

تخمین آب اضافی مصرف شده در بخش کشاورزی

(مطالعه موردی: بخش زراعت شهرستان بشرویه)

تکتم کنعانی^{*۱} - محمود صبحی صابونی^۲

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۵

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۹

چکیده

وجود برداشتهای متفاوت نسبت به مقوله کارایی در ارتباط با آب مصرفی در بخش کشاورزی ممکن است از توسعه مناسب سیاستهای حفظ منابع آب جلوگیری کند، خصوصاً هنگامی که تأکید بر افزایش کارایی مصرف آب از طریق بهبود در سیستمهای آبیاری باشد. هدف اصلی مطالعه حاضر برآورد مقدار آب اضافی مصرف شده برای نمونه ای متشکل از ۱۵ مزرعه به روش تصادفی ساده واقع در استان خراسان جنوبی بین سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده ها می باشد نتایج نشان داد که ارتباط بسیار ضعیفی بین سیستم های آبیاری و مقدار مصرف آب اضافی وجود دارد. مدیریت نقش موثری در کارایی آب مصرفی نشان داد رابطه مثبتی بین مقدار آب اضافی و سن کشاورز و نیز رابطه منفی بین مقدار آب اضافی و اندازه زمین دیده شد. همچنین تفاوتی در مقدار آب اضافی مصرف شده میان مزارع واقع شده در دو موقعیت مکانی مختلف (بخش شرقی و جنوبی) نیز نشان داده شد. با توجه به یافته ها، مزارع کارا می تواند به عنوان معیاری جهت بهبود کارایی آب آبیاری در منطقه مورد مطالعه، مورد توجه قرار بگیرند.

واژه های کلیدی: آب اضافی، تحلیل پوششی داده ها، مدیریت منابع آب

مقدمه

بعد از کنفرانس دویلین (۱۹۹۲) این شعار که آب بایستی به عنوان یک کالای اقتصادی در نظر گرفته شود مطرح و تکرار شده است. همچنین مطرح شد که اگر با منابع آب به طور صحیحی به عنوان یک کالای اقتصادی برخورد شود مسایل کمیابی آب، مصرف بی رویه و کاهش کیفیت آن حل خواهد شد (۳). استفاده بیش از حد از منابع آب سطحی و زیرزمینی (قنات، چاه، رودخانه، ...) منجر به کاهش حجم ذخایر آب در مناطق مختلف گردیده است. بدین منظور جهت پاسخگویی به تقاضای رو به گسترش در خصوص منابع آبی، سیاستهایی از طرف دولتها اعمال گردید. برخی از این سیاستها که دولت با هدف حمایت از زارعین و بعضاً مصرف کنندگان در بعضی نهاده های اصلی کشاورزی از قبیل آب آبیاری به کار گرفت موجب افزایش بی رویه در مصرف آب آبیاری شد (برخی از این سیاستها ارائه یارانه به نهاده های تولید می باشد. به عنوان مثال در خصوص آب، یارانه سوخت مصرفی برای استحصال آب و آبهای سطحی که یا

هزینه گرفته نمی شود و یا آنچه گرفته می شود خیلی کمتر از هزینه فرصت آب است) به طوریکه تولید پایدار محصولات کشاورزی را در معرض تهدید قرار داد و این امر در سالهای اخیر منجر به تقویت نقش مدیریت تقاضای آب و بررسی اثرات آن بر بهره برداری از منابع آب گردیده است (۲). اسفوکلتوس (۲۶) استوارت و همکاران (۲۷) و محققین موسسه کانزاس واتر (۲۰) معتقدند که کاهش تقاضای آب از طریق افزایش کارایی، راهی موثر و کم هزینه در توسعه منابع آبی می باشد. از نظر مارلو (۲۲) موضوع کارایی آب مصرفی کاملاً پیچیده و اغلب غیر قابل فهم می باشد. او کارایی آب مصرفی را به عنوان مقدار محصول تولیدی به ازای هر واحد از آب مصرفی و کارایی اقتصادی آب را به عنوان ارزش محصول تولیدی به ازای هر واحد از حجم آب مصرفی بیان می کند. در هر دو تعریف آب مصرفی اشاره به آب استفاده شده بوسیله محصول یا تخمیر و تعرق دارد. از نظر روگرس و همکاران (۲۴) کارایی آب مصرفی یکی از ویژگیهای سیستم آبیاری است و در واقع نسبتی بین آب در دسترس برای استفاده بوسیله محصول و آب تحویلی به مزرعه می باشد و هر سیستم آبیاری بوسیله دامنه ای از کارایی های مخصوص به خود مشخص می شود، به عنوان مثال سیستمهای آبیاری غرقابی دارای کارایی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد و سیستمهای قطره ای بین ۷۵ تا ۹۵ درصد می باشند. بر اساس

۱- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، عضو هیات علمی مؤسسه آموزش عالی اسرار
(* نویسنده مسئول: Email: toktam.kanani2008@gmail.com)

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

بوسیله قرار دادن سیستمهای سنتر پیوت^۲ با لوله های قطره ای، که آب را در سطح نزدیکتری در زمین پخش می کند، افزایش دهند و به این ترتیب مقدار آب از دست رفته می تواند به مقدار زیادی کاهش یابد. همچنین جمع آوری و توزیع مجدد روان آبها در انتهای جویچه ها می تواند کارائی آب را از ۵۰-۶۰ درصد به ۸۵-۷۰ درصد افزایش دهد. بر اساس یافته های بایر و ورمن (۸) و هرمن و همکاران (۱۷) استفاده از آب بیشتر برای آبیاری محصول معمولاً به خاطر فقدان دانش در خصوص محتوی آب موجود در خاک یا میزان نیاز آبی محصولات می باشد و منجر به برداشتهای نادرستی در خصوص رابطه بین آب آبیاری و بازده محصول و یا ریسک گریزی می شود.

