بررسی شاخص‌های خطای عملکرد مدیریت تحویل آب در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری

بابک مؤمنی[۱*]، محسن مسعودیان[۲]، محمد علی غلامی[۲] و علیرضا عمادی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۲)

چکیده

با گذشت سال‌های متمادی از آغاز طرح زیربنایی و ملی تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، ارزیابی عملکرد مدیریت توزیع و تحویل آب این پروژه، برای دریافت بازخوردهای آن در مسیر تحقق اهداف مدنظر، ضروری است. اما نتایج ارزیابی یک سیستم وقتی قابل اتکا است که فارغ از قضاوت‌های سلیقه‌ای و براساس شاخص‌های کمی انجام شود. لذا در این پژوهش، شاخص آماری خطای کلی عملکرد تحویل آب و مؤلفه‌های آن، شامل؛ خطاهای کفایت، مدیریت‌پذیری و عدالت، براساس محاسبه نیاز آبی و اندازه‌گیری میزان آب تحویلی، برای آبگیرهای دو کانال آبیاری بتنی و خاکی اراضی روستای اسماعیل‌کلای جویبار، در فصل آبیاری سال ۱۳۹۴، محاسبه و مقایسه شد. نتایج نشان داد؛ هرچند کانال بتنی (۰/۲۸) نسبت به کانال خاکی (۰/۴۳) خطای کمتری داشت و در مقایسه با کانال خاکی، سهم مؤلفه‌های کفایت و قابلیت مدیریت سیستم از خطای کل، از ۴۷ درصد، در آن به کمتر از ۱۰ درصد رسید، اما مقدار خطا در عدالت توزیع که برابر ۰/۲۵ (۹۰ درصد از خطای کل) است، موجب شد خطای مدیریت در تحویل آب کانال بتنی نیز همچنان زیاد باشد. لذا برای کاهش خطای عملکرد، پس از پوشش کانال، باید علاوه‌بر توجیه مدیریت آبیاری، نسبت به تحویل آب مبتنی بر نیاز، در ساختار آبگیری و کنترل جریان هم بازنگری شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، برنج، سیستم تحویل آب، کفایت، مدیریت‌پذیری، عدالت

۱. گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: babak1172@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برنج گیاهی است که نقشی اساسی و انکارناپذیر در امنیت غذایی بخش عظیمی از مردم جهان دارد. اما با توجه به اینکه آبیاری، مهم‌ترین عملیاتی است که باید در شالیزار انجام شود، آینده تولید برنج به اتخاذ و گسترش راهبردهایی بستگی دارد که آب را به شکلی مؤثرتر در برنامه‌ریزی‌های آبیاری استفاده کند.

براساس آخرین آمارهای منتشره از سوی FAO، بیش از ۸۷ درصد از غلات آبی جهان در آسیا کشت می‌شود که نیمی از این مقدار به تولید برنج اختصاص دارد. بر پایه همین گزارش، ۶۲ درصداز منابع آب تجدیدپذیر ایران نیز صرف آبیاری اراضی کشاورزی می‌شود (۱۷). لذا با توجه به سهم بالای کشاورزی در استفاده از منابع آب محدود قابل دسترس و نیز با درنظر گرفتن مصرف زیاد آب در اراضی شالیزاری، ارزیابی وضعیت مدیریت آب در این اراضی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از دلایل پایین بودن میزان بهره‌وری آب در اراضی شالیزاری، سیستم‌های آبیاری سنتی و مبتنی بر توزیع آب به شیوه کرت به کرت است. در این سیستم، آب از طریق جوی‌ها سنتی بالادست وارد مزرعه شده، با عبور از بریدگی‌هایی که کشاورزان در مرزها ایجاد می‌کنند، از کرت با رقوم ارتفاعی بالاتر به کرت پایین‌تر منتقل می‌شود (شکل ۱- الف). در این روش، مدیریت مستقل آبیاری و زهکشی واحدهای زراعی میسر نبوده و علاوه‌بر بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و باتلاقی شدن تدریجی اراضی، به‌دلیل عدم کنترل جریان خروجی، مصرف نهاده‌های زراعی افزایش می‌یابد (۴). بنابراین در راستای اصلاح ساختار مدیریت آبیاری و زهکشی و همچنین توسعه مکانیزاسیون در مزارع، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری از سال ۱۳۶۹ در دستور کار وزارت کشاورزی قرار گرفت (۳). در این طرح، علاوه‌بر تجمیع مالکیت‌های پراکنده کشاورزان، با تغییر در ساختار مزرعه، کرت‌هایی با ابعاد هندسی منظم و تسطیح شده، در امتداد جاده‌های دسترسی ایجاد می‌شود که در یک طرف آنها کانال آبیاری و در طرف دیگر زهکش قرار می‌گیرد (شکل ۱- ب). بنابراین انتظار می‌رود در این الگو، با فراهم شدن امکان استقلال مدیریت زراعی کرت‌های شالیزاری، شاخص‌های بهره‌وری از منابع آب و خاک مانند راندمان‌های آبیاری و عملکرد در واحد سطح ارتقا یابد و از هزینه‌های تولید و دشواری‌های کشت‌وکار کاسته شود.

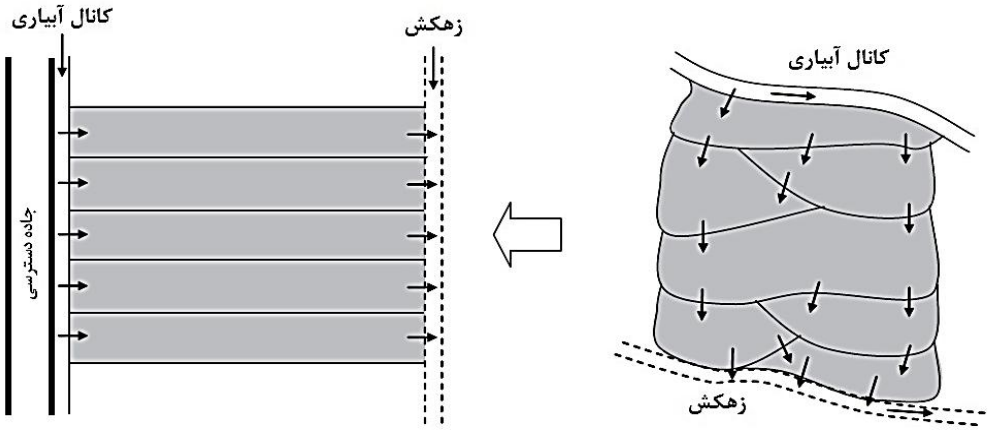
کانال‌های آبیاری مزرعه در طرح تجهیز و نوسازی اراضی به دو گروه درجه چهار ودرجه پنج تقسیم می‌شوند. کانال‌های درجه پنج از کانال درجه چهار و یا گاهی از کانال‌های درجه سه منشعب شده و آب را بین کرت‌های زراعی توزیع می‌کنند (۸). ساختمان این کانال‌ها پس از اجرای طرح، خاکی است و پوشش بتنی جوی در برنامه اجرایی این طرح تعریف نشده است. اما بعضی از کانال‌ها با فاصله زمانی نسبتا طولانی از زمان خاتمه اجرای طرح و در یک تناوب چندین ساله پوشش می‌شوند. ابعاد تیپ این کانال‌ها، عرض کف حدود ۰/۳ متر و عمق ۰/۴-۰/۳ متر و شیب جانبی ۱:۱ است (شکل ۲).

پس از اجرای پروژه‌هایی نظیر تجهیز و نوسازی اراضی انتظار می‌رود، عملکرد سیستم در هر دو بخش اساسی آن، یعنی زیرمجموعه‌های مصرف آب و سیستم تحویل آب ارتقا یابد تا نتایج آن را بتوان به‌ترتیب در رشد محصولات منطقه آبیاری شده و ارتقای شاخص‌های ارزیابی عملکرد تحویل آب مشاهده کرد (۱۵). بر همین مبنا، احداث کانال‌های آبیاری و زهکشی بین مزارع، از طریق ایجاد فرصت توزیع عادلانه، باید نقش مثبتی در تأمین آب اراضی داشته باشد، اما بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد؛ هنوز بخش قابل توجهی از کشاورزان، از وضع تأمین آب راضی نیستند. چنانچه طبق نتایج پژوهش دلیوند و همکاران (۶) در استان گیلان نشان می‌دهد، ۷۴ درصد کشاورزان اراضی تجهیز و نوسازی شده در سال اول و ۳۷ درصد آنان حتی پس از سال سوم، در مدیریت آبیاری مزارع خود دچار مشکل هستند.

