

Evaluation of water productivity indexes in Astan Ghods Razavi companies

A. Izady^{1*}, K. Davary²

1- Post-doctoral Fellow, Water Research Center, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman. 2- Profesor in Dept. of water engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: az.izady@gmail.com)

Received: 17-5-2015

Accepted: 19-8-2015

ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در شرکت‌های تحت نظارت آستان قدس رضوی

عزیز الله ایزدی^۱، کامران داوری^۲

۱- محقق دوره پسادکتری، مرکز تحقیقات آب دانشگاه سلطان قابوس، مسقط، عمان.

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

* (نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: az.izady@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۲۸

Abstract

This research aims at determining and evaluating the water productivity indexes in Astan-Ghods-Razavi Companies for different crops during 2007-2008 growth season. Required field data were collected during several field surveys. These data consisted of crop yields and crop consumptive water that is irrigated by distinct agriculture well. With regard to collected data, four water productivity indexes were calculated. To facilitate comparisons, the calculated water productivity indexes became dimensionless and then were scored. After that, common crops of different agriculture wells were compared together. The results show that Corn crop with score of 1.42 for Mashhad, Pistachio crop with score of 1.61 for Sarakhs, Wheat crop with score of 2.27 for Esfarayen, Pistachio and barley with score of 0.5 for Bardaskan, Corn crop with score of 2.27 for Torbat Heidarieh and Pistachio crop with score of 1.61 for Gonabad have best water productivity. Also, the best and worst crop water productivity among different sub-companies is Wheat crop in the Mashhad and Wheat crop in the Esfarayen and Alfalfa in the Gonabad together, respectively. Finally, it is found that Mashhad and Esfarayen are the best and worst sub-companies of water productivity.

Keywords: Astan-Ghods-Razavi, Water Productivity, Benchmarking method, index, Water resources.

چکیده

هدف از این تحقیق، تعیین و ارزیابی میزان بهره‌وری آب به دلیل کمبود منابع آب برای هر یک از محصولات مختلف در شرکت‌های تحت نظارت آستان قدس در طی فصل زراعی ۸۶-۸۷ می‌باشد. داده‌های مزرعه‌ای مورد نیاز مانند میزان عملکرد و مقدار آب مصرف شده برای هر یک از محصولات از طریق بازدید از این مجتمع‌ها و همچنین تکمیل پرسشنامه‌هایی در محل، تهیه و جمع‌آوری گردید. با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده، چهار نوع شاخص مختلف بهره‌وری آب برای تک تک محصولات محاسبه گردید. برای تحلیل بیشتر و آگاهی از وضعیت بهره‌وری آب در داخل هر مجتمع، ابتدا شاخص‌های بهره‌وری به کمک روابط ریاضی بی‌بعد و امتیازبندی گردیدند سپس محصولات مشترک چاه‌های مختلف با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که محصول ذرت با امتیاز ۱/۴۲ برای مجتمع مزرعه نمونه مشهد، پسته با امتیاز ۱/۶۱ برای کشت و صنعت سرخس، گندم با امتیاز ۲/۲۷ برای کشت و صنعت اسفراین، جو و پسته با امتیاز ۰/۵ برای کشت و صنعت بردسکن، ذرت علوفه‌ای با امتیاز ۲/۲۷ برای مجتمع کشاورزی تربت حیدریه و پسته با امتیاز ۰/۷۴ برای مجتمع موقوفات و کشاورزی گناباد، بهترین وضعیت را از نظر بهره‌وری آب دارا بودند. در بین مجتمع‌های مختلف نیز بهترین محصول از نظر بهره‌وری مربوط به گندم در کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد و ضعیف‌ترین محصول مربوط به گندم در کشت و صنعت اسفراین و یونجه در مجتمع موقوفات و کشاورزی گناباد به صورت مشترک بودند. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد و اسفراین به ترتیب جایگاه اول و آخر را از نظر بهره‌وری آب به خود اختصاص داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آستان قدس رضوی، بهره‌وری آب، ارزیابی مقایسه‌ای، شاخص، منابع آب.

