Archive of SID

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره ۳۰، تابستان ۱۳۷۹

تخمین تابع عرضه اقتصادی درازمدت آب در حوزه آبریز رودخانه زاینده‌رود

دکتر رحمان خوش‌اخلاق، دکتر مصطفی عمادزاده*، لیلی نورعلیزاده**

چکیده

اهمیت انکارناپذیر آب و نقش حساس آن در زندگی اقتصادی، انسان را از دیرباز بر آن داشته است تا در پی یافتن راههایی برای نگهداری، ذخیره‌سازی و نیز عرضه درست آب موجود در منابع آبی پیرامون خود باشد. در این نوشتار نیز با توجه به اهمیت آب بویژه در شرایط کنونی، تلاش بر آن است که ضمن معرفی متغیرهای علّی تغییرات منحنی هزینه نهایی آب، با تخمین این تابع، متغیرهای مستقل مؤثر بر تغییرات عرضه شناسایی شود.

در این پژوهش، داده‌ها و اطلاعات به صورت مقطعی - زمانی بوده و از راه پرسشنامه، مصاحبه و اطلاعات کتابخانه‌ای به دست آمده است. روش به کار رفته برای تخمین نیز، روش

* اعضای هیئت علمی دانشگاه اصفهان

** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشگاه آزاد واحد خوراسگان

www.SID.ir

Archive of SID

حداقل مربعات معمولی (O.L.S) است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که قیمت نهاده‌ها و قیمت خود آب بر عرضه درازمدت آب تأثیر می‌گذارد و در آینده نیز کشش قیمتی عرضه کاهش خواهد یافت.

مقدمه

آب ماده‌ای حیاتی است که بدون آن هیچ جانداری نمی‌تواند به زندگی خود ادامه دهد، تنها با وجود آب، امکان آبادی و آبادانی و رونق اقتصادی برای زندگی انسان فراهم می‌شود. به رغم حجم فراوان آبهای در دسترس (در کل کره زمین)، نقاط زیادی از کره زمین با مشکل کمیابی آب باکیفیت مناسب روبه‌روست. پدید آمدن چنین وضعیتی، هم به دلیل یکنواخت نبودن توزیع آب موجود و هم به دلیل کیفیت پایین آب در بعضی از حوزه‌هاست. به همین دلایل، آب قابل اتکایی که بتواند تقاضاهای آب در مناطق مختلف کره زمین را برطرف کند، کمیاب است و از این روست که مسئله مدیریت منابع آب، از مسائل مهم پیش روی برنامه‌ریزان اقتصادی به شمار می‌آید.

با توجه به موقعیت جغرافیایی استان اصفهان از نظر عوامل محدودکننده طبیعی، بی‌گمان آب در شرایط کنونی از جمله عمده‌ترین تنگناها بر سر راه توسعه کشاورزی است که می‌تواند به عنوان یکی از عوامل مهم بر سر راه توسعه اقتصادی ـ اجتماعی ناحیه نیز به شمار آید. هدف اصلی این مقاله نیز براورد تابع مناسب عرضه برای مقادیر آب ارائه شده به بازار و همچنین بررسی علل و عوامل مؤثر بر تابع عرضه آب و اندازه این تأثیرات است.

ساختار مدل عرضه

برای تخمین عرضه، نخست لازم است از دیدگاه نظری مشخص شود که کدام یک از عوامل و متغیرها، تغییرات عرضه آب را در پی دارد؛ به همین دلیل ابتدا، نظریه‌های اقتصادی مرتبط با این موضوع تجزیه و تحلیل می‌شود.

از تلفیق سه نوع بررسی زیر، منحنی عرضه اقتصادی آب شکل می‌گیرد (خوش‌اخلاق،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳۶۲). بدین معنا که پس از انجام دادن این سه نوع مطالعه، چگونگی تغییرات آب آماده برای استفاده، یعنی آب قابل اتکا، به دست می‌آید. مطالعات پیشگفته به شرح زیرند:

۱. مطالعات هیدرولوژیکی

در این نوع مطالعه، منابع آبی و همچنین فراوانی مکانی و زمانی آنها شناسایی و نتایج به صورت جدولها یا نمودارهایی ارائه شده است تا در اختیار گروه دوم یعنی مهندسان فنی قرار گیرد.