بررسی‌های انجام شده روی پروژه‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری اجرا شده نشان می‌دهد که منشأ بخش عمده‌ای از مشکلات مدیریت بهره‌برداری طرح؛ عادت کشاورزان

www.SID.ir

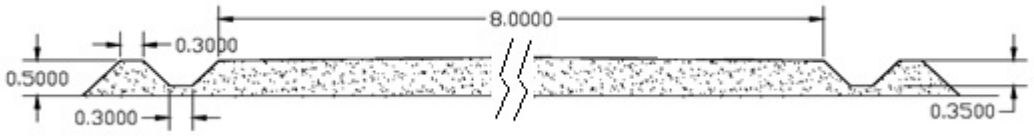
Archive of SID



ب) روش آبیاری پس از اجرای طرح تجهیز و نوسازی

الف) روش آبیاری سنتی کرت به کرت

شکل ۱. طرح شماتیک روش آبیاری مزارع قبل و بعد از اجرای پروژه تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری



شکل ۲. مقطع تیپ جاده دسترسی و کانال آبیاری کرت‌های شالیزاری در دو طرف آن (۱۳)

بالادست به تأمین آب بیشتر، عدم رعایت نسبت ارتفاعی کف کانال آبیاری، کف کرت، کف جوی زهکشی، طرح و اجرای نامناسب مسیر کانال‌ها و سازه‌های مربوط به آنها است که موجب شده در بخشی از مسیر کانال‌های خاکی، همچنان سیستم توزیع آب و آبگیری کرت‌ها براساس روش‌های سنتی و به‌صورت کرت‌به‌کرت انجام شود (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲). تا آنجا که تحویل و توزیع نامتناسب و ناعادلانه باعث شده، زارعینی که کمتر از نیاز اراضی خود آب دریافت کرده‌اند، به‌دنبال راه‌حل‌های دیگری برای جبران این کمبود آب باشند (شکل ۳).

با گذشت بیش از ۲۵ سال از آغاز عملیات اجرایی طرح تجهیز و نوسازی در اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور، برای دریافت بازخوردهای آن در تحقق اهدافی چون ارتقای بهره‌وری آب و ایجاد بسترهای لازم برای برنامه‌ریزی پویا و هدفمند در مدیریت آبیاری، ارزیابی عملکرد سیستم توزیع و تحویل آب این طرح، برای متولیان امور، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. اما اغلب مطالعات قبلی، یا با استفاده از روش‌های توصیفی و برمبنای تجربیات کارشناسان بخش‌های مختلف مربوط به این پروژه مورد بررسی قرار گرفته، یا فقط با به‌کارگیری شاخص‌ها و الگوهای کیفی، رضایتمندی کشاورزان از پروژه ارزیابی شده است.

با توجه به نقاط ضعف تحلیل‌های کیفی، تعریف شاخص‌های قابل اعتمادی که بتوانند فارغ از برخوردهای سلیقه‌ای، معیار مناسبی برای قضاوت کارشناسانه و کمی‌سازی شده از وضعیت سیستم باشند، مهم‌ترین دغدغه برای ارزیابی عملکرد سیستم است. مهم‌ترین شاخص‌های کمی تعریف شده برمبنای اهداف مدیریت سیستم تحویل آب، عبارتند از: میزان انطباق آب تحویلی با نیاز آبی محصولات و یکنواختی توزیع مکانی و زمانی آب زراعی که به‌ترتیب در قالب شاخص‌های کفایت، عدالت و پایداری تحویل تعریف می‌شوند (۱۴). برای تعریف کمی شاخص‌های مذکور، از فرمول‌های مختلفی استفاده شده، که از آن جمله می‌توان به روابط؛ زیکلر و همکاران(۲۴) ، ولر و همکاران (۲۷)، لنتون (۱۹) و مولدن و گیتس (۲۲) اشاره کرد .

یکی از شاخص‌های مهم ارایه شده خطای کلی عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳. ایجاد بند و آبگیری از زهکش های طرح در کرت‌های انتهایی، پروژه تجهیز و نوسازی اراضی اسماعیل‌کلا، جویبار، مازندران

است که با الگو گرفتن از تحلیل‌های اقتصادی و براساس پارامتر آماری پیش‌بینی خطای تیل (۲۶) اولین بار توسط زیکلر و همکاران (۲۴) ارائه شد. پس از ایشان، ماریکار و همکاران (۲۱)، براساس تجزیه مؤلفه‌های این شاخص، خطاهای کفایت، مدیریت‌پذیری و عدالت توزیع آب را تعریف کردند. اوآد و سمپاس (۲۳) از این شاخص‌ها برای ارزیابی کانال اصلی و انشعابات کانال وارساک لیفت در شمال پاکستان استفاده کردند. ماکومبه و سمپاس (۲۰) نیز از شاخص خطای کلی برای مقایسه عملکرد کانال‌های آبیاری تحت مدیران کشاورزان با سیستم‌های دولتی استفاده کردند.

لذا در این پژوهش، برای ارزیابی کمی وضعیت موجود سیستم تحویل آب و مقایسه عملکرد کانال‌های بتنی و خاکی در اراضی شالیزاری تجهیز و نوسازی شده، شاخص خطای کلی عملکرد و مؤلفه‌های آن محاسبه شده، تا براساس تحلیل نتایج حاصل، میزان کارآمدی کانال‌های خاکی و بتنی طرح و ضرورت اقدامات اصلاحی مورد نیاز بعدی مشخص شود.

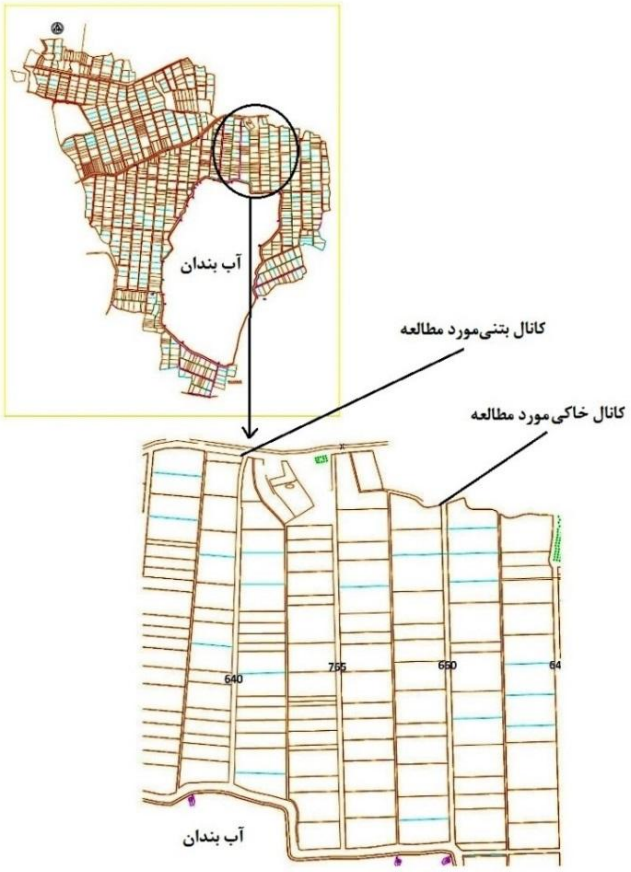
مواد و روش‌ها

طرح تجهیز و نوسازی در سال ۹۰-۱۳۸۹ و در سطح ۴۶۲ هکتار در اراضی شالیزاری روستای اسماعیل‌کلا از توابع شهرستان جویبار استان مازندران اجرا شد (۷). این پژوهش در ضلع شمال شرقی طرح و شمال آب بندان روستا (منبع اصلی تامین آب این اراضی) انجام شده است. شکل (۴) اراضی شالیزاری روستا و محدوده پژوهش را پس از اجرای طرح نشان می‌دهد.

