Archive of SID

ارزیابی راندمان انتقال کانال‌های خاکی و کانالت‌ها در استان خوزستان

نادر سلامتی[۱]* پیمان ورجاوند، شکراله آبسالان، آذرخش عزیزی و محی الدین گوشه

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.**nadersalamati@yahoo.com**

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.**pvarjavand@yahoo.com**

بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.**sh_absalan@yahoo.com**

مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.**azy911@yahoo.com**

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.**magoosheh@yahoo.com**

چکیده

به منظور بهره‌وری بهینه از آب در کشاورزی، دانستن میزان نشت آب از کانال‌ها ضروری است. در این پژوهش، ارزیابی کانال‌های خاکی و کانالت‌های شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان خوزستان با محاسبه راندمان انتقال آب و تلفات نشت انجام شد. در این رابطه، تعداد ۳۰ کانال در شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی استان خوزستان شامل:کارون بزرگ، شمال خوزستان، کرخه، شاوور، زهره، جراحی و کانال‌های تحت مدیریت کشاورزان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. تعداد ۱۷ کانالت و شش کانال خاکی در شبکه‌های آبیاری از درجات سه و چهار بوده و همچنین یک کانالت و شش کانال خاکی تحت مدیریت کشاورز قرار داشت. دامنه تغییرات راندمان انتقال در کانالت‌ها از ۳۸/۹٪ در شهرستان رامشیر تا ۹۹/۷٪ در شهرستان شوشتر و در کانال‌های خاکی از ۴۶/۹٪ در شهرستان باغملک تا ۸۹/۳٪ در شهرستان شوش در نوسان بود. مقایسه میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری و محاسبه شده با آزمون t نشان داد که مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال خاکی با مقدار ۳۰۱۷/۷ مترمکعب در روز نسبت به کانالت‌ها با مقدار ۲۱۶۶/۲ مترمکعب در روز اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج ضرایب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد بین راندمان انتقال با مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال و نیز بین میزان تلفات با دبی ورودی در هر کیلومتر کانال وجود دارد. ۱۶/۷٪ از کل کانالت‌های مورد بررسی، راندمان انتقال کم‌تر از ۶۷/۸٪ (بین ۳۸/۹٪ تا ۶۷/۸٪) داشتند، در حالی که در ۵۰ ٪ کانال‌های خاکی، راندمان انتقال کمتر از ۶۸/۶٪ بود. میزان کم تلفات آب در نیمی از کانالت‌ها و زیاد بودن بیش از حد تلفات در ۱۱٪ کانالت‌ها که حتی از تلفات آب در کانال‌های خاکی هم بیش‌تر بود، ضرورت توجه هر چه بیش‌تر به مدیریت بهینه استفاده از کانالت‌ها را نمایان می‌سازد. این مدیریت، هم در مراحل طراحی و ساخت این سازه و هم در مراحل نصب و قرارگیری در اراضی کشاورزی باید مدنظر قرار گیرد. همچنین باید به واشرهای آب بندی و دیگر تجهیزات مناسب جلوگیری از نشت آب توجه ویژه شود.

واژه‌های کلیدی: مولینه، تلفات آب، کانال‌های پیش‌ساخته

---

[۱]- آدرس نویسنده مسئول : خوزستان، اهواز ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی خوزستان

* دریافت: خرداد ۱۳۹۸ و پذیرش: مهر ۱۳۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ابتدایی‌ترین شیوه انتقال آب کشاورزی از محل استحصال تا سر مزرعه، احداث کانال‌های خاکی است که گرچه هزینه اولیه ناچیزی دارد، ولی به دلیل نیاز به لایروبی در فاصله زمانی کوتاه و پاک‌سازی علف‌های هرز، هزینه نگهداری زیادی داشته و مهم‌تر از همه میزان تلفات آب در این کانال‌ها بالا بوده که گاهی تا ۷۰ درصد هم می‌رسد (قبادیان و خلج، ۱۳۹۱). میزان نشت آب اندازه‌گیری شده در ۱۸ کانال خاکی در مناطق جوزدان، گرگن لنجان و نجف‌آباد در استان اصفهان نشان داد که در اردیبهشت‌ماه از ۰/٤٥٦ تا ۱/۱۲۱، در خردادماه از ۰/۳٦٤ تا ۱/۱۰۲ و در تیرماه از ۰/۳۹۱ تا ۱/۰۳٤ مترمکعب بر مترمربع بر روز متغیر بود (رستمیان و عابدی کوپایی، ۱۳۹۰).

در پژوهشی که بر روی سه کانال خاکی در شهرستان داراب استان فارس قبل و بعد از پوشش این کانال‌ها انجام شد، مشخص شد که میزان نشت آب قبل از انجام پوشش بتنی در کانال‌های خاکی حسن‌آباد، منصوریه و جنت شهر به ترتیب معادل ۲۲۹، ۳۷۳ و ۱۰۳ مترمکعب بر مترمربع بر روز بود. حجم آب صرفه‌جویی شده پس از اجرای پوشش بتنی این کانال‌ها به ترتیب ۲۲٤، ۳٦۳ و ۸۳ مترمکعب بر کیلومتر در یک روز محاسبه شد (شاهرخ‌نیا و زارع، ۱۳۹۳). بررسی‌های انجام‌شده در کانال‌های آبیاری شهرستان داراب نشان داد که میزان متوسط نشت در کانال‌های بدون پوشش مورد مطالعه ۱۹۷/۷ میلی متر در روز بر مترمربع بوده که پس از اجرای پوشش بتنی به ۱٦/۳ میلی‌متر در روز بر مترمربع تقلیل یافته است (عسکر و اریک، ۲۰۰۹). راندمان آبیاری در قسمت‌های مختلف شبکه سنتی چشمه حسین‌آباد بیضا در استان فارس با روش دبی ورودی- خروجی اندازه‌گیری شد. راندمان انتقال و توزیع بین ۲۱ تا ۷٤ درصد بود. راندمان انتقال و توزیع در منطقه حدود ٦۳ درصد برآورد شد (بی‌نام، ۱۳۸۸). مقدار تلفات آب در مسیر انتقال در کانال‌های خاکی شبکه آبیاری شاوور خوزستان بین ۱٦ تا ٦٦ درصد و به طور متوسط ٤۰ درصد و در مسیر توزیع ۱۳/۵ تا ۵۵ درصد و به طور متوسط ۳۱/۹ درصد گزارش شده است (سلطانی و معروفی، ۱۳۸۵). پژوهشگر دیگری بر روی کانال‌های خاکی زیردست سد زاینده‌رود کار کرده و ضمن ارزیابی روش‌های تجربی برآورد نشت، میزان نشت از کل تلفات را ۹۸/۵ درصد و سهم تبخیر و تعرق را ۱/۵ درصد برآورد نمود. در این رابطه، متوسط تلفات در کانال‌های درجه ۳، ۰/٦۹٦ و درجه ٤، ۰/٦٦۲ مترمکعب بر مترمربع در روز گزارش شده است (عراق علوی، ۱۳۷۳). در پژوهشی که در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشت‌های خوزستان، تبریز و کرمانشاه انجام‌شده، میانگین راندمان انتقال بین ۲۳ تا ۵۰ درصد، میانگین راندمان کاربرد آب در مزرعه بین ٤۵ تا ٦۰ درصد و میانگین راندمان کل آبیاری بین ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد برآورد شد (میرابوالقاسمی، ۱۳۷۳).

