سنجی آن، تحقیق حاضر در دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند انجام شد که نتایج آن نشان می دهد که استحصال آب سطوح پشت بام و آسفالت که شیب آن به سمت مخزن می باشد تا حدود ۲۰٪ از نیاز کل گیاهان فضای سبز را تأمین نموده و میزان ۳۸۵۶ متر مکعب ذخیره نماید. این مقدار ذخیره شده می تواند کمک شایانی به کم کردن استحصال آب از سفره های آب زیرزمینی نماید. دانش بومی جمع‌آوری آب باران را که نتیجه سال‌ها تجربه و مسأله‌گشایی بر اساس آزمون و خطا به وسیله مردم می‌باشد را بایستی قدر دانسته و مورد توجه کافی قرار داد. لذا توجه به دانش بومی با هدف ارتقاء آنان به عنوان روشی کم‌هزینه و پایدار همواره باید مد نظر متخصصین و برنامه‌ریزان کشور قرار بگیرد. با انجام مطالعات

امکان‌سنجی و تحلیل مالی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و نیز تخصیص منابع و امکانات به صورت منطقی و اصولی بر اساس نیازهای مختلف فراهم خواهد شد. مطالعات توجیه اقتصادی این قبیل طرح‌ها، مبنایی برای صلاحیت بخشیدن به اجرای طرح و تعیین اولویت برای تأمین اعتبار لازم در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌ها است.

ه-فهرست منابع

Abdoli, Gh., 2009. Social discount rate for Iran. Journal of Economic, 3: 135-156. (In Persian).

Ahmadi, H., 2007. Monitoring and evaluation of the most important process in sustainable watershed management". The 4th National Conference on Science and Engineering of Watershed Management, Tehran. 2 p. (In Persian).

Cluff, C.B., 1980. Surface storage for water-harvesting agrisystems. In Rainfall collection for agriculture in arid and semiarid regions, Univ. of Arizona, Tucson.

Dastorani, M.T., 2010. Evaluation of the new and sustainable methods to supply water for green areas development. The 3th National Congress Green Area and Urban Landscapes. P.260-271. (In Persian).

Irilouzadeh, R. and Saleh, I., 2012. Economic evaluation of industrial animal husbandry projects in Tehran Province". Confbank.um.ac.ir/modules/conf.../MP255.pdf (Available online). P. 14 (In Persian).

Kosar, A., 1986. Application of tar in rainfed tree cultivation and runoff effect on success and growth of Acacia, cypress silver and ash. Publication, Research Institute of Forests and Rangelands No. 43-1364 (In farsi).

Laura, R., 2004. Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes". CSIRO Land and Water, Canberra ACT, Technical Report 04/6.

Oweis, T. Hachum, A. and Kijne, J., 1999. Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. SWIM Paper 7. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

Sadoddin, A. Beyrodiyan, N. Karimi, D. Naeimi, A. Bai, M. and Jaghi, N., 2012. Feasibility study of appropriate technology for rooftop rainwater harvesting system for The Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource (Research report). 103 p. (In Persian).

Sepaskhah, A.R. and Kamgar Haghighi, A.A., 1989. Study on runoff harvesting system for dryland grapes. Final.

Tavakoli, A.R., 2002. Optional management of single irrigation on dry land wheat farming. J. Agric. Eng. Res. 2 (7):41-51. (In farsi).