

بررسی بحران کم‌آبی در حال حاضر ناشی از چالش عدم مدیریت بهینه منابع آب در بخش کشاورزی در راستای تحقق توسعه پایدار کشاورزی

صدیقه ابراهیمیان^۱ دکتر محمد نهتانی^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه زابل

استادیار آبخیزداری، دانشگاه زابل

(ebrahimiyan.2000@yahoo.com)

چکیده:

رشد روز افزون جمعیت، توسعه اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، گسترش صنایع، توزیع ناهمگون زمانی و مکانی آب شیرین به لحاظ کمی و محدودیت‌ها و مشکلات روز افزون کیفی منابع آبی، در بسیاری از کشورها، تامین آب مطمئن را به یکی از چالش‌های اساسی در قرن حاضر تبدیل نموده است. توجه به کلیه منابع آبی از اهمیت بالایی برخوردار است که این امر در قالب مدیریت بهینه منابع آبی قابل اجرا خواهد بود. مدیریت بهینه منابع آبی، ضمن جبران برخی از کمبودها، باعث افزایش ذخیره منابع آبی موجود، حداقل نمودن اثرات منفی، استفاده مجزا از منابع و مدیریت موثر و بهینه آب می‌شود. از این رو در جهت حرکت به یک بهینه سازی مطلوب در این زمینه نیازمند اعتدالی جایگاه مدیریت آب در نظام برنامه‌نهادینه کردن تمرکز دایی، اصلاح ساختار مدیریت آب ریزی کشور، ظرفیت سازی برای اعمال مدیریت تقاضا و تدابیر غیرسازه و اعمال مدیریت حوضه‌ای و ارتقای مدیریت آب در شرایط اضطراری (سیل و خشکسالی) می‌باشد. روش تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و بر گرفته از منابع و اسناد کتابخانه‌ای معتبر می‌باشد که در نهایت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: ایران، بحران، چالش، توسعه پایدار کشاورزی، مدیریت بهینه، منابع آب

مبانی نظری :

کمیابی آب :

تاکنون دو تعریف برای شاخص کمیابی آب ارائه شده است. نخست تعریف کمیابی آب توسط Hoekstra and Hung (۲۰۰۰) این گونه آمده است که نسبت کل حجم آبی استخراج شده به کل منابع آب تجدید پذیر. بر اساس این تعریف، شاخص کمیابی آب یک کشور صفر خواهد بود، اگر تقاضای آب یک کشور به مقدار زیادی به وسیله واردات محصولات آب بر یا به عبارت دیگر، با به کارگیری بخش کمی از منابع آب داخلی برآورده شود.

مفهوم توسعه پایدار:

مفهوم توسعه پایدار به طور رسمی از سال ۱۹۸۷، پس از طرح آن در مجمع عمومی سازمان ملل و مورد پذیرش قرار گرفتن از سوی اکثر کشورهای عضو، رایج شد. بر این اساس در گزارش بوندلند رابرت (Brundland Report) کمیسیون توسعه و محیط زیست سازمان ملل، توسعه پایدار این گونه تعریف شده است: برآوردن نیازهای نسل کنونی بدون به خطر انداختن توانایی نسل های آینده در برآوردن نیازهایشان (Richard, 2002):

مقدمه:

آب یکی از مهم ترین عوامل رشد و توسعه کشورهاست. ایران به دلیل کم بودن ریزش های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و از طرف دیگر، به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش های اقتصادی روز به روز با افزایش تقاضای آب مواجه می باشد (محمودی، ۱۳۷۸). پایین رفتن سطح سفره های زیرزمینی و بحرانی شدن وضعیت آب در بیش از ۱۲۰ دشت از دشت های مستعد کشور که هر ساله به این تعداد اضافه می شود، یکی از بزرگترین مشکلات بخش کشاورزی است. در حال حاضر قسمت اعظم مصارف آب کشور به بخش کشاورزی اختصاص دارد (Manouri, ۲۰۰۹). به رغم سرمایه گذاری قابل ملاحظه انجام شده در بخش آب، به دلایلی همچون بالا رفتن هزینه استحصال هر متر مکعب از منابع آبی جدید در کشور، برداشت بی رویه از برخی از منابع آبی موجود، عدم تغذیه مناسب سفره های آب سطحی و زیرزمینی، رعایت نشدن اصول مرتبط به نگهداری و حفاظت از منابع آب و خاک کشور، رشد بخش صنعت و توسعه شهرنشینی و سرانجام بروز پدیده خشکسالی در سال های اخیر، آلودگی و نابودی بسیاری از منابع آبی کشور همچنان ادامه دارد. در نتیجه، عرضه آب در برخی از مناطق نتوانسته است پاسخگوی تقاضای فزاینده آن باشد، به گونه ای که آب به کالای رقابتی برای مصارف مختلف تبدیل شده است که این محدودیت با توجه به مصرف ۹۰ درصدی بخش کشاورزی بیشتر جلوه می کند (دشتی، ۱۳۷۴). به عبارت دیگر می توان گفت مدیریت مناسب آبهای زیرزمینی در چنین مناطقی ضامن توسعه پایدار است (FAO, 2002). و یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر کاهش کیفیت منابع آب، افزایش و تمرکز جمعیت عنوان شده است. این عامل مهم یکی از مهم ترین عوامل فشار بیش از حد بر منابع آب در مناطق خشک به شمار می رود. (lefor, 2000). اولین پیامد افزایش و تمرکز جمعیت و به دنبال آن مدیریت نادرست منابع، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش محسوس منابع از نظر کیفی و کمی خواهد بود (sadoulet, 2000). در پی کاهش کیفیت منابع، از دست رفتن فرصت های شغلی و ایجاد فقر و عدم توسعه یافتگی جوامع غیر قابل اجتناب است. از این رو در راستای پژوهش حاضر سوال ذیل مطرح می گردد.

آیا مدیریت بهینه منابع آب توانسته است نقشی در جهت کاهش روند بحران آب و در نتیجه توسعه پایدار کشاورزی ایفا کند؟

پیشینه تحقیق:

در رابطه با مدیریت بهینه منابع آب مطالعات گسترده‌ای در خارج و داخل کشور صورت گرفته است:

Shang guan و همکاران در سال ۲۰۰۲ در چین نیز بر اساس برنامه ریزی پویا به تخصیص بهینه آب بین اراضی منطقه می‌پردازد. Singh و همکاران نیز بر روی اراضی زیر یک کانال آبیاری در هند، از مدل برنامه ریزی خطی استفاده کرده‌اند تا الگوی بهینه کشت را با هدف حداکثر درآمد خالص در منطقه تدوین نموده و میزان بهینه آب فصول مختلف سال را برآورده نمایند. Doppler و همکاران در مطالعه‌ای که در کرانه رود اردن انجام داده‌اند، به بررسی تأثیر استراتژی‌های قیمت آب بر روی تخصیص بهینه آب آبیاری پرداخته‌اند. Awash (۲۰۰۱) به بررسی استفاده بهینه آب آبیاری در اردن پرداخته و از یک روش علمی جهت مدیریت و بهینه سازی مصرف آب آبیاری استفاده می‌نماید. مطالعه نشان می‌دهد که کمیابی آب می‌تواند از طریق مدیریت منابع آب آبیاری به کمک انتخاب نسبی محصولات و الگوی کشت کشاورزان کاهش یابد. Kelman در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۲ به بررسی تخصیص آب در میان بخش‌های مختلف مناطق نیمه خشک برزیل پرداخته و بیان می‌کند، همچنان که تقاضای آب از میزان منابع آب موجود پیشی می‌گیرد.

