



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

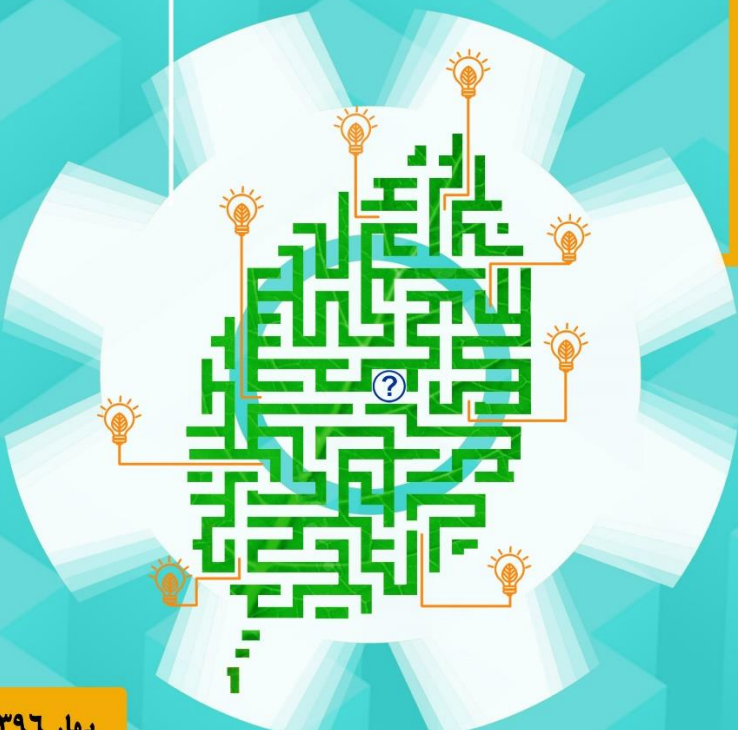


تحلیل‌های فنی



# در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

(جلد اول)



تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

بهار ۱۳۹۶

بهار ۱۳۹۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# تحلیل‌های فنی

## در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

(جلد اول)

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

بهار ۱۳۹۶

### تحلیل های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران (جلد اول)

تهیه و تدوین: نادر عباسی ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سال انتشار: ۱۳۹۶ شمارگان: محدود شماره ثبت: ۴-۹۶ ک ویراستاران: فریبرز عباسی و جواد باغانی صفحه آرا و طراح جلد: سمیه وطن دوست
آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۰۲۶ - ۳۲۷۰۵۳۲۰
سامانه الکترونیک: <a href="http://www.aeri.ir">www.aeri.ir</a>
پست الکترونیک: <a href="mailto:info@aeri.ir">info@aeri.ir</a>

این اثر به شماره ۴-۹۶ ک مورخ ۹۶/۳/۱۳ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	تحلیلی بر وضعیت راندمان‌های آبیاری در ایران .....
۹	تحلیلی بر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری در ایران .....
۱۷	تحلیلی بر میزان مصرف آب در بخش کشاورزی .....
۲۵	تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری مصرف آب در کشور .....
۳۱	چالش‌ها و راهکارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در ایران .....
۳۹	توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی: چالش‌ها و راهکارها .....
۵۱	پوشش کانال‌های آبیاری: چالش‌ها و راهکارها .....
۵۹	استفاده از منابع آب غیرمتعارف در راستای مدیریت بحران آب کشور .....
۷۳	نقدی بر بهره‌وری بارش محصولات دیم کشور .....
۷۹	سامانه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران: فرصت‌ها و معیارها .....
۸۷	اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی به منظور ارتقای بهره‌وری مصرف آب .....
۹۷	روند توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در کشور (فرصت‌ها، چالش‌ها و هدف‌گذاری‌ها) .....
۱۰۹	چالش‌های توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در ایران از منظر انرژی و محیط زیست .....
۱۱۹	کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی .....
۱۲۹	وضعیت تولید و فرآوری خرما در کشور .....
۱۳۹	تحلیلی بر توسعه خاک‌ورزی حفاظتی در ایران .....
۱۴۹	اثرات کاهش و کنترل تلفات برداشت کمباینی گندم آبی در کاهش هدررفت آب .....
۱۵۷	نقش و جایگاه روش‌ها و فناوری‌های نوین در مهندسی کشاورزی .....
۱۶۹	تحلیل مصرف انرژی در کشاورزی .....