در پژوهشی که در منطقه نازلو ارومیه انجام شد، پژوهش‌گران نشان دادند دامنه میزان تلفات نشت آب در نهر لولهام از ماه‌های اردیبهشت تا مهر در سال ۱۳۸۹ بین ۱۰/۲۹ تا ۱۹/۰۸ مترمکعب بر روز به ازای یک مترمربع کانال و همچنین این دامنه تغییرات در راندمان انتقال نیز از ٦۸/۰۱ تا ۸۸/٤۳ درصد در نوسان بود. تغییرات دو شاخص فوق در نهر شیخ سرمست نیز به‌ترتیب از ۱۱/٦٤ تا ۳۷/۷۵ مترمکعب بر روز به ازای یک مترمربع کانال و ۸۰/۱٦ تا ۹٤/۰۳ درصد در نوسان بود (قبادیان و خلج، ۱۳۹۱). در پژوهشی در منطقه مغان میزان نشت آب از کانال بدون پوشش ۳۷ تا ۸٦ لیتر در روز در هر مترمربع اندازه‌گیری شد (سلماسی و رشتبرزاده، ۱۳۹۳). نتایج میزان تلفات پنج رشته از کانال‌های خاکی در دشت ایلام حاکی از آن است که در هر ۷۷ متر طول کانال طی خردادماه و تیرماه ۹٤ به طور متوسط به ترتیب ۰/۰۰۱٤ و ۰/۰۰۱۲٦ مترمکعب بر ثانیه معادل ۱/٤۰ و ۱/۲٦ لیتر در ثانیه آب تلف‌شده و در هر ۷۷ متر طول کانال به طور متوسط طی خرداد ماه و تیر ماه به ترتیب میزان ۱/۰۱ و ۰/۸۵ درصد یعنی تقریباً یک درصد از میزان دبی کاسته شده است. دلیل عمده این تلفات، نشت از بدنه و کف کانال اعلام‌شده و در پایان پیشنهاد شده برای جلوگیری از تلفات آب در کانال‌های

www.SID.ir

Archive of SID

خاکی منطقه مورد مطالعه نسبت به بتنی کردن کانال‌ها و همچنین استفاده از لوله برای انتقال آب اقدام شود (دلخواه و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج به دست آمده از یک پژوهش نشان داد که راندمان انتقال در کانال‌های شبکه آبیاری پنج هزار هکتاری شاوور (واقع در استان خوزستان) بین ۳٤ تا ۸۳ درصد متغیر بوده و بطور متوسط در حدود ٦۰ درصد برآورد شد (معروفی و سلطانی، ۱۳۸۵). نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که متوسط راندمان انتقال در کانال‌های با پوشش بتنی شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود به عنوان مهم‌ترین شبکه حوضه دریاچه ارومیه، حدود ۷۹ درصد بود که در دامنه ۳۳ درصد (در کانال‌های کوچک‌تر) تا ۱۰۰ درصد (در کانال‌های بزرگ‌تر) قرار داشت (جمالی و همکاران، ۱۳۹۷). در تحقیقی که در شبکه آبیاری دشت سفید رود انجام شد، نتایج نشان داد که راندمان انتقال در شبکه‌های آبیاری با پوشش بتنی بین ۷۵ تا ۹۲ درصد بود. ولی در کانال خاکی و طولانی مقدار راندمان آبیاری کاهش و به ۳۷/۷ درصد رسید (حیدری‌زاده و علمی، ۱۳۹٤).

نتایج تحقیقی دیگر در شبکه آبیاری دز نشان داد که متوسط راندمان انتقال در کانال‌های اصلی و فرعی سبیلی ٦۵/۲ و E4، ۵٦/۸ درصد بود. بیش‌ترین سهم تلفات آب، به شکستگی‌های بدنه کانال ناشی از شرایط نامناسب درزهای انبساط، نشت از سازه‌های تحویل آب، رشد علف‌های هرز و بخشی از آن نیز مربوط به تلفات اجتناب ناپذیر تبخیر سطحی بود (شینی‌دشت‌گل و همکاران، ۱۳۹٤). در تحقیقی توسط مکاری ساعی و همکاران (۱۳۹۲)، برای برآورد راندمان انتقال شبکه گرمسار، تعداد ۲۲ بازه کانال انتخاب گردید. نتایج نشان داد که راندمان انتقال برای کل شبکه ۸۹ درصد بود. علت ۱۱ درصدی تلفات انتقال عمر بالای شبکه، ترک‌های عرضی و طولی در جداره کانال‌ها، آب‌بندی نشدن مناسب درزهای انقباض، رسوب‌گذاری و پارامتر تبخیر اعلام شد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیش‌ترین و کم‌ترین راندمان کانال‌های فرعی شبکه آبیاری و زهکشی بمپور ایرانشهر به‌ترتیب ۹۷/۰۹ و ٦٤/۸۱ درصد بدست آمد و راندمان ۲٤ کانال فرعی بین این دو مقدار متغیر هست. همچنین متوسط راندمان ۲٤ کانال فرعی ۸۹/۰۵ درصد بدست آمد (رستمیان و عابدی کوپایی، ۱۳۹۰).

محققین در پژوهشی در کشور کامرون گزارش کردند که تبخیر از سطح آب و نشت از دیواره و کف کانال مهمترین منابع تلفات در مسیر کانال‌ها بود و معمولاً تلفات تبخیر نسبت به تلفات نشت ناچیز بوده و از اهمیت کمتری برخوردار است (عسکر و اریک، ۲۰۰۹). در مقایسه تلفات نشت و تبخیر از کانال آبیاری ناروانا در هند، گزارش شده که مقدار متوسط تلفات حدود ٤۷/۲ مترمکعب در روز بوده و بیش از ۹۹ درصد تلفات در اثر نشت و کمتر از یک درصد در اثر تبخیر هست (سینغ و سینغ، ۲۰۱٤). مقدار نشت در کانال‌های آبیاری ۱۱ حوزه آبریز در کانادا با طول عمر یکسان ۱/۵ درصد گزارش شده است (اقبال و همکاران، ۲۰۰۲).

انتقال آب کشاورزی از منبع تا مزرعه در دو بخش انتقال و توزیع انجام می‌شود و تلفات آب در این دو بخش، بطور کلی ناشی از مشکلات سازه‌ای و مدیریتی آن بخش از شبکه است. در مقاله حاضر، صرفا به بررسی تلفات آب سازه‌ای (ناشی از تبخیر و نشت) در بخش توزیع شبکه آبیاری پرداخته شده است. تلفات ناشی از مدیریت اشتباه بخش توزیع شبکه آبیاری، با وجود اهمیت زیاد، بدلیل محدودیت‌های موجود در زمان پیاده‌سازی تحقیق، مورد ارزیابی قرار نگرفته است. پژوهش‌ها و مطالعاتی که کانالت‌ها و کانال‌های سنتی درجات سه و چهار را همزمان با هم بررسی نموده‌باشند، یا انجام‌نشده و یا نتایج چنین مطالعاتی تا کنون منتشر نشده است. لذا فقدان مطالعات کافی در استان خوزستان موجب شد تا در قالب یک طرح پژوهشی، مقایسه راندمان انتقال و تلفات نشت از کانالت‌ها و کانال‌های انتقال سنتی در این استان مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد روش‌ها

پژوهش حاضر بر اساس نتایج بازدیدهای میدانی و برداشت اطلاعات از محل‌های مختلف شبکه‌های توزیع

www.SID.ir

Archive of SID

مدرن شامل کانالت‌های درجه سه و چهار و همچنین شبکه توزیع سنتی آب در شهرهای استان خوزستان انجام شد. به نحوی‌که در ابتدا از شبکه توزیع مدرن و سنتی در شهرهای مختلف استان محدوده خاصی تعیین شد. انتخاب این محدوده بر اساس شرایط شبکه توزیع آب کشاورزی در هر شهرستان و با توجه به نوع کانالت (درجه سه یا چهار) و کانال خاکی بود. سپس با استفاده از روش دبی ورودی- خروجی تلفات آب در هر بازه مطالعاتی تعیین شد. در این روش دو مقطع متوالی از کانالت و کانال خاکی انتخاب‌شده و با توجه به شرایط مقطع عبوری جریان، نسبت به تقسیم-بندی مقطع عرضی و اندازه‌گیری سرعت جریان با استفاده از دستگاه مولینه در هر بخش از مقطع و در نهایت محاسبه دبی دو مقطع ورودی و خروجی اقدام شد. این اندازه‌گیری تا آنجا که ممکن بود در فواصلی انجام شد که تنها عامل تلفات، نشت و تبخیر باشد و آبگیر از کانال منشعب نباشد. در این روش دبی ورودی و خروجی از کانال آبیاری اندازه-گیری شده و اختلاف آن دو دبی به عنوان تلفات تلقی می-شود. دبی در این روش به دو صورت استفاده از مولینه و سازه‌های اندازه‌گیری انجام شد. به‌طورکلی راندمان انتقال بر اساس بیلان جریان ورودی و خروجی از سامانه انتقال به صورت رابطه (۱) محاسبه می‌شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹٤).

$$E_c = \left(\frac{V_d+V_2}{V_c+V_1}\right).100 \qquad (۱)$$

که در آن:

E_c، راندمان انتقال (درصد)، V_c، حجم آب منحرف و یا پمپ شده از رودخانه و یا مخازن (متر مکعب)، V_d، حجم آب تحویل داده شده به شبکه توزیع (متر مکعب)، V_1، حجم آب ورودی از منابع دیگر به شبکه انتقال (متر مکعب) و V_2، حجم آب تحویل داده شده از سیستم انتقال به منظور استفاده غیر آبیاری (مترمکعب)