ورما و همکاران (Varma et al., 2006)، در زمینه‌ی رفع شکاف بین کشاورزان و سیاست‌ها برای انتخاب نظام‌های آبیاری مناسب، معتقدند که کارایی اقتصادی فقط یکی از عوامل اساسی تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری کشاورزان بوده و دستیابی بدان مستلزم چندین پیش شرط است، که از آن جمله‌اند: اطلاع‌رسانی به افراد ذینفع در مورد مزایای فنی و اقتصادی استفاده از فناوری‌ها از طریق توسعه خدمات، ایجاد بازار و ارتقای سطح آگاهی مردم در زمینه‌ی مزایا و تأثیر استفاده از این فناوری‌ها؛ و همچنین، در اختیار قرار دادن فناوری‌های آبی در دست مصرف‌کنندگان مستعد و توانا.

جدول ۱- سرانه مصرف آب برای هر نفر در سال در ایران و برخی کشورها

کشور	سرانه مصرف برای هر نفر در سال (متر مکعب)	سرانه مصرف کشاورزی (متر مکعب)	سرانه مصرف شرب (متر مکعب)	سرانه مصرف صنعت (متر مکعب)
ایران	۱۳۳۳	۱۲۳۳	۸۲	۱۸
عراق	۱۴۸۲	۱۳۶۷	۴۷	۶۸
افغانستان	۷۷۹	۷۶۵	۱۴	۰
پاکستان	۱۰۷۲	۱۰۳۰	۲۱	۲۲
ترکیه	۵۴۴	۴۰۴	۸۰	۵۹
آذربایجان	۲۰۵۱	۱۳۸۵	۹۹	۵۶۷
عربستان	۷۰۵	۶۲۸	۶۹	۸
ارمنستان	۹۷۷	۶۴۲	۲۹۳	۴۳
ترکمنستان	۵۱۰۴	۴۹۷۸	۸۶	۳۹
کویت	۱۶۴	۸۶	۷۳	۳



شکل ۱ عوامل زمینه ساز بحران آب در سطح ملی

مدیریت بهینه در شرایط کم آبی در بخش کشاورزی:

مدیریت آبیاری یک امر پیچیده ای است که التزام عملی و واقعی کلیه عوامل موثر در آن یعنی سازمان‌های دولتی و نیز زارعین را می‌طلبد. کشاورزان به عنوان مشترکین اصلی آب آبیاری دارای انگیزه قویتری برای مدیریت موثرتر آب می‌باشند. به نظر می‌رسد که هیچ سازمان دولتی نتواند به آن سطح از التزام کاری و راندمان مصرف آب که کشاورزان از خود نشان می‌دهند برسد. علیرغم وجود شواهد بر محاسن مدیریت مشارکتی آب توجه ویژه ای در این مورد نشده است. لذا چگونگی استفاده از دانش و مهارت های بومی برای نیل به پتانسیل واقعی در مدیریت آب کشاورزی باید مورد مطالعه قرار گیرد. در حالیکه مشارکت دولتی سازمان های آب و کشاورزی بدون شک سهم عمده ای را در افزایش تولیدات کشاورزی ایفا می‌کند نادیده یا کم اثر گرفتن همکاری فعال عامل سوم یعنی کشاورزان، یک تضاد واقعی در مدیریت منابع آب می‌باشد که منجر به همکاری نامتناسب بین مشارکت کنندگان گردیده است. بویژه در مواقعی که بیشتر پروژه ها با محدودیت سرمایه‌گذاری از نظر اجرا و نگهداری مواجه هستند. به دلیل علاقه و نقش مستقیم کشاورزان انتظار می‌رود که فرصت مناسب برای مشارکت فعال در مدیریت آبیاری در اختیار آنها قرار گیرد. (اخوت و همکاران، ۱۳۷۶).

- آب بندان

بحران کم آبی و مسائل و مشکلات ناشی از آن، همچنین کنترل و مهار آبهای سرگردان و ممانعت از آسیب رسانی آنها از طریق سیلابهای مخرب به زمان ما اختصاص ندارد و بلکه اجداد و نیاکان ما از گذشته‌های دور با این مشکل دست به گریبان بودند و در هر منطقه از کشورمان و با توجه به خصوصیات آب و هوایی و شرایط توپوگرافی، شیوه های ابتکاری و بهینه‌بهره برداری از آب را ابداع کرده، توانسته‌اند از این منبع گرانبقدر با حداکثر راندمان و بهره‌وری استفاده. (بیژن درگاهی، ۱۳۸۶).

