

## کمیت و کیفیت رسوب‌گذاری در شبکه‌های آبیاری نکوآباد و آبشار در استان اصفهان

علیرضا مامن‌پوش<sup>۱</sup> و سیدفرهاد موسوی<sup>۲\*</sup>

### چکیده

در این مطالعه، میزان رسوب ورودی به شبکه‌های مدرن نکوآباد و آبشار در استان اصفهان از طریق آب رودخانه زاینده‌رود و زمین‌های اطراف کانال‌ها و ترکیب شیمیایی رسوبات ته‌نشین شده در کانال‌ها از نظر عناصر غذایی بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین پارامترهای SP، EC، pH، OC، P، K،  $\text{HCO}_3^-$ ،  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{Ca}^{+2}$  و  $\text{Mg}^{+2}$  و  $\text{Na}^+$  رسوبات به ترتیب برابر ۷۱/۴ درصد، ۴/۳۱ دسی‌زیمنس بر متر، ۰۳/۷، ۲/۱ درصد و ۲۲/۶۵، ۱۳۶/۳۱، ۷/۸۱، ۸/۷۵، ۴۱/۶۹، ۴۲/۳ و ۲۲/۱ میلی‌گرم بر لیتر است. بافت رسوبات، لوم و یا لوم شنی است. مقایسه میانگین غلظت فسفر در رسوبات کانال‌ها نشان داد که رسوبات کانال‌های آبشار بیشترین فسفر قابل جذب را نسبت به کانال‌های نکوآباد (متوسط ۲۹ میلی‌گرم بر لیتر در مقابل ۱۶/۳ میلی‌گرم بر لیتر) دارند ولی از لحاظ کربن آلی بین رسوبات این کانال‌ها اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد (متوسط ۲/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر برای تمام کانال‌ها). میزان سرب و کادمیم رسوبات بسیار ناچیز بود. مطالعه رسوبات انتقالی و دانه‌بندی رسوبات برجای مانده در کانال‌ها نشان داد که عمده رسوبات ته‌نشین شده در طول کانال-ها، ناشی از اضافه شدن مواد زاید کشاورزی و نخاله‌ها می‌باشد. میزان رسوباتی که در نتیجه آبیاری از رودخانه زاینده‌رود وارد شبکه آبیاری می‌شوند و امکان ته‌نشین شدن آن‌ها وجود دارد، کم است.

واژه‌های کلیدی: رسوب، کانال‌های آبیاری، عناصر غذایی گیاهی.

ارجاع: مامن‌پوش ع.ر. و موسوی س.ف. ۱۳۹۰. کمیت و کیفیت رسوب‌گذاری در شبکه‌های آبیاری نکوآباد و آبشار در استان اصفهان. مجله پژوهش آب ایران. (۸)۵: ۱۹۷-۲۰۲.

۱- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

\*نویسنده مسئول: [mousavi@cc.iut.ac.ir](mailto:mousavi@cc.iut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۰۳

## مقدمه

رسوب‌گذاری از مهمترین مسائلی است که بسیاری از شبکه‌های آبیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علی‌رغم وجود تأسیسات رسوب‌گیر در ابتدای کانال‌های انتقال آب، در پاره‌ای موارد شبکه‌ها از تأثیر رسوبات مصون نیستند و دچار مشکلات عدیده‌ای می‌شوند. قسمت اعظم رسوبات شبکه‌های آبیاری، خاک فرسایش یافته اراضی حوزه‌های بالادست رودخانه‌ها است. علاوه بر این در طول مسیر کانال‌های انتقال و توزیع نیز به دلایل مختلف به حجم رسوبات اضافه می‌شود. کاربرد این رسوبات در زمین‌های کشاورزی فقیر موجب افزایش تولید می‌شود، بدون اینکه نیاز به کاربرد مقادیر زیادی از کودهای شیمیایی باشد. عرب‌زادگان و همکاران (۱۳۷۵) در ارتباط با کیفیت آب و رسوبات بستر انهار شهر اصفهان، نتیجه گرفتند که در نمونه‌های بستر انهار، میانگین غلظت  $\text{Cu}$ ،  $\text{Pb}$ ،  $\text{Cr}$ ،  $\text{Ni}$ ،  $\text{Cd}$ ،  $\text{Mn}$ ،  $\text{Fe}$  به ترتیب ۲۸۴۳۲، ۵۳۲، ۱/۷، ۶۶، ۴۱/۲، ۸۲/۹ و ۵۸/۱ میلی‌گرم در لیتر است. این ارقام نشان داد که میزان فلزات سمی نظیر  $\text{Pb}$ ،  $\text{Cr}$  و  $\text{Ni}$ ،  $\text{Cd}$  در نمونه‌های بستر در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی از حد مجاز بیشتر بوده است. مواد آلی در نمونه‌های بستر ۰/۷ تا ۶ درصد و نیتروژن ۰/۱ تا ۰/۳ درصد بود.