برای اندازه‌گیری سرعت آب از مولینه و یا پروانه آبی استفاده شد. اندازه‌گیری سرعت در دو نقطه ۰/۲ و ۰/۸ عمق از سطح آب برای کانال‌های بزرگ و میانگین‌گیری از آن‌ها و ۰/٦ عمق برای کانال‌های کوچک برای تعیین میانگین سرعت بکار رفت و تلفات ناشی از نشت و تبخیر در بازه‌های انتخابی با استفاده از روش دبی ورودی و خروجی محاسبه شد. همچنین، مشخصات هندسی مقطع کانال توزیع مانند عرض سطح آب، شیب دیواره کانال و تصویر مقطع عرضی عبوری جریان در محل‌های برداشت اطلاعات سرعت نیز برداشت شد. برای اندازه‌گیری‌های فوق و محاسبه پارامترهای لازم در شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی تقسیم‌بندی‌ها بر اساس حوضه‌های تحت پوشش این شبکه‌ها انجام شد. در هر شهرستان، شبکه مورد نظر (مدرن و سنتی) انتخاب و داده برداری‌ها با توجه به وسعت و طول شبکه توزیع مدرن و سنتی انجام شد.

در روش دبی ورودی- خروجی از رابطه زیر برای محاسبه درصد تلفات آب در کانال استفاده می‌شود (موسوی و اخوان، ۱۳۸٦):

$$L = 100 \times \frac{Q_i-Q_o}{Q_i} \qquad (۲)$$

که در آن:

L درصد تلفات آب و Q_i و Q_o به ترتیب دبی ورودی و خروجی از بازه اندازه‌گیری است. به منظور بررسی تأثیر طول در تلفات آب در بخش انتقال و توزیع، از رابطه زیر استفاده شد:

$$q = 86400 \times \frac{Q_i-Q_o}{l} \qquad (۳)$$

که در آن:

l طول بازه کانال (m) و Q_i و Q_o به ترتیب دبی ورودی و خروجی (مترمکعب در ثانیه) و q دبی تلفات در هر متر طول کانالت (مترمکعب در روز در مترطول) است. به منظور بررسی تأثیر ابعاد کانالت و حجم آب انتقالی از طریق کانالت و کانال خاکی و برای رسیدن به درک بهتر از میزان تلفات، از پارامتر درصد تلفات در متر طول کانالت و کانال خاکی نسبت به دبی ورودی استفاده شد:

$$L_l = 100 \times \frac{q}{86400 \times Q_i} \qquad (٤)$$

به منظور محاسبه دبی در مقاطع ورودی و خروجی از رابطه زیر استفاده شد:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} v_i \times A_i \qquad (۵)$$

که در آن:

www.SID.ir

Archive of SID

Q دبی عبوری از مقطع (مترمکعب در ثانیه)، v_i سرعت متوسط هر بخش از مقطع کانالت و کانال خاکی (متر در ثانیه) و A_i مساحت هر بخش از مقطع (مترمربع) و n تعداد بخش‌های مورد بررسی در کانال است. نتایج حاصل از این روش برای محاسبه تلفات انتقال آب، نشت و تبخیر را با هم در نظر گرفته و این دو را از هم تفکیک نمی‌کند.

در این پژوهش، ۳۰ کانال شامل ۱۸ کانالت درجات ۳ و ٤ و ۱۲ کانال خاکی درجه سه و چهار، مورد ارزیابی قرار گرفت. ۱۷ کانالت تحت پوشش شبکه‌های آبیاری و زهکشی خوزستان و یک کانالت در شهرستان باغملک تحت مدیریت زارع بود. شش کانال خاکی تحت مدیریت زارعان و شش کانال خاکی دیگر که دارای درجات سه و چهار می‌باشند، زیر پوشش شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان خوزستان است. کانال‌هایی که تحت مدیریت کشاورزان قرار دارند، برای تقسیم‌بندی اصطلاحاً کانال با درجه صفر نام‌گذاری شد. از آزمون تی (t-Test) برای تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری و محاسبه شده در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی استفاده شد. از ضرایب همبستگی پیرسون برای مقایسه آماری نتایج محاسبه شده در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی استفاده شد.

نتایج و بحث

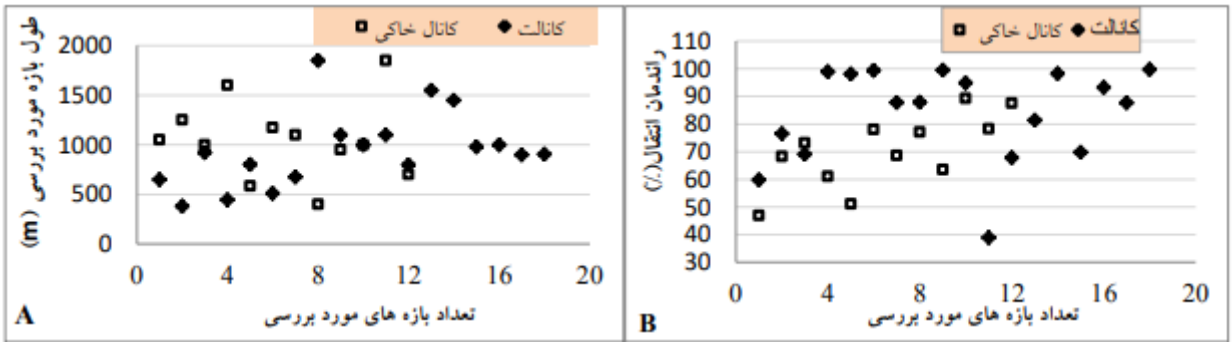
در کانال‌های شبکه توزیع مدرن (۱۸ کانالت) دامنه تغییرات بازه مورد بررسی از ۳۸۰ تا ۱۸۵۲ متر به‌ترتیب در شهرستان‌های باغملک و بهبهان متغیر بود. در کانال‌های خاکی (۱۲ کانال) این دامنه تغییرات از ٤۰۰ متر در شهرستان شوش تا ۱۸۵۰ متر در شهرستان ماهشهر در نوسان بود (جدول ۱ و شکل ۱–A). در کانالت‌ها، دامنه تغییرات راندمان انتقال از ۳۸/۹۱ تا ۹۹/٦۹ درصد به‌ترتیب در شهرستان‌های رامشیر و شوشتر و در کانال‌های خاکی از ٤٦/۸۷ تا ۸۹/۲۵ درصد به‌ترتیب در شهرستان‌های باغملک و شوش در نوسان بود (جدول ۱ و شکل ۱–B). مقادیر راندمان انتقال محاسبه شده توسط معروفی و سلطانی (۱۳۸۵) و جمالی و همکاران (۱۳۹۷) در محدوده راندمان انتقال این پژوهش قرار داشت. ولی مقادیر پایین راندمان انتقال محاسبه شده توسط حیدری‌زاده و علمی (۱۳۹٤) از کم‌ترین میزان راندمان انتقال محاسبه شده در این تحقیق بیش‌تر بود. مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت، از ۲۰/۹۲ مترمکعب در روز در شهرستان شوشتر تا ۱۲۳٥٤/۱۱ مترمکعب در روز در شهرستان رامشیر و در کانال‌ها خاکی از ۷٥٥/۲۱ مترمکعب در روز تا ۹٦۱٦/٤٤ مترمکعب در روز متغیر بود (شکل ۲ – C). در کانالت‌ها، دامنه تغییرات تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر، از ۰/۳٥ تا ٦۱/۹۲ درصد به‌ترتیب در شهرستان‌های شوشتر و باغملک و در کانال‌های خاکی از ۱۰/۷٥ تا ۸۳/٦۸ درصد به‌ترتیب در شهرستان‌های شوش و هندیجان در نوسان بود (شکل ۲ – D). ولی مقادیر راندمان انتقال محاسبه شده در کانال‌های خاکی توسط (میرابوالقاسمی، ۱۳۷۳) از مقادیر محاسبه شده در این پژوهش کم‌تر بود.