- کم آبیاری و ارتقاء کارایی مصرف آب کشاورزی:

محدودیت منابع آبی کشور باعث گردیده تا بخش کشاورزی به عنوان عمده مصرف کننده منابع آبی کشور با کمبود آب برای تولید مواد غذایی روبرو باشد. در این شرایط مهمترین چالش بخش کشاورزی افزایش بهره‌وری آب و تولید بیشتر غذا از آب نشان دهنده میزان تولید به w_p در سطوح (w_p : water productivity) کمتر است. شاخص کارایی مصرف آب کشاورزی ازای میزان آب مصرفی می‌باشد. مقدار مختلف مزرعه، دشت و یا حوزه به عوامل مختلف بستگی دارد. کم آبیاری از تکنیک های مدیریتی است که به‌طور قابل توجه‌ای کارایی مصرف آب را در کشاورزی ارتقاء می‌بخشد. کم آبیاری به دو صورت فصلی و موضعی قابل اعمال کردن در یک فصل زراعی می‌باشد. کم آبیاری فصلی در طول یک فصل کشت و بصورت یکنواخت بر روی محصول تحت‌آبیاری قابل انجام می‌باشد، که به نوعی معرف بهره بردارانی است که در طول فصل کشت از منابع آبی محدودی برخوردار می‌باشند و کم آبیاری موضعی تنها در مراحل خاصی از فصل کشت اعمال می‌گردد. سیستم آبیاری قطره ای از جمله روش‌های نوین آبیاری است که توسعه آن به نوبه خود به عنوان راهکاری برای افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی مطرح می‌شد. با توجه به امکان کنترل بالای حجم آب آبیاری در این سیستم، اعمال مدیریت کم آبیاری با استفاده از آن با دقت بالایی ممکن می‌باشد. (دهقانی سانج و همکاران، ۱۳۸۹)

راهکارهای کلی مقابله با بحران کم آبی:

۱- مدیریت فرابخشی و چند مولفه‌ای:

الف: در راستای برنامه‌های توسعه منابع آب، طراحی راهبردهای بلند مدت توسعه منابع آب از طریق تصویب در هیات دولت برای بخش های اجرایی

ب- جلب مشارکت ذینفعان در برنامه‌های توسعه مدیریت، در سکان و توسعه زیربنایی شهرها، مراکز صنعتی و قطب‌های کشاورزی به عنوان محوری مورد توجه تصمیم‌گیران قرار می‌گیرد.

ج- کمک‌های هدفمند و مدیریت مطلوب مصارف آب در بخش کشاورزی صنعتی و شهری.

د- ایجاد شرایط لازم در جذب سرمایه از طریق تنوع بخشی در سرمایه‌گذاری‌ها

ه- بهره‌گیری از تجربیات جهانی با توجه به سازگاری با شرایط فرهنگی و منطقه‌ای

- تغییر مدیریت سازه‌ای به غیر سازه‌ای:

سوق دادن مدیریت آب کشور از روش‌های طرح‌سازه‌ای توسعه‌ای به سمت مدیریت مصرف و افزایش ظرفیت بهره‌برداری

۳- انتقال آب بین حوضه‌ای:

انتقال آب از حوضه‌های مستعد به حوضه‌های کم آب و خشک به عنوان یکی از راهکارهای تامین آب ضروری برای این مناطق می‌باشد.

۴- برآورد منابع آب قابل تجدید و امکانات توسعه منابع آب در حوضه و زبر حوضه‌های اصلی برای دوره‌های ترسالی، خشکسالی و دوره نرمال

۵- الگوی مصرف بهینه آب با تاکید بر بخش کشاورزی براساس بهینه‌سازی الگوی کشت

۶- ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب با لحاظ حفظ بلندمدت گمیت و کیفیت آب و ضرورت‌های زیست محیطی در محدوده-ی حوضه‌های آبریز با توجه به سازگاری با شرایط اقلیمی

۷- برنامه سازگار با شرایط اقلیمی غالب در هر حوضه آبریز با تاکید بر ارتقای مستمر آگاهی‌های مردم و جلب مشارکت علمی آن-ها (کشاورز، ۱۳۸۹).