۲. مطالعات فنی مهندسی

با بهره‌گیری از داده‌های گروه اول و هیدرولوژیست‌ها، مهندسان فنی به ارزیابی فنی پروژه‌ها می‌پردازند و اعلام می‌کنند که بهترین پروژه‌ها کدامند و در چه مکانهایی می‌باید اجرا شوند (مانند انواع سدهای خاکی، بتونی، مخزنی و دیگر موارد).

۳. مطالعات اقتصادی

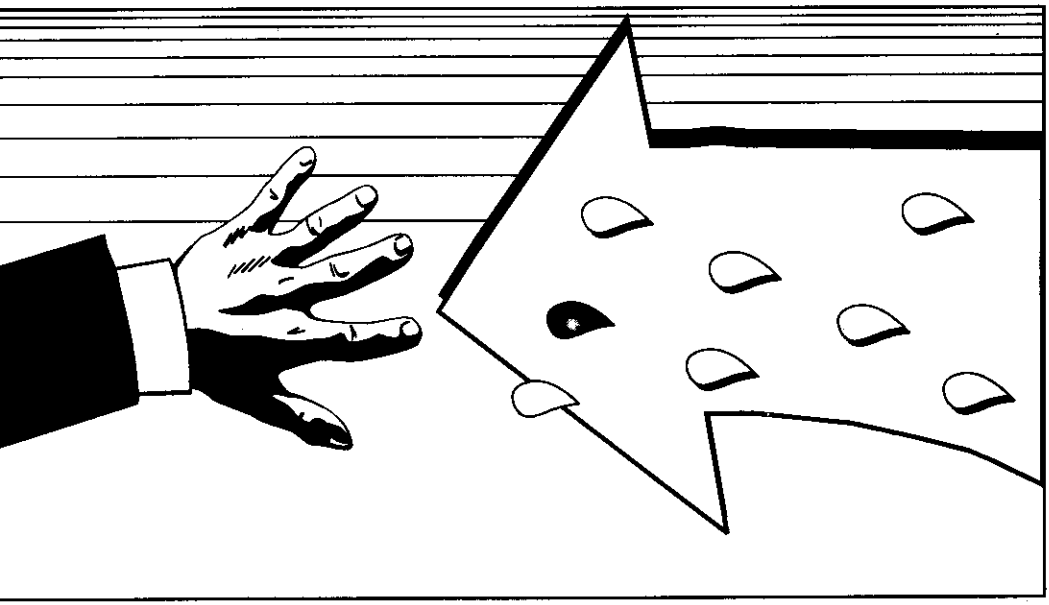
به دلیل اینکه اجرای پروژه‌های فنی مستلزم صرف هزینه است، بنابراین در مرحلهٔ پایانی، کارشناسان اقتصادی، هزینه طرحهای پیشنهادی را تعیین یا براورد می‌کنند.

در این نوشتار، منحنی هزینه نهایی درازمدت، مبنای منحنی عرضه اقتصادی قرار گرفته است (با فرض وجود بازار رقابتی که در آن رابطهٔ برابری قیمت با هزینه نهایی برقرار است و یا بازار انحصاری تنظیم شده برای به دست آمدن حداکثر رفاه جامعه). منحنی به دست آمده از این روش، منحنی قیمت – مقدار نیز است. در یک تقسیمبندی کلی، هزینه‌های فراهم کردن آب به سه دسته زیر تقسیم می‌شود:

۱. هزینه‌های بهره‌برداری
۲. هزینه‌های نگهداری
۳. هزینه‌های سرمایه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID



www.SID.ir

Archive of SID

عوامل مؤثر بر تابع عرضه

در این بخش، نخست، به برخی کارهای انجام شده در دنیا اشاره مختصری می‌شود؛ سپس با کمک این پژوهشها و بهره‌گیری از نظریه‌های اقتصادی موجود (هندرسن - کوانت، ۱۹۷۸)، عوامل مؤثر بر تابع عرضه و شکل تابع عرضه بررسی می‌شود. برخی از این پژوهشها به شرح زیرند:

ـ جک بریمبرگ (Jack Brimberg, 1993) مدلی را به منظور مدیریت توسعه مطلوب منابع آب پراکنده در مناطق خشک ارائه داد و بهره‌برداری از منابع پراکنده یا حاشیه‌ای موجود در آن مناطق را به عنوان راه حل مشکل کم آبی در منطقه مطرح کرد. این منابع پراکنده، در برگیرنده آبهای شور عمق، سیلابهای موقتی و فاضلابهای تصفیه شده بود. تابع عرضه معرفی شده از سوی بریمبرگ به شکل زیر است:

$$Smin = \frac{3}{4}i \{Ai - MIN [Qi2, (bi - ri1 - Ai) (ri2 - ri1)]\}$$

معرفی متغیرهای تابع بالا:

Smin: حداقل عرضه آب با کیفیت مناسب

Ai: تقاضا در محل iام

Qi2: کیفیت آبهای شور عمق

bi: کیفیت آب حاشیه‌ای در محل iام

ri1: کیفیت آب ارسالی دارای کیفیت بالا به محل iام تقاضا

ri2: آبهای شور عمق ارسالی به محل تقاضای iام

ـ پل‌کیرشن (Pull Kirshen, 1980)، یک مدل شبیه‌سازی را برای تعیین منحنی و تابع عرضه آب به کار می‌برد و فرضیهٔ ادغام فضایی و زمانی عرضه‌ها و تقاضاها را در درون یک زیر ناحیه مطرح می‌کند. وی بر این باور است که به کارگیری فرضهای جمعبندی سبب جلوگیری از کاربرد گسترده منطقه‌ای نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

ـ براون (Brown, 1990) معتقد است که با صرف برخی هزینه‌ها و ایجاد تغییراتی در مسیر آب رودخانه می‌توان مقدار آب در جریان را تغییر داد. او در مطالعات خود از روش شبیه‌سازی به محاسبه هزینه‌ها از جمله هزینه جداسازی نمک از آب می‌پردازد و همچنین برای جلوگیری از هرزروی آب در مسیر حرکت آن اقداماتی را انجام می‌دهد و بر همین پایه یک تحلیل سیستمی را به جای یک ارزیابی نهایی پیشنهاد می‌کند. وی معتقد است که از راه تحلیلهای سیستمی در مقایسه با دیگر تحلیلها می‌توان جوابهای بهتری را به دست آورد.

ـ یانگ (Young, 1985)، مدل داده – ستانده را برای ارزشیابی هنجاری هزینه – فایده جهت برنامه‌ریزیهای منطقه‌ای آب به کار برده است. عناصر کلیدی فرمول معرفی شده وی از یک سو در برگیرنده هزینه‌های فرصتی، هزینه منابع اولیه همچون سرمایه، نیروی کار، مدیریت و زمین است و از سوی دیگر قیمت آب را به عنوان ارزش یک واحد محصول ایجاد شده در بر می‌گیرد. پژوهش یانگ در نهایت نشان می‌دهد که عواملی همچون قیمت عوامل، قیمت آب، درجهٔ ریسک و نبود اطمینان، بر تابع عرضه آب مؤثر است.

ـ یانگ و میچلسین (Young and Michelsen, 1993) طرحی را برای رفع مشکل کم آبی در مواقع کمبود آب در مناطق گرم و خشک ارائه کرده و معتقدند به جای سرمایه‌گذاریهای کلان در این زمینه باید در مواقع خشکسالی، مقداری از آب بخش کشاورزی را (با بستن قراردادهای موقت خرید آب از زارعان) به بخش خانگی و شهری منتقل کرد. البته عواملی همچون قیمت آب، قیمت قراردادهای مربوط، تعداد دفعات استفاده، هزینه شیوه استفاده و هزینه انتقال آب از روستا به شهر نیز به عنوان عوامل اثرگذار بر عرضه واقعی معرفی می‌شوند.

با در نظر گرفتن پژوهشهای پیشگفته و همچنین بهره‌مندی از نظریه‌های اقتصاد خرد موجود، می‌توان نتایجی را در مورد شکل توابع هزینه و عرضه به دست آورد. اگرچه توابع گوناگون ممکن است به عنوان تابع هزینه کل در نظر گرفته شود ولی متداولترین تابع هزینه را که به صورت یک تابع درجه سه است می‌توان با در نظر گرفتن قیمتهای عوامل، به صورت زیر ارائه کرد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$Tc = a0 + a1W + a2W2 + a3W3 + a4PL + a5PK + a6R + Ut \quad (۱)$$

که در آن:

PL و PK : قیمت پرداختی به واحد سرمایه و نیروی کار

W : میزان آب تولید شده (برحسب مترمکعب)