استفاده از سطوح مختلف آبیاری در سه مزرعه مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص آب مصرفی گیاه در هر سه مزرعه بین ۰/۴ تا ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب و شاخص آب به کار برده شده بین ۰/۴ تا ۰/۵۵ متغیر می‌باشد. Zhang و Liu (۲۰۰۸) آب مصرفی و بهره‌وری آب گندم زمستانه را در شمال چین با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور مورد ارزیابی قرار داده‌اند. Rao (۱۹۹۳) از جمله کسانی است که ضمن جمع‌آوری و طبقه‌بندی نظر مؤلفان مختلف و شاخص‌های پیشنهادی آنان، موارد کاربرد شاخص‌ها را هم بیان نمود. Bastiaanssen و Zwart (۲۰۰۴) مقدار بهره‌وری آب ارائه شده به وسیله محققان مختلف را برای محصولات گندم، برنج، پنبه و موز بررسی کردند. هدف از این مطالعه ارائه یک بینش صحیح و منطقی از وضعیت موجود مدیریت آب و شاخص‌های بهره‌وری در هر یک از مجتمع‌های آستان قدس رضوی می‌باشد تا با آگاهی از وضعیت موجود بتوان به سطح قابل قبولی از نظر عملکرد و بهره‌وری آب در این مجتمع‌ها دست یافت.

$$IWM1 = \frac{\text{عملکرد محصول}}{\text{مساحت اراضی کشت آبی}} \quad (۱)$$

$$IWM4 = \frac{\text{عملکرد محصول}}{\text{حجم آب نیاز مورد برحسب ET}} \quad (۲)$$

$$ITRC2 = \frac{\text{پتانسیل تولید}}{\text{عملکرد محصول}} \quad (۳)$$

$$ITRC6 = \frac{\text{کل آب تأمین شده}}{\text{نیاز آبی گیاه}} \quad (۴)$$

در پژوهش حاضر با استفاده از روش ارزیابی مقایسه‌ای، مقایسه درون و برون مجتمعی برای هر یک از مجتمع‌های آستان قدس صورت گرفته است. برای این منظور، ابتدا مقایسه درون مجتمعی انجام می‌گیرد که هدف آن انتخاب بهترین قطعه زراعی^۱ در داخل هر مجتمع می‌باشد. منظور از قطعه زراعی مساحت تحت پوشش کشت یک نوع محصول است. در مقابل، تعدادی قطعات مختلف (با الگوی زراعی مختلف) که توسط یک چاه آبیاری می‌گردند، یک مزرعه^۲ را تشکیل می‌دهند. داده‌های مزرعه‌ای مورد نیاز برای این امر از طریق بازدید از این مجتمع‌ها و همچنین تکمیل پرسشنامه‌هایی در محل، تهیه و جمع‌آوری گردید. قابل ذکر است جهت تهیه داده‌های پتانسیل تولید از آمار بالاترین عملکرد ارائه شده بوسیله جهاد کشاورزی استفاده گردید. با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده

بهره‌وری آب یکی از مهمترین موضوعاتی است که در سال‌های اخیر در مجامع علمی مرتبط با آب و آبیاری مورد توجه جدی قرار گرفته است. عصاره اصلی و ساختار بنیادی مفهوم بهره‌وری آب کشاورزی استفاده صحیح از آب به همراه افزایش تولید محصولات کشاورزی است (Sakthivadivel و همکاران، ۱۹۹۹ و Tuong و همکاران، ۲۰۰۰). بر این اساس، Rouhani (۲۰۰۳) مقادیر بهره‌وری آب را در دو گروه از زارعان عضو تعاونی‌های تولید روستایی و زارعان غیر عضو مورد بررسی قرار داده است تا تاثیر تعاونی‌ها را در افزایش بهره‌وری آب تعیین نماید. نتایج حاکی از این مساله می‌باشد که میانگین بهره‌وری آب برای کل محصولات زراعی در بهره‌برداري‌های عضو شرکت‌های تعاونی تولید روستایی و بهره‌برداري‌های غیر عضو تقریباً یکسان است یعنی اینکه تعاونی‌های موردنظر تاثیر مثبتی در افزایش بهره‌وری آب نداشته‌اند. Igbadun و همکاران (۲۰۰۶) بهره‌وری آب گیاه موز را در تانزانیا با