## پیشگفتار

وظیفه ذاتی و ماموریت اصلی یک موسسه تحقیقاتی ایجاب می کند که علاوه بر تولید علم پاسخگوی نیازهای علمی و عملیاتی بخش های اجرایی بوده و همواره به عنوان یک مرجع اثرگذار و راهبر در تصمیم گیری ها و تصمیم سازی های کلان و ملی باشد. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به عنوان یکی از موسسات پیشرو در این زمینه، طی سالیان گذشته اقدامات درخور و شایسته ای در راستای ماموریت یاد شده داشته است. این موسسه اخیراً در رویکردی جدید و در راستای ایفای نقش روشنگری علمی، اقدام به تدوین گزارش های تحلیلی در زمینه موضوعات مختلف مهندسی کشاورزی با هدف ارتقاء اثربخشی تحقیقات و افزایش سطح کارآمدی فعالیت های کشاورزی نموده است. کتاب حاضر مشتمل بر ۱۹ فقره خلاصه گزارش های تحلیلی است که با اهداف یاد شده توسط محققین مجرب موسسه و با استناد به یافته های پژوهشی خود و استفاده از تجربیات سایر همکاران و محققان داخلی و خارجی تدوین گردیده است. در تدوین این گزارش ها سه رکن اصلی و اساسی شامل؛ شناخت مشکل، تجزیه و تحلیل ابعاد فنی و اقتصادی آن و ارائه راهکارها و راه حل ها مورد توجه بوده است. این گزارش ها از نظر ماهیت و محتوی متفاوت از مقاله ها و گزارش های پژوهشی مرسوم علمی بوده و دارای ویژگی های خاص از جمله؛ نقد و بررسی، تحلیل وضع وجود، ترسیم چشم انداز آتی و ارائه راهبرد و راهکارهای اصلاحی با تکیه بر تجربیات و نتایج تحقیقات چندین ساله در مورد یک موضوع است. نقد یک تصمیم و یا یک برنامه در بخش کشاورزی کشور، آگاهی بخشی و کمک به تصمیم سازی، روشن نمودن موانع و عوامل موثر بر منابع پایه تولید بخش کشاورزی، تبیین انحرافات، توجه به کیفیت و کمیت تولید با استمرار شرایط فعلی و رعایت اصل پایداری تولید از ویژگی های دیگر این گزارش ها است. می باشد. امیداست، این اثر گامی هر چند کوچک در راستای تحقق توسعه پایدار کشاورزی بوده و بتواند همانند چراغی فرآوری توسعه بخش کشاورزی کشور در حوزه فنی و مهندسی روشنگری نماید.

گرچه سعی شده است که در نگارش این مجموعه، یافته های علمی همکاران متعهد مؤسسه به نحو شایسته ای ارائه شود، ولی یقین دارد که این کتاب با کاستی هایی نیز همراه است. امید که

## ۶ □ تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

خوانندگان گرامی از نظرات و رهنمودهای ارزشمند خود، همکاران مؤسسه را در ادامه این راه و تدوین گزارش‌های بعدی، بهره‌مند سازند. در خاتمه از تلاش‌ها و احساس دین همه همکاران متعهد ستاد و مراکز استانی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی و نیز محققان خارج از مؤسسه به‌ویژه اساتید محترم دانشگاهی که در تدوین و داوری این مجموعه همکاری موثری داشتند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم. همچنین از طرف خود و تمامی همکاران، زحمات مسئولین قبلی مؤسسه را ارج نهاده و از تلاش‌های صادقانه آنان سپاسگزاری می‌نمایم.

فریبرز عباسی

رئیس مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

فروردین ماه ۱۳۹۶



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

## دوره آموزشی مجازی شبکه های آبیاری و زهکشی ایران (چالش ها و راهبردها)

مطالب این دوره بر گرفته از بخشی از کتاب با عنوان "تحلیل های فنی در مدیریت و مهندسی

کشاورزی ایران (جلد اول)" با سرفصل های کلی زیر می باشد:

- ۱- راهبردهای اصلی در اصلاح سامانه های سنتی آبیاری سطحی
- ۲- برخی مسائل کمی و کیفی شبکه های آبیاری و زهکشی ایران
- ۳- پوشش کانال های آبیاری

مدرسین:

نادر عباسی، رضا بهراملو، فریبرز عباسی و جواد باغانی

اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی

پاییز ۱۳۹۶

## راهبردهای اصلی در اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی

نادر عباسی، فریبرز عباسی و جواد باغانی

اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

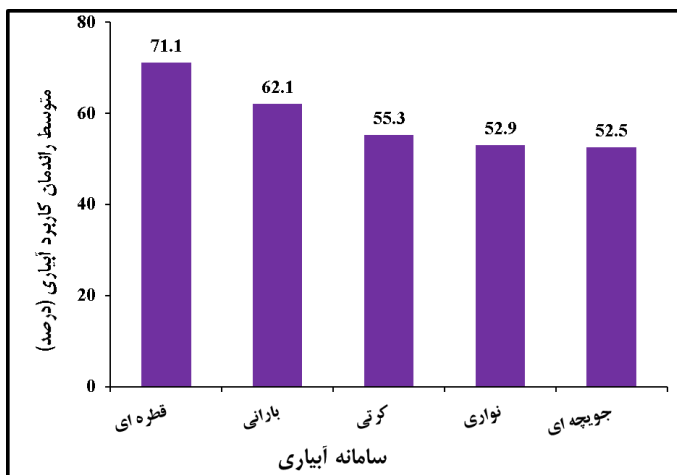
### ۱- مقدمه

اصلاح و بهبود عملکرد روش‌های آبیاری سطحی در راستای استفاده بهینه از منابع آب کشور و افزایش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌رغم این‌که در بسیاری از مناطق جهان بیش از ۹۰ درصد اراضی فاریاب با روش‌های سطحی آبیاری می‌شوند، لیکن این روش‌ها مورد کم توجهی قرار گرفته‌اند. مشکل عمده روش‌های آبیاری سطحی پایین بودن راندمان است که از ضعف مدیریت آبیاری ناشی می‌شود. با توجه به هزینه زیاد سامانه‌های آبیاری تحت فشار، بهبود و اصلاح روش‌های آبیاری سطحی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در ایران نزدیک به ۸۵ درصد کل اراضی آبی با سامانه‌های سطحی و بقیه با روش‌های مختلف تحت فشار آبیاری می‌شوند. این بدان معنی است که اثربخشی اقدامات مرتبط با اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری حدود ۸ برابر توسعه روش‌های تحت فشار است. به‌طوری‌که با افزایش یک درصد در راندمان روش‌های آبیاری سطحی میزان آب صرفه‌جویی شده برابر با حجم آب صرفه‌جویی حاصل از افزایش ۱۰ درصدی در توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار خواهد بود.

### ۲- تبیین وضع موجود

نتایج حاصل از مطالعات متعدد میدانی در سامانه‌ها و شبکه‌های مختلف آبیاری (سنتی و مدرن) در سطح کشور و تحلیل آنها نشان می‌دهد راندمان کاربرد در سامانه‌های کرتی، نواری و جویچه‌ای به ترتیب ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵ درصد است. متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه در سامانه‌های مختلف آبیاری بارانی و قطره‌ای نیز به ترتیب ۶۲/۱ و ۷۱/۱ درصد می‌باشد (شکل ۱).