R : میزان بارندگی

ai : پارامترهایی که باید تخمین زده شود

Ut : جمله خطا

اگر از رابطهٔ (۱) مشتق گرفته شود (برای سادگی محاسبات ریاضی، قیمتهای عوامل، ثابت فرض شده و از رابطه حذف می‌شود)، تابع هزینه نهایی درازمدت (LMC) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$LMC = \frac{dTC}{dW} = a1 + 2a2W + 3a3W2 \quad (۲)$$

با معکوس‌گیری از تابع بالا، مقدار آب عرضه شده به صورت تابعی از قیمت آب (Pt)، قیمتهای عوامل (PLt ، PKt) و میزان بارندگی (Pt) در می‌آید:

$$Wts = a0 + a1Pt + a2PLt + a3PKt + a4Rt + Ut \quad (۳)$$

که در آن:

Pt : قیمت آب

PL : قیمت یک واحد نیروی کار

PK : قیمت یک واحد سرمایه

Rt : میزان بارندگی

Ut : جمله خطا

شیوه گردآوری آمار و اطلاعات

مشاهدات مرتبط با افزایش آب قابل اتکا را می‌توان به دو دسته کلی: سطحی و عمق که

www.SID.ir

Archive of SID

به شرح زیرند، تقسیم کرد:

۱. آبهای سطحی که در دو بخش زیر بررسی می‌شود:

الف) پروژه‌هایی که روی رودخانه زاینده‌رود اجرا شده است (مانند سدها و کانالهای اصلی و فرعی).

ب) طرحهایی که در خارج از رودخانه اجرا شده است و از آن جمله می‌توان به طرحهای مربوط به پوشش رودها و استخرهای ذخیره‌سازی اشاره کرد.

اطلاعات مربوط به آبهای سطحی به وسیله اطلاعات موجود در ادارهٔ آب منطقه‌ای استان (به صورت کتابخانه‌ای) و همچنین در مواردی محدود از راه مصاحبه با کارشناسان سازمانهای دولتی مربوط، به دست آمده است (لیلی نورعلیزاده ۱۳۷۷).

۲. آبهای عمق از دو بخش عمده زیر تشکیل شده است:

الف) چاهها: به دلیل دسترسی نداشتن به اطلاعات تفکیک شده و منظم مربوط به چاههای هر منطقه، اطلاعات مربوط به مشاهده چاهها، به صورت یکجا از اطلاعات موجود در سازمان آب منطقه‌ای به دست آمد.

ب) قنوات: مبنای اطلاعات، پرسشنامه‌های ده شماری سال ۷۴ تکمیل شده به وسیله واحد آمار ادارهٔ کشاورزی استان اصفهان بوده است. کل حوزه آبریز به بیست دشت یا زیر حوزه هیدرولوژی تقسیم شده و $\frac{۱}{۱۵}$ قنوات هر دشت به عنوان نمونه انتخاب و در کل ۱۱۷ پرسشنامه نمونه‌ای فراهم شده است.

بدین ترتیب برای انجام رگرسیون، در مجموع ۳۸ مشاهده به دست آمده که برحسب سال اجرای پروژه‌ها مرتب شده است. نتایج اولیه حاصل از رگرسیون در جدول شماره یک آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱. نتایج رگرسیون متغیرها

نام‌متغیر	ضرایب	t‌محاسبه‌شده	ضریب تشخیص R2	ضریب تشخیص تعدیل‌شده 'R	F‌محاسباتی	D.W
عرض از مبدأ(c)	۱۸۴/۳۵۷۵۳	۰/۱۲۶۴۹۶۴	۰/۰۶۰۶۴۸	۰/۰۳۲۱۸۳	۲/۱۳۰۶۱۹	۲/۰۱۵
مقدارآب‌قابل‌اتکا(qs)	۰/۰۱۷۹۴۰۲	۰/۸۹۵۹۷۲۴	-	-	-	-
مربع مقدار آب قابل اتکا(qss)	-۴/۳۳۱E-۰۶	-۱/۵۰۹۳۳۴۷	-	-	-	-
زمان (t)	-۰/۱۰۲۸۲۳۰	-۰/۰۹۴۱۱۶۸	-	-	-	-