مواد و روش‌ها

• روش ارزیابی مقایسه‌ای^۱

ارزیابی مقایسه‌ای را می‌توان «اقدام به بهبود مستمر عملکرد سیستم از طریق مقایسه با سیستم‌های مشابه و دستیابی به معیارها و استانداردهای درونی (مقایسه با خود) و خارجی (مقایسه با سایرین)؛ و یافتن بهترین راه حل و عمل ممکن برای ارتقاء عملکرد سازمان» دانست. هدف از به‌کارگیری ارزیابی مقایسه‌ای ایجاد تحول و تکامل سازمانی و حرکت از یک موقعیت به موقعیتی برتر می‌باشد (Charles و Burt، ۲۰۰۰).

• شاخص‌های مورد استفاده

با توجه به محدودیت (بودجه‌ای و زمانی) طرح برای ارزیابی، صرفاً از شاخص‌های بازده در اراضی تحت کشت (IWM1)، بازده در واحد آب مصرفی (IWM4)، شاخص بهبود پتانسیل تولید (ITRC2) و نسبت مصرف سالانه آب آبیاری (ITRC6) بهره گرفته شده که دو شاخص اول توسط موسسه بین‌المللی مدیریت آب^۲ و دو شاخص دیگر نیز توسط مرکز تحقیقات آبیاری و آموزش^۳ ارائه شده است. روش محاسبه این شاخص‌ها در زیر آورده شده است (Khaledi و Ehsani، ۲۰۰۳).

در طی فصل زراعی ۸۶-۸۷، شاخص‌های مذکور برای تمامی قطعات زراعی محاسبه گردید. بعد از محاسبه شاخص‌های ذکر شده برای تمامی قطعات زراعی، امتیاز هر قطعه (به صورت بی‌بعد) با استفاده از دو رابطه زیر محاسبه شد:

$$S_i = \frac{x_i - \bar{x}}{x} \quad (5)$$

$$S_i = \frac{\bar{x} - x_i}{x} \quad (6)$$

در روابط فوق \bar{x} میانگین شاخص برای یک نوع محصول و x مقدار شاخص قطعه زراعی و S_i امتیاز قطعه زراعی i می‌باشد. در کلیه شاخص‌ها مقدار مثبت نشان‌دهنده وضعیت مطلوب قطعه زراعی و علامت منفی نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب قطعه می‌باشد. با توجه به این که مقدار دو شاخص IWMII و IWMII4 هر چه از مقدار میانگین بیشتر باشد نشان‌دهنده وضعیت بهتر قطعه زراعی می‌باشد برای تبدیل مقدار این شاخص‌ها به امتیاز از رابطه (۵) استفاده می‌شود. تا مقدار مثبت نشان‌دهنده وضعیت خوب قطعه زراعی باشد. اما در رابطه با دو شاخص ITRC2 و ITRC6 هر چه مقدار شاخص کمتر از مقدار میانگین باشد نشان‌دهنده وضعیت مطلوب می‌باشد برای رسیدن به این هدف از رابطه (۶) استفاده شده است (Ehsani و Khaledi, ۲۰۰۳). بعد از محاسبه امتیاز هر

قطعه زراعی، با استفاده از رابطه زیر می‌توان امتیاز کل مربوط به هر چاه (مزرعه) را محاسبه نمود.