عملیات پوشش بتنی جوی‌ها نیز در بخشی از کانال‌ها انجام شده است. به‌عبارت دیگر در حال حاضر بخشی از تحویل آب با کانال‌های خاکی و بخشی دیگر با کانال‌های بتنی انجام می‌شود. یک مسیر کانال مزرعه خاکی به طول ۴۷۵ متر و با ۱۰ آبگیر (که سه آبگیر انتهایی آن در سراسر دوره کشت به‌دلیل تراز پایین‌تر بستر نسبت به کرت و شرایط نامناسب نگهداری امکان آبگیری از کانال نداشته و به همین دلیل از محاسبات پژوهش حذف شده‌اند) و یک مسیر کانال بتنی به طول ۶۱۳ متر و با ۱۳ آبگیر مزرعه که خروجی کانال نیز وارد کرت شالیزاری چهاردهم می‌شود، برای اندازه‌گیری شاخص‌های تحویل آب انتخاب و هریک از کرت‌های تحت پوشش به‌ترتیب از محل تحویل آب به کانال تا کرت انتهایی شماره‌گذاری شد. آبگیری کرت‌ها در کانال بتنی با استفاده از لوله‌هایی از جنس PVC و با قطر ۹۰ سانتی‌متر و طول تقریبی ۱/۵ متر انجام می‌شود. میزان آبگیری آنها به شکل کاملاً سنتی و برحسب تجربیات شخصی توسط خود کشاورزان و یا میراب‌های محلی کنترل می‌شود. در کانال خاکی نیز، برخی کرت‌ها، با لوله و برخی دیگر، با ایجاد شکاف یا بازشدگی‌هایی آبگیری می‌شوند که توسط خود کشاورزان در پشته کانال ایجاد می‌شوند و اصطلاحا آنها را بره می‌نامند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. مسیر کانال های مورد مطالعه در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری روستای اسماعیل‌کلا

علاوه‌بر آبگیرها، سازه احداثی مهم دیگری که در مسیر جوی‌ها وجود دارد، لوله‌های سیمانی به طول ۴ تا ۶ متر و به قطر ۴۰۰ میلی‌متر است که به‌صورت پل و با هدف ارتباط هر دو کرت مجاور با جاده دسترسی، در مسیر کانال قرار داده می‌شوند.

مسیرشماتیک، انواع روش های آبگیری و سازه‌های زیرگذر کانال‌های مورد مطالعه، در شکل(۵) نشان داده شده است.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد

اگر تعدادی جفت (P_i, A_i) از مقادیر متناظر پیش‌بینی شده و تحقق یافته از یک پارامتر وجود داشته باشد، خطای پیشگویی را می‌توان از رابطه (۱) به‌دست آورد (۲۶):

$$e^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - A_i)^2 \qquad [1]$$

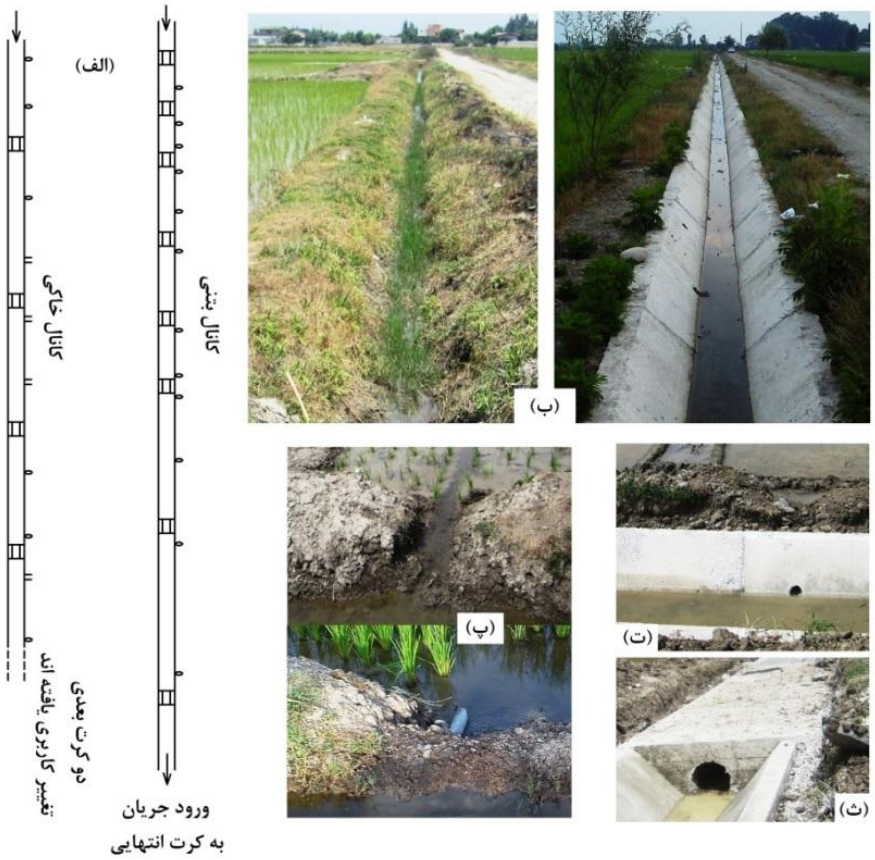
در این رابطه، e^2، میانگین مجذور خطای پیش‌بینی برای مجموعه‌ای از مشاهده‌ها است. در خصوص عملکرد هیدرولیکی سیستم تحویل آب، عبارت خطا را می‌توان به‌عنوان انحراف مقدار واقعی آب توزیع شده از مقدار مورد نیاز تعریف کرد که می‌تواند ناشی از عدم کفایت، برنامه‌ریزی نامناسب و ضعف ساختار فیزیکی سیستم باشد. بنابراین به‌عنوان معیاری از خطای عملکرد هیدرولیکی سیستم تحویل آب، برای n زوج از متناظر، رابطه (۱) را می‌توان براساس متغیرهای متناظر توزیع حجم مورد نیاز (V_r) و حجم واقعی تحویل داده شده (V_a) را به این صورت بازنویسی کرد:

$$e^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - A_i)^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(V_{r_i} - V_{a_i}\right)^2 \qquad [2]$$

زمانی که حجم واقعی تحویل داده شده (V_a) با مقدار مورد نیاز آب (V_r) برابر است، خطا صفر و عملکرد سیستم در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. کانال‌های خاکی و بتنی مورد مطالعه: الف) طرح شماتیک کانال و محل پل‌ها و آبگیرها، ب) نمایی از مسیر کانال‌ها، پ) انواع آبگیرهای کانال خاکی، ت) لوله‌های آبگیر کانال بتنی و ث) پل ارتباطی کرت‌ها با جاده

شرایط ایده‌آل است. اگر آبی در سیستم توزیع نشده باشد ($V_a = ۰$)، مقدار پارامتر $e^۲$ حداکثر و نشان‌دهنده پایین‌ترین سطح عملکرد سیستم خواهد بود، البته با این فرض که تحویل بیش از نیاز در سیستم توزیع مشکل محسوب نشود. لذا برای بیان خطای نسبی عملکرد، از رابطه (۳) استفاده می‌شود:

$$e_r^۲ = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\frac{\left(V_{r_i} - V_{a_i}\right)^۲}{V_{r_i}^۲} \qquad [۳]$$

با توجه به اینکه هدف ارزیابی عملکرد بر مبنای کفایت، عدالت و پایداری است، خطای کل را می‌توان به مؤلفه‌های متناظر که در ادامه آورده شده است، تجزیه کرد:

$$\frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\left(V_{r_i} - V_{a_i}\right)^۲ = \left(M_{V_r} - M_{V_a}\right)^۲ + \left(S_{V_r} - S_{V_a}\right)^۲ + ۲(۱-r)S_{V_r}\cdot S_{V_a} \qquad [۴]$$

در رابطه (۴)، M_{V_r} و M_{V_a} به‌ترتیب، میانگین مقادیر حجم مورد نیاز و تحویلی به آبگیرها هستند که از روابط (۵) و (۶) به‌دست می‌آید:

$$M_{V_r} = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\left(V_r\right)_i \qquad [۵]$$

$$M_{V_a} = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\left(V_a\right)_i \qquad [۶]$$

همچنین S_{Q_r} و S_{Q_a} به‌ترتیب، انحراف از معیار M_{V_r} و M_{V_a} هستند که از روابط (۷ و ۸) به‌دست می‌آید:

$$S_{V_r} = \left[\frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\left(V_{r_i} - M_{V_r}\right)^۲\right]^{\frac{۱}{۲}} \qquad [۷]$$

$$S_{V_a} = \left[\frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n}\left(V_{a_i} - M_{V_a}\right)^۲\right]^{\frac{۱}{۲}} \qquad [۸]$$

www.SID.ir

Archive of SID

و r هم ضریب همبستگی بین V_r و V_a است که به صورت رابطه (۹) تعریف می‌شود:

$$r = \frac{1}{S_{V_r} \cdot S_{V_a}} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left(V_{r_i} - M_{V_r} \right) \left(V_{a_i} - M_{V_a} \right) \right] \qquad [9]$$