در میان متغیرهای توضیحی، تنها مربع مقدار عرضه آب قابل اتکا (qss) مؤثر است و ضریب تشخیص نیز بشدت پایین بوده (۶ درصد) و همچنین ضریب تشخیص تعدیل یافته نزدیک به ۳ درصد است. نمودار پراکندگی مشاهدات مربوط نیز نبود نظم میان هزینه نهایی و مقدار آب قابل اتکا (qs) را نشان می‌دهد. در نتیجه، این نمونه مشاهدات با مدلی که اولویت زمانی را به عنوان یک متغیر توضیحی معرفی می‌کند سازگاری ندارد و به همین دلیل فرض می‌شود که پروژه‌ها به طور منطق و براساس تقدم و تأخر زمانی انجام نپذیرفته است و باید با توجه به منطق اقتصادی، به صورت صعودی، مرتب شود. پس از انجام مرتبه‌بندی صعودی، نتایج رگرسیون به دست آمد که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲. نتایج رگرسیون، پس از انجام اصلاحات

نام‌متغیر	ضرایب	t‌محاسبه‌شده	R2	'R	F	D.W
c	-۱۳۹/۲۵۵۵۹	-۱/۸۶۳۷۶۸۸	۰/۹۷۰۶۶۰	۰/۹۶۹۷۷۱	۱۰۹۱/۷۶۳	۱/۹۰۲
qs	۰/۰۳۸۰۱۷۷	۵/۵۲۸۶۲۶۹	-	-	-	-
qss	-۶/۲۱۵E-۰۶	-۵/۱۴۹۵۵۳۹	-	-	-	-
t	۰/۰۹۳۹۹۸۱	۱/۷۴۴۵۳۴۱	-	-	-	-

www.SID.ir

Archive of SID

شکل منحنی هزینه نهایی درازمدت (LMC)، افزایش یابنده و به صورت U است. tهای محاسبه شده، وجود ارتباط میان هزینه نهایی و مقدار آب قابل اتکا (qs) و همچنین مربع آن (qss) را نشان می‌دهد. افزون بر این، مبدأ، در سطح خطای کمتر از ۷ درصد معنیدار است و متغیر زمان نیز که جانشین قیمت عوامل شده در سطح خطای ۱۰ درصد مؤثر است. ضریب تشخیص معمولی و ضریب تشخیص تعدیل شده نیز ۹۷ درصد است (لیلی نورعلیزاده ۱۳۷۷).

نتایج و پیشنهادها

۱. به دلیل اینکه منحنی هزینه نهایی تأمین آب، به شکل U و صعودی است؛ با افزایش مقدار آب قابل اتکا، کشش قیمتی کاهش می‌یابد. یعنی منحنی عرضه به تدریج بی‌کشش‌تر می‌شود و این بدان معناست که حتی با پذیرفتن هزینه نهایی خیلی بالا نیز به سختی می‌توان به مقدار آب موجود افزود.

۲. هر چه بیشتر از منابع آب مهار شده موجود استفاده شود، به سقف ظرفیت عرضه این منابع برمی‌خوریم و بر همین پایه شاخص کشش عرضه نشان می‌دهد که تا چه حد به این سقف نزدیک شده‌ایم. کشش قیمتی برای پروژه جدیدی مانند کوهرنگ ۳ با هزینه نهایی ۱۷۵/۶۱۸ ریال برای هر متر مکعب، با استفاده از براوردها، نزدیک به صفر بوده و با کمک اطلاعات هزینه‌ای واقعی موجود نیز تنها ۰/۵۷ است. نتیجه آنکه پروژه‌های هزینه‌بری همچون کوهرنگ ۳ در محدودهٔ بی‌کشش عرضه واقع می‌شوند و تنها ممکن است در صورت وجود یک تمایل نهایی به پرداخت اقتصادی بسیار بالا، انتخاب شوند. به سخن دیگر، برگزیدن این پروژه‌ها، با شاخصهای اقتصادی سازگاری ندارد و برای تأمین آب، اقدامات کم هزینه‌تر دیگری را باید جستجو کرد (لیلی نورعلیزاده، ۱۳۷۷).

در مجموع می‌توان گفت که در این نوشتار متغیرهای اثرگذار بر عرضه آب، قیمت آب ارائه شده و قیمت نهاده‌های تولید است که این دو عامل تغییرات هزینه آب را در پی دارد. بنابراین، نتایج این تحقیق را می‌توان در دو مورد کلی خلاصه کرد:

www.SID.ir

Archive of SID

۱. با افزایش قیمت آب، مقدار آب آماده برای عرضه افزایش می‌یابد.

