ارزیابی عملکرد اقتصادی سازه‌های کوچک تأمین آب کشاورزی احداث شده در استان زنجان

پرویز عبدی[1]*

چکیده

روشهای بهره‌برداری از منابع آب سطحی چون رودخانه متفاوت است که هر کدام از این روشها دارای ویژگی‌های خاص بوده و در شرایط متفاوت رودخانه و زمانهای برداشت، عملکردهای متفاوتی را از خود نشان می‌دهد که ارزیابی آنها در بهبود استحصال آب نقش مؤثری دارد. برای انجام این تحقیق ابتدا اقدام به جمع‌آوری داده‌های، اطلاعات و گزارشهای موجود گردید. برای ارزیابی وضعیت اجراء و مشاهده مستقیم سازه احداثی و آثار اقتصادی و اجتماعی آن اقدام به تهیه پرسشنامه گردیده و با انجام عملیات صحرایی این فرمها برای روشهای مختلف تأمین آب تکمیل شدند. در نهایت با جمع‌بندی اطلاعات بدست آماده از این فرمها اقدام به انجام تجزیه و تحلیلهای لازم و استخراج نتایج گردید. براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان گفت با فرض عدم محدودیت منابع آب، برداشت آب با احداث بندهای انحرافی ارزانتر از سایر روشها بوده و با توجه به سادگی سازه آن و آشنایی کشاورزان در اولویت قراردارد در حالیکه برداشت آب توسط پمپ در رودخانه‌های اصلی که به علت دبی بالای رودخانه، عمق آبرفت و عرض زیاد رودخانه، احداث بند پر هزینه است، بهترین روش و در برخی مناطق تنها راه ممکن است. همچنین با توجه به محدودیت آورد سر شاخه‌های قزل اوزن و رود شور در فصول آبیاری و با توجه به موقعیت ژئومرفولوژی استان سدهای خاکی کوتاه سازه‌های مناسب و در برخی مناطق تنها راه کنترل آبهای سطحی در سر شاخه‌هاست که با تعداد زیاد و پراکندگی مناسب می‌تواند آب مورد نیاز را در مساحتهای کوچک تأمین نماید. بر اساس مقایسه هزینه واحد آب و هزینه ساخت روشهای مختلف تأمین آب هیچ گونه هم بستگی معنی‌داری با احتمال قابل قبول بین میزان آب تأمین شده و هزینه تأمین آن وجود نداشته و عوامل طبیعی زیادی از قبیل میزان آورد رودخانه، موقعیت محل احداث سازه و موقعیت اراضی کشاورزی در این مورد موثر می باشند.

واژه های کلیدی: سدهای خاکی، بندهای انحرافی، ایستگاههای پمپاژ، آب کشاورزی، ارزیابی اقتصادی، زنجان

مقدمه

استفاده بهینه از آب در کشوری چون ایران که از نظر اقلیمی دارای وضعیت خشک تا نیمه خشک است از اهمیت فراوانی بخصوص در گسترش و توسعه فعالیتهای کشاورزی برخوردار است. دولت ها با توجه به محدودیت منابع مختلفآبی، تأکید زیادی بر اقتصادی بودن عرضه و تقاضای آب دارند. بر این اساس آب کالایی اجتماعی و اقتصادی بوده و بهره برداری از آن مستلزم مدیریت جامع و بهم پیوسته در قلمرو هر حوزه آبریز می‌باشد Kamal Ali, 1998, Kerr, J., Kimberly Chung, 2001, Ministry of Foreign Affairs, 2001, Mwangi, S. M, 2001, World Bank, 2002.

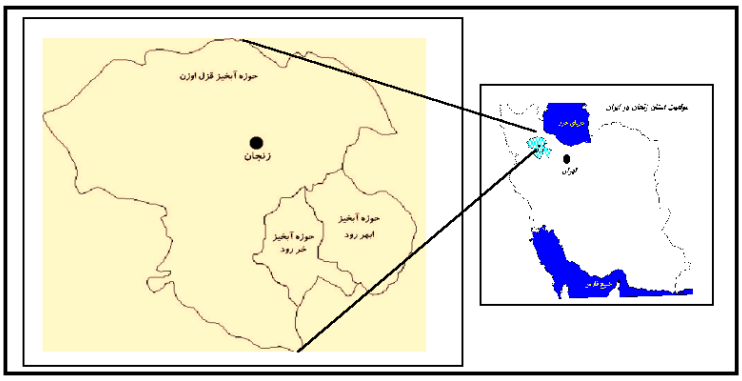
بهره‌برداری بهینه از این منابع آبی برای این منظور جز با توجه کامل به معیارهای اقتصادی و اجتماعی ممکن نیست. توجه به هزینه‌ها و فوائد اجتماعی در تخصیص منابع آب در بهبود عملکرد اقتصادی بخش آب اهمیت دارد. از طرفی دیگر روشهای بهره‌برداری از منابع آب و بخصوص منابع آب سطحی چون رودخانه متفاوت است که هر کدام از این روشها دارای ویژگی‌های خاص بوده و در شرایط متفاوت رودخانه و زمانهای برداشت، عملکردهای متفاوتی را از خود نشان می‌دهد که بررسی و ارزیابی آنها در بهبود استحصال آب نقش مؤثری دارد. بررسی عملکرد این روشها علاوه بر مقایسه اقتصادی و اجتماعی نقاط قوت و ضعف آنها را نمایان ساخته و می‌تواند در انتخاب روش برداشت در شرایط مختلف منطقه و رودخانه مؤثر باشد و حداقل مشکلات را در بهره‌برداری ایجاد نماید (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، 1381).

کمبود آب شیرین و آب مورد نیاز در کشاورزی از مهمترین مسائل بشر در آینده است و کشور ایران بدلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود بزودی با کمبود آب مواجه می‌شود. استان زنجان نیز با دارا بودن اقلیم خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی 360 میلیمتر از این قاعده

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

*- وصول: 83/2/27 و تصویب: 83/10/24

مستثنی نیست (شکل1) (مرکزتحقیقات زنجان،1374). دسترسی به منابع آب از دیدگاه کمی و کیفی لازمه حیات انسان و فعالیتهای مختلف بشری است. تمدنها بطور غالب در سرزمینهای مجاور آبی که قادر به حمایت از کشاورزی، حمل و نقل و آب آشامیدنی بودند، گسترش پیدا نمودند و بطور سنتی و با استفاده از روشهای سنتی از منابع آب خود بهره‌برداری می‌کردند. امروزه از روشهایی که استفاده آب توسط کشاورزان را بهینه می‌کند، استفاده از سدهای خاکی، بندهای انحرافی و ایستگاههای پمپاژ جهت انحراف آب رودخانه به سمت مزارع و کشتزارها است، تا بتوانند مایحتاج خود را تأمین کند. با توجه به اینکه روشهای سنتی نمی‌توانند بهره‌برداری بهینه از آب را بدنبال داشته باشند، لذا روشهای نوین می‌توانند این مشکل را برطرف کرده و میزان بهره‌وری و کارآیی را افزایش دهند. این طرحها در صورتی می‌توانند مفید واقع شوند که اولاً به صورت صحیح و اصولی، مطابق با معیارهای استاندارد و با در نظر گرفتن تمام شرایط اقلیمی و ادافیکی احداث گردند. همچنین یک ارزیابی اقتصادی، اجتماعی و فنی از چگونگی ساخت آنها صورت گیرد تا اینکه روز بروز بر کارایی بهتر و راندمان آنها افزوده گردد. بر این اساس در این مقاله به ارزیابی عملکرد اقتصادی سازه های کوچک تأمین آب کشاورزی احداث شده در استان زنجان پرداخته می‌شود.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تصویر 1 - نمایی از سد خاکی سلمانلو واقع در جنوب شهر زنجان (مدیریت آبخیزداری زنجان،1381).

جدول 1 - مشخصات تعدادی از سدهای خاکی احداثی در سطح استان زنجان برای محاسبه هزینه واحد آب استحصالی از آنها (سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان، 1381).