یزدانی (۱۳۷۵) در بررسی شبکه‌های آبیاری سفیدرود نتیجه‌گیری کرده که رسوبات از نظر عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و بخصوص پتاسیم)، غنی بوده است. خلیلی‌خشنود (۱۳۷۴) در بررسی نقش رسوبات رودخانه‌های در بازیافت اراضی حاشیه‌ای رودخانه زنگان‌رود، به این نتیجه رسیده که رسوب‌گیری موجب اصلاح خاک از نظر میزان مواد آلی می‌شود. رسوبات سرچشمه گرفته از منابع غیرنقطه‌ای در رواناب سطحی، به‌عنوان انتقال‌دهنده مواد غذایی و آلوده‌کننده‌ها مطرح می‌باشند.

در تحقیقاتی که در شبکه آبیاری جناب در پاکستان انجام پذیرفت، معلوم شد که رسوب مشکل بزرگی در این شبکه‌هاست و در کانال‌هایی که رسوب‌زدایی به‌صورت دوره‌ای انجام نمی‌شود، تغییراتی در مقاطع آن‌ها به‌وجود می‌آید که هدف تأمین و تحویل آب پیش‌بینی شده را با شکست مواجه می‌کند. بالا آمدن کف کانال در پشت روزه‌ها باعث افزایش رقوم سطح آب در بالادست، بیش از رقوم طراحی می‌شود و حتی اگر دی‌های طراحی به کانال‌های درجه دو تحویل شود، دی‌های عبوری از این روزه‌ها

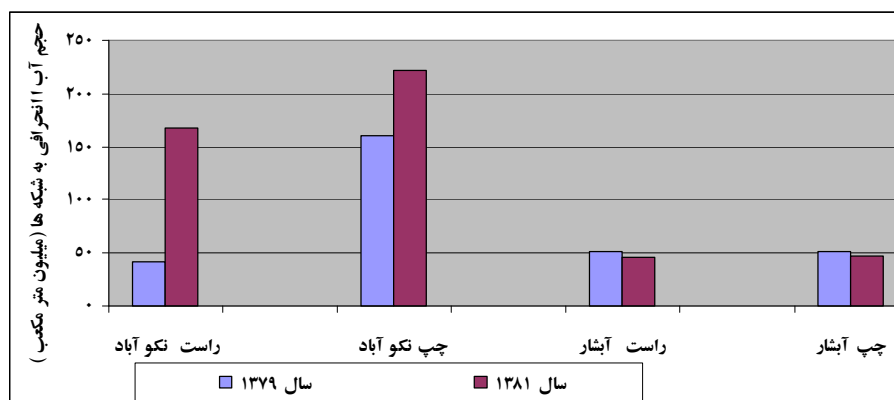
به‌طور معمول ۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد خطا را نسبت به دی‌های طراحی نشان می‌دهند (موری - راست و اسنلن، ۱۹۹۳). اسکندر اف و شیرینووا (۱۹۸۷) طی مطالعه‌ای روی استفاده از رسوبات رودخانه کورا برای اصلاح ساختمان خاک‌های شنی، مشاهده کردند که رسوبات تأثیر مثبت معنی‌داری روی تشکیل خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها دارند. در این آزمایش، محصول کشت شده (بادنجان) با افزایش رسوب‌گیری، افزایش عملکرد داشت و مشاهده شد که با افزایش ۳۰ تن در هکتار رسوب، محصول از ۲/۶۲ تن در هکتار (تیمار شاهد) به ۳/۱۵ تن در هکتار رسید. ال - انصاری و ال - سیناوی (۱۹۸۸) نشان دادند که میانگین غلظت رسوبات معلق در ایستگاه قبل از بغداد ۱۸۲/۵ میلی‌گرم در لیتر و در ایستگاه پایین‌دست بغداد ۸۶/۶ میلی‌گرم در لیتر است. این نتیجه به‌علت فعالیت‌های کشاورزی در بالادست بغداد بوده که موجب افزایش غلظت رسوبات معلق شده است. بررسی کمیت رسوبات بخشی از شبکه‌های مدرن آبیاری استان اصفهان، شناسایی میزان عناصر غذایی موجود در آن‌ها و امکان کاربرد رسوبات در زمین‌های کشاورزی از اهداف این پژوهش است.