چاه نگین کویر در شهرستان بشرویه یکی از منابع اصلی تامین آب مورد نیاز مناطق کشاورزی است که از لحاظ جغرافیایی در مجاورت بخش شرقی (منطقه ریگ) شهرستان قرار دارد. بنا بر اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی منطقه، دو محدوده جغرافیایی در منطقه شرقی و جنوبی شهرستان با نظارت کارشناسان کشاورزی و مدیران مزارع، دارای زمین های کشاورزی می باشد. قبل از سال ۱۳۸۰ در هر دو منطقه آب مورد نیاز مزارع به صورت ساعتی و از طریق کانالهای خاکی به مزارع ارسال می شد. نوع خاک در هر دو منطقه شنی بوده و عمده محصولات به عمل آمده پنبه، جو و گندم می باشد. از طرفی به منظور حفظ ذخایر آبی و افزایش کارایی منابع آب مشوقهایی نظیر دسترسی آسانتر به نهاده های کشاورزی شامل بذر، کود در مقابل فعالیت های داوطلبانه کشاورزان و مدیران مزارع در نظر گرفته شد. مصاحبه شخصی با مدیران مزارع و کشاورزان در هر دو منطقه تفاوتهایی در انگیزه های داوطلبانه کشاورزان و رعایت قوانین مربوط به استفاده از منابع آب را نشان می داد به گونه ای که اکثریت کشاورزان و مدیران در منطقه شرقی (ریگ) به دلیل نزدیکی به منبع آب انگیزه کمتری برای افزایش کارایی آب داشته و حتی برخی با پرداخت هزینه بیشتر از ساعت آبی بیشتری استفاده می کردند. اما در منطقه جنوبی فعالیت هایی از جمله استفاده از گونه های مقاوم به خشکی و استفاده از الگوی کشت مناسب با خاک منطقه توسط مدیران مزارع و کشاورزان اجرا می گردید. از سال ۱۳۸۰ افزایش سطح کشت منجر به بهره برداری بیش از حد منابع آبی گردید و بهبود در نوع سیستم آبیاری (تبدیل از آبیاری غرقابی از طریق کانالهای خاکی به کانالهای سیمانی) در جهت استفاده کاراتر از منابع آبی صورت گرفت که یکی از اهداف این تحقیق افزایش در انتقال آب به مزارع بود (۱). با توجه به آنچه گفته شد هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر بهبود در سیستم آبیاری بر کارایی آب مصرفی، جهت برآورد مقدار آب اضافی در سطح مزارع در دو منطقه شرق و جنوبی شهرستان مذکور با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده ها می باشد. افزون بر آن،

یافته های آنگر و هاوول (۲۸) از ویژگیهای یک زمین زراعی ظرفیت آب موجود در خاک^۱ یا مقدار آب نگه داشته شده در خاک که بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائمی است، می باشد و عموماً تحت عنوان مقدار آب موجود در هر سانتیمتر خاک عنوان می شود. ظرفیت آب موجود در خاک هر منطقه بستگی به فاکتورهای خاک از قبیل بافت خاک میزان مواد آلی خاک، عمق پروفیل خاک و ویژگیهای افق خاک دارد. بر اساس یافته های ویتلسی و همکاران (۲۹) با توجه به تاثیر اینگونه فاکتورها بر کارائی آب کاربردی در کشاورزی می توان گفت که کارایی همه سیستمهای آبیاری در خاکهای شنی - لومی (Silty loams) ۵ درصد پایین تر از خاکهای سیلتی لومی (Silty loams) است. فراسر و کردینا (۱۴) روش تخمین پوششی داده ها را به منظور تخمین کارائی فنی نهاده ها برای مزارع کشاورزی در استرالیا به کار بردند. در این مطالعه تاکید مستقیمی بر اینکه مقدار آب استفاده شده در کشاورزی و فروع ضمنی مانند اینک و ویژگیهای مکانی مانند بارندگی و نوع خاک بین مزارع متفاوت هستند، وجود نداشت. در بررسی حاضر برخی از این قبیل ویژگیهای مکانی (میزان بارندگی و میزان آب موجود در خاک AWS) در مدل مورد استفاده در نظر گرفته شده و تنها بر کاهش بالقوه آب مورد استفاده در مزارع تاکید میشود. حوزه های کارایی با استفاده از یک سری از مدل های برنامه ریزی خطی محاسبه می شوند. میوزیک و استیوارت (۲۳) معتقدند علاوه بر ویژگیهای منطقه ای، فعالیتهای مدیریتی نقش مهمی در کارائی آب مصرفی در بخش کشاورزی بازی می کند. فعالیتهایی در حوزه مدیریتی وجود دارد که کشاورزان می توانند از آن به منظور مصرف بهینه و افزایش کارائی آب در مزارع استفاده کنند به عنوان مثال آنگر و هاوول (۲۸) بر این باورند که بسیاری از این فعالیتهای می تواند شامل افزایش مقدار ذخیره آب موجود در خاک از طریق کاهش یا حذف آبهای از دست رفته در فرایند آبهای سطحی مانند تبخیر و تعرق و عمق نشست آب به دلیل وجود علفهای هرز باشد. از نظر هاوول (۱۹) کشاورزان همچنین می توانند به منظور مصرف بهینه از آب موجود جهت آبیاری در مزارع اطلاعات مربوط به نیاز آبی هر محصول و وضعیت آب موجود در خاک هر منطقه را در نظر بگیرند. هکسم و هدی (۱۸) اعتقاد دارند که تصمیم گیری به منظور آبیاری همچنین بستگی به توانائی کشاورزان به پیش بینی بارندگی های منطقه، که یکی از ویژگیهای تغییر پذیر می باشد، دارد. به علاوه، یک مدیر در مزرعه می تواند با کاربرد بهینه کود در سطح مزرعه استفاده از آب آبیاری را کاهش دهد. آنها همچنین تاثیر متقابلی میان کود نیتروژن و آب آبیاری در خصوص ذرت کشف کردند. مدیران مزارع می توانند کارائی آب مصرفی را از طریق تغییر در نوع سیستم آبیاری