در رابطه (۴)، بخش اول سمت راست معادله، خطا در کفایت یا راندمان تحویل آب (E_a) است. یعنی اگر ($V_a < V_r$) باشد، معیاری برای کمبود و یا ناکافی بودن آب است. اگر هم در بخشی از سیستم، تحویل مازاد بر نیاز نیز وجود داشته باشد ($V_a > V_r$)، موجب افزایش این شاخص شده که نشانه‌ای از کم بودن راندمان تحویل است. لذا تفکیک نشدن سهم خطای کفایت و راندمان در تحویل آب را می‌توان یکی از محدودیت‌های اساسی این روش دانست. بخش دوم که تفاوت بین انحراف از معیار V_r و V_a و خطای ناشی از ایجاد تغییرات نابرابر در دبی تحویلی نسبت به مورد نیاز است را می‌توان به‌عنوان شاخصی از پایداری سیستم و خطا در توانایی مدیریت (E_m) برای اجرای یک برنامه تحویل آب براساس نیاز آبی کشاورزان تعریف کرد که به‌لحاظ مفهومی، تابعی از ظرفیت فیزیکی سیستم و روش‌های سامان‌دهی توزیع آب است. بخش سوم سمت راست رابطه (۴)، خطایی است که از کوواریانس ناقص بین V_r و V_a توزیع کننده‌های آب آبیاری به‌دست می‌آید و معیاری از توزیع مکانی غیر یکنواخت آب در یک سیستم آبیاری است. برای مجموعه‌ای از آبگیرهای یک کانال انتقال آب، این بخش از معادله می‌تواند عدالت توزیع آب (Ee) بین ورودی کرت‌ها را ارزیابی کند. با تقسیم مقدار هر شاخص بر خطای کل هم می‌توان سهم هر یک از سه جزء عدم کفایت، ناپایداری و ناعادلانه بودن توزیع را در خطای کل (کل سمت راست معادله) مشخص کرد (۲۱). در این‌صورت:

$$E_a + E_m + E_e = 1 \qquad [10]$$

اندازه‌گیری جریان تحویلی

مقدار آب تحویلی به آبگیرهای کانال‌های بتنی و خاکی در فصل آبیاری، یعنی از زمان نشا تا زمان خشک کردن اراضی برای برداشت برنج در فصل زراعی۱۳۹۴، به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. بدین منظور تعدادی فلوم گلوبلند و قابل حمل و نقل RBC، براساس ابعاد ارائه شده توسط کلمنس و همکاران (۱۶) ساخته شد. استفاده از این فلوم‌ها سوابق گسترده‌ای در تحقیقات مرتبط با اندازه‌گیری دقیق و قابل اعتماد جریان‌های کم در آبیاری و زهکشی دارد که از جمله می‌توان به اندازه‌گیری جریان در آبیاری نواری (۱۸) و بررسی مدیریت آبیاری در اراضی شالیزاری (۲۵) اشاره کرد. براساس پیش‌بینی اولیه دبی آبگیرها، از تعدادی فلوم RBC ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شد و پیش از آغاز مراحل اندازه‌گیری، منحنی واسنجی فلوم‌های ساخته شده، مطابق شکل (۶) با قرار دادن آنها در مسیر جریان‌های مشابه در کانال مستطیلی آزمایشگاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به ابعاد ۶/×۰/۰۷×۱۱ متر تهیه شد.

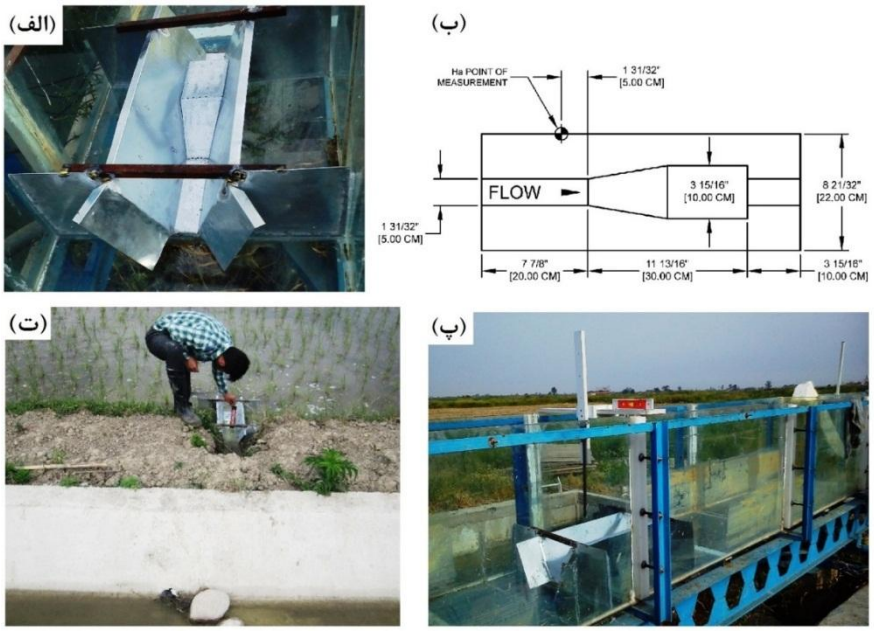
برای کنترل صحت اندازه‌گیری ها ($\sum Q_i < Q_{in}$)، مقدار جریان تحویلی به کانال‌های مزرعه با دو دستگاه پارشال فلوم ۹ اینچ ساخت شرکت سیماب الکترونیک به طول ۱۹۵سانتی‌متر و عرض ۸۰ سانتی‌متر مطابق شکل (۷) اندازه‌گیری شد. این دو پارشال فلوم در محل ورودی هر دو کانال خاکی و بتنی نصب و به روش حجمی، منحنی واسنجی و رابطه دبی – اشل ارائه شده از سوی شرکت تولید کننده کنترل و تأیید شد.

محاسبه دبی موردنیاز

مقدار نیاز آبی هر یک از کرت‌ها با رعایت الگوی کشت برنج، تقویم کشت‌وکار هر کرت و با فواصل زمانی ۱۰ روزه از آغاز مرحله نشای برنج تا زمان خشک کردن اراضی برای برداشت، با نرم‌افزار Cropwat 8.0، و براساس داده‌های هواشناسی ایستگاه ساری (نزدیک‌ترین ایستگاه) محاسبه شد. براساس نتایج پژوهش امیری لاریجانی و همکاران (۱) در زمین‌های شالیزاری دشت هراز استان مازندران، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بین براورد نیاز آبی مدل کراپوات و لایسیمتر وجود ندارد. مقدار بارش مؤثر با روش بارندگی قابل اطمینان به‌دست آمد و نهایتاً نیاز ناخالص آبیاری با لحاظ راندمان کاربرد آب ۶۵ درصد برای

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۶. فلوم RBC ۱۰۰ میلی‌متری: الف) فلوم ساخته شده و مورد استفاده در این پژوهش، ب) طرح شماتیک و ابعاد فلوم براساس طرح کلمنس و همکاران، پ) واسنجی فلوم در آزمایشگاه و ت) اندازه‌گیری دبی در کانال بتنی طرح

شکل۷. نصب پارشال فلوم در ورودی کانال‌های بتنی و خاکی

کرت‌های تجهیز و نوسازی شده براساس پژوهش‌های جلالی و همکاران (۵) و باباپور و همکاران (۲) محاسبه شد.