## مواد و روش‌ها

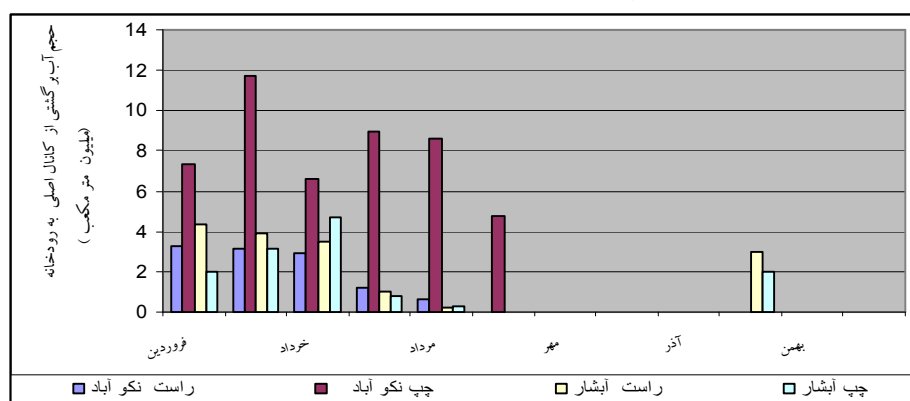
در حوضه عمل شبکه‌های مدرن آبیاری اراضی آبخور رودخانه زاینده‌رود، اولین سد انحرافی در ۴۵ کیلومتری بالادست شهر اصفهان و در جوار روستای نکوآباد احداث شده است. دو رشته کانال اصلی به ظرفیت‌های حداکثر ۱۵ و ۴۵ مترمکعب در ثانیه به‌منظور آبیاری اراضی سواحل راست و چپ رودخانه احداث شده است. دومین سد انحرافی بعد از شهر اصفهان به‌نام سد انحرافی آبشار روی رودخانه زاینده‌رود بنا شده است که دارای دو رشته کانال اصلی هر یک به ظرفیت حداکثر ۱۵ مترمکعب در ثانیه برای آبیاری حدود ۵۴۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی است (سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۹۷۷). سومین سد انحرافی جدیدالاحداث در ۵۵ کیلومتری شرق اصفهان در ناحیه رودشت قرار دارد که تأمین آب حدود ۴۲۰۰۰ هکتار از اراضی را به عهده دارد. در تحقیق حاضر، مسائل رسوب در کانال‌های اصلی دو شبکه نکوآباد و آبشار ارزیابی شده است.

با توجه به اینکه دوره بهره‌برداری از کانال‌ها در سال‌های عادی از فروردین ماه آغاز می‌شود و تا آذر ماه ادامه می‌یابد، بنابراین در اسفندماه ۱۳۷۹ و قبل از شروع دوره بهره‌برداری، پس از بازدید





شکل ۱- حجم آب انتقال یافته به شبکه‌ها در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۱



شکل ۲- حجم آب خروجی از انتهای کانال‌های اصلی و ورودی به رودخانه

رسوب خاک‌هاست. برطبق طبقه‌بندی‌های ارائه شده (یزدانی، ۱۳۷۵) درصد اشباع بیشتر از ۵۰ مربوط به خاک‌های سنگین می‌باشد. بافت رسوبات شبکه‌های راست و چپ نکوآباد و آبشار به ترتیب لوم شنی، لوم، لوم شنی و لوم است. در صورتی که در جداول ۲ و ۳ ملاحظه می‌شود که درصد اشباع در سال ۱۳۷۹ بین ۶۴ تا ۹۱ و در سال ۱۳۸۱ بین ۵۲ تا ۶۹ تغییر می‌کند.