می‌باشد. مجموعه داده‌ها به این ترتیب طبقه‌بندی می‌شوند که مشاهدات مختلف برای هر مزرعه از سالهای مختلف به عنوان نقاط داده ای جداگانه تلقی می‌شوند و سپس داده‌های سالهای مختلف با یکدیگر مقایسه می‌گردند. در این بررسی نتایج برای $n=105$ مشاهده در نظر گرفته شده است. مشاهدات بوسیله ارزشهای به دست آمده برای m نهاده مختلف به منظور تولید S محصول مختلف از هم متمایز می‌شوند که در این بررسی $m=7$ و $S=3$ است. بردار مصرف نهاده‌ها برای مشاهده Z به صورت $(X_1^j, X_2^j, \dots, X_7^j)^T \in R^7_0$ و بردار تولید محصول $(Y_1^j, Y_2^j, Y_3^j)^T \in R^3_0$ می‌باشد. این بدان معناست که مشاهده Z به اندازه X_1^j از اولین نهاده که در اینجا نهاده آب می‌باشد استفاده می‌کند تا مقدار Y_1^j را تولید نماید (گندم آبی) و برای بقیه نهاده‌ها هم به همین ترتیب می‌باشد. در بررسی حاضر نمی‌توان از فرضیه بازده ثابت نسبت به مقیاس استفاده کرد، به عبارت دیگر دو برابر کردن مقدار نهاده منجر به دو برابر شدن مقدار محصول نمی‌گردد، بنابر این در این تحقیق از بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده می‌شود. برای مقدار آب آبیاری به عنوان اولین نهاده، حوزه کارایی برای مشاهده صفر به صورت زیر می‌باشد که در آن θ^0 بوسیله برنامه ریزی خطی $(LP)^2$ به صورت زیر محاسبه می‌شود (۱۰) و (۲۱):

$$\begin{aligned} \theta^0 &= \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{st.} \\ \theta x_1^0 &\geq \sum_{j=1}^n \lambda^j x_1^j \\ x_m^0 &\geq \sum_{j=1}^n \lambda^j x_m^j \quad m = 2, \dots, 7 \\ y_s^0 &\leq \sum_{j=1}^n \lambda^j y_s^j \quad s = 1, 2, 3 \\ \lambda^j &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda^j &= 1 \end{aligned} \quad (1)$$

یک حوزه کارایی که در تحلیل پوششی داده‌ها بوسیله مقدار θ نشان داده می‌شود می‌تواند ارزشی بین ۰ و ۱ داشته باشد. ارزش یک، نشان دهنده این است که مشاهده مورد نظر به عنوان بهترین عمل کننده بر روی تابع تولید مرزی قرار دارد و نیاز به هیچ گونه کاهش در استفاده از نهاده وجود ندارد. هر ارزش θ که کوچکتر از مقدار یک باشد نشان دهنده عدم کارایی نهاده مورد نظر می‌باشد. به عبارت

تاثیر سایر عوامل از قبیل سن کشاورزان، اندازه سطح مزارع و موقعیت مکانی مزارع نیز بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

روش استفاده شده در این بررسی تحلیل پوششی داده‌ها است که توسط چارلز و همکاران (۹) معرفی شد و در واقع ادامه دهنده نظریه فارل (۱۲) در خصوص تخمین کارایی فنی در ارتباط با تابع تولید مرزی برای مشارکت دادن چند نهاده و چند محصول به طور همزمان با یکدیگر است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی نمونه مورد مطالعه را می‌سنجد و کاهش در مصرف نهاده را با توجه به مرز کارایی ساخته شده می‌توان بیان کرد. به باور امی لیلین فلد (۲۱) این مدل ناپارامتریک است به این مفهوم که نیاز به فرض‌های اولیه کمی در خصوص روابط بین نهاده و محصول دارد. مدل پوششی (تحلیل پوششی داده‌ها) یک تابع تولید مرزی به عنوان یک پوشش خطی تکه ای^۱ از داده‌های مشاهده شده ایجاد می‌کند. این بدان معناست که مدل بهترین مزرعه عمل کننده را به عنوان مزرعه ای که حداقل مقدار نهاده‌ها را به منظور تولید سطح خاصی از محصول به کار می‌برد را شناسایی و تابع تولید مرزی تشکیل می‌شود. این مدل برای محدوده وسیعی از مسائل تجربی مانند تولیدات کشاورزی و محیط زیست نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (25, 16, 7, 6). این روش با استفاده از تکنیک برنامه ریزی خطی با ایجاد تابع تولید مرزی برای کشاورزانی که سطح محصول خود را با حداقل مقدار آب ممکن تولید می‌کنند به حل مساله می‌پردازد. این مزارع سپس به عنوان معیارهایی در مقابل مزارع ناکارا قرار می‌گیرند و کارایی آب استفاده شده توسط مزارع ناکارا با مزارع معیار سنجیده می‌شود. تفاوت بین مقدار آب مورد استفاده به وسیله مزارع معیار و مزارع غیرکارا به عنوان مقدار آب اضافی در نظر گرفته می‌شود (در صورتیکه مزارع با مزارعی با ویژگیهای مشابه خود مقایسه شوند به عنوان مثال ویژگیهای مشابه مکانی). در واقع مزارع معیار نقش الگوهائی را دارند که کاهش آب مورد استفاده را تخمین می‌زنند. در تجزیه و تحلیل حاضر از روش نهاده گرا استفاده شده است. در این حالت محدوده کارایی تخمین زده شده نشان دهنده این است که یک مزرعه به چه میزان قادر است تا استفاده از همه نهاده‌هایش را کاهش دهد که این عمل در مقایسه با بهترین مزرعه معیار ارزیابی می‌شود (۱۱). در این بررسی تنها به بررسی عدم کارایی در استفاده از یک نهاده (آب کشاورزی) پرداخته شده است. اگر به منظور فرموله کردن مساله n مشاهده را در نظر بگیریم، هر کدام از این نقاط شامل ارزشهای مشاهده شده ای برای متغیرهای توصیف شده موجود در جدول (۱) برای یک سال مشخص

واحد طول و MAD^6 ضریب مدیریتی (بر حسب تعریف عبارتست از نسبت آب سهل الوصول به کل آب قابل دسترس) است که توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$MAD = \frac{RAW}{AWC} \quad (3)$$

که در آن RAW^7 به طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$RAW = DR(FC - \gamma_c) / 100 \quad (4)$$

که γ_c درصد حجمی رطوبت است و نقطه ای از رطوبت خاک است که از C تا آن نقطه آب براحتی توسط گیاه قابل جذب است (۴).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تحقیق شامل توصیف آماری کلیه متغیرهای مورد استفاده در مدل، تخمین مقدار آب اضافی و اشکال مربوطه می‌باشد. در جدول (۱) اطلاعات مربوط به توصیف آماری متغیرهای استفاده شده در مدل نشان داده شده است. مقادیر آب اضافی با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها برای مجموع ۱۰۵ مشاهده محاسبه گردید که در جدول (۲) نشان داده شده است.