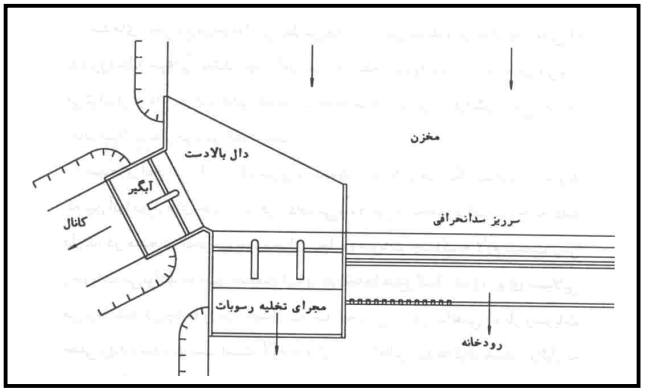
ردیف	محل اجرای سد		سال شروع	سال خاتمه	هزینه (میلیون ریال)	هزینه در سال 1370 (میلیون ریال)	میزان آب تنظیمی (MCM)	سطح زیر کشت (ha)			هزینه واحد آب (ریال)
	شهرستان	روستا						توسعه	بهبود*	جمع	
1	خدابنده	محمود آباد	78	79	2150	556	2/37	180	100	280	234/59
2	ابهر	گوزلدره	78	79	4270	1104	3/8	280	120	400	290/53
3	زنجان	تلخاب	78	79	700	182	1/2	100	50	150	151/67
4	ایجرود	خانقاه	78	79	2138	553	4/8	300	200	500	115/21
5	زنجان	حسن ابدال	78	79	6320	1634	4/8	300	200	500	340/15
6	خدابنده	قانلو	78	79	1663	430	2/1	175	75	250	204/77
7	خرمدره	خلیفه لو	78	79	990	181	1/2	100	50	150	150/83
8	زنجان	ینگیجه	78	79	1000	259	0/9	80	40	120	287/78
9	ابهر	چرگر	73	75	1842	734	2/5	250	150	400	293/6
جمع کل					21073	5633	23/67	1765	985	2750	237/98

* - سطح زیر کشت بهبود یافته (آبی شده) بر اساس بررسیهای میدانی و تهیه نقشه حوزه آبخیز سد و از این طریق مساحی اراضی دیم که بعد از احداث سد بصورت آبی مورد بهره برداری می‌نماید.

جدول 2 – نتایج محاسبه ضریب همبستگی بین آب تنظیمی و هزینه احداث در سدهای خاکی

ثابت	خطای معیار Y برآوردی	R^2	تعداد مشاهدات	درجه آزادی	B	خطای معیار B
-38	310	0/63	9	7	252/4	72/62

معادله رگرسیونی خطی $Y = 252/4x - 38$



شکل 2ـ پلاتی از یک بند انحرافی با تاسیسات جانبی سامانی 1376

روش تحقیق

این مقاله بخشی از نتایج بدست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی تحت عنوان «ارزیابی اقتصادی و اجتماعی عملیات سازه‌ای و بیولوژیک روشهای سنتی و نوین حفاظت از آب و خاک در استان زنجان» می‌باشد (عبدی،1380). برای انجام این تحقیق ابتدا اقدام به جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات و گزارشات موجود از روشهای مختلف تأمین آب در سطح استان گردید. بعد از جمع‌آوری این داده‌ها، جهت استفاده از آنها در تجزیه و تحلیلها، اقدام به پردازش و سازماندهی آنها شد. تا زمان انجام این تحقیق در حدود 36 دستگاه سد خاکی، 80 دستگاه بند انحرافی و 10 دستگاه ایستگاه پمپاژ در سطح استان به اجرا درآمده است. جهت ارزیابی وضعیت اجرا و مشاهده مستقیم سازه احداثی و آثار اقتصادی و اجتماعی

آن اقدام به تهیه پرسشنامه گردیده و با انجام عملیات صحرایی این فرمها برای 30 دستگاه سد خاکی، 33 دستگاه بند انحرافی و 10 دستگاه ایستگاه پمپاژ مورد اشاره تکمیل گردید. بطوریکه در مورد هرکدام از سازه‌ها در هر منطقه حداقل 5 فرم از اهالی و بهره‌برداران تکمیل شده و به ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده اقدام گردید.

منابع آب استان

استان زنجان از نظر تقسیم‌بندی هیدرولوژیکی، در یک مقیاس منطقه‌ای در محدوده حوزه‌های آبخیز دو رودخانه مهم کشور، یعنی قزل اوزن و شور قرار گرفته است. در مجموع از کل حجم جریان خروجی از استان که برابر با 3690 میلیون متر مکعب در سال می‌باشد، میزان 1315 میلیون متر مکعب حجم رواناب تولیدی از سطح استان زنجان می‌باشد. از کل حجم خروجی استان، 2060 میلیون متر مکعب در ماههای سرد سال تخلیه می‌شود که برداشت آب برای کشاورزی صورت نمی‌گیرد که باید به منظور جلوگیری از هدر رفتن آب و استفاده مؤثر از آن در حوزه‌های آبخیز بالادست و ایجاد اشتغال، مورد کنترل و برنامه‌ریزی قرار گیرد. بر اساس بررسیهای صورت گرفته، ضریب بهره‌برداری از آبهای سطحی در استان زنجان در حدود 27 درصد می‌باشد که در مقایسه با ضریب بهره‌برداری از آبهای سطحی کشور بسیار پایین و در حدود 1/88 درصد کشور است. این در حالی است که استان زنجان قریب 3/6 درصد پتانسیل آبهای سطحی کشور را دارا می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، 1381).

سدهای خاکی

بطور کلی سدهای خاکی یکی دیگر از انواع سدها می‌باشند که به منظور حفظ ،جمع‌آوری و کنترل روانابهای سطحی و حفاظت از تخریب روستاها و تأسیسات موجود توسط سیلابهای فصلی و شدید در پایین‌دست حوزه ساخته می‌شوند. این نوع سدها با توجه به مصالح موجود در منطقه می‌توانند به دو شکل سد خاکی با هسته رسی و یا سد خاکی همگن ساخته شوند. برای پروژه‌های کوچک سد خاکی متداولترین نوع سد است. دلیل عمده آن است که مصالح آن را می‌توان غالباً در محوطه مخزن یا محل مناسب دیگر به قیمت ارزان در حوالی پروژه به دست آورد فراهم بودن کارگر و ماشین آلات مورد نیاز، در انتخاب این نوع سد عاملی مؤثر است (ضیایی، 1380). در سطح استان زنجان از سال 1363 تا سال 1381 تعداد 36 دستگاه سد خاکی احداث گردیده‌اند (تصویر1). جدول (1) مشخصات سدهای اجرا شده را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی 33 دستگاه سد خاکی احداثی تا سال 1380 در سطح استان، میزان آب تنظیمی سدهای خاکی احداثی 41/26 میلیون متر مکعب می‌باشد که 18/9 میلیون متر مکعب آن مربوط به 15 سدی است که برداشت آب کشاورزی از آنها انجام می‌شود. حجم آب تنظیمی سدها از 300 هزار متر مکعب تا 2/5 میلیون متر مکعب متغیر بوده و متوسط آب تنظیمی هر سد 1/47 میلیون متر مکعب می‌باشد. میزان اراضی آبی کشاورزی 36 سد که برداشت آب از آنها صورت می‌گیرد در حدود 3230 هکتار بود که حدود 2000 هکتار از نوع اراضی آبی جدید بوده و در 1230 هکتار بهبود آبیاری صورت گرفته است.

تجزیه و تحلیل اقتصادی

1- هزینه‌ها

1-1- هزینه‌های ساخت

عملیات اجرایی سدهای خاکی دارای مراحل مختلفی از جمله خاکبرداری ـ خاکریزی و کمپکت کردن خاک می‌باشد که با عنایت به این موضوع، متوسط هزینه برای هر متر مکعب عملیات خاکی برابر 8190 ریال در سال 79 ـ 80 13 بوده است. برای محاسبه میانگین حجم عملیاتی انجام شده برای یک سد خاکی 27 سد خاکی انتخاب و متوسط حجم عملیاتی خاکی برای آن محاسبه شده، که برابر با 131150 متر مکعب می‌باشد. لذا با لحاظ نمودن میانگین حجم عملیاتی برابر 131150 متر مکعب برای هر دستگاه سد خاکی میزان متوسط هزینه آن برابر 1074118500 ریال خواهد بود (جدول 1).

1-2- هزینه نگهداری

براساس بررسیهای صورت گرفته متوسط هزینه مورد نیاز برای بهره‌برداری و نگهداری سالانه یک سد خاکی در حدود 0/5 تا 1 درصد کل هزینه های احداث سد فرض می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، 1381).

ریال10741185= 0/01 *1074118500 = هزینه نگهداری

1-3- هزینه بهره برداری از اراضی

با توجه به کشت غالب محصول یونجه در اراضی تحت پوشش سدهای خاکی، این محصول بعنوان محصول معرف انتخاب و هزینه‌های مورد نیاز برای آن محاسبه شد. براساس این محاسبات هزینه بهره‌برداری از اراضی تحت کشت این محصول در یک هکتار 160 میلیون ریال برآورد گردیده که در مورد سد خاکی که بطور متوسط 170 هکتار زمین را تحت پوشش دارد برابر با 272 میلیون ریال خواهد بود.

میلیون ریال272=170*1.60 = هزینه‌بهره‌برداری‌از محصول

2ـ درآمدها: درآمد حاصل از اجرای پروژه سد خاکی می‌تواند به بخشهای زیر تقسیم شود:

2ـ1ـ درآمد حاصل از کنترل سیل و رسوب: اگر ارزش ذاتی هر متر مکعب آب ذخیره شده در پشت سد منجیل را 30 ریال در نظر بگیریم ملاحظه می‌کنیم که هر کدام از سدهای خاکی با حفظ مقدار 1079922 متر مکعب رسوب در پشت خود از رسوب خاک شسته شده در پشت سد منجیل جلوگیری می‌نماید. لذا در این سد به میزان این حجم آب بجای خاک، برای کشاورزی و تولید انرژی ذخیره می‌شود و به عبارتی دیگر درحدود 32397660 ریال برای ما درآمد دارد.