۲. کاهش قیمت عوامل تولید (نرخ بهره و دستمزد نیروی کار)، منجر به افزایش مقدار آب ارائه شده به بازار می‌شود.

منابع

۱. اداره کل مسکن و شهرسازی، (۱۳۶۴). طرح جامع منطقه اصفهان، خلاصه گزارش توجیهی طرح جامع منطقه.

۲. امور مطالعات آب، زمستان (۱۳۶۳). طرح جامع منطقه اصفهان.

۳. اداره تحقیقات کشاورزی دفتر طرح جامع توسعه کشاورزی (دیماه ۱۳۷۵). نیاز خالص آبی محصولات زراعی و باغی حوزه آبریز زاینده‌رود.

۴. اداره کل امور آب استان اصفهان، سالهای آبی (۱۳۵۷ تا ۱۳۶۰). جدول سالانه وضعیت منابع آبهای زیرزمینی حوزه آبریز گاوخونی.

۵. امور برنامه‌ریزی، سازمان آب منطقه‌ای، (۱۳۷۷). جدول محاسبه قیمت تمام شده یک متر مکعب آب پای سد و شبکه‌های زاینده‌رود و آب تصفیه شده.

۶. امور برنامه‌ریزی سازمان آب منطقه‌ای، (۱۳۷۰). شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان در برنامه اول توسعه اقتصادی کشور.

۷. امور حفاظت منابع آب، (۱۳۷۴). وضعیت چاههای دشتهای هیدرولوژی حوزه زاینده‌رود.

۸. پیوست قانونی بودجه سالانه سال ۱۳۷۶.

www.SID.ir

Archive of SID

۹. حسابداری امور تأسیسات، اداره آب منطقه‌ای اصفهان. جدول عمر مفید اقتصادی و نرخ استهلاک تأسیسات و اموال صنعت آب.

۱۰. خوش‌اخلاق، رحمان. (۱۳۶۲). جزوهٔ منابع طبیعی، منتشر نشده.

۱۱. کمیته امور آب جهادسازندگی استان اصفهان. (۱۳۴۰). عملکرد ده ساله جهادسازندگی استان اصفهان.

۱۲. کمیته امور آب جهادسازندگی استان اصفهان. (۱۳۶۰). جدولهای سر جمع فعالیتهای اجرا شده توسط کمیته امور آب پروژه‌های استخر ذخیره‌سازی آب کشاورزی.

۱۳. مهندسین مشاور زایندآب، طرح سد و تونل کوهرنگ ۳.

۱۴. مهندسین مشاور جاماب. جلد اول. (۱۳۶۸). طرح جامع آب کشور، حوزه آبریز زاینده‌رود.

۱۵. نورعلیزاده، لیلی. (بهمن ۱۳۷۷). تحلیل و براورد منحنی عرضه اقتصادی بلندمدت آب در حوزه آبریز زاینده‌رود، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اصفهان.

۱۶. وزارت نیروبخش آبهای سطحی. (۱۳۷۶). شرح خصوصیات ایستگاه هیدرولوژی، رودخانه زاینده‌رود، ایستگاه سد تنظیمی اصفهان.

۱۷. وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای. (۱۳۶۹). طرح آبرسانی به اصفهان و حومه.

۱۸. واحد آمار و برنامه‌ریزی اداره کشاورزی اصفهان.(۱۳۷۴). پرسشنامه‌های ده‌شاری.

19. Brimbery. Jack. "A model for the Development of marginal water sources in Arizones: The case of the Negev Desert, Israel". *Water Resources Research*, Vol, 29, No, 9. Pages 3059 - 3067, September 1993.

20. Brown. C. Tgonals: "Marginal economic value of streamflow: A case study of the Colorado River Basin". *Water Resources Research*, Page 2845 - 2859, 1990.

21. Kirshen, Paul, H. "Spatial and temporal aggregation effects in a regional

www.SID.ir

Archive of SID

water supply planing model". *Water Resources Research*, Page 64 - 457, 1980.

22. Michelsen, Air.M. Young, Robert: "Optioning agricultural water Rights for urban supplies during drough". *American Journal of* Agriculture Economics, Page 20 - 1010. 1993.

23. Young, Robert. A. Gray, S. Lee: "Input-Output models, economic surplus, and the evaluation of state regional water plans". *Water Resources Research*, Page 1819 - 1898.

www.SID.ir