میانگین آب اضافی در هر هکتار در خلال تمام سالها برای هر مزرعه در آخرین ستون سمت چپ جدول و میانگین آب اضافی در هر هکتار برای هر سال و هر ۱۵ مزرعه در ردیف پایین جدول نشان داده شده است. بر اساس ردیف آخر جدول میانگین مقدار آب اضافی برای هر سال از مقدار ۱۲۷۵/۷۱ متر مکعب در هکتار تا ۱۹۶۵۸/۱۴ متر مکعب بدون روند مشخصی در طول دوره مورد بررسی و به صورت نوسانی می‌باشد که در شکل (۱) نشان داده شده است.

با توجه به میانگین آب اضافی آبیاری برای تمام سالها در طول دوره مورد بررسی نتیجه به دست آمده در آخرین ردیف گوشه سمت چپ جدول نشان دهنده مقدار آب اضافی به اندازه ۶۶۸۵/۲۹ مترمکعب در هکتار می‌باشد. با توجه به میزان میانگین آب استفاده شده در طول دوره مورد بررسی که مقدار ۱۸۹۸۶/۹۷ مترمکعب در هکتار (جدول ۱) می‌باشد، می‌توان گفت که تقریباً به اندازه ۱/۵ برابر آب مورد استفاده به صورت اضافی مصرف شده است. با مشاهده مقادیر میانگین در طرف چپ جدول برای هر مزرعه در طول تمام سالها در جدول (۲) مشاهده می‌شود که ۴ مزرعه شامل مزارع شماره ۴، ۶، ۸، و ۱۴ نسبت به بقیه از میانگین آب اضافی پایین تری برخوردارند به گونه ای که در طول دوره مورد بررسی، مزرعه ۴ در میان ۲۱ بار تخمین کارایی، به تعداد ۱۳ بار کارایی مطلق برابر با یک،

دیگر، آب به صورت اضافه مصرف شده است. در مدل فوق γ_c ها به عنوان متغیرهای افزایشی^۱ نامیده می‌شوند که توسط مدل فوق تخمین زده می‌شوند و در واقع نشان دهنده بهترین مزرعه معیار در استفاده از نهاده آب می‌باشد (۲۱). در اختیار داشتن داده‌های پانل برای مزارعی که در دوره مورد مطالعه در منطقه مورد نظر قرار دارند ما را قادر به آزمون تغییرات موقتی و مقطع زمانی مانند بهبود در سیستم آبیاری می‌کند. پانزده مزرعه مورد بررسی از جنبه‌های مختلف مانند تغییر تکنولوژی آبیاری به سمت استفاده از آبیاری غرقابی با تغییر کانالهای خاکی به سیمانی مشابه بودند که بعد از سال ۸۰ روی داد. میانگین اندازه مزارع در طول دوره مورد مطالعه ۳/۲۲ هکتار می‌باشد. تمامی مزارع از محصولاتی که نیاز به آبیاری دارند استفاده می‌کردند. برای هر سال در خلال دوره‌های مورد نظر اطلاعات مورد نیاز جهت تولید سه محصول مختلف شامل: گندم آبی، جو آبی و پنبه جمع آوری گردید. علاوه بر داده‌های مربوط به تولید و نهاده، دو مشخصه مکانی در مدل در نظر گرفته شد که شامل عرضه آب در دسترس (AWC) و مقدار بارش سالانه می‌باشند. داده‌های مربوط به نهاده‌های مورد نظر شامل: هزینه کود، بذر، نیروی کار (نیروی کار اجاره‌ای و خانواده) و هزینه‌های سرمایه می‌باشد. وارد کردن متغیرهای مربوط به ویژگیهای مکانی منطقه در مدل یکی از مزیت‌های این روش می‌باشد چرا که مزارع تنها با معیار مربوط به خود مقایسه می‌شوند، به عبارت دیگر مزارع با ویژگیهای مشابه با هم بررسی می‌گردند. عرضه آب در دسترس (AWS)^۲ از نظر مفهومی منطبق با ظرفیت آب موجود در خاک می‌باشد که مقادیر آن در خاک از ۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر تغییر می‌کند. مزیت استفاده از عرضه آب در دسترس (AWS) بر ظرفیت آب موجود در خاک (AWC) مربوط به بافت خاک است و از این رو ارزشهای AWC با تغییر عمق خاک تغییر می‌کند در حالی که AWS این تغییر را دربر ندارد و با منطقه ریشه نشان داده می‌شود (۱۵). برای محاسبه AWC از رابطه (۲) استفاده می‌شود. (محاسبه AWC در عمق ۱۰۰ سانتیمتری خاک مقادیر AWS را نشان می‌دهد).

$$AWC = (FC - PWP) \times DR \times MAD \quad (2)$$

که در این رابطه FC^3 ظرفیت زراعی بر حسب درصد حجمی رطوبت، PWP^4 نقطه پژمردگی دائم یا حد آب قابل استخراج بر حسب درصد حجمی رطوبت، DR^5 عمق توسعه ریشه‌ها بر حسب

- 1- Intensity variable
- 2- Available water supply (AWS)
- 3- Field capacity
- 4- Permanent wilting point
- 5- Depth of root zone

6- Maximum allowable deficiency

7- Ratio available water

که این مزارع در خاکهایی با حداقل و حداکثر AWS (۱۰۰ سانتیمتر خاک / ۱۰۰ سانتیمتر آب) و (۸/۸۶ سانتیمتر آب) که در جدول (۱) نشان داده شده و سن کشاورزان بین ۲۵ تا ۷۵ می‌باشد.