$$\text{کل امتیاز چاه} = \sum_{i=1}^n S_i \quad (7)$$

در رابطه فوق $\sum S_i$ مجموع امتیاز محصولاتی است که از یک چاه آبیاری می‌شوند، n نیز تعداد محصولاتی است که از یک چاه آبیاری می‌شود. در نهایت پس از محاسبه امتیاز کلیه چاه‌های هر مجتمع، برای انتخاب بهترین مجتمع ابتدا محصولات مشترک در بین مجتمع‌ها انتخاب گردیدند و میانگین هر محصول بر اساس شاخص‌های مختلف برای هر مجتمع محاسبه گردید. در مرحله بعد میانگین کل هر محصول بر اساس عملکردهای حاصله از تمامی مجتمع‌ها محاسبه (رابطه ۸) و سپس با توجه به آن، محصولات مربوطه امتیازگذاری شدند (رابطه ۹). این عمل برای محصولاتی که در چهار، پنج و شش مزرعه مشترک کشت می‌شدند، صورت گرفته است.

$$\bar{x} = \frac{\sum (\text{کلباد} + \text{سرخس} + \text{تربت حیدریه} + \text{اسفرااین} + \text{یونجه} + \text{بردسکن} + \text{یونجه} + \text{مزرعه نمونه} + \text{یونجه})}{n} \quad (8)$$

$$S_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}} \quad (9)$$

در نهایت امتیاز هر مجتمع با یکدیگر جمع و با سایر مجتمع‌ها مقایسه می‌گردد.

نتایج و بحث

• مقایسه محصولات مشترک

همانطور که در مواد و روش‌ها بیان گردید برای آگاهی از وضعیت شاخص‌های مختلف در هر یک از مجتمع‌ها، میانگین هر شاخص برای هر یک از محصولات موجود در مجتمع‌ها مطابق جدول (۱) محاسبه گردید. می‌توان اظهار داشت که با توجه به مدیریت حاکم بر هر یک از مجتمع‌ها، محصولات مختلف دارای مقادیر مختلفی از میانگین شاخص‌ها می‌باشند. برای محصولات مهم مانند گندم و جو که دارای اهمیت استراتژیکی می‌باشند می‌توان گفت که مجتمع کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد دارای عملکرد و مدیریت بهتری در تولید گندم نسبت به سایر مجتمع‌ها می‌باشد. علت قرار گرفتن مجتمع مذکور در وضعیت بهتر نسبت به سایر مجتمع‌ها را تا حدودی می‌توان به کاشت گندم نیمه دیم در این مجتمع نسبت داد که به تبع آن مقدار آب کمی مصرف شده است و باعث افزایش

این شاخص در این مجتمع شده است. یعنی اینکه فقط چندین آبیاری تکمیلی در طول فصل رشد انجام شده است. بعد از مجتمع مذکور به نظر می‌رسد مجتمع‌های کشت و صنعت انابد کاشمر (بردسکن) و کشت و صنعت سرخس در شرایط یکسانی قرار دارند. مجتمع کشت و صنعت اسفرااین نیز در رده آخر قرار گرفته است که علت این امر را می‌توان به شوری آب و خاک و عدم مدیریت مناسب در مواجهه با این مسائل مرتبط دانست. برای محصول جو نیز می‌توان گفت مجتمع‌های کشاورزی رضوی تربت حیدریه، کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد و کشت و صنعت انابد کاشمر (بردسکن) دارای وضعیت یکسانی می‌باشند. هر چند اختلاف بین شاخص‌های مختلف در بین این مجتمع‌ها مشاهده می‌شود ولی این اختلافات باعث همپوشانی یکدیگر شده است. بدترین وضعیت مربوط به مجتمع کشت و صنعت اسفرااین می‌باشد که دارای عملکرد خیلی پایینی است به طوری که در مقایسه با عملکرد پتانسیل تقریباً سه برابر کمتر می‌باشد.