نتیجه گیری:

کشور ما به دلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن در زمره کشورهای خشک و نیمه-خشک جهان قرار دارد و در این شرایط به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش اقتصادی تقاضا برای بخش آب روز به روز افزایش می‌یابد. به رغم محدودیت ذاتی منابع آب و توزیع نامناسب زمانی و مکانی آن در کشور، استفاده از این منابع ذاتا با ارزش و غیر قابل جایگزین و به لحاظ سرمایه‌گذاری برای استحصال پرهزینه، با کارایی بسیار پایینی انجام می‌گیرد. میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف در شرایط طبیعی حدود ۹۴ میلیارد مترمکعب برآورد شده است که حدود ۸۶/۱ میلیارد متر مکعب آن به بخش کشاورزی، ۶/۲ میلیارد متر مکعب به بخش شرب و حدود ۱/۷ میلیارد متر مکعب به بخش صنعت اختصاص دارد. عدم سرمایه‌گذاری مناسب در استفاده از ظرفیت‌ها، همچنین عدم توجه به سیاست‌های مصوب برنامه‌ها، موجب گردیده تا نسبت آب تامین شده توسط سدهای مخزنی به وسعت شبکه‌های آبیاری و زهکشی اصلی و فرعی و نیز تجهیز و نوسازی مزارع طی برنامه‌های گذشته تغییر معناداری را در جهت منطقی شدن پیدا نکند و علاوه بر این تلفات فرعی آن چون فرسایش شدید منابع خاک، هرزروی و عدم بهره‌وری مناسب از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخریب پوشش گیاهی و بالا بودن ضایعات محصولات کشاورزی به دنبال دارد در جهت مدیریت بهینه منابع آب در سطح روستاها نیز تاکید بر

مدیریت مشارکتی منابع آبی شده که بهبود مالی و کاهش هزینه ها از جمله دلایل گسترش مشارکت در این امر ذکر گردیده است ، لذا استفاده بهینه از منابع آب در مصارف کشاورزی، مقابله ای برای بحران خشکسالی خواهد بود. محدودیت منابع آبی کشور باعث گردیده تا بخش کشاورزی به عنوان عمده مصرف کننده منابع آبی کشور با کمبود آب برای تولید مواد غذایی روبرو باشد. در این شرایط مهمترین چالش بخش کشاورزی افزایش بهره وری آب و تولید بیشتر غذا از آب کمتر است. بنابراین باید به دنبال راه‌هایی در جهت مدیریت بهینه منابع آب چه در زمینه کشت برنج و چه در زمینه کشت سایر محصولات باشیم. از جمله این راه ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهبود مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی و ایجاد تشکل های مناسب بهره برداری از منابع آب
- ارتقای راندمان آبیاری در اراضی آبی کشاورزی
- جلوگیری از هدر رفتن سیلاب ها با استفاده از روش های مختلف مانند احداث بندهای ذخیره ای و انحرافی، تغذیه مصنوعی
- آبخوان ها و پخش سیلاب
- تدوین و اجرای طرح های مدیریت یکپارچه منابع آب در حوزه آبخیز به منظور ایجاد و ارتقای هماهنگی بین طرح های
- توسعه منابع آب، آبخیزداری در مناطق بالادست و احداث شبکه های آبیاری و زهکشی در مناطق پایین دست
- استفاده مجدد از پساب ها با رعایت ملاحظات زیست محیطی
- اعمال الگوی کشت متناسب با ظرفیت پایداری منابع آب
- تجهیز و توسعه منابع انسانیو افزایش بهره وری عوامل و منابع تولید در بخش آب.
- ارتقای امنیت سرمایه گذاری در بخش.
- شفافیت و ثبات در سیاست های حمایتی از تولید در بخش آب
- ارتقای دانش و آگاهی عمومی در خصوص منابع و مصارف آب

منابع:

- خلاصه طرح جامع آب کشور، وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران، شهریور ۱۳۸۰
- -دشتی ق. ۱۳۷۴ سیاست قیمت گذاری و تقاضای آب کشاورزی در ایران، مجموعه مقالات کنفرانس منطقه ای مدیریت منابع آب اصفهان
- زارعی دستگردی، زهرا، مختاری حصار، آرزو، شعبانعلی فمی، حسین، مدیریت مشارکتی شبکه های آبیاری رهیافتی نوین در انتقال منابع آب کشاورزی، همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زه کشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۱۳۸۵
- شعبانعلی فمی، حسین، زارعی دستگردی، زهرا، مختاری، آرزو، انتقال مدیریت شبکه های آبیاری به بهره برداران، استلزامی در بهره برداری بهینه از منابع آب کشاورزی، اولین همایش منطقه ای بهره برداری بهینه از منابع آب حوزه های کارون و زاینده رود، شهرکرد، ۱۳۸۵
- صدائتی، محمود ، (۱۳۷۱)؛ سیستم های کشاورزی پایدار و نقش آن در حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی، مجموعه مقالات ششمین سیمینار ترویج کشاورزی ایران، وزارت کشاورزی.

-کشاورز،عباس،صادق‌زاده،کوروش، دی‌ماه ۱۳۸۹، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی.

-محمودی، پیمان؛ منصوریف قباد؛ شاه‌وزی، عبدالرئوف و خسروی، پرویز (۱۳۷۹). خشکسالی و تأثیر آن بر کیفیت منابع آب سطحی در استان سیستان و بلوچستان، کنفرانس ملی مدیریت جامع منابع آب.

- Al-weshah, R.A. 2001; Optimal use of irrigation water in the Jordan valley: A case study. *Water Resource Management* 14:327-338.

-Bonham-Carter G.F, (1994), "Geographic Information Systems for Geoscientists, Modelisy With GIS," Pergamon Press, P.393.

-Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. (2006) The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries", *Ecological Economics*. In press.

-Chapagain, A.K., and Hoekstra A.Y.(2003), "Virtual water flows between nations in relation to trade in and livestock products". *Value of Water Research Report Series* No. 13, Delft livestock

-Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E.R. and Wolff, H.P. 2002; The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of The Jordan valley. *Agricultural Water Management*, 55:171-182.

-FAO Corporate Document Repository. 2006. Carbon sequestration in dryland Soils.

-Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2002), "Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade", *Value of Water Research Report Series* No.11, UNESCO/IHE, Delft

-Kelman, J. and Kelman, R. 2002; Water allocation for economic production in a semi-arid region. *Water Development*, 18:391-407. Resources

-Lefroy, R. D. B., Bechstedt, H. D., and Rais, M. (2000). "Indicators for sustainable land management based on farmers surveys in Vietnam, Indonesia and Thailand agriculture." *Ecosystem and Environment*, 81, 137-146.

-Manouri H., Kohansal, M.R., Khadem Ghousi, M.F. 2009. Introducing a lexicographic goal programming for environmental conservation program in farm activities: A case study in Iran, *China Agricultural Review* 478-484.

-Richards Jeremy P. (2002). Sustainable development and the minerals industry, department of earth and atmospheric sciences, university of Alberta, (publicized in the society of economic geologists newsletter January)

-Shangguam, Z., Shao, M. and Horton, R. 2002; A model for regional optimal allocation of irrigation and its applications. *Agricultural Water Management*, 52:139-154.

-Singh, D.K., Jaiswal, C.S., Reddy, K.S., Singh, R.M. and Bhandarcar, D.M. 2001; Optimal cropping pattern in a command area. *Agricultural Water Management*, 50:1-8.

Spulber, N. and Sabbaghi, A. 1994; Economics of water resources. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.

-Yang, H.H., Liu, Z.Y., Shao, Q. 1991; A study on the optimal allocation model of limited irrigation water. in: *Proceeding of ICID*, Vol. 1-B. Beijing, China.

Verma, S.; and Namara, R. E. (2006), Promoting micro irrigation technologies that reduce poverty.