مزرعه ۶ به تعداد ۱۵ بار و مزارع ۸ و ۱۴ به ترتیب ۱۷ و ۱۴ بار کارایی مطلق برابر یا یک داشتند به عبارت دیگر کاملاً کارا بودند. بنابراین، سوالی که در این خصوص مطرح می‌شود این است که این مزارع چه ویژگی‌هایی دارند که دارای کارایی بالاتر (آب اضافی کمتر) نسبت به بقیه مزارع می‌باشند. مشاهده مجموعه داده‌ها نشان می‌دهد

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در مدل

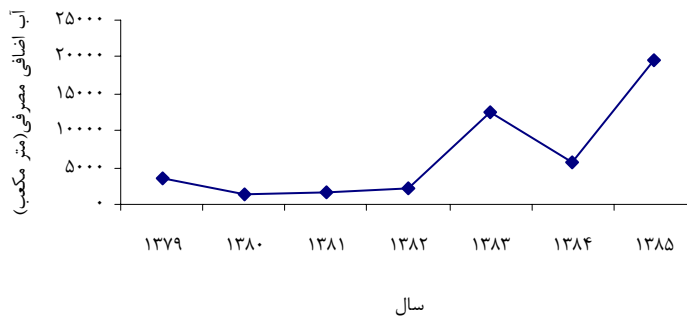
| نام متغیر | میانگین | حداکثر | حداقل | انحراف معیار |
|-------------------------------------|----------|----------|---------|--------------|
| آب (مترمکعب در هکتار) | ۱۸۹۸۶/۹۷ | ۲۲۸۵۶/۰۵ | ۲۸۰۶/۰۷ | ۹۳۰۲۲/۵ |
| نیروی کار (نفرروز در هکتار) | ۳۱/۸۱ | ۹۶/۵ | ۱/۴۷ | ۱۵۲/۷۲ |
| سرمایه (هزار ریال در هکتار) | ۱۳۹/۹۰۱۲ | ۱۸۷۵ | ۴ | ۱۲۸۶/۲۵۶ |
| بذر (هزار ریال در هکتار) | ۱۰۲۴/۴۶۷ | ۱۱۸۷/۵۰۰ | ۵ | ۱۷۰/۰۴۱۵ |
| کود (هزار ریال در هکتار) | ۷۱/۸۱۳۸۲ | ۹۹۶/۱۰۰ | ۱۰ | ۱۱۶/۱۴۶۹ |
| بارندگی (میلیمتر) | ۸۰/۵۲ | ۱۱۲/۵ | ۴۷/۹ | ۲۱/۲ |
| عرضه آب در دسترس (۱۰۰ سانتیمتر خاک) | ۶/۴ | ۸/۸۶ | ۱ | ۲/۳۴ |
| گندم آبی (کیلو گرم در هکتار) | ۲۹۹۴/۰۱ | ۶۹۵۴/۲ | ۱۰۰۰/۱ | ۲۱۴۵/۰۱ |
| جو آبی (کیلو گرم در هکتار) | ۴۹۱۳/۹۳ | ۶۵۳۱/۶ | ۳۲۶۱/۲ | ۱۶۴۸۲/۱ |
| پنبه (کیلو گرم در هکتار) | ۵۱۵۳/۴۸ | ۶۰۰۰ | ۳۲۰۰/۵ | ۱۳۴۱/۳۳ |

مأخذ: (۱ و ۵)

جدول ۲- تخمین آب اضافی مصرف شده (مترمکعب در هکتار)

| مزرعه | سال | | | | | | | میانگین |
|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | ۱۳۷۹ | ۱۳۸۰ | ۱۳۸۱ | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۳ | ۱۳۸۴ | ۱۳۸۵ | |
| ۱ | ۳۸۱۴/۷۵ | ۱۷۰۳/۳۵ | ۱۸۹۲/۳۸ | ۳۰۲/۶۷ | ۱۱۳۰۹/۳۵ | ۴۹۹۵/۵۶ | ۲۲۶۳۲/۹۵ | ۶۶۶۴/۴۳ |
| ۲ | ۳۲۹۴/۹۷ | ۶۳۶۰/۴۴ | . | ۱۰۸/۴۶ | ۱۲۲/۸۱ | ۹۵۹۲/۳۲ | ۸۳۳۳/۳۳ | ۳۹۷۳/۱۹ |
| ۳ | . | ۴۰۵/۰۴ | ۶۲۱۷/۴۴ | ۱۵۶۱/۲۱ | ۱۳۵۴۷/۳۲ | ۲۹۲۷۵/۴۱ | ۹۶۴۸/۶۴ | ۸۶۶۳/۵۸ |
| ۴ | ۲۳۹۱/۶۹ | . | ۲۵۱/۸۷ | . | . | ۴۲۷۶/۲۰ | ۱۳۲۱۶/۴۰ | ۲۸۷۶/۵۹ |
| ۵ | ۲۵۸۲/۶۷ | ۱۷۰۲/۴۸ | ۴۲۰۷/۰۱ | ۷۰/۵۰ | ۱۲۲۱/۸۵ | ۱۹۱۲۸/۷۴ | ۵۵۹۶۷/۲۶ | ۱۲۱۲۵/۷۹ |
| ۶ | ۱۶۸/۶۷ | ۴۲۱/۶۶ | ۱۵۳۲/۶۱ | . | ۱۰۸۰۴/۶۶ | ۵۳۸/۵۵ | ۱۰۴۱۵/۰۷ | ۳۴۱۱/۶۰ |
| ۷ | ۲۳۳/۵۳ | ۴۰۵/۰۴ | ۱۸۴۲/۳۵ | ۳۱۰/۲۹ | . | ۶۷۹/۷۶ | ۳۱۰۱۹/۹۰ | ۴۹۲۷/۲۷ |
| ۸ | ۲۴۲۲/۷۸ | ۱۵۴۲/۹۴ | ۱۸۹۲/۳۸ | ۱۱۳۴/۷۱ | ۴۹۹۳/۶۶ | ۴۳۱/۹۲ | . | ۱۷۷۴/۰۵ |
| ۹ | ۲۵۸۴۵/۶۶ | ۱۵۱۰/۰۵ | ۶۴/۸۳ | ۲۹۹/۵۴ | ۸۶۷۷/۷۱ | ۵۵۸۷/۴۴ | ۲۶۱۵۴/۸۳ | ۹۷۳۴/۳۰ |
| ۱۰ | ۲۸۳/۳۳ | ۴۳۸/۳۷ | ۱۷۸۱/۴۰ | ۷۰/۵۶ | ۵۶۳۱۸/۵۵ | ۴۹۳۴/۷۶ | ۲۴۴۷/۵ | ۹۴۶۷/۷۸ |
| ۱۱ | ۲۵۸۴/۳۵ | . | . | ۲۹۳/۲۶ | ۶۸۳۳۸/۲۶ | ۲۴۵۶/۰۶ | ۱۳۴۶۰/۴۳ | ۱۲۴۴۷/۴۸ |
| ۱۲ | . | ۱۶۶۶/۶۶ | ۷۰/۸۸ | . | . | . | ۳۱۴۲۱/۴۲ | ۴۷۳۶/۹۹ |
| ۱۳ | ۱۱۰۷۵/۰۹ | ۱۶۳۳/۵۴ | ۱۲۴۳ | ۶۰۶/۸۶ | ۶۸۸۴/۷۱ | ۲۴۱۱/۴۳ | ۲۷۰۵۰/۵۳ | ۷۲۷۲/۱۶ |
| ۱۴ | . | ۱۱۴۶/۱۲ | ۱۲۳۰/۰۸ | ۱۱۵۹۴/۸۲ | . | . | ۱۰۸۳۳/۳۳ | ۳۵۴۳/۴۸ |
| ۱۵ | ۳۷/۴۲ | ۲۰۰ | ۳۵۹۸/۶۵ | ۱۵۶۷۸/۹۷ | ۶۶۲۱/۰۵ | ۲۲۰۸/۴ | ۳۲۲۸۰/۴۵ | ۸۶۶۰/۷۰ |
| میانگین | ۳۶۴۸/۹۹ | ۱۲۷۵/۷۱ | ۱۷۲۱/۶۶ | ۲۱۳۵/۴۶ | ۱۲۵۸۹/۳۳ | ۵۷۶۷/۷۷ | ۱۹۶۵۸/۱۳ | ۶۶۸۵/۲۹ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق



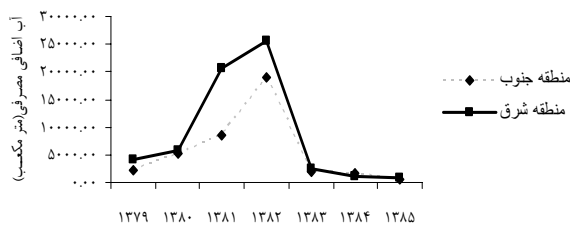
شکل ۱- مقایسه میانگین آب اضافی مصرف شده در هر سال برای تمام مزارع

مشخصی بین مقدار آب اضافی و درصد آب کاربردی استفاده شده با این نوع سیستم وجود ندارد. این یافته با محاسبه رگرسیون حاصل از نتیجه فوق تایید شد.

$$Y = 2251/54 + 48.04/68X$$

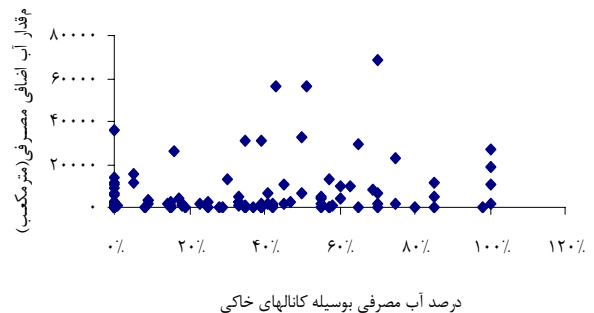
$$t(2/47) \quad t(0/97) \quad r^2 = 0/58 \quad F = 8/14$$

با توجه به اینکه در رابطه فوق مقدار $p\text{-value} = 0/5$ برای معنا دار بودن فرض صفر مربوط به ضریب متغیر X بزرگتر از $0/05$ می باشد بنا بر این فرض صفر (یعنی برابر صفر بودن ضریب این متغیر) رد نمی شود. این حقیقت که هیچ رابطه مثبتی بین مقدار آب اضافی و درصد آب کاربردی استفاده شده با سیستم غرقابی با کانال خاکی وجود ندارد نشان می دهد که تغییر در سطح آب اضافی را نمی توان به تنهایی به نوع سیستم آبیاری نسبت داد. اما این عدم وابستگی به نوع سیستم آبیاری می تواند به خاطر تلاشهای مدیریتی در سطح مزارع باشد. این مطلب را می توان با مشاهده مزارعی با مقدار آب اضافی پایین در محدوده ۰ تا ۱۰۰ درصد از سیستمهای غرقابی با کانالهای خاکی هم مشاهده کرد. بر اساس امی لیلین فلد (۲۱) و گلدن، پترسون (۱۵) نیز کارایی آب کاربردی بوسیله یک نوع سیستم آبیاری خاص تاثیری بر سطح کارایی آب استفاده شده نسبت به گذشته ندارد. لذا می توان گفت به جای سرمایه گذاریهای پرهزینه بر روی سیستم های آبیاری می توان با سرمایه گذاری در بهبود سطح مدیریت، سطح کارایی آب مورد استفاده را بهبود بخشید. به منظور بررسی وضعیت جغرافیایی و یا تفاوت های منطقه ای، شکل (۳) نشان دهنده میانگین مقدار آب اضافی استفاده شده در دو منطقه شرق و جنوبی بخش مورد مطالعه می باشد.



شکل ۳- مقایسه بین آب اضافی مصرف شده در دو منطقه جنوب و شرق

این مقادیر و دامنه تغییرات آنها نشان می دهد که هیچ ویژگی مشخصی برای این مزارع نسبت به مزارع دیگر با توجه به این دو عوامل وجود ندارد. در نظر گرفتن نوع تغییرات در سیستم آبیاری که در این مزارع در طی این ۷ سال به کار برده شد نشان داد که این تغییرات تاثیر معنا داری بر آب اضافی مزارع نداشته است. دو مزرعه از ۴ مزرعه ذکر شده از همان سیستم آبیاری غرقابی با کانالهای خاکی استفاده می کردند. یافته های موجود در خصوص نوع سیستم آبیاری یکی از موضوعات برجسته این بررسی می باشد. به عبارت دیگر هیچ کدام از تغییراتی که در سیستم آبیاری بوجود آمده بود با مقدار آب اضافی یا کارایی مطلق مزارع ارتباطی نداشت و سیستم غرقابی با کانال کشی سیمانی چندان تاثیری بر کارایی مزارعی که به عنوان معیار شناخته شدند نداشته است. از نظر دیگر در نظر گرفتن مزارعی با مقدار آب اضافی بالا (۳، ۵، ۹، ۱۱، ۱۰، ۱۵) نشان داد که بهبود در نوع سیستم آبیاری تاثیری در سطح آب مصرفی ندارد. همچنین در این بررسی فرضیه رابطه بین آب اضافی و نوع سیستم آبیاری در هر هکتار مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آب اضافی در هر هکتار در جدول (۲) در مقابل درصد آب آبیاری مورد استفاده توسط سیستم آبیاری با کانالهای خاکی در شکل (۲) نشان داده شده است.