نتایج

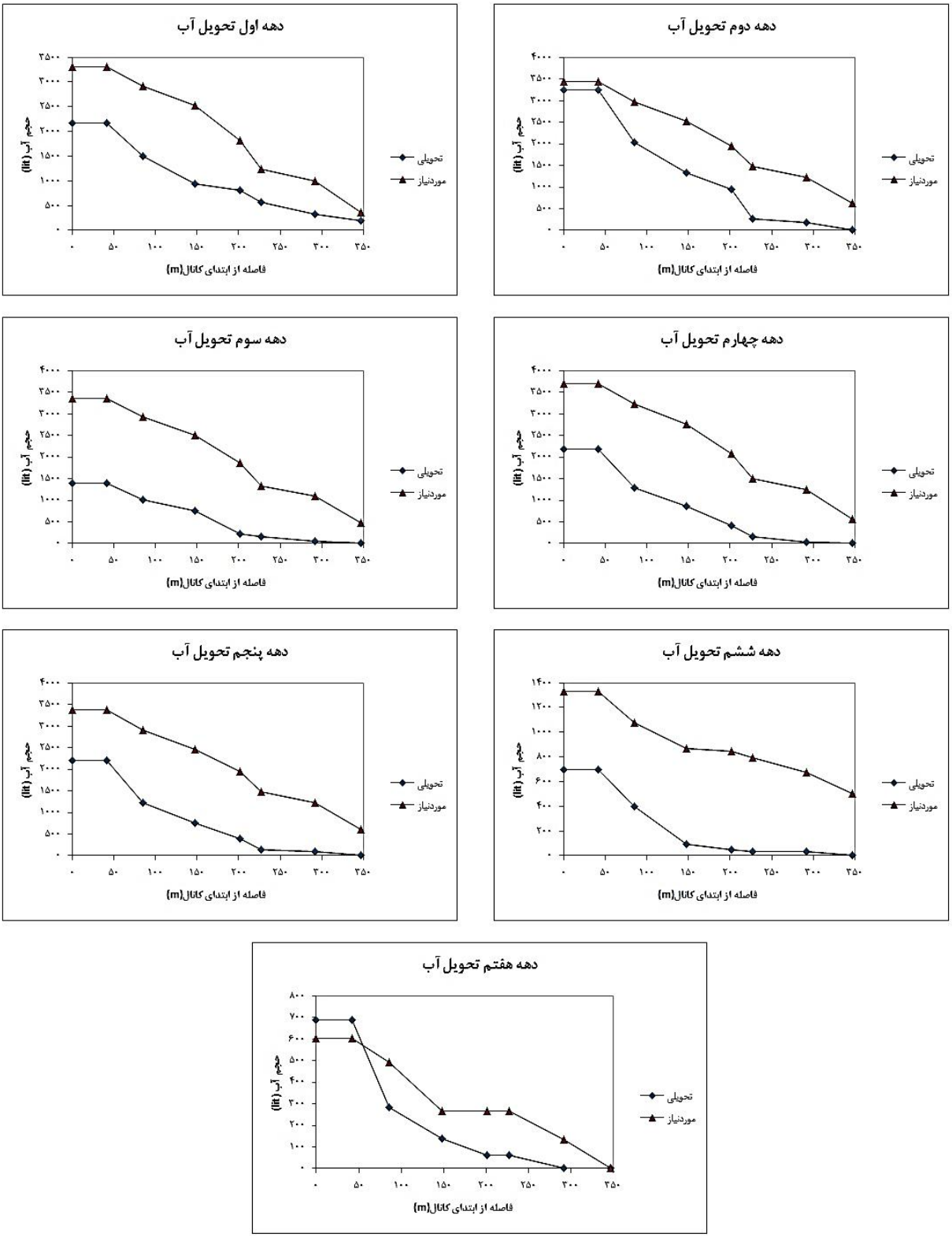
با صرف‌نظر کردن از تلفات انتقال در مسیر کانال‌ها و با توجه به میزان برداشت هر آبگیر، میزان حجم آب تحویلی و مورد نیاز در طول مسیر کانال‌های خاکی و بتنی در هر دهه، در شکل‌های (۸) و (۹) و در کل فصل آبیاری برنج در شکل (۱۰) نشان داده شد.

با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده، در جدول های (۱) و (۲)، نسبت جریان تحویلی به مورد نیاز $\left(\frac{V_a}{V_r}\right)$ برای هر کرت در دهه‌های مختلف آبیاری نشان داده شد.

در جدول‌های (۳) و (۴)، نیز نتایج محاسبه شاخص‌های خطای عملکرد نسبی سیستم، براساس رابطه (۳) و ضریب همبستگی با استفاده از رابطه (۹) و نیز درصد سهم هریک از شاخص‌های کفایت، مدیریت‌پذیری و عدالت در خطای

www.SID.ir

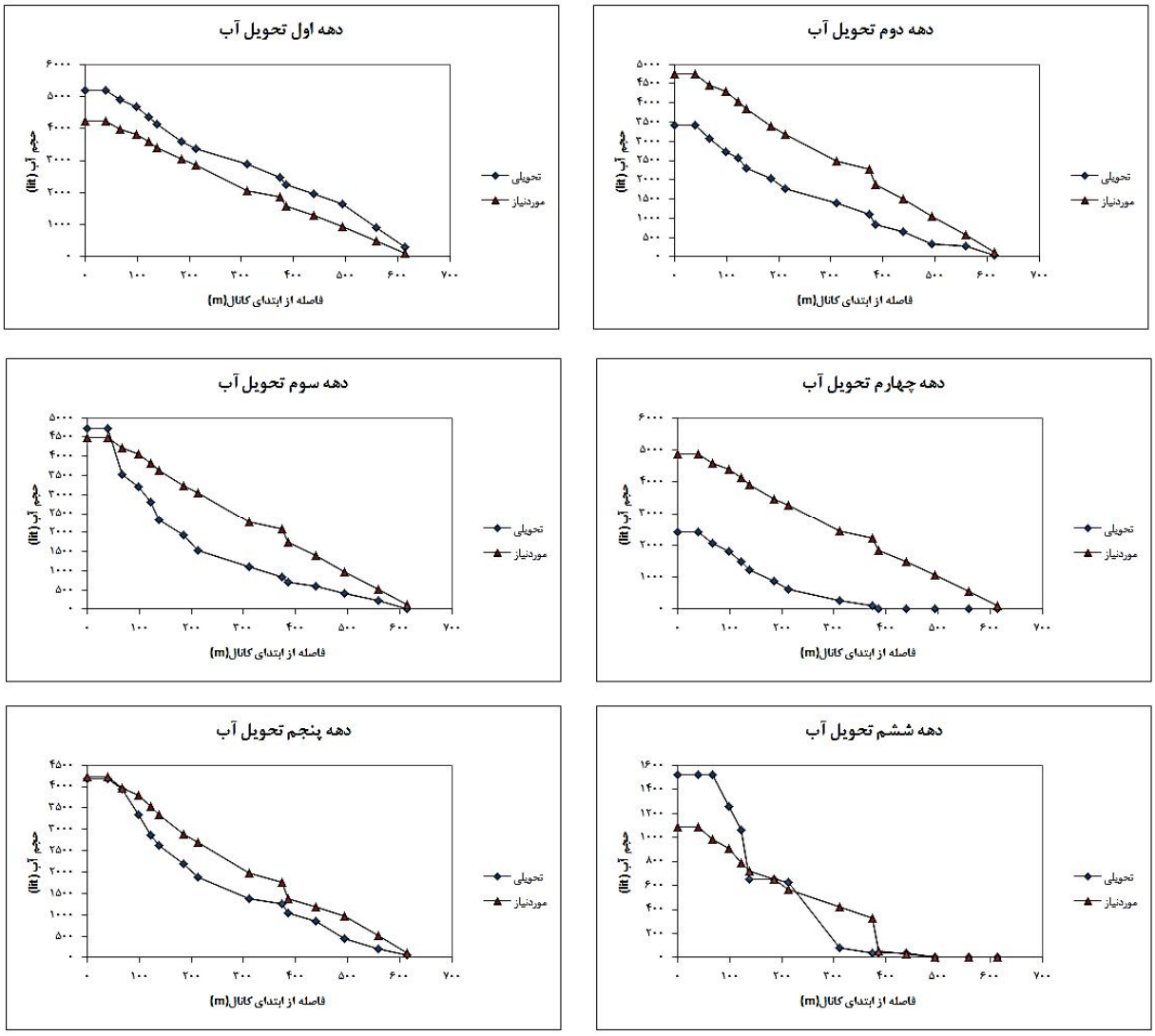
Archive of SID



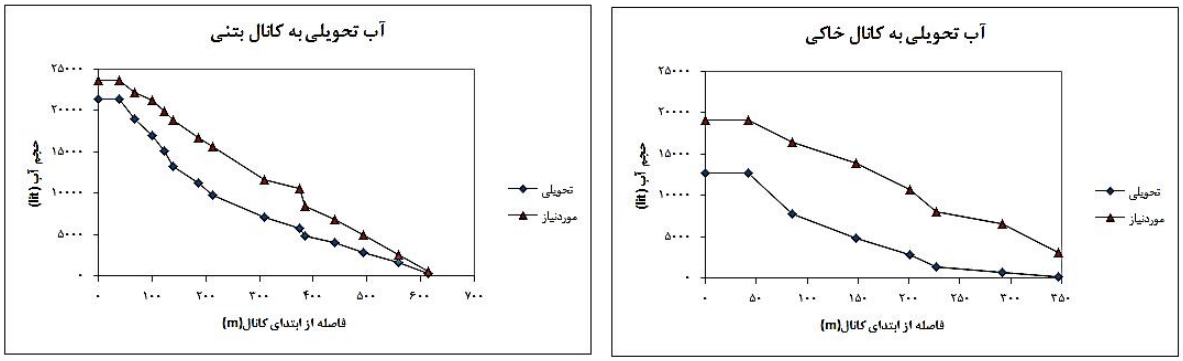
شکل۸ . حجم آب تحویلی و مورد نیاز کانال خاکی در هر یک از دهه‌های آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. حجم آب تحویلی و مورد نیاز کانال بتنی در هر یک از دهه‌های آبیاری