میانگین راندمان انتقال محاسبه شده توسط رستمیان و عابدی کوپایی (۱۳۹۰) و سهرابی و جوادپوربروجنی (۱۳۸٤) از ٤٤ درصد میانگین راندمان‌های انتقال در این پژوهش کم‌تر و از ٥٦ درصد میانگین راندمان-های انتقال در این پژوهش بیش‌تر بود. شاید دلایل عمده تنوع تلفات در کانال‌ها در پژوهش‌های مختلف را بتوان به متفاوت بودن و تنوع تغییرات درز و ترک‌های طولی در دیواره جانبی و عرض کانال، تخریب لاینینگ به صورت موردی، رشد علف‌های هرز در شکاف‌های ایجادشده، رسوبات جمع شده در کانال، عدم مدیریت صحیح بهره-برداری در بعضی نقاط شبکه‌های مختلف نسبت داد. میانگین تلفات محاسبه شده توسط سینخ و سینخ (۲۰۱٤) از نتایج این پژوهش در مورد کانالت‌ها بسیار کم‌تر است. این نشان دهنده توجه هر چه بیش‌تر به کاهش این تلفات در کانال‌های توزیع دارد. نتایج بررسی‌های سلطانی و معروفی (۱۳۸۵) در مورد میزان متوسط نشت در کانال‌های بتنی به میزان متوسط ۳۱/۹ درصد از نتایج این پژوهش بیش‌تر بود. مقدار نشت محاسبه شده توسط اقبال و همکاران (۲۰۰۲) به میزان متوسط ۱/٥ درصد از میانگین

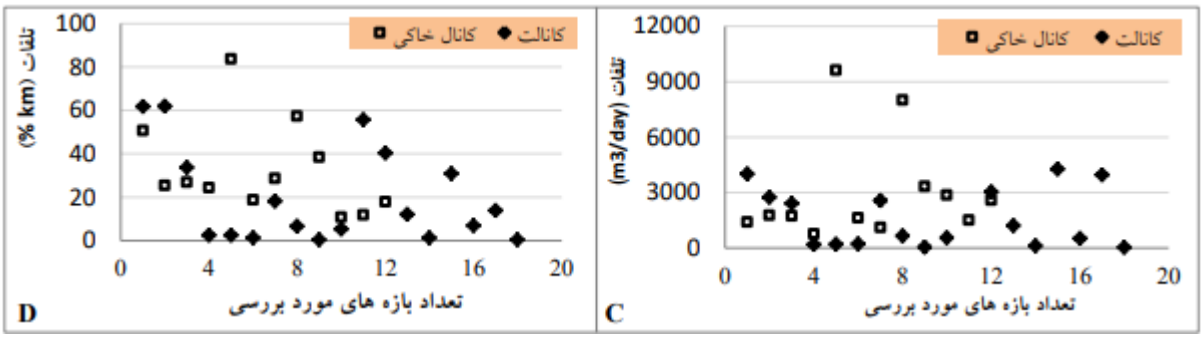
www.SID.ir

Archive of SID

مقدار نشت کانال‌های توزیع مدرن این پژوهش پایین‌تر بود. مقدار نشت محاسبه شده توسط شاهرخ‌نیا و زارع (۱۳۹۳) به میزان متوسط ٤٣ درصد با میانگین مقدار نشت کانال‌های توزیع مدرن این پژوهش هم‌خوانی قابل‌توجهی داشت. میزان نشت آب محاسبه شده توسط دلخواه و همکاران (۱۳۹۵) به میزان‌های ۱/۰۱ و ۰/۸۵ درصد و سلماسی و رشت‌برزاده (۱۳۹۳) به میزان ۳۷ تا ۸٦ لیتر در روز در هر مترمربع از میزان نشت محاسبه شده در کانال‌های خاکی این پژوهش کم‌تر هست. شاید نوع بافت و جنس خاک منطقه دشت مهران و دشت مغان در این کاهش نشت آب از کانال-های خاکی موثر بوده یا این‌که مدیریت ضعیف‌تر اعمال‌شده در استان خوزستان از یک سو و شاید هم ارزش کم‌تر اب در خوزستان نسبت به جاهای دیگر در این افزایش نشت آب بی‌تأثیر نبوده باشد. میزان تلفات آب در کانال‌های خاکی توسط قبادیان و خلج (۱۳۹۱) به میزان ۷۰ درصد محاسبه و این میزان توسط عراق علوی (۱۳۷۳) در کانال‌های درجه ۳، ۰/٦۹٦ و درجه ٤، ۰/٦٦۲ مکعب بر مترمربع در روز گزارش شده که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.



شکل ۱– طول بازه‌های مورد بررسی (A) و راندمان انتقال (B) در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی



شکل ۲ – مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت و کانال خاکی (C) و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت و کانال خاکی (D)

مقایسه میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری و محاسبه شده با آزمون تی نشان داد که میانگین بازه مورد بررسی در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی به ترتیب معادل ۱۰۵۵ و ۹٤۵ متر بودند که اختلاف معنی‌دار با هم داشتند. میانگین راندمان انتقال در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی به-ترتیب معادل ۸۳/۸۳ و ۷۰/۲۳ درصد محاسبه شد که در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. مقدار متوسط تلفات در هر کیلومتر طول کانال خاکی و کانالت‌ها به‌ترتیب معادل ۳۰۱۷/۷ و ۲۱٦٦/۲ مترمکعب در روز محاسبه شد که اختلافشان با هم معنی‌دار نبود (جدول ۲). لذا تمهیدات مقتضی برای کاهش تلفات در هر کیلومتر طول کانال باید مد نظر قرار گیرد و برای جلوگیری از تلفات آب در کانالت‌ها، باید مواردی از قبیل تجمع رسوب، تجمع زباله در کانالت‌ها را کنترل و رفع کرد. مقدار تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال خاکی و کانالت‌ها اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. بطوری‌که مقادیر این تلفات در کانال‌های خاکی و کانالت‌ها به‌ترتیب معادل ۳۲/۸٤ و ۱۹/٦۷ درصد محاسبه شد (جدول ۲). میانگین بازه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مورد بررسی، راندمان توزیع، مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت و کانال‌های خاکی و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر از کانالت‌ها و کانال‌های خاکی مورد بررسی به‌ترتیب ۹٤۵ و ۱۰۵۵ متر، ۸۳/۸۳ و ۷۰/۲۳ درصد، ۲۱٦٦/۱۸ و ۳۰۱۷/۷ مترمکعب در روز و ۱۹/٦۷ و ۳۲/۸٤ درصد محاسبه شد (جداول ۱ و ۲).

ضرایب همبستگی پیرسون پارامترهای اندازه‌گیری و محاسبه شده

ضریب همبستگی پارامترهای اندازه‌گیری و محاسبه شده در بازه‌های مورد بررسی در این پژوهش در جدول (۳) نشان داده شده است. دبی بالادست همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با شاخص‌های سطوح بالادست و پایین‌دست و دبی پایین‌دست نشان داد و همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد با پارامتر تلفات در هر کیلومتر طول کانال داشت. به‌عبارت دیگر با افزایش دبی بالادست، شاخص‌های یادشده سیر افزایشی نشان می‌دهند و برعکس (جدول ۳). مقادیر جدول ضریب همبستگی به خوبی نشان می‌دهد که افزایش یا کاهش شاخص‌های میزان بازه مورد بررسی، دبی، سرعت و سطح حجم آب عبوری هم در بالادست و هم در پایین‌دست، موجب تغییرات معنی‌داری در تغییرات راندمان انتقال، مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال نشد (جدول ۳). مقدار راندمان انتقال در کانالت‌ها و کانال‌های خاکی نشان می‌دهد که ۱٦/۷ درصد تعداد کانالت‌ها راندمانی کم‌تر از ٦۷/۸ درصد (بین ۳۸/۹ تا ٦۷/۸ درصد) دارند و حتی کم‌ترین راندمان انتقال کانال خاکی از کم‌ترین راندمان انتقال در کانالت بیش‌تر است (شکل ۳ – E) در حالی که در کانال‌های خاکی، ۵۰ درصد از تعداد آن‌ها راندمان انتقالی کم‌تر از ٦۸/٦ درصد دارند. این میزان راندمان انتقال کانال‌های خاکی با نتایج میرابوالقاسمی (۱۳۷۳)، سلطانی و معروفی (۱۳۸۵)، شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور (۱۳۸۸) و سلطانی و معروفی (۱۳۸۵) هم‌خوانی دارد (شکل ۳ – F).