میزان هدایت الکتریکی رسوبات در سال ۱۳۷۹ از کانال‌های بالادست به طرف پایین دست افزایش و در سال ۱۳۸۱ کاهش یافته است. برطبق طبقه‌بندی‌های ارائه شده (بای‌بوردی، ۱۳۷۹) رسوبات ته‌نشین شده در کانال‌های آبیاری، لب شور تا نسبتاً شور طبقه‌بندی می‌شوند. چنین روندی در مورد میزان سدیم نیز دیده می‌شود.

بین کربن آلی رسوبات کانال‌های بالادست و پایین دست اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد (متوسط ۲/۱ درصد برای تمام کانال‌ها). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، میزان کربن آلی رسوبات در حد زیاد است. این نتیجه، نتایج یزدانی (۱۳۷۵) را که اعلام نموده رسوبات کانال‌ها از نظر عناصر غذایی پرمصرف (از جمله نیتروژن)

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که عمده رسوبات ته‌نشین شده در طول کانال‌ها، ناشی از اضافه شدن مواد زاید کشاورزی و نخاله‌ها است. میزان رسوباتی که در نتیجه آبیاری از رودخانه وارد شبکه آبیاری می‌شوند و امکان ته‌نشین شدن آن‌ها وجود دارد، کم است. مسلماً، ته‌نشین شدن ضایعات و مواد رسوبی در آب باعث کم شدن ظرفیت جریان در کانال‌ها و فرسایش و خرابی دیواره‌های آن‌ها می‌شود.

هزینه لایروبی دو شبکه مورد بحث در انتهای سال ۱۳۷۹ حدود ۱۶۰ میلیون ریال برآورد شده است (سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۳۸۲). همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود حجم رسوب انتقالی از رودخانه به کانال‌های پایین دست نسبت به کانال‌های بالادست کاهش یافته است. احداث بندهای سنگ-چین در طول مسیر رودخانه (به‌خصوص در شهر اصفهان) می‌تواند عاملی برای کاهش این رسوبات باشد. تحلیل آماری نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های رسوب و مقایسه میانگین‌های پارامترهای مختلف برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۱ در جدول ۲ ارائه شده است. درصد اشباع ملاکی برای طبقه‌بندی خاک یا

رسوب و خاک برای تأمین پتاسیم تا اندازه‌ای بسته به مواد اولیه- ای که از آن‌ها مشتق می‌شود متفاوت است، بنابراین کم بودن پتاسیم در رسوبات دانه درشت و بافت متوسط امری طبیعی است.

با توجه به تحقیقات عرب‌زادگان و همکاران (۱۳۷۵) پیش‌بینی می‌شد در رسوبات به‌جای مانده در کانال‌های آبیاری مورد مطالعه، همانند کانال‌های آبیاری سنتی، فلزات سنگین یافت شود. ولی با توجه به اینکه حد طبیعی کادمیم در خاک‌ها ۱-۲ و سرب ۱۰-۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر ارائه شده (افیونی و عرفان منش، ۱۳۷۹) و کانال‌ها از مسیر شهرک‌های صنعتی نیز عبور می‌کنند، با این حال میزان کادمیم و سرب در رسوبات ناچیز بود (کمتر از حد تشخیص دستگاه).

غنی است تأیید می‌کند. یکی از مزایای این رسوبات برای کاربرد در کشاورزی، وجود کربن آلی و در نتیجه میزان نیتروژن زیاد در آن‌ها است. متوسط میزان فسفر قابل جذب رسوبات کانال‌ها ۲۲/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر است و نشان از غنی بودن رسوبات از نظر مواد غذایی پرمصرف گیاهان دارد. فسفر قابل جذب در پایین‌دست شهر اصفهان بیشتر از کانال‌های بالادست است. مقایسه میانگین غلظت فسفر در رسوبات کانال‌ها نشان داد که رسوبات کانال‌های آبشار بیشترین فسفر قابل جذب را دارند (متوسط ۲۹ میلی‌گرم بر لیتر در مقابل ۱۶/۳ میلی‌گرم بر لیتر). میزان پتاسیم قابل جذب در رسوبات کانال‌ها از بالادست به پایین‌دست افزایش یافته است (میانگین دو ساله ۱۳۶/۳۱ میلی‌گرم بر لیتر برای تمام کانال‌ها). با توجه به این که توانایی