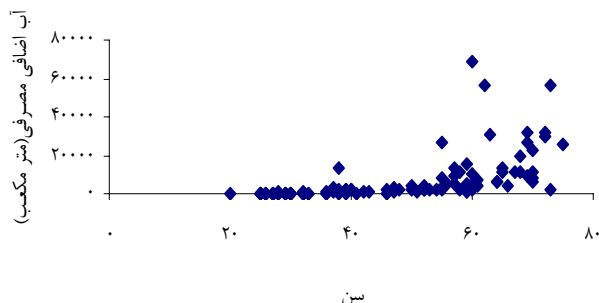


شکل ۲- رابطه بین آب اضافی مصرف شده و درصد آب مصرفی بوسیله کانالهای خاکی

پراکندگی نقاط در این شکل دلالت بر این دارد که هیچ رابطه

$$Y = 13954/2 + 447/80 \cdot X$$

$t(6/6)$ $t(7/0.45)$ $r^2 = 0/86$ $F = 18/14$



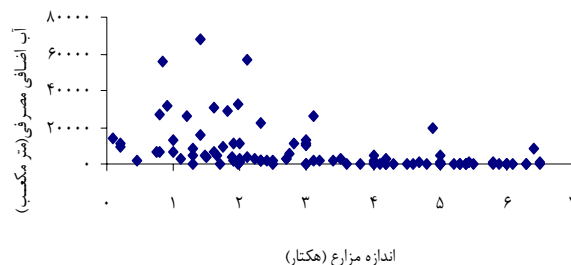
شکل ۵- رابطه بین آب اضافی مصرفی و سن کشاورز

این مساله می تواند به این دلیل باشد که کارایی آب به کار برده شده به ویژگیهای دیگری مانند ویژگیهای منطقه ای و مهارتهای مدیریتی نیز بستگی دارد. استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده ها که با هدف برآورد مقدار آب اضافی مصرف شده مورد استفاده قرار گرفت می تواند حداقل در دو زمینه مورد استفاده قرار گیرد: اولاً این مقادیر در واقع اطلاعات قابل لمسی هستند که می تواند به کشاورزانی که از آب به مقدار اضافه مصرف می کنند انتقال داده شوند و با به کارگیری اصول به کار رفته در سطح مزارعی با آب اضافی کمتر، به حل این مشکل در مزارعی که با مشکل عدم استفاده بهینه از آب و عدم کارایی مواجهند پردازد و در نهایت این معیارها به عنوان مدل های هدف برای بهبود بخشیدن به سطح عدم کارایی در مزارع ناکارا به کار برده شوند. دوم اینکه تعیین مقدار آب اضافی می تواند به منظور بررسی تاثیر عمومی دیگر متغیرها در سطوح آب اضافی مورد استفاده قرار گیرد. احتمالاً یکی از یافته های قابل توجه این است که نوع سیستم آبیاری به عنوان عامل تاثیر گذار بر کارایی یا عدم کارایی آب اضافی ظاهر نشد. در حقیقت این مساله به تاثیر نقش مدیریت و تکنیک های زمینه ای (مانند افزایش اندازه مزارع، استفاده از کشاورزان جوانتر و در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی مزارع) به عنوان عوامل مهمی در کارایی آب استفاده شده در سطح مزارع اشاره دارد. به طور خلاصه سیاست کاربردی در این خصوص سرمایه گذاری بر روی بهبود سیستم مدیریت است که می تواند موثر باشد و مدیریت منابع آب نیازمند تصمیم گیری آینده نگر با رویکردی جامع است. به علاوه نتایج نشان داد که مزارع بزرگتر و مزارعی با کشاورزان جوانتر از کارایی بالاتر (آب اضافی کمتر) برخوردار بودند. سرانجام با توجه به موقعیت جغرافیایی در منطقه شرق شهرستان بشرویه به طور معمول دارای سطح آب اضافی کمتری نسبت به منطقه جنوب آن داشت و این امر ممکن است منعکس کننده تفاوت در نوع مدیریت منابع آبی باشد.

در این شکل مشاهده می شود که مزارع در منطقه شرقی (ریگ) نسبت به منطقه جنوبی دارای میانگین آب اضافی بالاتری هستند. این امر ممکن است به دلیل تفاوت در نحوه مدیریت این مناطق و یا تفاوت های منطقه ای باشد. با توجه به شکل، مزارع در هر دو منطقه نوسانات مشابهی را نشان می دهند که این نوسانات بین سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ می باشد به طوری که بعد از آن کاهش یکنواختی مشاهده می شود. (از سال ۸۳ به بعد). با توجه به یافته های فیدرستون (۱۳) از دیگر عواملی که می توان در این مطالعه بررسی نمود رابطه بین اندازه مزرعه، سن کشاورز و مقدار آب اضافی می باشد. شکل (۴) و (۵) رابطه بین مقدار آب اضافی تخمین زده شده و هر یک از دو فاکتور فوق را نشان می دهد. شکل (۴) یک رابطه منفی بین مقدار آب اضافی و اندازه زمین را نشان می دهد که مقدار منفی ضریب معنا دار رگرسیون حاصل از آن هم این نظریه را تایید می کند.

$$Y = 16072/18 - 2907/78X$$

$t(7/14)$ $t(4/75)$ $r^2 = 0/88$ $F = 22/14$



شکل ۴- رابطه آب اضافی مصرف شده و اندازه کل مزرعه

بنابراین می توان گفت که مزارع بزرگتر از مقدار آب کمتری نسبت به مزارع کوچکتر استفاده می کنند و در سطح کاراتری عمل می کنند. شکل (۵) رابطه مثبت بین آب اضافی در هر هکتار و سن کشاورز را نشان می دهد که مقدار مثبت و معنا دار ضریب رگرسیون آن این نظریه را نیز تایید می کند. و این بدان معناست که کشاورزان مسن تر مقدار آب اضافی بیشتری نسبت به کشاورزان جوانتر استفاده می کنند.