دامنه اعداد راندمان انتقال محاسبه شده در کانالت‌ها به گونه‌ای بود که از ۱۸ کانالت مورد بررسی، میزان ٤٤/٤ درصد آن‌ها راندمانی بین ۸۷/۹ تا ۹۹/۷ درصد داشتند. این میزان بالای راندمان نشان از قابلیت بالای کانالت‌ها در انتقال آب با حداقل افت راندمان توزیع دارد. در مواردی مدیریت نادرست استفاده از این سازه موجب کاهش راندمان انتقال شده و این میزان افت راندمان حتی از کاهش راندمان انتقال در کانال‌های خاکی نیز بیش‌تر شده است (شکل ۳- E و F).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ – مشخصات مقاطع برداشت شده، راندمان توزیع، تلفات در هر کیلومتر طول کانالت و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت

شهرستان	درجه کانال	فاصله دو مقطع (متر)	بالادست				پایین دست				دبی آبگیری (مترمکعب بر ثانیه)	راندمان توزیع (درصد)	تلفات (مترمکعب بر روز)	تلفات (درصد)
			شکل	سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	شکل	سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)				
اهواز	۳	۳۵۰	کانالت	۰/۱۹۶	۰/۵۰۶	۰/۰۷۵	کانالت	۰/۳۰۰	۰/۰۹۵	۰/۰۲۸	۰/۰۱۶	۵۹/۸۵	۷۷۸۶/۱۸	۱۲۰/۲۴
بهبهان	۳	۱۸۵۲	کانالت	۰/۱۳۹	۰/۸۳۵	۰/۱۱۶	کانالت	۰/۰۶۰	۱/۷۰۰	۰/۱۰۲	۰	۸۷/۹۳	۶۵۳/۱۳	۵/۴۴
بهبهان	۳	۶۷۵	کانالت	۰/۲۶۳	۰/۶۲۴	۰/۱۶۴	کانالت	۰/۱۲۸	۱/۱۲۵	۰/۱۴۴	۰	۸۷/۸۰	۲۵۶۰/۰۰	۱۸/۰۶
حمیدیه	۴	۱۰۰۰	کانالت	۰/۳۹۴	۰/۴۰۷	۰/۱۲۱	کانالت	۰/۱۸۳	۰/۱۹۶	۰/۰۲۷	۰/۰۸۸	۹۴/۸۳	۵۴۲/۷۲	۵/۱۸
دزفول	۴	۱۱۰۰	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۶۷۴	۰/۱۰۴	کانالت	۰/۱۳۰	۱/۰۲۷	۰/۱۰۱	۰/۰۰۳	۹۹/۵۷	۳۵/۶۵	۰/۴۰
شوش	۳	۹۸۰	کانالت	۰/۲۳۸	۰/۸۹۱	۰/۱۶۰	کانالت	۰/۱۸۷	۰/۷۹۱	۰/۱۱۲	۰	۶۹/۸۴	۴۲۶۱/۸۸	۳۰/۷۸
شوش	۳	۱۰۰۰	کانالت	۰/۱۹۶	۰/۵۹۳	۰/۰۸۸	کانالت	۰/۴۶۴	۰/۲۳۳	۰/۰۸۲	۰	۹۳/۲۲	۵۱۴/۳۷	۶/۷۸
شوشتر	۴	۹۰۵	کانالت	۰/۱۹۱	۰/۴۸۱	۰/۰۷۰	کانالت	۰/۱۴۶	۰/۶۳	۰/۰۶۹	۰	۹۹/۶۹	۲۰/۹۲	۰/۳۵
شوشتر	۳	۹۰۰	کانالت	۰/۴۴۸	۰/۹۸۵	۰/۳۳۴	کانالت	۰/۱۴۶	۰/۴۰۷	۰/۰۴۵	۰/۲۴۸	۸۷/۶۶	۳۹۵۴/۹۶	۱۳/۷۱
باوی	۳	۸۰۰	کانالت	۰/۱۷۰	۰/۸۰۴	۰/۱۰۳	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۶۵۵	۰/۱۰۱	۰	۹۸/۱۴	۲۰۷/۱۴	۲/۳۲
باوی	۳	۵۱۰	کانالت	۰/۴۰۱	۰/۴۹۶	۰/۱۹۹	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۹۶۶	۰/۱۹۸	۰	۹۹/۳۶	۲۱۷/۵۷	۱/۲۷
باوی	۳	۴۴۵	کانالت	۰/۱۵۸	۰/۷۴۲	۰/۰۸۸	کانالت	۰/۱۳۸	۰/۸۳۹	۰/۰۸۸	۰	۹۸/۹۴	۱۸۱/۸۹	۲/۳۸
باوی	۳	۹۲۰	کانالت	۰/۲۹۷	۰/۳۷۰	۰/۰۸۳	کانالت	۰/۲۲۸	۰/۳۳۳	۰/۰۵۷	۰	۶۹/۱۳	۲۴۰۶/۴۸	۳۳/۵۵
رامشیر	۴	۱۴۵۰	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۷۲۹	۰/۱۱۳	کانالت	۰/۲۲۳	۰/۴۴۴	۰/۰۷۵	۰/۰۳۶	۹۸/۲۷	۱۱۶/۴۳	۱/۱۹
رامشیر	۳	۱۵۵۰	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۷۵۴	۰/۱۱۷	کانالت	۰/۱۷۰	۰/۲۷۱	۰/۰۳۵	۰/۰۶۰	۸۱/۴۴	۱۲۰۸/۴۲	۱۱/۹۸
رامشیر	۳	۱۰۹۸	کانالت	۰/۴۵۹	۰/۵۶۰	۰/۲۵۷	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۲۷۸	۰/۰۵۷	۰/۰۴۳	۳۸/۹۱	۱۲۳۵۴/۱۰	۵۵/۶۴
رامشیر	۳	۷۹۹	کانالت	۰/۲۸۸	۰/۳۰۲	۰/۰۸۷	کانالت	۰/۰۹۸	۰/۶۰۲	۰/۰۵۹	۰	۶۷/۸۲	۳۰۲۷/۷۸	۴۰/۲۸
باغملک	۰	۳۸۰	کانالت	۰/۰۳۵	۱/۴۵۷	۰/۰۵۱	کانالت	۰/۰۵۳	۰/۷۳۶	۰/۰۳۹	۰	۷۶/۴۷	۲۷۲۸/۴۲	۶۱/۹۲

تلفات (مترمکعب بر ثانیه) = مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت

تلفات (درصد) = تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱ – مشخصات مقاطع برداشت شده، راندمان توزیع، تلفات در هر کیلومتر طول کانالت و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت

شهرستان	درجه کانال	فاصله دو مقطع (متر)	بالادست				پایین دست				دبی آبگیری (مترمکعب بر ثانیه)	راندمان توزیع (درصد)	تلفات (مترمکعب بر روز)	تلفات (درصد)
			شکل	سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	شکل	سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)				
دزفول	۳	۱۶۰۰	نامنظم	۰/۱۸۸	۰/۱۸۸	۰/۰۳۶	نامنظم	۰/۰۹۳	۰/۲۳۷	۰/۰۲۲	۰	۶۱/۰۵	۷۵۵/۲۲	۲۴/۳۴
دزفول	۴	۱۰۰۰	نامنظم	۰/۱۳۸	۰/۵۳۸	۰/۰۷۴	نامنظم	۰/۱۹۹	۰/۲۷۳	۰/۰۵۴	۰	۷۳/۱۴	۱۷۲۲/۱۵	۲۶/۸۷
شوش	۳	۴۰۰	نامنظم	۰/۲۱۶	۰/۷۴۸	۰/۱۶۲	نامنظم	۰/۰۷۲	۰/۹۶۰	۰/۰۶۹	۰/۰۵۵	۷۷/۱۰	۷۹۹۳/۶۳	۵۷/۲۵
شوش	۴	۹۵۰	نامنظم	۰/۲۸۹	۰/۳۴۸	۰/۱۰۱	نامنظم	۰/۲۲۸	۰/۲۸۰	۰/۰۶۴	۰	۶۳/۵۵	۳۳۳۲/۱۴	۳۸/۳۷
باغملک	۰	۱۰۵۰	نامنظم	۰/۱۰۹	۰/۲۹۴	۰/۰۳۲	نامنظم	۰/۰۴۸	۰/۳۱۳	۰/۰۱۵	۰	۴۶/۸۸	۱۳۹۸/۸۶	۱۴/۸۵
هندیجان	۰	۱۱۷۵	نامنظم	۰/۷۷۲	۰/۱۳۰	۰/۱۰۰	نامنظم	۰/۳۵۴	۰/۲۲۰	۰/۰۷۸	۰	۷۸/۰۰	۱۶۱۷/۷۰	۲/۴۳
هندیجان	۰	۳۰۰۰	نامنظم	۰/۱۷۷	۰/۷۵۱	۰/۱۳۳	نامنظم	۰/۲۹۳	۰/۳۲۸	۰/۰۹۶	۰	۷۲/۱۸	۱۰۶۵/۶۰	۹/۲۷
هندیجان	۰	۵۸۴	نامنظم	۰/۳۳۹	۰/۳۹۲	۰/۱۳۳	نامنظم	۰/۴۱۷	۰/۰۹۶	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۵۱/۱۳	۹۶۱۶/۴۴	۳۲/۸۳
امیدیه	۰	۱۰۰۰	نامنظم	۰/۰۶۹	۰/۳۶۲	۰/۰۲۵	نامنظم	۰/۰۷۱	۰/۲۵۴	۰/۰۱۸	۰	۷۲/۰۰	۶۰۴/۸۰	۱۰/۱۵
بهبهان	۰	۳۶۹	نامنظم	۰/۳۰۴	۰/۱۴۱	۰/۰۴۳	نامنظم	۰/۰۶۳	۰/۴۴۴	۰/۰۲۸	۰	۶۵/۱۲	۳۵۱۲/۲۰	۱۳/۳۷
رامهرمز	۰	۷۰۰	نامنظم	۰/۲۱۵	۰/۷۸۱	۰/۱۶۷	نامنظم	۰/۲۳۴	۰/۳۳۸	۰/۰۷۹	۰/۰۶۷	۸۷/۵۳	۲۵۷۶/۶۷	۱۷/۸۱
ماهشهر	۰	۱۸۵۰	نامنظم	۰/۵۶۵	۰/۲۶۰	۰/۱۴۷	نامنظم	۰/۳۱۲	۰/۳۶۹	۰/۱۱۵	۰	۷۸/۲۵	۱۴۹۴/۴۴	۱۱/۷۶