در واقع به توجه به منابع آب و خاک موجود در هر یک از مجتمع‌ها و همچنین مدیریت حاکم بر هر یک از آنها می‌توان بیان داشت که کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد دارای پتانسیل خوبی در تولید و بهره‌وری آب محصولات گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای می‌باشد. به همین ترتیب، کشت پنبه و احداث باغ پسته دارای تولید و بهره‌وری آب بالا در کشت و صنعت انابد کاشمر (بردسکن) می‌باشد. همچنین مجتمع کشاورزی رضوی تربت حیدریه دارای وضعیت خوبی در تولید

جو می‌باشد. برای سایر مجتمع‌ها می‌توان گفت که کشت هر یک از محصولات مذکور باید با احتیاط بیشتری صورت گیرد مگر اینکه راهکارهای مدیریتی مناسبی برای جلوگیری از کاهش عملکرد و همچنین بهره‌وری آب پایین اتخاذ گردد. در واقع با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان نمود که بهتر است در مجتمع‌های مختلف محصولاتی که دارای بهره‌وری آب بالا در آن مجتمع می‌باشند کاشته شوند تا از این طریق بتوان به عملکرد بالایی در تولید دست یافت.

جدول ۱- مقایسه امتیاز محصولات مشترک مجتمع‌های آستان قدس رضوی

میانگین امتیاز شاخص‌ها				مجتمع	محصول
IWMI1 (kg/ha)	IWMI4 (kg/m3)	ITRC2 (kg/ha/kg/ha)	ITRC6 (m3/m3)		
۳۵۰۰	۰/۰۸	۰/۵۷	۸/۵۶	اسفراین	پنبه
۳۵۱۵	۰/۱۳	۰/۸۲	۲/۹۶	تربت	
۳۵۰۰	۰/۰۹	۰/۸۱	۴/۱۲	گناباد	
۳۵۲۰	۰/۱۵	۰/۸۲	۲/۶۲	بردسکن	
۲۳۳۴	۰/۱۴	۱/۷۳	۷/۷	اسفراین	جو
۴۵۸۵	۰/۲۸	۰/۸۶	۳/۷۶	تربت	
۴۳۲۵	۰/۳۶	۰/۸۷	۳/۱۲	بردسکن	
۳۳۱۰,۸	۰/۵۲	۱/۲۷	۳/۰۷	مشهد	
۴۷۱۴۴	۳/۳	۱/۱۸	۰/۰۲	اسفراین	ذرت
۴۳۷۵۰	۱/۸۷	۱/۲۰	۳/۵۱	بردسکن	
۵۲۴۸۷	۲۶/۲۸	۱/۰۳	۰/۵۶	مشهد	
۴۸۱۵۶	۲/۳۸	۱/۱۰	۳/۵۹	تربت	
۳۴۳۷	۰/۴۴	۱/۲۸	۱/۹۶	سرخس	گندم
۲۲۵۱	۰/۱۴	۲/۱۴	۵/۲۵	اسفراین	
۴۰۲۱	۰/۱۸	۱/۰۵	۴/۶۱	تربت	
۴۶۷۵	۰/۴۱	۰/۹	۲/۵۴	بردسکن	
۵۲۷۵	۲/۶۳	۰/۸۴	۰/۷۷	مشهد	یونجه
۱۰۱۲۷	۰/۴۸	۱/۱۳	۲/۲۹	سرخس	
۸۳۳۳	۰/۰۷	۱/۳۲	۱۰/۲۱	گناباد	
۴۳۸۹,۸	۰/۲۱	۳/۷۱	۲/۷	اسفراین	
۱۰۰۵۰	۰/۲۷	۱/۰۹	۳/۹۳	تربت	پسته
۶۶۰۰	۰/۳۷	۱/۶۶	۱/۸	بردسکن	
۱۵۰۸۹	۰/۷۴	۰/۸۱	۲/۸۷	مشهد	
۶۰۰	۰/۰۳	۵/۴	۴/۱۸	بردسکن	
۷۴۷	۰/۰۳	۱۶/۲۸	۶/۷۳	سرخس	گناباد
۲۶۴	۰/۰۲	۷/۲۱	۳/۴	گناباد	