شکل ۱۰. کل حجم آب تحویلی و مورد نیاز کانال‌های خاکی و بتنی مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نسبت دبی تحویلی به دبی مورد نیاز در کانال خاکی

شماره آبگیر / دوره آبیاری	دهه اول	دهه دوم	دهه سوم	دهه چهارم	دهه پنجم	دهه ششم	دهه هفتم
۱	۱/۶۶	۲/۵۸	۰/۹۰	۱/۹۰	۲/۰۸	۱/۱۷	۳/۶۴
۲	۱/۴۱	۱/۵۷	۰/۶۰	۰/۹۰	۱/۰۶	۱/۵۱	۰/۶۴
۳	۰/۱۸	۰/۶۸	۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۷۰	۱/۵۴	
۴	۰/۴۲	۱/۴۱	۰/۱۴	۰/۴۴	۰/۵۳	۰/۲۶	
۵	۱/۰۱	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۲۱	۰/۰۰	۰/۴۹
۶	۰/۲۰	۰/۲۹	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۰۰
۷	۰/۵۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	

جدول ۲. نسبت دبی تحویلی به دبی مورد نیاز در کانال بتنی

شماره آبگیر / دوره آبیاری	دهه اول	دهه دوم	دهه سوم	دهه چهارم	دهه پنجم	دهه ششم
۱	۱/۰۳	۱/۳۰	۴/۴۷	۱/۱۹	۰/۸۷	
۲	۱/۴۶	۱/۸۸	۲/۰۰	۱/۲۸	۳/۵۱	۳/۳۶
۳	۱/۳۴	۰/۶۸	۱/۵۹	۱/۲۱	۱/۸۵	۱/۶۷
۴	۱/۲۶	۱/۴۰	۲/۵۶	۱/۳۳	۱/۲۷	۵/۹۰
۵	۱/۵۰	۰/۵۶	۱/۰۴	۰/۷۴	۰/۹۵	
۶	۱/۲۲	۱/۳۲	۲/۱۴	۱/۱۷	۱/۴۸	۰/۲۲
۷	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۴۳	۰/۷۱	۳/۹۶
۸	۲/۱۹	۱/۳۹	۱/۳۷	۰/۶۸	۰/۵۵	۰/۴۶
۹	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۵۴	۰/۰۰
۱۰	۱/۰۶	۰/۵۲	۰/۲۸	۰/۰۰	۱/۱۰	۰/۰۰
۱۱	۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۴۴	۰/۰۰	۱/۸۴	۱/۲۲
۱۲	۱/۶۱	۰/۰۷	۰/۴۲	۰/۰۰	۰/۵۰	
۱۳	۱/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۰۰	۰/۴۰	
۱۴	۲/۸۷	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴۸	

عملکرد هر یک از کانال‌های خاکی و بتنی، با استفاده از روابط (۴) تا (۹) آمده است.

اگر براساس فرضیات ماریکار و همکاران (۲۱)، تحویل مازاد بر نیاز آب، جزء خطاهای عملکرد محسوب نشود و شاخص خطای ناشی از کفایت تحویل، صرفاً مربوط به کمبود آب در سیستم توزیع باشد، خطای نسبی عملکرد سیستم، در کانال‌های خاکی و بتنی به‌شرح جدول (۵) خواهد بود. اختلاف نتایج جدول ۵ با جدول‌های ۳ و۴ را می‌توان ناشی از خطای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. شاخص‌های خطای عملکرد سیستم تحویل آب در کانال خاکی مورد مطالعه

شاخص / شماره دهه	کفایت (E_a)	مدیریت پذیری (E_m)	عدالت (E_e)	ضریب همبستگی (r)	خطای عملکرد (e_r^2)
۱	۲۳/۰۶	۱/۴۷	۷۵/۴۷	-۰/۴۲	۰/۴۳
۲	۰/۴۱	۴۳/۲۱	۵۶/۳۸	-۰/۱۲	۰/۸۷
۳	۶۷/۷۹	۲/۵۸	۲۹/۶۳	۰/۲۵	۰/۷۷
۴	۲۹/۹۷	۱۷/۰۹	۵۲/۹۴	-۰/۰۷	۰/۹۳
۵	۱۹/۳۸	۲۸/۶۷	۵۱/۹۵	-۰/۰۸	۱/۱۰
۶	۱۹/۲۵	۰/۷۹	۷۹/۹۶	۰/۱۱	۱/۲۲
۷	۰/۸۷	۱۶/۰۰	۸۳/۱۳	۰/۳۵	۱/۹۲
کل فصل	۲۳/۱۸	۲۳/۷۱	۵۳/۱۱	-۰/۰۹	۰/۴۳

جدول ۴. شاخص‌های خطای عملکرد سیستم تحویل آب در کانال بتنی مورد مطالعه

شاخص / شماره دهه	کفایت (E_a)	مدیریت پذیری (E_m)	عدالت (E_e)	ضریب همبستگی (r)	خطای عملکرد (e_r^2)
۱	۱۷/۰۰	۰/۷۳	۸۲/۲۷	۰/۵۸	۰/۴۷
۲	۲۴/۰۸	۸/۵۵	۶۷/۳۷	۰/۲۳	۰/۲۷
۳	۰/۳۴	۱۵/۴۲	۸۴/۲۴	۰/۲۴	۱/۴۴
۴	۴۰/۵۸	۱/۲۹	۵۸/۱۳	۰/۱۱	۰/۴۵
۵	۰/۰۶	۰/۰۲	۹۹/۹۲	۰/۳۱	۰/۶۸
۶	۳/۲۱	۳۵/۶۸	۶۱/۱۱	۰/۲۲	۳/۱۳
کل فصل	۳/۹۸	۵/۹۴	۹۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۲۸

جدول ۵. شاخص‌های خطای نسبی عملکرد تحویل آب با فرضیات ماریکار و همکاران (۲۱) در مورد شاخص کفایت

شماره دهه	کانال بتنی	کانال خاکی
۱	۰/۰۲	۰/۳۵
۲	۰/۱۸	۰/۵۰
۳	۰/۲۱	۰/۷۷
۴	۰/۴۳	۰/۸۳
۵	۰/۱۰	۰/۹۶
۶	۰/۳۵	۱/۱۵
۷	-	۱/۰۵
کل فصل	۰/۰۹	۰/۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

تحویل مازاد بر نیاز (راندمان) دانست.

بحث

نتایج بررسی خطای عملکرد سیستم تحویل آب در کانال‌های مطالعه شده در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری اسماعیل‌کلا نشان می‌دهد:

شاخص کلی خطا، در هر دو کانال خاکی و بتنی، در مقایسه با کانال‌های مطالعه شده در بررسی‌های ماریکار و همکاران (۲۱)، اوآد و سمپاس (۲۳) و ماکومبه و سمپاس (۲۰)، زیاد است. علاوه‌بر ملاحظات مدیریتی تحویل آب، یکی از علل اختلاف زیاد بین مقدار خطا در این پژوهش و نتایج پژوهش‌های قبلی را می‌توان ناشی از نوسانات تحویل آب در کانال‌های مزرعه (درجه پنج) نسبت به کانال‌های شبکه انتقال (درجه یک و دو) دانست که در مطالعات مذکور مورد ارزیابی قرار گرفتند. چون تاکنون برمبنای این شاخص‌های آماری، نظام توزیع آب در سطح کانال‌های مزرعه پروژه‌هایی نظیر تجهیز و نوسازی اراضی، چه در شالیزار و چه در خشکه‌زار، ارزیابی نشده است، لذا نتایج این پژوهش، قابل مقایسه کمی با مطالعات قبلی در شرایط مشابه نیست.