2ـ2ـ درآمد حاصل از تغذیه آبخوان:

با عنایت به اینکه سدهای خاکی مقدار قابل ملاحظه‌ای آب را در پشت خود ذخیره می‌نمایند. با توجه به تشکیلات زمین‌شناسی در حدود 50% از آبهای ذخیره شده در زمین نفوذ کرده و باعث افزایش آبهای زیرزمینی می‌شود. اگر ارزش ذاتی هر متر مکعب آب را حدود 30 ریال در نظر بگیریم ملاحظه می‌شود که در حدود 48596490 ریال درآمد ناشی از نفوذ آب و تغذیه آبخوآنها را خواهیم داشت.

2ـ3ـ درآمد حاصل از آبیاری محصولات کشاورزی:

با عنایت به اینکه هر سد خاکی به طور متوسط دارای حجم آبگیری در حدود 1079922 متر مکعب بوده و هر سال می‌تواند سه بار آبگیری و پر شود و یا به عبارتی دیگر در هر سال ما می‌توانیم 3239766 متر مکعب آب در پشت این نوع سد ذخیره نماییم. حال با در نظر گرفتن اینکه مقدار 50% از این حجم آب در داخل زمین نفوذ کرده و باعث افزایش آبهای زیرزمینی می‌شود، مقدار آب قابل استفاده برای محصولات کشاورزی اراضی زیر دست سد در حدود 1619883 مترمکعب خواهد بود (میزان آب تبخیر شده نا چیز در نظر گرفته شده است). با این میزان آب در حدود 170 هکتار از اراضی پایین دست سد را می‌توانیم به کشت یونجه اختصاص داده و اگر هر هکتار حدود 5/1 تن علوفه تولید کند و با احتساب 700 ریال برای هر کیلو علوفه، در سال حدود 606900000 ریال درآمد خواهیم داشت.

2ـ4ـ درآمد حاصل از اشتغال ایجاد شده در نتیجه احداث سدها: بعد از اتمام عملیات ساخت و ذخیره کردن مقدار زیادی آب در پشت سدها به دلیل نیاز روستاییان به آب می‌توانند از آب ذخیره شده در پشت سد برای کاشت انواع محصولات زراعی و هم چنین پرورش ماهی استفاده کرد و با برداشت و فروش محصول باعث افزایش درآمد و رونق اقتصادی منطقه شده و در نتیجه از کوچ روستاییان به شهرها جلوگیری می‌شود. تعداد افرادی که در هر سد خاکی مشغول به کار شده و امرار معاش می‌نمایند در حدود 40 نفر برآورد گردیده است.

2ـ5ـ در آمد حاصل از کاهش شدت فشار دام بر مرتع

با استفاده از آب ذخیره شده در پشت سدهای خاکی در حدود 870 تن علوفه می‌تواند تولید شود[2]. با عنایت به اینکه هر واحد دامی در طول یک روز 1/5 کیلوگرم علوفه مصرف می‌کند و اگر طول فصل چرا را 4 ماه (120روز) در نظر بگیریم، بنابراین هر واحد دامی در طول فصل چرا به 180 کیلوگرم علوفه نیاز دارد. لذا با میزان علوفه تولیدی می‌توانیم در حدود 4830 واحد دامی را تغذیه نماییم. با توجه به اینکه مراتع در استان اکثراً مراتع ضعیف تا متوسط بوده و به طور متوسط در حدود 500 کیلوگرم در هکتار تولید علوفه می‌کنند. با توجه به اینکه اکثر گیاهان موجود در مرتع جهت تولید مثل و ازدیاد نیاز به قرق دارند می‌توان با میزان علوفه تولیدی در حدود 1740 هکتار از مراتع واقع در حوزه آبخیز را هر سال قرق نموده و باعث استقرار گیاهان و ازدیاد پوشش گیاهی در حوزه آبخیز شد.

2ـ6ـ پرورش آبزیان: هر سد خاکی ظرفیت 50000 قطعه بچه ماهی را داشته که هر کدام از ماهیها در طول سال وزنی در حدود یک کیلوگرم پیدا خواهند کرد. در صورتی که 30% را افت تولید در نظر بگیریم در طول یک سال در حدود 35 تن تولید گوشت خواهیم داشت. با فرض اینکه هر کیلو گوشت ماهی در حدود 8500 ریال باشد، درآمد حاصله در حدود 279/5 میلیون ریال خواهد بود.

درآمد حاصل از تولید گوشت ماهی

ریال 297500000 = 8500 * 35000

پس بطورکلی با جمع بندی مطالب ارائه شده کل در آمد ملموس برآوردی در این تحقیق برای یک سد خاکی در حدود 1000 میلیون ریال در سال خواهد بود

نسبت سود به هزینه

با توجه به محاسبات انجام شده برای هزینه مورد نیاز جهت احداث و درآمد حاصل از یک سد خاکی با فرض عمر مفید حداقل 25 ساله، نسبت سود به هزینه را بشکل زیر می‌توان محاسبه نمود. جهت یکسان و فعلی سازی هزینه ها و سود حاصله در سالهای آتی با توجه به عمر مفید سازه از فرمول زیر و متوسط نرخ تورم کشوری (براساس اطلاعات بانک مرکز و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشوری) استفاده شده است. بر این اساس متوسط نرخ تورم از سال 1369 تا 1382 برابر با 21/8 درصد

[2]- با توجه به وجود اراضی مناسب در پائین دست با تأمین آب مورد نیاز، این اراضی به زیر کشت یونجه آبی رفته و باعث افزایش میزان تولید علوفه به مقدار 870 تن می گردد.

محاسبه شده که این رقم برای فعلی سازی مد نظر قرار گرفته است.

$B= A(1+i)^n$

در این فرمول B هزینه یا سود آتی و A هزینه یا سود فعلی و n تعداد سال و i سود سال مورد نظر می باشد.

ریال 1074118500 = هزینه متوسط احداث یک سد خاکی

ریال 10741185 = هزینه نگهداری

میلیون ریال 272=170*1/6 = هزینه‌بهره‌برداری از محصول

میلیون 282/74=10/74+ 272= هزینه های جاری

میلیون‌ریال 1356/74=282/74+ 1074= هزینه‌کل‌درسال‌اول

ریال میلیون 1000 = درآمد حاصل از یک سد خاکی

میلیون ریال 620/6=379/4-1000 = سود حاصله

میلیارد ریال 482/95= سود حاصل از یک سد خاکی فعلی سازی شده در طول 25 سال عمر مفید

میلیارد ریال 220/82=کل هزینه های احداث و جاری سد خاکی در طول 25 سال عمر مفید فعلی سازی شده

2/2 = نسبت سود به هزینه

هزینه واحد آب تنظیم شده (در سال پایه 1370)[1]

به منظور محاسبه هزینه واحد آب تنظیمی 9 سد خاکی که صرفاً برای تأمین آب کشاورزی احداث گردیده و برآورد هزینه آنها نیز بر اساس فهرست بهای سال 1370 و تعدیل‌های مربوطه صورت گرفته، جهت تعیین متوسط هزینه واحد آب انتخاب شده‌اند. ضمناً سود حاصل از زراعت برای هر واحد آب که در توجیه اقتصادی طرح مؤثر می‌باشد، درکلیه طرحهای تأمین آب یکسان فرض شده است. با بررسیهای انجام شده، متوسط هزینه واحد (متر مکعب) آب تنظیمی در 9 سد مورد عمل 228 ریال می‌باشد. این هزینه‌ها در سدهای مذکور حداقل 115 ریال برای سد خانقاه و حد اکثر 340 ریال در سد حسن ابدال (در سال 1370) می‌باشد (جدول1). این تفاوت هزینه خود بیانگر عدم همبستگی معنی‌دار آب تنظیمی با هزینه سد می‌باشد (جدول 2). بطوریکه در دو سد محمود آباد و خانقاه با هزینه یکسان در پایه، میزان آب تنظیمی به ترتیب 2/37 میلیون متر مکعب و 4/8 میلیون متر مکعب می‌باشد. به بیانی دیگر در دو سد خاکی خانقاه و حسن ابدال با آب تنظیمی یکسان هزینه متفاوتی دارند، به طوریکه هزینه سد حسن ابدال تقریباً سه برابر خانقاه می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، 1381).