تلفات (مترمکعب بر ثانیه) = مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت

تلفات (درصد) = تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت

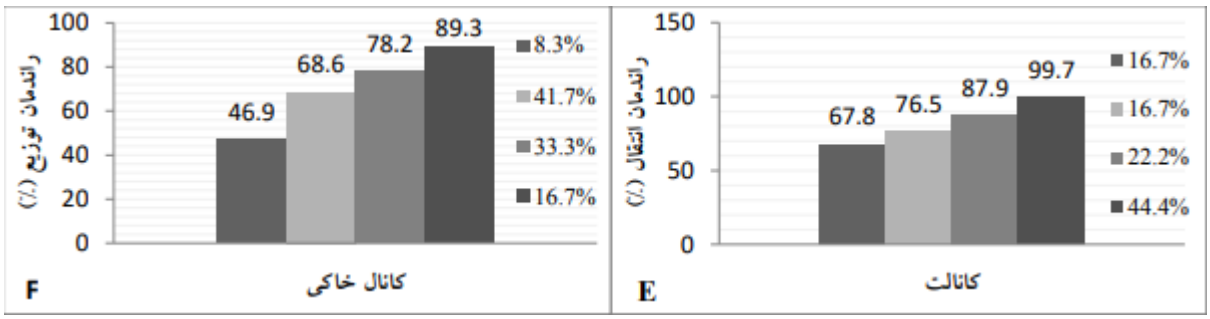
www.SID.ir

Archive of SID

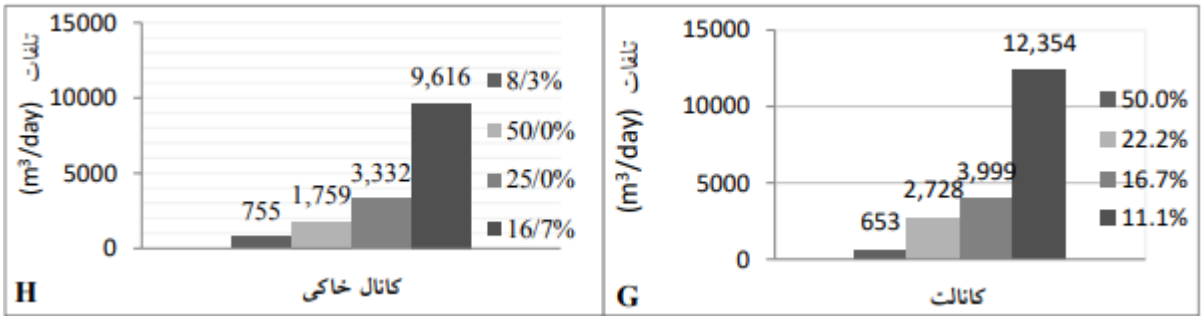
جدول ۲ – نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های محاسبه شده در آزمون تی (t-Test)

تیمار	کانال خاکی	کانالت	T آماری	T بحرانی	تیمار	کانال خاکی	کانالت	T آماری	T بحرانی
بازه مورد بررسی (متر)	۱۰۵۵	۹۴۵	-۰/۷۹۲	۲/۱۱۰	تلفات (مترمکعب در روز)	۳۰۱۷/۷۰	۲۱۶۶/۱۸	-۰/۸۵۲	۲/۱۱۰
راندمان توزیع (درصد)	۷۰/۲۳	۸۳/۸۳	۲/۷۶۷	۲/۱۱۰	تلفات (درصد)	۳۲/۸۴	۱۹/۶۷	-۱/۸۲۶	۲/۱۱۰

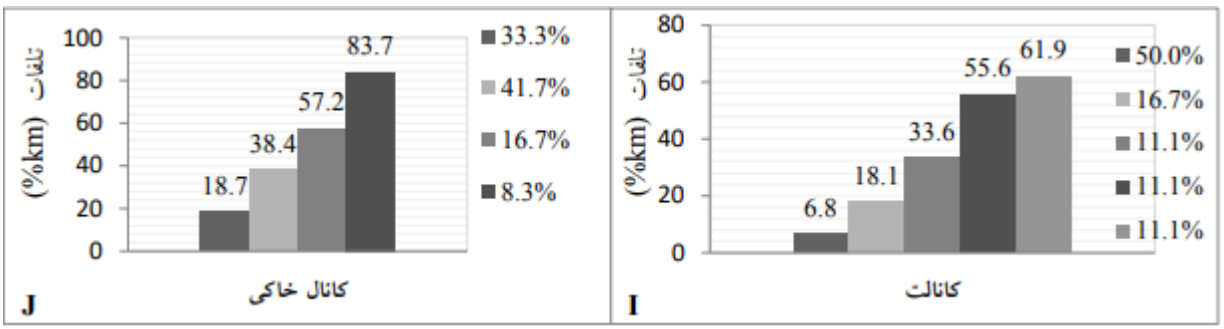
تلفات (مترمکعب در روز) = مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال تلفات (درصد) = تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال



شکل ۳ – راندمان انتقال در کانالت (E) و کانال خاکی (F)



شکل ۴ – تقسیم‌بندی مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانالت (G) و کانال خاکی (H)



شکل ۵ –درصد تلفات در هر کیلومتر طول کانالت (I) و کانال خاکی (J)

(%km)= درصد تلفات در هر کیلومتر کانالت و کانال

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ – ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای شاخص‌های اندازه‌گیری شده