جدول ۱- نتایج برآورد حجم رسوب انتقالی و باقی‌مانده در کانال‌های آبیاری در پایان دوره بهره‌برداری در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۱

نام کانال	سال	رسوب بجا مانده (m <sup>3</sup> )	حجم نخاله‌ها (m <sup>3</sup> )	رسوب انتقالی از رودخانه (m <sup>3</sup> )
سمت راست نکوآباد	۱۳۷۹	۱۰۶۸۱	۴۸۰	۱۲۸
	۱۳۸۱	۱۰۵۳۵	۴۸۸	۴۴
سمت چپ نکوآباد	۱۳۷۹	۱۵۳۹۸	۱۴۵۵	۲۶۸
	۱۳۸۱	۲۸۴۰۸	-	۲۷۶
سمت راست آبشار	۱۳۷۹	۳۳۴۷	۲۸۵	۶۴
	۱۳۸۱	۲۲۹۷	۴۶۱	۷۰
سمت چپ آبشار	۱۳۷۹	۲۳۴۱	۴۶۹	۵۶
	۱۳۸۱	۷۶۱۶	-	۲۶
حجم کل رسوبات	۱۳۷۹	۳۱۷۶۷	۲۶۸۹	۵۲۶
	۱۳۸۱	۴۸۸۵۶	۹۴۹	۴۱۶

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مختلف رسوبات در کانال‌های مطالعه شده در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۱

تیمار	درصد اشباع	EC (dS/m)	pH	کربن آلی فسفر قابل (درصد)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	مجموع آنیون‌ها	کلسیم و منیزیم	سدیم کاتیون‌ها	مجموع کاتیون‌ها
کانال سمت راست نکو آباد	۶۴ab	۳/۶ b	۷/۰ a	۲/۲۲ a	۹/۸ b	۱۱۸/۳ a	۵/۳۳a	۳۴/۷ a	۴۶/۳۳ b	۴۲ b	۵/۳۳ b	۴۷/۳۴b
کانال سمت چپ نکوآباد	۹۱/۱۷a	۴/۷۸ ab	۷/۰۱ a	۲/۸ a	۱۹/۵۶ ab	۱۲۵ a	۱۰/۳۳ a	۴۳/۸ a	۶۰/۳۳ ab	۵۲/۳۳ ab	۱۱/۱۶ ab	۶۳/۵ab
کانال سمت راست آبشار	۸۰/۶۷a	۶/۶ a	۶/۷۳ b	۲/۸۶ a	۲۸/۱۳ a	۲۳۳/۳ a	۱۴/۶۶ a	۵۱ a	۸۳ a	۶۸/۶۷ a	۱۶/۶۶ a	۸۵/a
کانال سمت چپ آبشار	۸۴/۷۱a	۶/۵ a	۶/۷۸ab	۲/۶ a	۲۵/۰ ab	۱۸۶/۴۳ a	۱۰/۸۵ a	۱۵/۷۱ a	۸۱/۷۱ a	۶۶/۸۶ a	۱۷/۱۴ a	۸۴a
کانال سمت راست نکوآباد	۶۵/۴۶ a	۳/۶۵ a	۷/۰۳ c	۱/۷۱ a	۲۱/۶۲ b	۱۱۲/۶۷ a	۵/۳۳ a	۳/۸۶ b	۵۳/۸۶a	۳۳/۵۳ ab	۳۴/۸a	۵۱/۶a
کانال سمت چپ نکو آباد	۶۲/۹۷ a	۳/۸۷ a	۷/۱۲ bc	۱/۴۹ a	۱۴/۱۲ c	۹۲/۸ a	۴/۹۶ a	۴/۰۸ b	۴۹/۰۸a	۳۵/۲۸ a	۳۴/۸a	۵۱/۲a
کانال سمت راست آبشار	۶۹/۷ a	۳/۰۶ a	۷/۲۶ ab	۱/۷۴ a	۳۲/۲۶ a	۱۱۴/۳ a	۸/۵۳ a	۴/۹۳ b	۴۹a	۲۱ ab	۳۰/۸a	۵۲/۲۷a
کانال سمت چپ آبشار	۵۲/۷ a	۲/۴۴ a	۷/۳۶ a	۱/۴۴ a	۳۰/۷ a	۱۰۸/۶۷ a	۵/۰۶ a	۸/۴۶ a	۴۱/۴۲a	۱۸/۷۶ b	۲۶/۶۳a	۵۷/۳a