• مقایسه مجتمع‌ها با یکدیگر (برون مجتمعی)

با توجه جدول (۲) می‌توان بهترین و ضعیف‌ترین مجتمع را از نظر هر شاخص مشخص نمود. مطابق جدول مذکور می‌توان گفت که مجتمع کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد در تمامی شاخص‌ها در جایگاه اول قرار گرفته است. دلیل قرارگیری مجتمع کشت و صنعت مزرعه نمونه مشهد در جایگاه نخست می‌تواند به دلیل خاک و آب مناسب موجود در این مجتمع باشد، بطوریکه متوسط شوری برابر ۱۴۸۰ میکروموس بر سانتی متر و حداکثر شوری ۵۲۳۰ میکروموس بر سانتی متر می‌باشد (بر اساس اطلاعات دریافتی از کارشناسان مجتمع) که در محدوده قابل قبولی قرار دارد. از طرف دیگر می‌توان گفت که در این مجتمع همیشه پر آبیاری صورت می‌گیرد (Davary و همکاران، ۲۰۰۹) که باعث می‌شود دامنه شوری زیاد در نوسان نباشد و گیاه از این لحاظ در حاشیه امنیت قرار گیرد. در اکثر شاخص‌ها نیز مجتمع کشت و صنعت اسفراین دارای بدترین وضعیت بهره‌وری آب می‌باشد چنین امری را می‌توان به دلیل شوری بالای آب در

این مجتمع و همچنین به دلیل کاربرد آب آبیاری برای آبشویی نمک‌ها در منطقه ریشه دانست. بدیهی است در چنین وضعیتی مقدار آب به کار برده شده بیش از حد نیاز آبی گیاه بوده و باعث کاهش بهره‌وری آب می‌شود.

جدول ۲- مقایسه امتیاز مجتمع‌های مختلف آستان قدس رضوی

مجتمع	میانگین امتیاز شاخص‌ها		
	IWMI1	IWMI4	ITRC2
اسفراین	-۰/۲۱	-۰/۵۴	-۰/۳۷
بردسکن	-۰/۰۲	-۰/۱۵	۰/۲۰
تریت	۰/۰۶	-۰/۳۴	-۰/۱۰
سرخس	-۰/۰۱	-۰/۰۴	۰/۳۹
گناباد	-۰/۰۹	-۰/۵۱	-۰/۷۴
مشهد	۰/۲۵	۱/۵۶	۰/۵۲

نتیجه‌گیری

به دلیل کاهش جدی منابع آب و همچنین اهمیت آن در مجتمع‌های آستان قدس رضوی، وضعیت بهره‌وری آب با تکیه بر روش ارزیابی مقایسه‌ای در مجتمع‌های مذکور با توجه به شاخص‌های ITRC2، IWMI4، IWMI1 و ITRC6 ارزیابی و بررسی گردید. نتایج نشان داد در مقایسه محصولات مشترک بین مجتمع‌ها، مجتمع کشت و صنعت اسفراین دارای وضعیت نامطلوب و بدی می‌باشد و سایر مجتمع‌های هر کدام برای حداقل یک محصول در بهترین وضعیت قرار گرفته‌اند. واقعیت این است که این مطلب بیانگر امر مهمی می‌باشد که باید مسئولان مربوطه در هر مجتمع به آن بپردازند یعنی اینکه هر منطقه‌ای جدا از تمامی پارامترهای موثر در عملکرد آن، پتانسیل تولید یک محصول خاص را دارد که عمدتاً به دلیل تابش خورشیدی موجود در آن منطقه می‌باشد. البته قابل ذکر است که با مدیریت بهتر در زمینه نوع خاک و آب موجود در منطقه نیز می‌توان به عملکرد قابل توجهی رسید ولی بهتر آن است که ابتدا از نظر نوع محصول برای آن منطقه اقدام گردد و در گام‌های بعدی بحث‌های مدیریتی در نظر گرفته شود. با توجه با نتایج حاصله به نظر می‌رسد چنین ارزیابی باید طی سال‌های مختلف صورت گیرد. در واقع با تکرار فرآیند ارزیابی