تلفات (درصد)	تلفات (مترمکعب در روز)	راندمان توزیع (درصد)	بازه مورد بررسی (متر)	سطح پایین دست (مترمربع)	سرعت پایین دست (متر بر ثانیه)	دبی پایین دست (مترمکعب بر ثانیه)	سطح بالا دست (مترمربع)	سرعت بالادست (متر بر ثانیه)	دبی بالادست (مترمکعب بر ثانیه)	n = ۳۰ ۰/۳۶۶۷=٪۵ ۰/۴۶۰۸ = ٪۱
-۰/۱۱۸۱	۰/۴۲۶۹*	۰/۱۳۸۴	۰/۰۸۹۹	۰/۴۲۶۱**	۰/۰۶۶۳	۰/۴۹۴۸**	۰/۶۳۹۳**	۰/۱۲۱۲	۱	دبی بالادست (مترمکعب بر ثانیه)
۰/۱۳۲۴	۰/۱۳۲۱	۰/۱۹۵۵	-۰/۳۲۵۶	-۰/۳۴۴۷	۰/۵۰۱۷**	۰/۰۵۷۲	-۰/۴۰۴۵	۱		سرعت بالادست (متر بر ثانیه)
-۰/۱۳۹۷	۰/۱۵۴۸	۰/۰۶۲۲	۰/۱۰۳۹	۰/۷۶۷۲**	-۰/۲۲۴۲	۰/۴۶۶۶**	۱			سطح بالا دست (مترمربع)
-۰/۴۵۶۹*	-۰/۱۴۶۵	۰/۵۲۷۰**	-۰/۱۰۴۵	۰/۴۲۶۸*	۰/۴۹۲۹**	۱				دبی پایین دست (مترمکعب بر ثانیه)
-۰/۱۹۹۶	-۰/۱۲۳۱	۰/۳۴۹۳	-۰/۰۴۳۶	-۰/۴۰۱۳*	۱					سرعت پایین دست (متر بر ثانیه)
-۰/۰۵۹۰	۰/۱۳۴۸	-۰/۰۹۳۵	۰/۰۱۲۷	۱						سطح پایین دست (مترمربع)
-۰/۳۶۴۶*	-۰/۲۸۵۹	۰/۰۴۸۷	۱							بازه مورد بررسی (متر)
-۰/۸۳۰۱**	-۰/۶۵۱۸**	۱								راندمان توزیع (درصد)
۰/۷۵۲۷**	۱									تلفات (مترمکعب در روز)
۱										تلفات (درصد)

تلفات (مترمکعب در روز)= مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال

تلفات (درصد) = تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰ درصد از کانالت‌های مورد بررسی، دارای تلفاتی کم‌تر از ٦٥٣ مترمکعب در هر کیلومتر در روز بوده و فقط ۱۱/۱ درصد کانالت‌ها تلفاتی بین ۳۹۹۹ تا ۱۲۳٥٤ مترمکعب در روز در هر کیلومتر کانالت داشتند. این در حالی بود که فقط ۸/۳ درصد کانال‌های خاکی دارای تلفاتی کمتر از ۷٥٥ مترمکعب در روز در هر کیلومتر کانال داشته و ۱٦/۷ درصد از کانال‌های خاکی دارای تلفاتی بین ۳۳۳۲ تا ۹٦۱٦ مترمکعب در روز در هر کیلومتر کانال بود (شکل ٤ – G و H). میزان کم تلفات آب در نیمی از کانالت‌ها از یک سو و زیاد بودن بیش از حد تلفات در ۱۱ درصد کانالت‌ها که حتی از تلفات آب در کانال‌های خاکی بیش‌تر شده از سوی دیگر، توجه هر چه بیش‌تر به مدیریت بهینه استفاده از کانالت‌ها را نمایان می‌سازد. این مدیریت بهینه هم در مراحل طراحی و ساخت این سازه و هم در مراحل نصب و قرارگیری در اراضی کشاورزی باید مدنظر قرار گیرد. همچنین، باید به واشرهای آب بندی و دیگر تجهیزات مناسب جلوگیری از نشت آب توجه ویژه داشت (شکل ٤ – G و H) .درصد تلفات در هر کیلومتر کانالت به گونه‌ای بود که ۵۰ درصد از کانالت‌ها کم‌تر از ٦/۸ درصد تلفات آب داشتند و حتی تلفات آب در دو سوم کانالت‌های مورد بررسی کم‌تر از ۱۹ درصد بود. این در حالی است که در ۳۳ درصد کانال‌های خاکی، درصد تلفات در هر کیلومتر کانال خاکی از ۱۹ درصد کم‌تر بود که با نتایج رستمیان و عابدی کوپایی (۱۳۹۰) و قبادیان و خلج (۱۳۹۱) هم‌خوانی دارد (شکل ۵ – I و J). پارامترهای راندمان انتقال، تلفات در هر کیلومتر کانالت و شاخص درصد تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت به خوبی اهمیت مدیریت بهینه استفاده از کانالت را نشان می‌دهد (شکل ۵).

نتیجه‌گیری

بررسی نشت از کانال‌های آبیاری به دلیل تلفات آب، تنزل کیفیت اراضی و تهدید محیط‌زیست همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. مقاله حاضر-شامل بخشی از نتایج یک طرح تحقیقاتی در این زمینه می باشد که به سفارش سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان و متناسب با سوالات و انتظارات مورد نیاز-آن سازمان، برنامه‌ریزی و اجرا شده است. در این طرح، مقادیر راندمان انتقال محاسبه شده در کانالت‌ها فراوانی ناهمگنی داشتند به طوری‌که میزان ٤٤ درصد از کانالت‌های مورد بررسی راندمانی بیش از ۸۸ درصد و ۱۷ درصد آن‌ها راندمانی کمتر از ٦۸ درصد داشتند. در حالی که ۵۰ درصد از کانال‌های خاکی راندمان انتقالی کم‌تر از ٦۹ درصد داشتند. راندمان انتقال بالاتر از ۸۸ درصد که برای کم‌تر از نیمی از کانالت‌ها محاسبه شده نشان دهنده موثر بودن انتقال آب با این سازه است و این در صورتی است که مدیریت بهینه استفاده از این سازه اعمال شود. مقدار تلفات در نیمی از کانالت‌ها کم‌تر از ٦٥۳ مترمکعب در هر کیلومتر در روز بوده در حالی که فقط هشت درصد کانال‌های خاکی تلفاتی در این حد داشتند.

در سال‌های انجام آزمایش به دلیل خشکسالی-های مستمری که از سال‌های قبل ادامه داشته، عمده شبکه-های آبیاری مورد بررسی فقط برای کشت‌های پاییزه و زمستانه به بهره‌برداران حقابه داده‌اند و عملاً به دلیل کمبود آب پشت سدها برای کشت تابستانه حقابه‌ای برای کشاورزان از سوی شبکه‌های آبیاری در نظر گرفته نشده است. پژوهش‌های به‌عمل آمده توسط عسکر و اریک (۲۰۰۹) و سینخ و سینخ (۲۰۱٤)، نشان داد که سهم تبخیر از تلفات کانال‌ها ناچیز بوده، ولی در مورد سهم تبخیر از میزان کل تلفات در خوزستان به‌خصوص در فصول خنک سال یا تحقیقاتی به‌عمل نیامده یا نتایج این تحقیقات هنوز منتشر نشده است. ولی با توجه به ناچیز بودن تبخیر در میزان نشت از کانال‌ها در پژوهش‌های سایر کشورها از سویی و انجام شدن این پژوهش در فصول خنک سال از سوی دیگر می‌توان سهم تبخیر در نشت در این پژوهش را ناچیز دانست. هر چند انجام پژوهش در شبکه‌هایی از استان خوزستان که در فصول گرم سال، آب به کشاورزان تخصیص می‌دهند، می‌تواند در بررسی‌های آینده مورد آزمایش قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که افزایش دبی بالادست همبستگی مثبت و معنی‌داری با تلفات در سطح پنج درصد داشت. به‌عبارت دیگر با افزایش دبی بالادست افزایش تلفات بیش‌تر شده پس مدیریت بهینه دبی بالادست در کاهش تلفات موثر است. از سویی، دبی پایین‌دست همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح پنج درصد با تلفات داشت. مدیریت ناکارامد استفاده از کانالت موجب بروز وضعیتی شده که در ۱۱/۱ درصد از کانالت-های مورد بررسی، تلفات آب حتی از کانال‌های خاکی بیش‌تر شود. بدیهی است طراحی نادرست کانالت‌ها، منطبق نبودن وضعیت ساخت سازه با توپوگرافی اراضی مورد استفاده و عدم آب‌بندی مناسب محل اتصالات موجب بروز و ظهور تلفات غیرطبیعی آب از کانالت‌ها شده است. به منظور افزایش تعمیم دامنه نتایج این پژوهش پیشنهاد می-شود تا در پژوهش‌های آتی در فصل تابستان ارزیابی‌های فوق برای کانال‌های شبکه توزیع سنتی و مدرن استان نیز انجام شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که به‌دلیل تقبل هزینه‌های مادی و حمایت‌های معنوی در انجام پروژه تحقیقاتی به‌شماره ۱۲٤-٤٦-۱٤-۰٤٦-۹۵۰٤٤-۹۵۱۰۷۳ سپاسگزاری می‌شود.

فهرست منابع

۱. جمالی ر، بشارت س، یاسی م و امیرپور دیلمی ا. ۱۳۹۷. ارزیابی راندمان‌های آبیاری، کارایی مصرف و بهره‌وری آب در حوضه دریاچه ارومیه (مطالعه موردی شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود). نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، جلد ۲۲، شماره٤، صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۳۰.