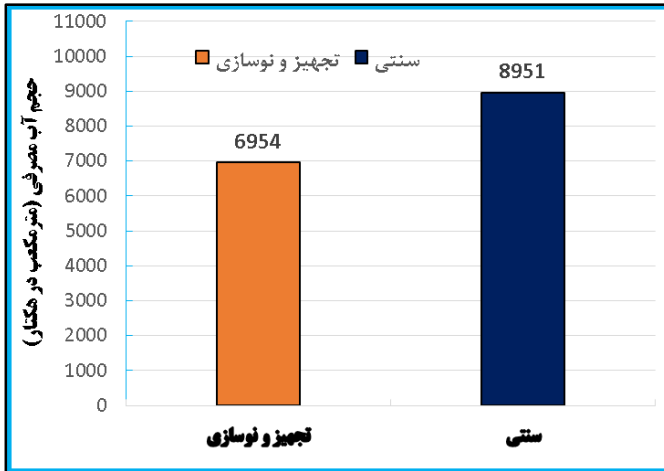




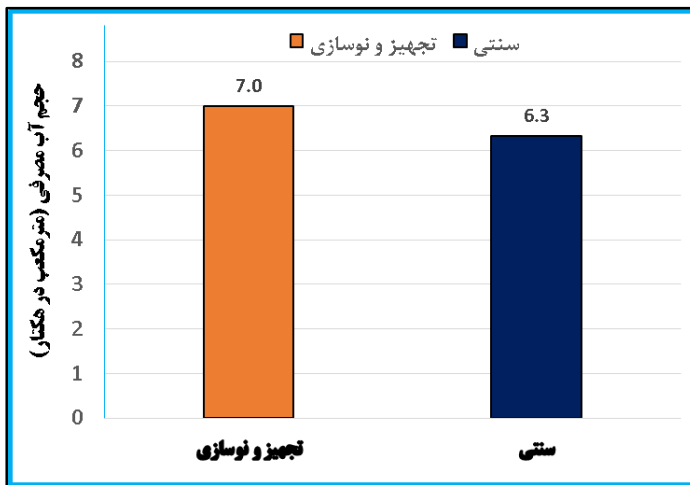
شکل ۱- متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در سامانه های مختلف آبیاری سطحی و تحت فشار در سال های ۹۴-۱۳۷۰ در کشور

در شکل ۲ متوسط حجم آب مصرفی ذرت علوفه های در فصل زراعی ۶-۱۳۹۵ در روش های مختلف آبیاری سطحی در شبکه های سنتی و تجهیز و نوسازی شده برای نمونه مقایسه شده است. حجم آب مصرفی در اراضی زیر شبکه های سنتی حدود ۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار بیشتر از اراضی زیر شبکه های تجهیز و نوسازی شده بوده است. به همین ترتیب، بهره‌وری مصرف آب ذرت علوفه های در مزارع زیر شبکه های تجهیز و نوسازی شده ۷/۰ و در مزارع پایین دست شبکه های سنتی ۶/۳ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (شکل ۳). بدین ترتیب، با توجه به سطح وسیع اراضی زیر شبکه های سنتی در کشور، اصلاح و بهبود عملکرد این شبکه ها می تواند گام موثری در کاهش حجم آب و افزایش بهره‌وری مصرف آب باشد.

۱۰ تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران



شکل ۲- مقایسه حجم آب مصرفی ذرت علوف‌های در روش‌های مختلف آبیاری سطحی در شبکه‌های سنتی و تجهیز و نوسازی شده



شکل ۳- مقایسه بهره‌وری مصرف آب ذرت علوف‌های در روش‌های مختلف آبیاری سطحی در شبکه‌های سنتی و تجهیز و نوسازی شده

### ۳- راهکارها و راهبردهای فنی

بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش‌های قبلی و مطالعات منطق‌های مرتبط، در سطح وسیع و به صورت پایلوت در شرایط زارعین هر منطقه، روش‌ها و اقدامات متعددی برای بهبود راندمان کاربرد آب قابل انجام است. در این خصوص به موارد زیر اشاره و در مورد آنها توضیح داده شده است.

- انجام کم‌آبیاری در انواع محصولات کشاورزی
- کاربرد رژیم کاهش جریان در مزارع بمنظور صرفه‌جویی در مصرف آب
- تسطیح و قطعه‌بندی مناسب اراضی
- استفاده از آب شور به منظور کاهش مصرف آب‌های با کیفیت بهتر با مدیریت خاص
- توسعه روش‌های آبیاری کم‌فشار (برای مثال هیدروفلوم)

### افزایش تولید با توسعه و اجرای عملیات کم‌آبیاری در محصولات کشاورزی

کم‌آبیاری یک راهکار بهینه سازی است که طی آن محصولات را به عمد در شرایط کمبود آب و کاهش عملکرد قرار می‌دهند. وقتی منابع آب دارای محدودیت می‌باشند یا قیمت آب بالاست، سطح بهینه آبیاری از دیدگاه اقتصادی چیزی کمتر از مقدار مورد نیاز برای حداکثر عملکرد می‌باشد. به علاوه در جایی که سرمایه اولیه، انرژی، نگهداری و نیروی کار جهت تأمین آب دچار محدودیتند و یا هزینه بسیار بالایی دارند، کم‌آبیاری را می‌توان به عنوان راهکاری مناسب برای افزایش سود به کار برد. همچنین از این روش می‌توان برای به حداکثر رساندن یا تثبیت تولید زراعی در مناطقی که محدودیت زمین وجود ندارد، استفاده کرد. نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که کم‌آبیاری سبب افزایش ۳۰-۴۵ درصدی در سطح زیرکشت و افزایش ۲۰-۴۰ درصدی تولید محصول شده است. اعمال کم‌آبیاری باعث افزایش کارایی مصرف آب خواهد شد که با دو روش امکان پذیر است ۱- حذف آبیاری‌های غیرمؤثر با توجه به مراحل حساس رشد ۲- اعمال کم‌آبیاری از ابتدا تا انت‌های فصل رشد. البته شیوه‌های اعمال کم‌آبیاری در روش‌های یاد شده نیز متفاوت می‌باشد.