نتیجه گیری

بررسی تخمین آب اضافی نشان داد که بهبود در سیستم های آبیاری تاثیر چندانی بر کاهش آب اضافی ندارد به گونه ای که در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ مزارعی که این اصلاحات را در سیستم آبیاری خود انجام داده بودند با وجود این باز هم با مشکل آب اضافی روبرو بودند.

منابع

- ۱- سازمان منابع طبیعی شهرستان بشرویه. ۱۳۸۶. اسناد مربوط به اطلاعات تولید و نهاده های محصولات کشاورزی.
- ۲- صیوحی م.، سلطانی غ. و زیبایی م. ۱۳۸۵. بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه ریزی مثبت. مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ۲۱. شماره ۱. صفحه ۲۲.
- ۳- صیوحی م.، و سلطانی غ. ۱۳۸۶. بهینه سازی الگوهای کشت در سطح حوضه آبریز با تأکید بر منافع اجتماعی و واردات خالص آب مجازی: مطالعه موردی منطقه خراسان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. سال دوازدهم. شماره ۴۳(الف). صفحه ۴۵.
- ۴- علیزاده ا. ۱۳۸۱. طراحی سیستم های آبیاری، مشهد: انتشارات امام رضا (ع). ص ۱۵۱-۱۵۰.
- ۵- سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۸۶. CD اطلاعات تولید و نهاده های محصولات کشاورزی.
- 6- Aldaz N., and Millan J.A. 2003. Regional productivity of Spanish agriculture in a panel DEA framework. *Application Economic Letter*.4:87-90.
- 7- Asmild M., and Hougaard J.L. 2006. Economic versus environmental improvement potentials of Danish pig farms. *Agricultural Economic*.35:171-181.
- 8- Biere A., and Worman F. 1983. Irrigation management: current and prospective issues. In Napier, T.L., Scott, D., Easter, K.W., Supalla, R.(Eds.), *WATER Resources Reserch Problems and Potentials for Agriculture and Rural Communities*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, Iowa, PP.99-116.
- 9- Charnes A., and Rhodes W.W. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal Operation Resource*.2(6),429-444.
- 10- Coelli T., Rao D.S.P., and Battese G.E. 2002. An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publisher.
- 11- Cooper W.W., Seiford L.M. and Tone K. 2000. *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic publishers.
- 12- Farrel M.J. 1957. The measurement of productive ficiency. *J.R.Stat.Soc*.120(3),253-281.
- 13- Featherstone A.M., and Ismet M.R. 1997. A nonparametric analysis of efficiency for a sample of Kansas beef cow farms. *Journal Agricultural Application Economics*.29(1),175-184.
- 14- Fraser I., and Crdina D. 1999. An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in northern Victoria, Australia *Agricultural System*.59:267-282.
- 15- Golden B.B., and Peterson J.M. 2006. Evaluation of water conservation from more efficient irrigation systems. Staff Paper No.06-03. Department of Agricultural Economics, Kansas State University.
- 16- Hallam D., and Machado F. 1996. Efficiency analysis with panel data: A study of Portuguese Dairy Farms. *Europ. Rev. Agric. Econ*.23: 79-93.
- 17- Heermann D.F., Hoeting J., Duke H.R., Westfall D.G., Westfall G.W., Westra P., Peairs F.B., and Fleming K. 2000. Irrigated precision farming for maize production. In: Presented at the second International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry. Lake Buena Vista, Florida, January 10-12, 2000 Available at <http://www.wmuinfo.usda.gov/index.html>.
- 18- Hexem R.W., and Heady E.O. 1978. *Water production functions for irrigated Agriculture*. The Iowa State University Press, Ames, IA.
- 19- Howell T.A. 1996. Irrigation scheduling research and its impact on water use. In: Camp, G.R., Salder, E.J., Yoder, R.E.(Eds.) *Evapotranspiration and irrigation Scheduling*, proceeding of the International Conference. San Antonio, TX, November 3-6, 1996. American Society of Agricultural Engineer, St. Joseph, MI.
- 20- Kansas Water Office. 2000. Water conservation plans and programs and the means to improve the effectiveness of such plans and programs: irrigation water and conservation. A draft report from the Kansas Water Authority for house Substitute for senate Bill 287, Available at http://www.kwo.org/sb287/mandate4/sb287_4_irr.htm.
- 21- Lilienfeld A., and Asmild M. 2007. Estimation of excess water in agriculture: A Data Envelopment Analysis approach. *Agricultural Water Management*, 94:73-82.
- 22- Marlo R. 1999. Agriculture water use efficiency in the United State. In: Presented at the U.S./China Water Resources Management Conference. Tucson, Arizona, May 25, 1999 Available at

<http://WWW.IanI.gov/chinawawter/documents/usagwue.pdf>

- 23- Musick J.T., and Stewart B.A. 1992.Irrigation technologies.In:Kromm, D.E (Eds.), Groundwater Exploitaation in the High plains. University Press of Kansas, Lawence, pp.110-144.
- 24- Rogers D., Lamm F.R., Alam M., Trooien T.P., Clark G.A., Barnes P.L., and Mankin k. 1997.Efficiencies and water losses of irrigation systems. Irrigation Management Series MF-2243.Cooperrative Extention, Kansas State University, Manhattan.
- 25- Scheel H. 2001.Undesirable outputs in efficiency valuations. Europian Journal Operation Resource.132:400-410.
- 26- Sphocleus M. 1998. Water resources of Kansas:a comprehensive outline. In:Sphokleus,M.(Ed.), perspectives on sustainable development of water resources in Kansas.kansas Geological Survey Bulletin No.239. kansas Geological Survey, Lawrence,pp. 3-59.
- 27- Stewart J.I., Hagan R.M., and Pruitt W.O. 1976.Production Functions and Predicted Irrigation programs for principal crops as Required for water Resources planning and Increased Water Use Efficiency. Final Report . U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, E.R., Denver, Colorado.
- 28- Unger P.W., and Howel T.A. 1999. Agricultural water conservation-a global perspective.j. crop prod.2,1-36. U.S. Grains Council, 2007. Conversion Factors, Available at <http://www.grains.org/>.
- 29- Whittlesey N.K., McNeal B.L., Obersinner V.F. 1986. Concepte affecting irrigation management in energy and water management in western irrigated agriculture. In:Whittlesey, N.K.(Ed.), studies in water policy and Management No.7.Westview press, Boulder, pp.101-127.