بندهای انحرافی یا سدهای انحرافی

این نوع بندها یا سدها برای انحراف مسیر آب و بالا آوردن سطح آن و سوار کردن بر منطقه مورد نظر معمولاً بعد از سدهای ذخیره‌ای یا بر حسب نیاز مستقلاً در قسمتهای مناسبی از مسیر رودخانه احداث می‌شوند. بطور کلی با احداث بند انحرافی تراز پشت آن بالا آمده و می‌توان آب را از یک طرف و یا طرفین رودخانه توسط آبگیرها به کانالهای انتقال آب هدایت نمود (شکل 3). احداث بند انحرافی در محل مناسب و نداشتن مشکلات فوق‌الذکر با هزینه کمتری صورت گرفته و با توجه به سهولت نسبی اجرای آن نسبت به روشهای دیگر تأمین آب و پایین بودن هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری و آشنایی بهره‌برداران از قدیم الایام، می‌توان گفت یکی از بهترین و مطمئن‌ترین روش آبگیری از رودخانه است. اما استفاده از این روش برای آبگیری محدود و کم از رودخانه‌های بزرگ منطقی به نظر نمی‌رسد. از سال 1378 به تعداد 80 دستگاه بند انحرافی در سطح استان زنجان احداث و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. تمامی بندها از نوع ثابت بوده و بصورت بتنی اجرا شده‌اند (تصویر2). جدول (2). مجموع اراضی آبی 80 بند احداثی 25930 هکتار است که از این تعداد 10810 هکتار معادل 41/7 درصد اراضی آبی جدید بوده و در 15120 هکتار (58/3) درصد بهبود آبیاری انجام گرفته است. متوسط سطح زیر کشت آبی هر بند نیز بر همین اساس در حدود 159/39 هکتار توسعه و 163/64 هکتار بهبود آبیاری صورت گرفته است.

ارزیابی اقتصادی بندهای انحرافی

مطابق بحثی که در مورد ارزیابی سدهای خاکی گذشت در مورد بندهای انحرافی نیز جهت ارزیابی باید درآمدها و هزینه‌ها محاسبه شده و از طریق محاسبه نسبت سود به هزینه با توجه به طول عمر مفید سازه و با در نظر گرفتن منافع جانبی سنجیده شود. جهت ارزیابی اقتصادی بندهای انحرافی به صورت زیر اقدام به محاسبه هزینه‌ها، درآمدهای حاصله و نسبت سود به هزینه سازه در مناطق مورد بررسی شده است.

1ـ هزینه‌ها

1.1ـ هزینه‌های ساخت: کلیه هزینه‌های مربوط به انجام مطالعات، تهیه گزارشات و نقشه‌های مورد نیاز اجرای طرح را شامل می‌شود. با توجه به متفاوت بودن سال احداث بندهای انحرافی جهت یکسان سازی و کسب نتیجه بهتر تعداد 33 بند انحرافی که ارقام مربوط به هزینه‌های آنها قابل دسترسی بودند، بر اساس سال پایه

[1] - روشهای محاسبه هزینه واحد آب (مانند روشهای قیمت‌گذاری حجمی، ستاده‌ای، نهاده‌ای، چند نرخی، قیمت تمام شده و ....)متفاوت می‌باشد. اما با توجه به متفاوت بودن محصولات کاشته شده در سطح پراکنش سازه های تأمین آب احداثی در سطح استان و در نتیجه داشتن درآمد و سود متفاوت، جهت انجام مقایسه مناسب بین این سازه‌ها، از روش قیمت تمام شده استفاده گردیده است (برای اطلاعات بیشتر به منابع شماره 7 و 12 تا 14 و 16 مراجعه شود).

1370 محاسبه گردید. برای احداث یک بند بطور متوسط در حدود 160/5 میلیون ریال هزینه مورد نیاز است (جدول 4).

1ـ2ـ هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری: بر اساس تجربیات حاصله، هزینه بهره‌برداری و نگهداری با احتساب عمر مفید 25 سال برای بندهای انحرافی حداکثر 0/25 درصد کل هزینه‌های ساخت در هر سال محاسبه می‌شود.

هزینه بهره‌برداری و نگهداری

میلیون ریال 0/4 = 0/0025* 160/5

2ـ درآمدها

1ـ2ـ درآمد حاصل از بهبود آبیاری: متوسط اراضی دیم تبدیل به آبی شده در اثر احداث یک بند انحرافی در 163/64 هکتار است. با توجه به اینکه محصول معرف را یونجه فرض کردیم در اثر تبدیل اراضی دیم به آبی به ازای هر هکتار 3/6 تن محصول افزایش می‌یابد. اگر هر کیلو یونجه را به طور متوسط 700 ریال قیمت گذاری نمائیم:

تن افزایش محصول 589/1 = 3/6 * 163/64

درآمد حاصل ریال 41237000 = 700000 * 589/1

2ـ2ـ درآمد حاصل از توسعه و ایجاد اراضی آبی جدید: متوسط اراضی جدید ایجاد شده برای هر بند انحرافی 159/39 هکتار است. پس درآمد حاصله بر اساس هر هکتار 5/1 تن یونجه برابر خواهد بود با:

تن یونجه 812/89 = 5/1 * 159/39

درآمد یونجه ریال 569023000 = 700000 * 812/89

کل درآمد حاصله از یک بند انحرافی برابر میلیون ریال 981/37 = 569+ 412/37 خواهد بود.

3ـ2ـ میزان اشتغال ایجاد شده: با توجه به محاسبات انجام شده درآمد حاصله از 4/1 هکتار یونجه آبی می‌تواند مخارج زندگی معمول یک خانواده روستایی را تأمین نماید، بر این اساس تعداد نفر اشتغال ایجاد شده در اثر احداث یک بند انحرافی در منطقه را می‌توان به شکل زیر محاسبه نمود.

مقدار محصول لازم برای ایجاد یک فرصت شغلی جدید تن 21 =5/1*4/1 کل محصول متوسط تولید شده از احداث یک بند انحرافی در یک منطقه تن

1589 + 812/89= 1402

فرصت شغلی ایجاد شده نفر 67= 21 : 1402

پس به طور کلی با احداث یک بند انحرافی در حدود 67 نفر فرصت شغلی جدید از طریق توسعه و بهبود اراضی دیم به آبی ایجاد می‌شود که اگر بر اساس محاسبات اقتصادی صورت گرفته که هزینه ایجاد هر فرصت شغلی را حدود 35 میلیون ریال در نظر گرفته، بخواهیم اعتبار ایجاد شده از این طریق را محاسبه نماییم، در حدود 2345 میلیون سرمایه‌گذاری صورت‌گرفته است. با جمع‌بندی فرصتهای شغلی به وجود آمده در اثر ایجاد و بهبود آبیاری اراضی کشاورزی به وسیله احداث این بندها می‌توان گفت در حدود 8040 فرصت شغلی جدید در مناطق مورد بحث ایجاد شده است.

محاسبه نسبت سود به هزینه

براساس محاسبات صورت گرفته برای کاشت، داشت و برداشت محصول از یک هکتار یونجه کاری در حدود 1600000 ریال هزینه لازم است و اگر بر اساس محاسبات انجام شده، از هر هکتار زیر کشت یونجه آبی 5/1 تن محصول برداشت شود و هر کیلو یونجه 700 ریال ارزش داشته باشد پس در آمد یک هکتار یونجه کاری 5/1 میلیون ریال خواهد بود.

هزینه 1/65 میلیون ریال درآمد 3/57 میلیون ریال

سود حاصله = 3/57 - 1/65 = 1/92 میلیون ریال

متوسط هزینه ساخت بندانحرافی = 160/5 میلیون ریال

هزینه نگهداری 0/4 = 0/25% * 160/5 میلیون ریال

پس با توجه به اینکه بطور متوسط عمر مفید هر بند انحرافی 25 سال در نظر گرفته می‌شود و هر بند مورد بررسی در این تحقیق در مجموع باعث بهبود آبیاری و ایجاد اراضی آبی حدود 323 هکتار از اراضی محل احداث می‌شود پس سالانه سودی برابر:

323 × 1/92 = 620/16 میلیون ریال

هزینه سال اول =160/5+ 533/35=693/51 میلیون ریال

هزینه های جاری میلیون ریال 533/35 = 0/4+(1/65 × 323)

مجموع هزینه های احداث و جاری در طول 25 سال و بصورت فعلی شده =415212.92 میلیون ریال

مجموع سود در طول 25 سال و بصورت فعلی شده =482608.26 میلیون ریال

نسبت سود به هزینه =1/2

پس بر این اساس نسبت سود به هزینه (B/C) برابر 1/2 خواهد بود.

هزینه واحد آب تنظیمی

برای محاسبه هزینه واحد آب در بندهای انحرافی احداثی، بندهایی که بر اساس فهرست بهای 1370 احداث شده‌اند مدنظر قرار گرفته و هزینه‌های آن بر اساس ضرایب شاخصهای تعدیل به قیمت سال پایه (1370) محاسبه شده است (جدول 3). بر اساس جدول (5) متوسط هزینه هر مترمکعب آب در بندهای بررسی شده 21/5 ریال است که این رقم از حداقل 8/8 تا 52/8 ریال متغیر است. بررسی رابطه همبستگی بین هزینه‌ها و میزان آب تنظیمی در بندهای مورد بررسی، همبستگی معنی‌داری با احتمال قابل قبول نشان نمی‌دهد (جدول 4)، چرا که

هزینه واحد آب در بندها به موقعیت بند و میزان آب رودخانه بستگی دارد.