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام گرفته است. در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند

### نتیجه‌گیری

لحاظ عناصر نیتروژن و فسفر غنی هستند. عمده رسوب ته‌نشین شده در کانال‌ها ناشی از اضافه شدن مواد زاید کشاورزی، نخاله‌ها و فرسایش بادی مزارع در طول مسیر کانال‌های اصلی،

نتایج آزمایش‌ها و تحلیل داده‌های رسوب برجای مانده در کانال‌های آبیاری نکوآباد و آبشار نشان می‌دهد که رسوبات از

- ۴- خلیلی خشنود م. ۱۳۷۴. نقش رسوبات رودخانه‌های در بازیافت اراضی حاشیه رودخانه زنجانرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۵- سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. ۱۹۷۷. مطالعات توسعه کشاورزی دشت اصفهان. جلد ۴، گید- سوگراه.
- ۶- سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. ۱۳۸۱. آمار توزیع آب به شبکه‌های آبیاری (منتشر نشده).
- ۷- سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. ۱۳۸۲. هزینه لایروبی و مرمت شبکه‌های آبیاری (منتشر نشده).
- ۸- عرب‌زادگان ح. افیونی م. و حاج رسولیها ش. ۱۳۷۵. بررسی کیفیت آب و رسوبات بستر انهار شهر اصفهان. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۳-۱۰ شهریور، آموزشکده کشاورزی کرج.
- ۹- مجللی ح. ۱۳۷۳. شیمی خاک. مرکز نشر دانشگاهی تهران، چاپ دوم.
- ۱۰- یزدانی م. ر. ۱۳۷۵. ارزیابی رسوبگذاری در شبکه آبیاری سفیدرود. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، تهران.

- 11- Al-Ansari N.A. and Al-Sinawi G.T. 1988. Periodicity of suspended sediment concentrations in the River Tigris at Baghdad identified using short interval sampling. Proc. of a Symposium on Sediment Budgets, M. P. Bordas and D. E. Walling (Eds.), Porto Alegre.
- 12- Iskenderov I. Sh. and Shirinova Sh. M. 1987. Use of Kura River water main sediment to improve the structure of sandy soils. Problems of Desert Development 4: 89-92.
- 13- Murray-Rust. D.H. and Snellen W.B. 1993. Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 20, 148 p.

به‌خصوص محدوده روستاهای اطراف آن‌ها است و میزان رسوباتی که در نتیجه آبیاری از رودخانه زاینده‌رود وارد شبکه‌های آبیاری می‌شوند و امکان ته‌نشین شدن آن‌ها وجود دارد، کم است. لذا حفاظت رودخانه و نصب نرده‌های آهنی در محدوده روستاها، می‌تواند از ورود زائادات کشاورزی و نخاله‌ها به کانال‌ها بکاهد. ته‌نشین شدن مواد رسوبی و ضایعات در آب باعث کم شدن ظرفیت جریان در کانال و فرسایش و خرابی دیواره‌های آن می‌شود. بنابراین به‌منظور بهره‌برداری صحیح از کانال‌ها لازم است هر ساله عملیات لایروبی انجام شود. از ریختن و انباشتن رسوبات لایروبی شده در کنار جاده‌های سرویس و کم کردن حریم جاده‌های مربوط به کانال‌ها جلوگیری شود. درمورد مشارکت زارعین در عملیات بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری مدرن، همانند شبکه‌های سنتی، آموزش لازم داده شود.

#### سپاس‌گزاری

بدینوسیله از آقایان مجید زیدی و مجید کاکائی (کمک کارشناسان بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اصفهان) که در انجام این تحقیق همکاری داشتند تشکر و سپاس‌گزاری می‌شود.

#### منابع

- ۱- افیونی م. و عرفان‌منش م. ۱۳۷۹. آلودگی محیط زیست آب، خاک و هوا. نشر ارکان اصفهان، ۳۳۰ ص.
- ۲- بای‌وردی م. ۱۳۷۹. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم.
- ۳- جعفرزاده ا. ۱۳۷۱. روش‌های کنترل رسوب در شبکه‌های آبیاری و آبرسانی. انتشارات فرهنگ جامع، ۱۸۹ ص.