۲. حیدری‌زاده م و علمی س. ۱۳۹٤. بررسی راندمان‌های آبیاری در حوضه آبریز دشت سفیدرود. سامانه‌های سطوح آبگیر باران، جلد ۸، شماره ۳، صفحه‌های ۲۷ تا ۳٦.

۳. دلخواه م.، رشیدی نیا ب.، منصوری یکتا ر و کیخواه ح. ۱۳۹۵. ارزیابی میزان تلفات آب در کانال‌های خاکی با استفاده از روش دبی ورودی خروجی مطالعه موردی: دشت مهران، صفحه‌های ۱۳٤ تا ۱٤۵. دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، کنفدراسیون بین‌المللی مخترعان جهان (IFIA)، دانشگاه جامع علمی کاربردی، https://www.civilica.com/Paper-RCEAUD02-RCEAUD02_673.html

٤. رستمیان ر.، و عابدی کوپایی ج. ۱۳۹۰. ارزیابی مدل نرم‌افزاری SEEP/W در برآورد میزان نشت آب از کانال‌های خاکی (مطالعه موردی شبکه آبیاری زاینده‌رود). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد ۱۵، شماره ۵۸، صفحه‌های ۱۳ تا ۲۲.

۵. رضاوردی‌نژاد و.، صمدی ا.، احمدی ح. و دانکوع. ۱۳۹٤. مطالعه و بررسی عوامل پایین بودن راندمان انتقال و توزیع آب در کانال‌های آبیاری (مطالعه موردی شبکه بمپور). دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط‌زیست. صفحه‌های ۲۵٦ تا ۲٦۷، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹٤.

٦. سهرابی ت. و جوادپوربروجنی ا. ۱۳۸٤. بازده انتقال و توزیع در شبکه آبیاری دشت قزوین. پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ۵، شماره ۲، صفحه‌های ۵۳ تا ٦٤.

www.SID.ir

Archive of SID

۷. سلطانی ح. و معروفی ص. ۱۳۸۵. بررسی تلفات آب و تعیین راندمان انتقال و توزیع در شبکه آبیاری شاوور. صفحه‌های ۳٤۱ تا ۳۵۰. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز.

۸. شاهرخ‌نیا م.ع. و زارع ا. ۱۳۹۳. بررسی فنی و اقتصادی پوشش کانال‌های آبیاری شهرستان داراب. نشریه آبیاری و زهکشی، جلد ۱، شماره ۸، صفحه‌های ٤٤ تا ۵۲.

۹. شاهرخ نیا م.ع. و جوان م. ۱۳۸۲. تعیین حساسیت دریای آزاده تحویل آب در شبکه آبیاری درودزن با استفاده از مدل ریاضی. صفحه‌های ۲۷۸ تا ۲۸۸. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳و٤ دی ۱۳۸۲، تهران، ایران.

۱۰. شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور ۱۳۸۸. مشاورین مطالعات منطقه خلیج‌فارس، بررسی راندمان در شبکه آبیاری چشمه حسین‌آباد بیضا.

۱۱. شینی دشتگل ع، مینایی س و نوری م. ۱۳۹٤. بررسی تلفات آب و ارائه راهکارهایی جهت کاهش آن در شبکه آبیاری دز (مطالعه موردی کانال‌های سبیلی و E_4). فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب، جلد ۳، شماره ۲، صفحه‌های ۸۷ تا ۹۸.

۱۲. عراق علوی س. ۱۳۷۳. مدیریت توزیع آب رودخانه زاینده‌رود بر اساس برآورد راندمان انتقال آب در کانال‌های زیردست، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۳. قبادیان ر. و خلج م. ۱۳۹۱. برآورد عددی مقدار نشت از کانال‌های خاکی منطقه نازلو ارومیه و اصلاح ضرایب روابط تجربی برآورد نشت. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲٦، شماره ۱، صفحه‌های ۱۹۳ تا ۲۰۲.

۱٤. طاهری قناد س. ۱۳۸۸. بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری دز. صفحه‌های ۱۱٤ تا ۱۲۲. سومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی.

۱۵. عباسی ف، سهراب ف و عباسی ن. ۱۳۹٤. راندمان‌های آبیاری: تغییرات زمانی و مکانی آن در ایران. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۵٦ صفحه

۱٦. معروفی ص. و سلطانی ح. ۱۳۸۵. برآورد راندمان های انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی شاوور با استفاده از یک رابطه نمائی. پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ٦، شماره ۱، صفحه‌های ۳٦ تا ٤۷.

۱۷. مکاری ساعی، ج. اژدری، خ. امامقلی زاده، ص. ناظری، ا. .۱۳۹۲. ارزیابی وضعیت راندمان انتقال آب در کانالهای بتنی شبکه آبیاری گرمسار و بررسی شرایط بهبود آن، اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی، انجمن آبیاری و زهکشی ایران. دانشگاه آزاد اسلامی واحدخوراسگان، اصفهان.

۱۸. میرابوالقاسمی، ه. ۱۳۷۳ . ارزیابی راندمان آبیاری در تعدادی از شبکه‌های سنتی ایران. صفحه‌های ۸۳ تا ۹۱. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۱۹. موسوی فو اخوان س. ۱۳۸٦. اصول آبیاری. انتشارات کنکاش، اصفهان.

20. Askar, K. and Eric L. 2009. Evaluation canal lining projects in the lower Rio Grande Valley of Texas. American. Texas Water Resources Institute Technical Report.

21. Iqbal, Z., Maclean R.T., Taylor B.D., Hecker F.J. and Bennett D.R. 2002. Seepage losses from irrigation canals in southern Alberte. Canada Biosystem Engineering, 44: 121- 127.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Singh ,B. and Singh K.K. 2014. Comparison of seepage and evaporation losses of field data analysis with analytical approach analysis- a Study of Narwana branch canal, Kurukshetra. International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering. 3(7): 204-209.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of the Water Conveyance Efficiency of Concrete Lined and Earth Channels in Khuzestan Province

N. Salamati[*1], P. Varjavand, Sh. Absalan, A. Azizi, and M. Goosheh

Research Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.
nadersalamati@yahoo.com
Research Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran.
pvarjavand@yahoo.com
Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural.
sh_absalan@yahoo.com
Member of Scientific Board of Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran.
azy911@yahoo.com
Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. **magoosheh@yahoo.com**

Abstract

In order to optimize the efficiency of water in agriculture, it is necessary to know the extent of water leakage in the lined canals. In this study, water conveyance efficiency and seepage/leakage losses were determined to evaluate earth and concrete lined channels in Khuzestan irrigation networks. The result of this assessment was to identify the problems of management and damages in these channels. Thirty channels were studied and evaluated in the main irrigation and drainage networks of Khuzestan province, including Karun, North Khuzestan, Karkheh, Shavour and, Zohreh and Jarrahi, and channels managed by the farmers. There were 17 tertiary and quaternary canals and 6 earth channels in irrigation networks, as well as 1 canal and 6 earth channels under farmers' management. The water conveyance efficiency in canals ranged from 38.9% in Ramshir to 99.7% in Shushtar; and in the earth channels, from 46.9% in Baghmalek to 89.3% in Shush. The comparison of means of the measured and calculated indices was performed by t-test and showed that seepage per km length of the unlined earth canals was 3017.7 m^3/day, which had no statistically significant difference with lined canals with a leakage of 2166.2 m^3/day/km. The results of Pearson correlation coefficients showed that there was a negative and significant (at $p<1\%$) correlation between distribution efficiency with the amount of seepage per kilometer channel length, and between losses and the input flow rate per km of channel length. Also, 16.7% of the total canals had a water distribution efficiency of less than 67.8% (between 38.9% and 67.8%), while 50% of the canals had a conveyance efficiency of less than 68.6%. The low water losses in half of the concrete lined canals and the excessive water loss in 11% of such canals, which even increased water losses in the earth's channels, reveals the necessity of paying attention to the optimal management of these canals. This optimal management should be considered at the design and construction stages of the structure as well as during the installation in agricultural lands. Attention should also be paid to use of proper seals and other suitable equipment to prevent water leakage.

Keywords: Moulinet, Water losses, Precast channels

[1]- Corresponding author: Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Ahvaz, Iran
*- Received: June 2019 and Accepted: October 2019

www.SID.ir