مقدار بیشتر خطای عملکرد در کانال خاکی، نقش پوشش جوی‌ها در ارتقای مدیریت تحویل آب در کانال‌ها را نشان می‌دهد و این مسئله، نتایج بررسی‌های میدانی انجام شده توسط مطالعات یزدانی و همکاران (۱۲) و مؤمنی و همکاران (۱۰) را تأیید می‌کند. بررسی سهم هریک از مؤلفه‌ها در خطای عملکرد مطابق جدول (۳) نشان می‌دهد، به‌جز دهه اول که امکان تأمین بیشتر آب وجود داشت و دهه آخر که نیاز آبی کاهش یافت، در سایر دهه‌ها، مشکل اصلی تحویل آب به کرت‌های تحت پوشش کانال خاکی، به‌ویژه کرت‌های انتهایی، عدم کفایت و مدیریت‌پذیری آب بوده است که اختلاف بین جریان مورد نیاز و تحویلی در جدول (۱) و شکل (۸) نیز این نتیجه را تأیید می‌کند. از این نظر، نتایج به‌دست آمده با یافته‌های اوآد و سمپاس (۲۳) که در مسیر کانال‌های فاقد پوشش انجام شده، مشابهت دارد. پایین بودن شاخص‌های کفایت و پایداری را می‌توان ناشی از آن دانست که هم تأمین آب، در حد انتظار نبوده و هم عدم پوشش، منجر به تلفات زیاد نشت، نفوذ جریان و کاهش سرعت جریان آب در نتیجه رشد مداوم گیاهان در بستر کانال شد، تا حدی‌که در هیچ دهه‌ای، جریان تحویلی عملاً به کرت‌های انتهایی نرسید. برابر مشاهدات میدانی، در این شرایط علی‌رغم وجود آب تأمین شده در آب‌بندان، اغلب کشاورزان یا ناچار به بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی هستند، یا با ایجاد بندهای موقت به آبگیری از زهکش‌ها، مبادرت می‌کنند (شکل ۳). ایجاد این بندها و بالا آمدن سطح آب در زهکش‌ها، سبب سرریز شدن آب روی پشته سایر کرت‌های مجاور زهکش شده، ورود جریان‌های ناخواسته و از بین رفتن امکان تخلیه زه‌آب این اراضی، اعتراض‌ها و تنش‌های اجتماعی بین کشاورزان را در پی دارد.

طبق جدول (۴)، مشکل اصلی کانال بتنی، عدم رعایت عدالت در توزیع آب بین کرت‌های شالیزاری است. اما مقایسه نتایج جدول‌های (۴) و (۵) هم نشان می‌دهد، بخش عمده‌ای از خطای عملکرد سیستم در کانال بتنی، به‌ویژه در کرت‌های ابتدایی، ناشی از تحویل مازاد بر نیاز و کم بودن راندمان تحویل آب است. براساس جدول (۲) و شکل (۹)، در دهه اول، آب تحویلی به اغلب کرت‌ها، مازاد بر نیاز بود که این مدیریت نامناسب منابع موجود، علاوه‌برکمبود آب در دهه‌های بعدی، موجب تخلیه بخشی از حجم مفید آب تأمین شده به زهکش‌ها شد. این مسئله، در مورد کرت‌های ابتدایی کانال بتنی در دهه‌های سوم و ششم نیز تکرار شد، چنان‌که برداشت بیش از نیاز در کرت‌های ابتدایی، در عمل، قابلیت تحویل آب به کرت‌های بعدی را نیز به شدت کاهش داد. در دهه‌های دوم و چهارم، کل مزرعه با مشکل تأمین آب کافی روبه‌رو بود و بنابراین در این دهه‌ها کمبود آب تحویل شده به کرت‌ها، مشکل اساسی کانال بتنی نیز بوده است، اما در دهه پنجم و نیز در برآیند دهه‌های تحویل، کانال بتنی بیشتر از مشکل توزیع ناعادلانه رنج می‌برد. با توجه به نظام موجود بهره‌برداری از

www.SID.ir

Archive of SID

طرح، منشأ این مشکل را می‌توان علاوه‌بر ساختار تجربی و سنتی مدیریت تحویل و توزیع آب، بین کرت‌ها توسط میرآب‌های محلی، استفاده از قطر یکسان برای همه آبگیرهای کرت‌ها بدون توجه به نیاز آبی و موقعیت مکانی لوله‌های آبگیر در طول کانال و فقدان سازه‌های کنترل در مسیر جریان دانست.

همبستگی آماری بین جریان تحویلی و مورد نیاز در دهه‌های مختلف و کل فصل آبیاری، در کانال بتنی کم است و در کانال خاکی، تقریباً این دو متغیر، از هم مستقل هستند و در برخی موارد حتی همبستگی معکوس وجود دارد و این نتیجه برخلاف یافته‌های کانال خاکی مورد ارزیابی اوآد و سمپاس (۲۳) است. این مسئله نشان می‌دهد، برخلاف کانال‌های اصلی و انتقال، در مدیریت تحویل آب از کانال به کرت‌های شالیزاری مورد مطالعه، به نیاز آبی توجه چندانی نمی‌شود. علی‌رغم اینکه پس از پوشش کانال‌ها، این همبستگی مثبت شده، اما بسیار کمتر از حد انتظار بود. لذا می‌توان نتیجه گرفت باز هم تحویل آب یا به شکل سنتی و یا صرفاً برمبنای تقاضا و تجربه کشاورز انجام می‌شود. این نتیجه مؤید یافته‌های میدانی مؤمنی و همکاران (۱۰) است.

نتیجه‌گیری

با وجود اینکه اجرای طرح تجهیز و نوسازی در اراضی شالیزاری، امکان آبیاری و زهکشی مستقل کرت‌ها را در پی دارد، نتایج این پژوهش حاکی از بالا بودن خطای عملکرد سیستم توزیع و تحویل آب به‌ویژه در کانال‌های خاکی است. این نتیجه با توجه به تیپ همسان این کانال‌ها و سازه‌های آبگیری کرت‌ها، به کل اراضی این پروژه و نیز کانال‌های مزرعه سایر پروژه‌های تجهیز و نوسازی اراضی که از شرایط مدیریتی مشابهی برخوردارند، قابل تعمیم بود و حتی برای کانال‌هایی که در فواصل دورتری از منبع تأمین آب قرار می‌گیرند، یا در اراضی که فاقد منبع تأمین آب مطمئن هستند، شرایط به مراتب نامساعدتر است.

تغییر رقوم بستر کانال نسبت به کرت در طی زمان و شرایط نامناسب بهره‌برداری و نگهداری از کانال‌های خاکی، موجب می‌شود، بخش قابل توجهی از طول کانال خاکی، در بخش عمده و یا حتی کل فصل آبیاری نتواند در تحویل آب مشارکت داشته باشد، بنابراین کفایت و مدیریت تحویل آب توسط این کانال‌ها با چالش جدی مواجه است. و باید به مسئله پوشش جوی‌های خاکی به‌عنوان ضرورت و اولویت اول اصلاح ساختار نظام توزیع آب در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری توجه شود.

با بررسی شاخص‌های خطای عملکرد تحویل آب در کانال بتنی به‌نظر می‌رسد، چون توجیه میراب‌ها و کشاورزان برای ایجاد سیستم نوبت‌دهی به آبگیرهای کرت‌های تحت پوشش یک کانال، مشکل و در عمل ناممکن است، برای آبگیری هم‌زمان و عادلانه کرت‌ها، باید علاوه‌بر توجیه مدیریت آبیاری مزارع نسبت به تحویل آب برمبنای نیاز آبی، تغییراتی نیز در ساختار آبگیری از کانال‌ها ایجاد کرد و با تلفیقی از تغییر قطر آبگیرها متناسب با نیاز آبی هر کرت و کنترل جریان در مسیر کانال برای تأمین ارتفاع آبی مورد نیاز آبگیری کرت‌های انتهایی، شرایط توزیع و تحویل مناسب آب را فراهم آورد.