روش آبیاری یک در میان جویچه‌ای از جمله روش‌های کاربردی در این زمینه است. آبیاری یک در میان جویچه‌ها سبب کاهش مصرف آب و افزایش قابل توجه راندمان و کارایی مصرف آب می‌گردد و در صورت تعیین جزئیات عملی و استراتژی‌های مناسب در نتیجه اجرای تحقیقات کاربردی، می‌توان به افزایش قابل توجهی در تولید محصول با مقادیر آب موجود دست یافت،

بگون‌های که کمترین خسارات احتمالی به کمیت و کیفیت محصول تولیدی وارد گردد. در آبیاری سطحی بدلیل ماهیت آن عمدتاً راندمان آبیاری کم است. آبیاری یک‌درمیان برای جلوگیری از نفوذ عمقی بیش از حد بکار می‌رود و با کم کردن نفوذ عمقی راندمان آبیاری را بالا می‌برد. اما چنانچه آبیاری یک‌درمیان همراه با کاستن مقدار آب لازم باشد، کارایی مصرف آب را نیز افزایش می‌دهد. این روش به دلیل ماهیت و هدفی که از اجرای آن دنبال می‌گردد، در خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین قابل کاربرد است و در خاک‌های سبک کارایی مناسبی ندارد و حتی ممکن است منجر به کاهش راندمان آبیاری نیز بشود. با این روش امکان صرفه جویی ۳۰-۴۰ درصد در آب مصرفی وجود دارد. این تکنیک یک طرح عملی برای توسعه روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان برای محصولاتی که به صورت ردیفی کشت می‌شوند، می‌باشد.

### کاربرد رژیم کاهش جریان در مزارع بمنظور صرفه‌جویی در مصرف آب

در روش‌های آبیاری سطحی با انت‌های باز، معمولاً حجم زیادی از آب بخصوص در اراضی شیب دار بصورت رواناب خروجی تلف می‌شود. یکی از روش‌های مدیریتی برای کنترل و کاهش رواناب سطحی در این سامانه‌ها، رژیم کاهش جریان است. بدین ترتیب که ابتدا با شدت جریان‌های نزدیک به بیشترین دبی غیرفرسایشی آبیاری را شروع و پس از رسیدن جریان به انت‌های مزرعه، دبی ورودی به حدود نصف مقدار اولیه کاهش و تا انت‌های زمان آبیاری از آن دبی استفاده می‌شود. این روش قادر است تا حدود ۲۰ درصد از تلفات آب بصورت رواناب را کاهش داده و موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و بهبود بازده آب آبیاری شود. رژیم کاهش جریان در همه اراضی کشاورزی و همه روش‌های آبیاری سطحی مخصوصاً اراضی تجهیز و نوسازی شده به سادگی قابل اعمال است. هدف از این عمل، بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه و صرفه‌جویی در مصرف آب با اعمال روش‌های نوین مدیریتی در اراضی تجهیز و نوسازی شده می‌باشد.

### تسطیح مناسب اراضی برای آبیاری سنتی و اجرای آبیاری نواری

در این شیوه، بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقات گذشته و مطالعات منطق‌های مرتبط در سطح وسیع و به صورت پایلوت در شرایط زارعین هر منطقه، با توجه به نوع محصول و شرایط توپوگرافی مزرعه، به یکی از روش‌های مناسب (روش آبیاری کرتی و یا نواری) و نیز تغییر اندازه قطعات زراعی به اندازه مناسب طراحی انجام می‌شود. این روش در استان‌های مختلف کشور و برای اکثر محصولات زراعی و باغی قابل اعمال است. تسطیح کردن زمین از الزامات اولیه انجام آبیاری سطحی است که برای رسیدن به راندمان کاربرد بالا و کاهش تلفات آب نیاز است.