ایستگاههای پمپاژ

یکی از روشهای بهره‌برداری از آبهای سطحی به ویژه از رودخانه‌های بزرگ استفاده از موتور پمپ می‌باشد که برای پمپاژ و انتقال آب رودخانه به اراضی که با سطح آب رودخانه اختلاف ارتفاع دارند بکار برده می‌شود. اهمیت این روش در این است که با نصب موتورهای با قدرت متفاوت در نقاط مختلف می‌توان هم برای سطحهای کوچک و هم برای سطحهای وسیع به صورت اقتصادی آب تأمین کرد. مجموع ایستگاههای پمپاژ احداث شده در استان از منابع دولتی 10 دستگاه می‌باشد که کلاً توسط سازمان آب استان احداث شده است. آب تنظیمی ایستگاههای پمپاژ 30/8 میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است که میزان اراضی آبخور ایستگاههای احداث شده 3147 هکتار می‌باشد(جدول 6).

ارزیابی اقتصادی ایستگاههای پمپاژ

برای ارزیابی اقتصادی ایستگاههای پمپاژ نیز باید هزینه‌های صرف شده برای ساخت این ایستگاهها و در آمدهای حاصل از آن محاسبه گردد. هزینه ساخت ایستگاههای پمپاژ شامل هزینه مطالعه و طراحی، هزینه تأمین انشعاب برق و خط انتقال برق، هزینه خرید لوله، موتور پمپ‌ها، اتصالات، تجهیزات مورد نیاز، هزینه ساخت آبگیر، احداث و نصب خط انتقال، استخر ذخیره آب و کانالهای اصلی و فرعی می‌باشد. هزینه بهره‌برداری و نگهداری بین 2 تا 2/5 درصد کل هزینه‌های ساخت در نظر گرفته می‌شود و نسبت سود به هزینه نیز با استفاده از درآمد و هزینه‌های محاسبه شده بدست می‌آید.بر اساس محاسبات صورت گرفته در جدول (7) متوسط هزینه ساخت یک دستگاه پمپاژ در حدود 3311/8 میلیون ریال است. متوسط اراضی تحت پوشش هر ایستگاه 315 هکتار و متوسط میزان آب تنظیمی هر ایستگاه 3 میلیون متر مکعب می‌باشد.

نسبت سود به هزینه

با در نظر گرفتن هزینه ساخت 3311/8 میلیون ریال و متوسط اراضی 315 هکتار زیر کشت با هزینه متوسط 1/65 میلیون و سود 1/92 میلیون ریال در منطقه ماهنشان و هزینه چهار میلیون ریال و سود 9/86 میلیون ریال در منطقه طارم نسبت سود به هزینه را در این دو منطقه محاسبه با عمر مفید 25 ساله و با انجام فعلی سازی هزینه ها و سودها محاسبه می‌شود که نسبت سود به هزینه در منطقه ماهنشان 1/2 و در طارم 2/5 خواهد بود.

میلیون ریال 3311/8=هزینه ساخت

میلیون ریال520=1/65* 315 = هزینه ها

میلیون ریال605=1/92* 315=درآمد در منطقه ماهنشان

میلیون ریال407975/591= مجموعه هزینه ها در 25 سال

میلیون ریال47081/75 =مجموع سود در 25 سال 1/2= نسبت سود به هزینه

میلیون ریال1260=4* 315 = هزینه برداشت محصول در منطقه طارم

میلیون ریال 3106= 9/86* 315 = درآمد در منطقه طارم

متوسط سود به هزینه :1/85 2/5= نسبت سود به هزینه

با مقایسه این ارقام مشخص می شود که با توجه به حاصلخیز بودن و بخصوص شرایط اقلیمی مناسب در منطقه طارم در آمد و سود حاصله از احداث ایستگاههای پمپاژ به مراتب بیشتر از منطقه ماهنشان است، لذا از نظر اقتصادی اولویت گسترش اینگونه ایستگاهها در منطقه طارم بیشتر و دارای توجیه و صرفه اقتصادی بیشتری است، اما از نظر محرومیت و امکانات موجود برای اشتغالزایی و فراهم کردن شرایط لازم برای انجام کشاورزی در منطقه ماهنشان و با توجه به شرایط اقلیمی نامناسب نسبت به منطقه طارم و بارش سالانه کمتر نیاز منطقه ماهنشان به وجود این گونه ایستگاهها بیشتر احساس می‌شود. چرا که منطقه طارم خود به دلیل شرایط اقلیمی از نظر وجود پتانسیل‌های کشاورزی دارای استعدادها و توانمندیهای مناسبی است.

از دیدگاه ایجاد اشتغال نیز با توجه به محاسبات صورت گرفته احداث این 10 ایستگاه در مناطق مورد اشاره بطور کلی 2121 فرصت شغلی بوجود آورده که بخصوص در مورد ماهنشان قابل توجه و تامل است. حال اگر باز بر اساس سرمایه مورد نیاز برای اشتغال هر نفر 35 میلیون ریال فرض شود.ایجاد این ایستگاهها باعث انجام سرمایه‌گذاری در حد 74235 میلیون ریال شده است و با توجه به متوسط هزینه لازم برای احداث این ایستگاهها در سال 5186/21 میلیون در سال پایه 1380 است. کل سرمایه صرف شده برای احداث این 10 ایستگاه در سال پایه، برابر 25931/03 ریال می‌شود که تقریباً یک سوم سرمایه‌گذاری فرض ایجاد شده از طریق ایجاد فرصت‌های شغلی در منطقه است.

از نظر درآمد نیز با توجه به هزینه 2 تا 2/5 درصد کل هزینه احداث برای نگهداری و بهره‌برداری و همچنین در نظر گرفتن تورم اقتصادی جامعه مرتفع خواهد شد. حال با توجه به عمر مفید 25 سال برای این گونه پروژه‌ها با فرض فراهم شدن سایر شرایط مربوط به تاثیر عوامل طبیعی و انسانی در منطقه در طول 20 سال بقیه عمر مفید این سازه‌ها، با سوددهی کامل خواهد بود.

محاسبه هزینه واحد آب تنظیمی

برای محاسبه هزینه واحد آب در ایستگاهای پمپاژ، 5 ایستگاه که دارای اطلاعات آنها قابل دسترسی بود، بشرح جدول (7) انتخاب گردیدند. بعد از انجام تعدیل ضرایب و محاسبه هزینه‌ها بر اساس فهرست بهای سال پایه 1370 هزینه واحد آب در هر کدام از آنها محاسبه گردید (جدول7). بر اساس این محاسبات متوسط هزینه واحد آب در 5 ایستگاه حدود 360 ریال برای هر مترمکعب آب است که حداقل 38 ریال و حداکثر آن 628 ریال می‌باشد. بررسی رابطه همبستگی بین هزینه‌ها و میزان آب تنظیمی، در مورد ایستگاههای پمپاژ نیز همبستگی معنی‌داری با احتمال قابل قبول (80 درصد) نشان نمی‌دهد (جدول8).

بحث و بررسی

در تصمیم گیریهای مدیریتی و برنامه‌ریزی‌ها همواره این سؤال مطرح است که کدام یک از روشهای تأمین آب در صورت امکان اجرا بر دیگری اولویت دارد. برای پاسخ به این سؤال اساسی بایستی نسبت سود به هزینه را برای هر یک از انواع مختلف طرحهای کوچک تأمین آب و به طور خاص در هر پروژه محاسبه شده و بامقادیر مشابه طرحهای دیگر مقایسه شود. البته لازم به توضیح است طرحهای کوچک تأمین آب علاوه بر تأمین آب کشاورزی یا شرب منافع جانبی نیز دارد که در برخی از آنها درآمدهای ناشی از آن قابل محاسبه بوده ولی برخی دیگر بیشتر کیفی بوده که در آمد حاصل از آنها در تعیین هزینه و سود قابل محاسبه نبوده و یا اینکه محاسبه آن با توجه به اثرات فرابخشی به سختی صورت می‌گیرد.

تحلیل وارزیابی نتایج

مقایسه هزینه به سود

براساس محاسبات صورت گرفته برای نسبت سود به هزینه در هریک از روشهای تأمین آب مورد بررسی در این تحقیق در جدول (9) ارائه شده، مشاهده می‌شود که سدهای خاکی دارای نسبت بالایی بوده و از بازدهی اقتصادی بیشتری برخوردار است. بر این اساس دارای در آمد مالی بالاتری می‌باشد. پس از جنبه اقتصادی در اولویت اول قرار می‌گیرد و بعد از آن ایستگاههای پمپاژ در مرتبه دوم خواهد بود.