و افزایش اطلاعات به تدریج توان ارزیابی و ارائه توصیه‌های بهبود سیستم فزونی می‌یابد. برای رسیدن به نتیجه مناسب و منطبق با واقعیت، بایستی ارزیابی به صورت مستمر (هر سال) انجام پذیرد. تا بتوان طی این فرآیند شاخص‌های مورد نظر ارزیابی‌کنندگان و مدیران مجتمع‌ها را محاسبه نمود. این امر به مرور زمان موجب پیدایش سیستمی می‌گردد که می‌تواند هر واحد زراعی را هم با خودش (مقایسه در زمان) و هم با سایر قطعات و مجتمع‌ها (مقایسه در مکان) از نظر اقتصادی، مدیریتی و... بررسی نماید. بدیهی است ارزیابی دقیق‌تر هم نتایج واقعی‌تر، و هم بازنگری‌های مطلوب‌تری را پدید می‌آورد. در اثر اجرای توصیه‌های بازنگری، درآمد و پایداری مجتمع‌ها روز افزون خواهد شد.

پی‌نوشت

- 1- Benchmarking
- 2- International Water Management Institute (IWMI)
- 3- Irrigation and Training Research Center (ITRC)
- 4- Field
- 5- Farm

- ter wheat in North China Plain using remote sensing technology. *Agricultural Water Management*. 95: 1271-1278.
- Rao P.S. 1993. Review of selected literature on indicators of Irrigation Performance. IWMI, research paper No.13.Colombo, Sri Lanka. International Irrigation Management Institute.
- Rouhani S. 2003. Comparison of water productivity in the agricultural cooperative members and non-members: A Case Study of Hamedan Province. 52: 53-72.
- Sakthivadivel R., de Fraiture C., Molden D., Perry C. and Kloezen W. 1999. Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture. *Int. J. Water Res. Dev.* 15:161-179.
- Tuong T.P., Publico P.P., Yamauchi M., Confesor R. and Moody K. 2000. Increasing water productivity and weed suppression of wet seeded rice: effect of water management and rice genotypes. *Exp. Agric.* 36:71-89.
- Zwart S.J. and Bastiaanssen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agric. Water Manage.* 69:115-133.
- Charles M. and Burt P. E. 2000. Benchmarking Irrigation, Concepts & Strategies meeting on Benchmarking in Rome for FAO & IPTRID. California Polytechnic State University.
- Davary K., Izady A., Tamassoki S., Feizi H., Sayari N., Mirzaei E. and Neseri Moghaddam M. 2009. Investigation of present condition of irrigation water resources and consumptions, trend of quality & quantity variations and propose the preventive solution in Astan Ghods Razavi's Companies. Final report. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
- Ehsani M. and Khaledi H. 2003. Water Productivity in Agriculture. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Press. First Edition. 118pp.
- Igbadun H.E., Mahoo H.F., Tarimo A.K.P.R. and Salim B.A. 2006. Crop Water Productivity of an irrigated maize in Mkoji sub-catchment of the Great Ruaha River Basin, Tanzania. *Agricultural Water Management*. 85: 89-102.
- Liu Zh. and Zhang Sh. 2008. Estimation of water consumption and crop water productivity of win-