### استفاده از آب شور با مدیریت خاص

استفاده از آب های نامتعارف (آب شور زهکش ها، فاضلاب های صنعتی و خانگی و آب دریا) به عنوان یکی از گزینه های راهبردی موثر، می تواند در کاهش اثر خسارت بار ناشی از کم آبی نقش کلیدی را بازی نماید. از آنجا که کاربرد آب های فوق برای اهداف کشاورزی اثرات منفی بر خاک و گیاه دارند، تمهیدات مدیریتی برای حفظ پایداری کشاورزی ضروری است. این شیوه برای کاربرد آب شور در کشاورزی به منظور تعدیل اثر خسارت بار ناشی از شوری و حفظ نسبی عملکرد و تولید اقتصادی پیشنهاد می گردد.

به عنوان نمونه می توان به کاشت گیاهان شورپسند و ارقام مقاوم به شوری، کاشت بذر در کف شیارها، استفاده از یک نوع آب در طول دوره رشد گیاه، عدم اختلاط آب های با کیفیت خوب و شور باهم و ... نام برد.

### استفاده از خاک ورزی حفاظتی

خاک ورزی حفاظتی سیستمی است که در آن پس از عملیات خاک ورزی و کاشت، حداقل ۳۰ درصد سطح خاک به وسیله بقایای محصول قبلی پوشیده شده باشد و از مدیریت برداشت محصول قبلی شروع می شود. استفاده از روش های خاک ورزی حفاظتی (با تاکید بر اجرای روش های کم خاک ورزی) با استناد بر یافته های تحقیقاتی ۱۰ ساله موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در سال ۱۳۸۶ به سازمان جهاد کشاورزی استان ها جهت انتقال و اجرایی نمودن این یافته ها شروع و برای تسریع بیشتر این امر پابلوت هایی الگویی بلافاصله با نظارت و مشارکت مستقیم همکاران تحقیقاتی در استان های فارس، همدان، اصفهان، گلستان، خوزستان و قزوین در سال ۸۷-۸۶ به میزان ۱۵۰۰ هکتار آبی برای محصولات مختلف زراعی هر منطقه انجام شد. این سطح در سال ۸۷-۸۸ به میزان ۱۰۰۰۰ هکتار آبی برای ۱۰ استان شامل فارس، همدان، اصفهان، گلستان، خوزستان، قزوین، کرمان، خراسان رضوی، تهران و اردبیل و در سال زراعی ۸۸-۸۸ به میزان ۳۷۰۰۰ هکتار آبی و با هماهنگی مدیریت های زراعت و ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان های مربوطه در نظر گرفته و اجرا گردید. با اعمال خاک ورزی حفاظتی درصد قابل توجهی در مصرف آب صرفه جویی می شود.

- از آنجا که بیش از ۸۵ درصد اراضی آبی کشور با سامانه‌های سطحی آبیاری می‌شوند؛ اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری سطحی، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب و افزایش بازده آب آبیاری خواهد داشت.
- با اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی به روش‌های مختلف نظیر تسطیح اراضی، انتخاب روش آبیاری سطحی بهینه و متناسب با مدیریت زراعی کشاورزان هر منطقه، طراحی و اجرای مناسب سیستم و غیره، صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۳۰-۴۰ درصد و افزایش راندمان آبیاری به میزان قابل توجه امکان‌پذیر است.
- پروژه‌هایی بصورت پایلوت در سطح چند استان برای ارزیابی اثربخشی اصلاح سامانه‌های سنتی تدوین و اجرا شود.
- از تجربیات دستگاه‌های اجرایی و پژوهشی داخلی و خارجی در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌سازی‌های کلان در خصوص اصلاح سامانه‌های سنتی استفاده گردد.
- اعطای تسهیلات و مشوق‌های مناسب برای اصلاح سامانه‌های سنتی می‌تواند در پذیرش و همراهی بهره‌برداران موثر باشد.
- ساخت و استانداردسازی دستگاه‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری رطوبت و آب آبیاری مدنظر قرار گیرد.
- برنامه آموزش مدون کارشناسان، مشاوران و پیمانکاران و بهره‌برداران در دستور کار قرار گیرد.
- کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش مصرف آب و افزایش بازده آب آبیاری داشته باشد.
- دستورالعمل‌های طراحی و اجرای روش‌های مدرن آبیاری سطحی که از نیازهای اصلی در مسیر اصلاح سامانه‌های سنتی است، تدوین و ابلاغ شود.