مقایسه هزینه واحد آب تنظیم شده در هر یک از روشهای برداشت بر اساس عملکرد وضع موجود

ارزیابی نتایج حاصل از بررسی هزینه واحد آب تنظیمی در سدهای خاکی، بندهای انحرافی و ایستگاههای پمپاژ بیانگر آن است که بندهای انحرافی ارزانترین روش تأمین آب بوده و ایستگاههای پمپاژ و سدهای خاکی به ترتیب در مراحل بعدی قرار دارند (جدول 10). البته این مقایسه فقط برای هزینه احداث تأسیسات آبی به سال پایه 70 می‌باشد و عمر مفید سازه، هزینه بهره‌برداری و نگهداری در آن دخالت داده نشده است. چنانچه عمر مفید بندهای انحرافی و ایستگاههای پمپاژ را 25 سال و سدهای خاکی را 50 سال در نظر بگیریم، میانگین هزینه واحد آب برای سدهای خاکی تا حدود نصف تقلیل می‌یابد. اگر در جدول یاد شده اطلاعات مربوط به حداقل هزینه و حداکثر هزینه روشهای مختلف تأمین آب را مورد بررسی قرار دهیم مشاهده می‌گردد که در سدهای خاکی حد اکثر هزینه واحد آب حدود سه برابرحداقل هزینه بوده و این اختلاف هزینه برای بندهای انحرافی 6 برابر و در ایستگاههای پمپاژ تا 16 برابر بالغ می‌گردد (جدول 11). همچنین بررسی جدول فوق نشان می‌دهد حداکثر هزینه واحد آب در بندهای انحرافی به مراتب کمتر از میانگین هزینه واحد آب در سایر روشها بوده است. در جمعبندی موارد فوق بر اساس جدول (12) می‌توان نتیجه گرفت که هیچ گونه هم بستگی معنی‌داری با احتمال قابل قبول (حداقل 80 درصد) بین میزان آب تأمین شده و هزینه تأمین آن وجود نداشته و عوامل طبیعی زیادی از قبیل میزان آورد رودخانه، موقعیت محل احداث سازه و موقعیت اراضی کشاورزی موجب می‌گردند که میزان هزینه واحد آب در بندهای انحرافی تا 6 برابر، ایستگاههای پمپاژ 16 برابر و سدهای خاکی تا 3 برابر افزایش یابد. به عبارتی مقایسه اقتصادی روشهای مختلف تأمین آب حتی در یک روش خاص مثل بندهای انحرافی یا سد خاکی و ایستگاه پمپاژ زمانی امکان‌پذیر است که محل احداث سازه، موقعیت رودخانه در آن نقطه از نظر آورد رودخانه، عرض رودخانه و عمق آبرفت رودخانه، توپوگرافی منطقه و اراضی کشاورزی مورد نظر مشخص شده و بطور موردی بررسی شود.

شکل3- پلانی از یک بند انحرافی با تاسیسات جانبی سامانی،1376

جدول4 - هزینه واحد آب در بندهای انحرافی احداثی در سطح استان زنجان براساس سال پایه 1370

ردیف	نام بند	سال احداث	شهرستان	میزان آب تنظیمی[1]	هزینه[2]	هزینه[2] در سال 1370	هزینه[2] واحد آب	سطح زیر کشت[3]			دستگاه اجرایی
								توسعه	بهبود	جمع	
1	ارکین	71-75	ابهر	1/5	92/6	49	32/67	35	300	335	اداره کل امور اب قزوین
2	کینه ورس	73-75	ابهر	1/7	61/7	26/1	15/35	50	200	250	اداره کل امور اب قزوین
3	رازمجین	73-75	ابهر	1/8	50	22/6	12/56	30	200	230	اداره کل امور اب قزوین
4	قروه	72-73	ابهر	4	213	108/4	27/1	150	250	400	سازمان کشاورزی استان زنجان
5	شکور اباد	74-74	ابهر	2/5	80	23/1	13/24	100	250	350	سازمان کشاورزی استان زنجان
6	حلوائی	73-75	ابهر	8	290	123/3	15/41	200	600	800	سازمان کشاورزی استان زنجان
7	ویر	76-77	ابهر	5	155	46/9	9/38	100	400	500	سازمان کشاورزی استان زنجان
8	ایچ	76-77	ایجرود	3	150	43/2	14/4	300	0	300	سازمان اب استان زنجان
9	خاتون کندی	76-77	ایجرود	1/5	130	27/4	18/27	150	0	150	سازمان اب استان زنجان
10	زیگیر	76-77	خرمدره	3	270	81/8	27/27	100	400	500	سازمان کشاورزی استان زنجان
11	خوش	75-76	خدابنده	2	130	42/9	21/45	200	0	200	سازمان اب استان زنجان
12	ملک چمنی	70	خدابنده	1/5	103	79/2	52/8	100	0	100	سازمان اب استان زنجان
13	سجاس	74	خدابنده	3	290	46/8	15/6	200	0	200	سازمان اب استان زنجان
14	شرور	73	خدابنده	2/4	80	37/6	15/67	200	0	200	سازمان اب استان زنجان
15	قشقجه	74	خدابنده	3/11	290	119/8	38/52	200	0	200	سازمان اب استان زنجان
16	عین جیک	72	خدابنده	1/5	38	20/1	13/4	100	0	100	سازمان اب استان زنجان
17	بزین	76	خدابنده	2/5	210	64/4	25/76	250	0	250	سازمان اب استان زنجان
18	کوچ تپه	75-76	خدابنده	2	300	99/8	49/9	50	200	250	سازمان کشاورزی استان زنجان
19	آقبلاغ	75	خدابنده	2	250	87/4	43/7	50	200	250	سازمان کشاورزی استان زنجان
20	بیجیقین	68	خدابنده	6				100	500	600	سازمان کشاورزی استان زنجان
21	گل مکان	76-78	خدابنده	3/5	210	61/5	24/6	100	300	400	سازمان کشاورزی استان زنجان
22	آهار مشکین	70-73	خدابنده	4	125	65/2	23/71	250	250	500	سازمان کشاورزی استان زنجان
23	محمود آباد	72-73	خدابنده	3	175	88/7	29/57	150	150	300	سازمان کشاورزی استان زنجان
24	مغانلو	70-71	ماهنشان	1/5	57/6	43	28/67	190	0	190	سازمان اب استان زنجان

25	قره آغاج	72-74	زنجان	1/5	109	52/7	35/13	150	100	250	سازمان کشاورزی استان زنجان
26	نیک پی	73-74	زنجان	5	130	59/9	11/98	200	300	500	سازمان کشاورزی استان زنجان
27	ده بهار	76	طارم	2/5	210	64/4	25/76	250	0	250	سازمان اب استان زنجان
28	زهتر آباد	72	طارم	2/4	69	36/5	15/21	250	0	250	سازمان اب استان زنجان
29	کلوچ	75-76	طارم	4	450	148	37	200	0	200	سازمان اب استان زنجان
30	گیلوان	76-77	طارم	3/5	219	61/7	17/63	100	350	450	سازمان کشاورزی استان زنجان
31	مامالان	72-73	طارم	5	125	64/4	12/88	150	350	500	سازمان کشاورزی استان زنجان
32	انارستان	74	طارم	1/5	100	41/3	27/53	80	100	180	سازمان کشاورزی استان زنجان
33	درام	74	طارم	6	250	103/3	17/22	600	400	1000	سازمان کشاورزی استان زنجان
جمع		-	-	97/61	5296/1	2085/6	21/47	5260	5400	10660	

1- واحد میلیون مترمکعب 2- واحد میلیون ریال 3- واحد هکتار

جدول 5 – نتایج محاسبه ضریب همبستگی بین آب تنظیمی و هزینه احداث در بندهای انحرافی احداثی

ثابت	خطای معیار Y برآوردی	R^2	تعداد مشاهدات	درجه آزادی	B	خطای معیار B
-31	28	0/26	33	31	11	3/3

معادله رگرسیونی خطی $Y = 11x - 31$

جدول 6 – مشخصات ایستگاههای پمپاژ موجود استان (سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان، 1381).