با توجه اینکه سابقه چندانی در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم تحویل آب در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری وجود ندارد، نخست، تکرار بررسی‌های میدانی نظیر این پژوهش در سایر مناطق و با شاخص‌های ارزیابی دیگری نظیر شاخص‌های ارائه شده توسط مولدن و گیتس، برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود و دوم برای یافتن مدلی بهینه جهت ارتقای مدیریت تحویل آب از طریق ایجاد تغییرات سازه‌ای یا نرم‌افزاری در ساختار بهره‌برداری، از کانال‌های آبیاری طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، به‌جای پایش‌های میدانی از سایر ابزارها نظیر شبیه‌سازی هیدرولیکی هم استفاده شده و نتایج با داده‌های میدانی مقایسه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. امیری لاریجانی، س.، م.ع. غلامی سفیدکوهی، م. ضیاءتباراحمدی، و ن. جلالی کوتنایی. ۱۳۹۲. ارزیابی و مقایسه مدل‌های CROPWAT و NETWAT جهت برآورد نیاز آبی برنج درمازندران، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم، همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا ۷-۱.

۲. باباپور گل‌افشانی، م.، ع. شاهنظری، م. خ. ضیاتبار احمدی و ق. آقاجانی. ۱۳۹۱. مقایسه پارامترهای بیلان آبی در اراضی شالیزاری سنتی و تسطیح شده شهرستان قائم‌شهر، *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)* ۲۶(۴)، ۱۰۱۷-۱۰۱۰.

۳. توسلی، م. ر. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر عملیات نوین تجهیز، نوسازی و یکپارچه سازی اراضی در شالیزارهای سنتی استان مازندران بر عملکرد تولید برنج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز آموزش مدیریت دولتی منطقه شمال. تهران.

۴. جلالی کوتنایی، ن.، ح. تنکابنی و ح. یوسفیان . ۱۳۸۸. بررسی تطبیقی مسائل فنی و اجتماعی شبکه های آبیاری و زهکشی در اراضی شالیزاری سنتی و مدرن یکپارچه شده، سومین کنفرانس ملّی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی، کرج، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی وزارت جهاد کشاورزی ۷۳-۶۷.

۵. جلالی کوتنایی، ن.، ع.ع. ناصری، و ج. سلحشور. ۱۳۸۷. برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی برنج (مطالعه موردی واریته طارم) توسط لایسی‌متر نوع N (N-Type) در شهرستان محمود آباد استان مازندران، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه چمران اهواز ۷-۱.

۶. دلیوند ف.، ا. ح. ناظمی و م. ر. یزدانی. ۱۳۸۸. بهبود مدیریت توزیع آب در اراضی شالیزاری، مجموعه مقالات دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران ۳۳۴-۳۱۹.

۷. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران. ۱۳۹۲. گزارش مقدماتی مطالعات مرحله دوم طرح تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی بین رودخانه‌های تجن- سیاهرود، مدیریت آب و خاک و امور فنی و مهندسی سازمان. مازندارن.

۸. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۸۷. مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری (جلد اول: کلیات، تعاریف و مفاهیم پایه)، نشریه شماره ۱-۱: ۴۷-۳۶.

۹. عابدینی س.، ح. فتوحی و م. ک. معتمد. ۱۳۸۹. تجهیز و نوسازی شالیزارها گامی مؤثر در مسیر کشت مکانیزه و استفاده هدفمنداز آب، اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی، مؤسسه عالی سیمای دانش. اهواز.

۱۰. مؤمنی ب.، ر. عظیمی، م. مسعودیان و ا. صاعدی. ۱۳۹۳. ارزیابی میدانی مسائل و مشکلات طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، شانزدهمین همایش برنج کشور، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، مازندران- ساری.

۱۱. یزدانی م. ر. و ا. ملایی.۱۳۸۲. برخی پتانسیل‌های کاهش هزینه‌های تولید با اجرای عملیات زیربنایی، دهمین همایش سالیانه برنج کشور، گیلان.

۱۲. یزدانی م. ر.، م. پارسی‌نژاد، ت. رضوی پور، م. ر. علیزاده، م. نحوی، م. م. شریفی، م. رضایی و م. ملایی. ۱۳۸۳. طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، دانشگاه گیلان.

۱۳. یعقوبی سرسختی، م. و م. یعقوبی سرسختی. ۱۳۸۶. روش‌های تجربی مفید در اجرای شبکه های آبیاری و زهکشی در اراضی شالیزار، دومین کنفرانس ملّی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی، کرج، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی وزارت جهاد کشاورزی ۲۳۶-۲۲۷.

www.SID.ir

14. Abernethy, C. L. 1990. Report No: H007823, Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI).
15. Barker, R, W. Coward, G. Levine and L. E Small. 1984. Irrigation Development in Asia: Past Trends and Future Directions. Cornell University, Ithaca, New York.
16. Clemmens, A. J., M. G. Bos and J. A. Replogle. 1984. Portable RBC flumes for furrows and earthen channels. *Transactions of the ASAE* 27(4): 1016-1021.
17. Frenken, K. and V. Gillet. 2012. Irrigation Water Requirement and Water Withdrawal by Country. FAO, Rome, Italy.
18. Gilfedder, M., L. D. Connell and R. G. Mein. 2000. Border irrigation field experiment. I: Water balance. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 126(2): 85-91.
19. Lenton, R. L. 1984. Note on Monitoring Productivity and Equity in Irrigation Systems. Productivity and Equity in Irrigation Systems/edited by Niranjan Pant. Ashish Publishing house, New Delhi, India.
20. Makombe, G. and R. K. Sampath. 1998. An economic evaluation of smallholder irrigation systems in Zimbabwe. *International Journal of Water Resources Development* 14(1): 77-90.
21. Marikar, F., J. Wilkin-Wells, S. Smolnik and R. K. Sampath .1992. Irrigation system performance and its impact on crop productivity in Sri Lanka. *International Journal of Water Resources Development* 8(4): 226-234.
22. Molden, D. J. and T. K. Gates. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 116(6): 804-823.
23. Oad, R. and R. K. Sampath. 1995. Performance measure for improving irrigation management. *Irrigation and Drainage Systems* 9(4): 357-370.
24. Seckler D., R. K. Sampath and S. K. Raheja .1988. An index for measuring the performance of irrigation management, systems with an application. Water Resources Bulletin of American Water Resources Association, Paper No. 87099.
25. Thakur, A. K., S. Rath, S. Roychowdhury and N. Uphoff. 2010. Comparative performance of rice with system of rice intensification (SRI) and conventional management using different plant spacing. *Journal of Agronomy and Crop Science* 196(2): 146-159.
26. Theil, H. 1966. Applied economic forecasting. In: Studies in Mathematical and Managerial Economics. Volume 4. North-Holland Publishing Company. Amsterdam, Netherlands.
27. Weller, J. A., E. B. Payawal and S. Salandanan. 1989. Performance assessment of the Porac River irrigation system. Asian Symposium on the Modernizations and Rehabilitation of Irrigation and Drainage Schemes, Development Academy of the Philippines, ODU/Hydraulics Res. Ltd., Wallingford, UK.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 3, Fall 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of Water Performance Delivery Performance Error Indicators in Development and Renovation Project of Paddy Fields

B. Moumeni[1*], M. Masoudian[2], M. Gholami[2] and A. Emadi[2]

(Received: August 9-2016 ; Accepted: October 14-2017)

Abstract

Over the years, since the beginning of the national and infrastructural project of Development and Renovation of Paddy Fields of Iranian Northern provinces, it has been essential to evaluate water distribution and delivery Performance of the project to get its feedback in the pursuit of the desired goals. However, the results of the evaluation of a system can reliable when they are based on quantitative indicators, not on personal opinions and empirical judgment. So, in this study, Total Error (TE) of performance of water delivery system, a statistical indicator, and its component including adequacy, water management capability and equity errors were calculated and compared for two concrete and earthen irrigation canals. This analysis was done based on calculating water demand and measuring the volume of delivered water between outlets during the irrigation season in the paddy fields of Esmaelkola of Joybar city, in 2015. According to the results, although the concrete channel (0.28) had less error than the earthen channel (0.43) and in the concrete channel, as compared to the earthen channel, the share of the components of adequacy and water management capability from the total error was dropped from 47% to less than 10%, but the error in the water delivery of the concrete channel was still high due to the error in the equity of distribution, whose value was 0.25 (90% of the total error). Therefore, in order to reduce the performance error, after channel lining, it would be necessary to make fundamental changes in the intake and flow control structure in addition to the training of irrigators regarding water delivery based on water demand.

Keywords: Performance evaluation, Rice, Water delivery, Adequacy, Water management capability, Equity

1. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Department of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
*: Corresponding Author, Email: babak1172@yahoo.com

www.SID.ir