ردیف	نام ایستگاه	شهرستان	سال شروع	سال خاتمه	هزینه	میزان آب تنظیمی	سطح زیر کشت آبی			دستگاه اجرایی
							توسعه	بهبود	جمع	
1	برون قشلاق	ماهنشان	72	75	7500	5/3	700	50	750	سازمان آب استان زنجان
2	حاجی‌قشلاق	ماهنشان	72	75	8000	7/1	700	120	820	//
3	هارون آباد	طارم	69	74	358	5/6	500	0	500	//
4	دستجرده	طارم	69	73	394	2	100	0	100	//
5	کوهکن	طارم	70	74	55	1/2	120	0	120	//
6	ارشت	طارم				1/5	150	0	150	//
7	ونیسر	طارم	74	76		5	337	0	337	//
8	تسکین	طارم				1/2	120	0	120	//
9	کردلو	ماهنشان				1/2	150	0	150	//
10	ماهنشان	ماهنشان	73	75	307	0/7	100	0	100	//
جمع					16614	30/8	2977	170	3147	

جدول 7 - هزینه‌های کل احداثی و هزینه واحد آب در سال 1380 در تعدادی از ایستگاههای پمپاژ

ردیف	نام ایستگاه	شهرستان	سال شروع	سال خاتمه	هزینه (میلیون ریال)	میزان آب تنظیمی (میلیون متر مکعب)	سطح زیر کشت			×× هزینه در سال 1370	× هزینه واحد ریال آب	در آمد سالانه میلیون ریال
							توسعه	بهبود	جمع			
1	برون قشلاق	ماهنشان	72	75	7500	5/3	700	50	750	3329	628/11	3375
2	حاجی قشلاق	ماهنشان	72	75	8000	7/1	700	120	820	3534	497/75	3690
3	هارون آباد	طارم	69	74	358	5/6	500	214	714	214	38/21	5779/62
4	دستجرن	طارم	69	73	394	2	100	236	336	336	38/21	1386
5	ماهنشان	ماهنشان	73	75	307	0/7	100	0	100	129	184/29	450

14680/62	359/5	7442	2720	620	2100	20/7	16559					

*- هزینه واحد اب متر مکعب به ریال **-هزینه به میلیون ریال است. *** درامد متوسط در منطقه ماهنشان ٤/٥ میلیون ریال و منطقه طارم ٨٦١٣ میلیون ریال در هکتار نظر گرفته شده.

جدول8 – نتایج محاسبه ضریب همبستگی بین آب تنظیمی و هزینه احداث در ایستگاههای پمپاژ

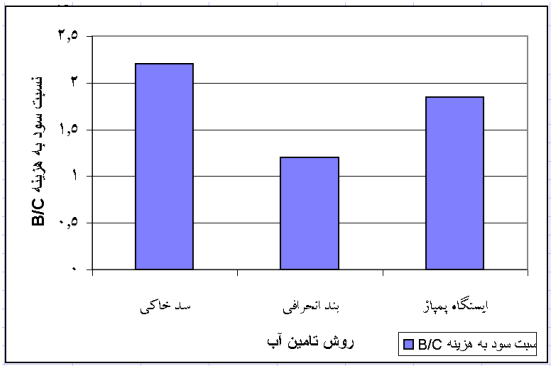
ثابت	خطای معیار Y برآوردی	R^2	تعداد مشاهدات	درجه آزادی	B	خطای معیار B
261/42	1329/7	0/43	5	3	374/35	248/46

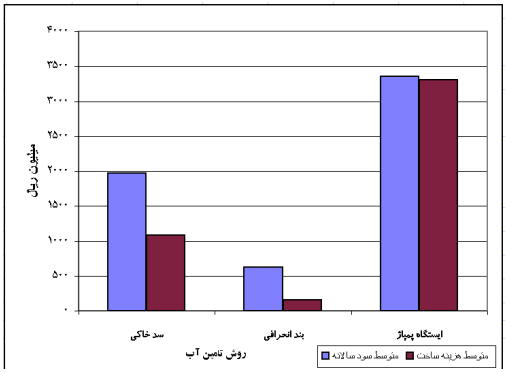
معادله رگرسیونی خطی $Y= 374/35x + 261/42$

جدول9- مشخصات هزینه‌ای و در آمدی سازه‌ها مورد مطالعه

نوع روش	عمر مفید(سال)	متوسط هزینه ساخت	متوسط سود سالانه	فرصت شغلی ایجاد شده (نفر)	نسبت سود به هزینه B/C
سد خاکی	50	1085	1971	40	2/2
بند انحرافی	25	160/9	620	67	1/2
ایستگاه پمپاژ	25	3311/8	M 605 T 3106	212	M 1/2 T 2/5

منطقه ماهنشان =M منطقه طارم =T





نمودار1- مقاسه نسبت سود به هزینه در سازه های مختلف نمودار2- مقاسه هزینه ساخت و درآمد سالانه سازه های مختلف

جدول 10- مقایسه هزینه واحد آب در روشهای مختلف تأمین آب (میلیون مترمکعب)

نوع روش	حداقل هزینه واحد آب	حداکثر هزینه واحد آب	متوسط هزینه واحد آب
سد خاکی	115	340	238
بند انحرافی	8/8	52/8	21/5
ایستگاه پمپاژ	38/2	628/1	359/5

جدول11- مشخصات مربوط به هزینه آب تنظیمی و ساخت سازه‌های مختلف تأمین آب

نوع روش	هزینه آب تنظیمی (میلیون مترمکعب)	هزینه در سال پایه 1370 (میلیون ریال)
سد خاکی	23/67	5633
بند انحرافی	97/16	2085/6
ایستگاه پمپاژ	8/3	579
جمع کل	129/13	8297/6

جدول 12 – نتایج محاسبه ضریب همبستگی بین آب تنظیمی و هزینه احداث روشهای مختلف تأمین آب

ثابت	خطای معیار Y برآوردی	R^2	تعداد مشاهدات	درجه آزادی	B	خطای معیار B
2922	3661	0/000	3	1	-3/6	54/5

معادله رگرسیونی خطی $Y= x + 261/42$

مقایسه کیفی و کمی منافع جانبی طرحهای کوچک تأمین آب

بررسی منافع جانبی طرحها به جز برداشت آب کشاورزی، بیانگر این است که بندهای انحرافی و ایستگاههای پمپاژ صرفاً به منظور برداشت آب احداث می‌گردد و از این سازه‌ها استفاده دیگری صورت نمی‌گیرد. ولی در سدهای خاکی علاوه بر تأمین آب با توجه به وجود مخزن ذخیره آب، اهداف دیگری بدون انجام هزینه جدید با استفاده از تأسیسات سد قابل حصول است که با توجه به موقعیت سد، وضعیت مخزن و میزان و نوع آورد رودخانه می‌تواند در کسب در آمد مستقیم و یا غیر مستقیم نقش مؤثری را ایفا نماید. همانطور که قبلاً به تفصیل اشاره شد سدهای خاکی می‌تواند (سازمان مدیریت و برنامه ریزی زنجان، 1381).

الف) با کنترل سیل از خسارت ناشی جلوگیری نماید.

ب) با حفظ رسوب حاصل از آورد رودخانه به حجم آب قابل ذخیره سدهای پایین دست اضافه نماید.

ج) استفاده از مخزن آب سد خاکی برای پرورش آبزیان

د) با احداث سد خاکی قسمتی از آبهای ذخیره شده نفوذ کرده و باعث افزایش آب‌های زیرزمینی می‌گردد.

سدهای خاکی علاوه بر موارد فوق فواید جانبی دیگری نیز دارد، ولی همان طوری که در بالا نیز بدان اشاره شد بسته به موقعیت سد و رودخانه می‌توان امکان‌پذیری هر یک از منافع جانبی سد را مورد بررسی قرار داده و در توجیه اقتصادی و اولویت‌بندی روشهای مختلف برداشت آب و یا حتی در مقایسه خود سدها مد نظر قرار داد. آنچه که مشخص است و باید مورد توجه قرار گیرد وجود منافع جانبی سدهای خاکی علاوه بر تأمین آب کشاورزی است که بسیار با اهمیت بوده و در تعیین اولویت و توجیه اقتصادی از ارزش ویژه‌ای بر خوردار است.

نتیجه گیری

براساس بررسیهای صورت گرفته استان زنجان دارای پتانسیل منابع آب مناسبی (3/6 درصد پتانسیل آبهای سطحی کشور) می‌باشد که تنها در حدود 27 درصد از آن مورد استفاده قرار می‌گیرد که در مقایسه با ضریب بهره برداری متوسط کشوری که 47 درصد است پایین می‌باشد. در حالیکه یکی از مشکلات اساسی منطقه بدلیل وضعیت اقلیمی آن کمبود منابع آبی قابل استفاده است. از طرف دیگر وجود منابع آب کافی و قابل دسترسی از ضروریات توسعه پایدار فعالیتهای اقتصادی و اجماعی و بخصوص فعالیتهای کشاورزی منطقه می‌باشد. لذا ضرورت برنامه‌ریزی و اجرای طرحهای مناسب برای استفاده از پتانسیل موجود از اولویتهای اساسی در این استان بوده و برای نیل به این هدف یکی از ابزار مهم و مفید، ارزیابی اقتصادی و اجتماعی فعالیتها و امکانات موجود در این زمینه است. بر این اساس در این تحقیق به ارزیابی اقتصادی سازه‌های مختلف تأمین آب اجراء شده در سطح استان برای مهار و بهره‌برداری آبهای سطحی پرداخته شد که نتایج بدست آمده از آن بصورت زیر ارائه می‌گردد.

1- براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان گفت با فرض عدم محدودیت منابع آب، برداشت آب با احداث بندهای انحرافی ارزانتر از سایر روشها بوده و با توجه به سادگی سازه آن و آشنایی کشاورزان در اولویت قراردارد. ولی همانطوری که در بحثهای قبلی به آن اشاره شد، بندهای انحرافی از آب پایه رودخانه استفاده کرده و با توجه به محدودیت آن در فصول آبیاری همواره احداث بند امکان‌پذیر نمی‌باشد و علاوه بر محدودیت منابع آب، موقعیت اراضی زراعی نسبت به محل احداث بند نیز از عوامل تعیین کننده می‌باشد. لازم به توضیح است که در صورتی که تمام شرایط جهت احداث بند مهیا باشد حداکثر از 45 درصد پتانسل آبهای سطحی را که در فصول آبیاری در رودخانه جاری است می‌توان مهار و استفاده نمود و مازاد بر آن نیاز به احداث سدهای ذخیره‌ای می‌باشد. به طور کلی بررسی سازه‌های آبی نشانگر آن است که در انتخاب روش تأمین آب بعد از عوامل طبیعی با توجه به ماهیت روشها، عوامل زیادی مؤثر می‌باشد که ذیلاً به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد.

2- بر اساس مقایسه هزینه واحد آب و هزینه ساخت روشهای مختلف تأمین آب هیچ گونه هم بستگی معنی‌داری با احتمال قابل قبول (حداقل 80 درصد) بین میزان آب تأمین شده و هزینه تأمین آن وجود نداشته و عوامل طبیعی زیادی از قبیل میزان آورد رودخانه، موقعیت محل احداث سازه و موقعیت اراضی کشاورزی موجب می‌گردند که میزان هزینه واحد آب در بندهای انحرافی تا 6 برابر، ایستگاههای پمپاژ 16 برابر و سدهای خاکی تا 3 برابر افزایش یابد.

3- احداث بندهای انحرافی بر روی رودخانه‌های بزرگ برای آبیاری اراضی کوچک اقتصادی و در اراضی که از رودخانه اختلاف ارتفاع زیادی دارند مقدور نمی‌باشد.

4- برداشت آب توسط پمپ در رودخانه‌های اصلی که به علت دبی بالای رودخانه، عمق آبرفت و عرض زیاد رودخانه، احداث بند پر هزینه است، بهترین روش و در برخی مناطق تنها راه ممکن است.

5- با احداث سد خاکی می‌توان در فصول غیر آبیاری آب را ذخیره و در مواقع نیاز به مصرف رساند.

6- در صورت عدم امکان برداشت مستقیم آب از سدهای احداثی، با احداث بند انحرافی در پایین دست یا با موتور پمپ، آب مورد نیاز اراضی را تأمین کرد.
7- با توجه به هزینه زیاد احداث بندهای انحرافی بر روی سر شاخه اصلی قزل اوزن و محدود بودن اراضی بزرگ در حاشیه، جهت استفاده اقتصادی از آب، برداشت آب با استفاده از موتور پمپ در سر شاخه اصلی قزل اوزن اقتصادی‌تر از سایر روشها می‌باشد.
8- در سر شاخه‌های قزل اوزن و رودخانه شور تا میزان آبدهی در فصول آبگیری برداشت آب با احداث بندها اقتصادی می‌باشد.
9- باتوجه به محدودیت آورد سر شاخه‌های قزل اوزن و رود شور در فصول آبیاری و با توجه به موقعیت توپوگرافی استان که بیش از 60 درصد مساحت استان را مناطق کوهستانی و تپه‌ها تشکیل می‌دهد و رودخانه‌های فرعی زیادی که آورد خوبی به خصوص در ماههای سرد سال برای ذخیره آب دارند، سدهای خاکی کوتاه سازه‌های مناسب و در برخی مناطق تنها راه کنترل آبهای سطحی در سر شاخه‌هاست که با تعداد زیاد و پراکندگی مناسب می‌تواند آب مورد نیازرا در مساحتهای کوچک تأمین نماید. البته این به معنی در پروژه‌های بزرگ نیست ولی مشکلات پروژه‌های بزرگ و هم چنین عدم امکان اجرای آن در همه مناطق بخصوص در استان ما که دشتهای محدودی دارد و چند پروژه بزرگ نیز در دست اجراست. انگیزه لازم راجهت توجه بیشتر به احداث سدهای خاکی ایجاد می‌نماید. سدهای خاکی کوتاه علاوه بر تأمین آب مورد نیاز در اراضی با مساحت کم با توجه به امکان ایجاد آن در اکثر مناطق در تأمین عدالت اجتماعی نیز نقش بسزایی دارد و در مناطقی چون حوزه زنجانرود که علی‌رغم وجود اراضی مستعد کشاورزی، ممنوعیت برداشت آبهای زیرزمینی وجود داشته و از اکثریت آبهای رودخانه‌های اصلی در فصول آبیاری برداشت می‌گردد. احداث سدهای خاکی جهت تأمین آب کشاورزی بخصوص تغذیه سفره‌های زیرزمینی، نقش مؤثری را می‌تواند در رفع مشکل آب کشاورزی منطقه ایفا نماید.

فهرست منابع:

1. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان،1381. علل عدم استفاده مطلوب از آن در بخش کشاورزی، نشریه شماره 251، 135 صفحه.
2. ضیایی، ح. 1380. اصول مهندسی آبخیزداری، دانشگاه امام رضا (ع)، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، 1380.
3. عبدی، پ.1380. بررسی و ارزیابی اقتصادی و اجتماعی عملیات سازه‌ای و بیولوژیک سنتی و نوین حفاظت آب و خاک در استان زنجان، مرکزتحقیقات منابع طبیعی و اموردام زنجان.
4. مدیریت آبخیزداری استان زنجان،1381. گزارشات و آمار سدهای خاکی، بخش ارزیابی و مطالعات.
5. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و اموردام استان زنجان،1374. سیمای مرکز تحقیقات منابع طبیعی و اموردام استان زنجان، زمستان، 66 صفحه.
6. Bos, M.G,and W.Wolters.1990.”Water Charges and Irrigatio Efficiencies”. Irrigation and Drainage Systems 4:267-78.
7. Kamal Ali, M., “Case Study and Recommendations Regarding Institutional Management”, The Water Resources Organ Permanent Joint Technical Commission for Nile Water between Sudan and Egypt, 1998, available, http:// www.oieau. fr/ ciedd/ contributions/ atriob/ contribution / kamalali.htm.
8. Kerr, J., Kimberly Chung, “Evaluating watershed management projects”, Water Policy, vol., pp. 537-554., 2001.
9. Ministry of Foreign Affairs, “Turkey country report”, prepared for 3rd world water forum, Department of Regional and Tran boundary Waters, Ankara. www.mfa.gov.tr, March 2003.
10. Mwangi, S. M., “Supporting the Community's Choice”, 27th WECD conference, People and Systems for Water, Sanitation and Health, , Lusaka, Zambia., 2001.
11. Rhodes, G.F., and R. K. Sampath.1988.”Efficiency, Equity, and Cost Recovery Implications of Water Pricing and Allocation Schemes in Developing Countries”. Canadian Journal of Agricultural Economics 36:103-17.
12. Sampath,R.K.1992.”Issues in Irrigation Pricing in Developing Countries”. World Development 20 (7): 967-77.

13. United Nations. 1980.Efficiency and Distributional Equity in the Use and Treatment of Water: Guidelines for Pricing and Regulations. New York.
14. World Bank, “Defining and Mainstreaming Environmental Sustainability in Water Resources Management in Southern Africa”, 2002.
15. Young, R. A., and R. H. Haveman.1985.”Economics of Water Resources: A Survey”.In A.V.Kneese and J.L.Sweeny, eds:,Handbook of Resource and Energy Economics, vol. 2. New York.: Elsevier.

Economic Aspects of Small Agricultural Water Supply Constructions in Zanjan Province

P. Abdi[1]

Abstract

Water exploitation methods, especially for surface water such as rivers, are varied so that every method has its special specifications and the assessment of these methods for different river conditions has an effective role in optimizing the exploitation method. Results of this research showed that, under the conditions where no water resource restrictions existed, diversion dams are more economical in comparison to other methods and are superior to other structures considering that diversion dams have a simple form and farmers are more familiar with them. Pumpage under the conditions where the high flow river sediments deepen, and riverbeds widen, diversion dams are not economical, so that the best method, and in some areas, the only method is the pompage method. Considering the restricted flow of tributaries Qezel Ozen and Rudshor in irrigation periods and geomorphological situation, small earth dams turn out to be suitable constructions, especially in some areas where the only way to control the surface water of tributary is by constructing diversion and proper distribution systems where they can provide enough water for small areas. According to the comparison of cost per unit of water and cost of construction for different methods of water supply, there is no significant correlation between water supply and its cost, and many other natural factors such as discharge of the river, the position of construction, and the situation of agricultural farms are important.

Keyword: Earth dams, Diversion dams, Pupmpage station, Agricultural water, Economic evaluation, Zanjan

[1]- Member of Scientific Board of Natural Resources and Animal Affairs Research Center of Zanjan Province.