## ۵- منابع

- عباسی، ف.، سهراب و ن. عباسی، ۱۳۹۴. راندمان‌های آبیاری: تغییرات زمانی و مکانی آن در ایران. گزارش فنی شماره ۴۸۴۹۶، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۴۵ صفحه.

## برخی مسائل کمی و کیفی شبکه‌های آبیاری و زهکشی ایران

نادر عباسی و رضا بهراملو

اعضای هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

### ۱- مقدمه

احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی مدرن در کشور بعنوان یکی از راهکارهای اساسی سازگاری با وضعیت بحرانی منابع آب و استفاده بهینه از منابع محدود آب همواره مورد توجه بوده است. خوشبختانه در سال‌های اخیر اهتمام جدی واقدامات قابل توجهی در خصوص مدیریت تامین، انتقال و مصرف آب صورت گرفته است. به‌طوریکه در این راستا، تاکنون بیش از ۲ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت آبی به شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی مجهز گردیده است. این درحالی است که براساس برنامه‌های توسعه‌های کشور و پتانسیل‌های موجود این رقم به حدود ۴ میلیون هکتار قابل افزایش است. بدین ترتیب هنوز از نظر کمی توان بالقوه زیادی در افزایش سطح زیر شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی وجود دارد و با انجام این مهم حجم زیادی از منابع آب و خاک کشور در چرخه تولید قرار می‌گیرد. از طرف دیگر بررسی‌های انجام شده در خصوص عملکرد و وضعیت بهره‌برداری این شبکه‌ها نشان داده‌اند که اغلب آنها در مراحل مختلف بهره‌برداری دچار مسائل و مشکلات عدیده‌ای می‌گردند که در اثر این مشکلات اهداف اولیه این طرح‌ها مورد مخاطره قرار می‌گیرد. این مسائل که اغلب بصورت تخریب سازه‌ها بروز می‌نمایند، معلول عوامل متعددی نظیر مسائل مربوط به طراحی، اجراء، کیفیت مصالح مورد استفاده، وضعیت بهره‌برداری و نگهداری، مسائل اجتماعی و فرهنگی و شرایط ژئوتکنیکی بستر و تکیه‌گاه سازه‌ها می‌باشند. نتایج مطالعات و تحقیقات انجام شده در این خصوص نشان داده‌اند که عدم توجه به مسائل کیفی در کنار توسعه کمی نه تنها باعث تخریب سازه‌ها در سال‌های اول بهره‌برداری گردیده، بلکه امر اصلاح و بازسازی را مشکل و غیر اقتصادی می‌نماید. با عنایت به مباحث کوتاه عنوان شده می‌توان دریافت که همزمان با توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی توجه و اهتمام ویژه به شاخص‌های کیفی و ارزیابی مستمر اثر بخشی این‌گونه پروژه‌ها امری لازم و اجتناب‌ناپذیر است.

## ۲- تبیین وضع موجود

## ۲-۱- وضعیت اراضی کشاورزی

بر اساس آخرین آمار رسمی کشور وسعت کل کشور ایران ۱۶۵ میلیون هکتار است که از این مقدار ۵۱ میلیون هکتار قابل کشت است. همچنین وسعت کل اراضی کشاورزی کشور حدود ۱۶/۵ میلیون هکتار است که از آن حدود ۴۶/۲ درصد (۷/۶ میلیون هکتار) آبی بوده و مابقی دیم می‌باشد. از کل اراضی آبی، ۷۸/۷ درصد (۶ میلیون هکتار) زراعی بوده و مابقی به صورت باغ و قلمستان می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- وضعیت اراضی زراعی و باغی کشور (منبع: مرکز آمار ایران، سال ۹۳)

وسعت اراضی	کل	آبی	دیم
وسعت کل اراضی کشور (میلیون هکتار)	۱۶/۵	۷/۶	۸/۹
درصد اراضی	۱۰۰	۴۶	۵۴
		اراضی زراعی: ۶ باغ و قلمستان: ۱/۶	اراضی زراعی: ۸/۷ باغ و قلمستان: ۰/۲

## ۲-۲- وضعیت منابع آب

از کل منابع آبی تجدیدپذیر کشور که حدود ۱۳۰ میلیارد متر مکعب در سال است، در حال حاضر قریب به ۸۸/۵ میلیارد متر مکعب آن برای مصارف مختلف کشاورزی، شرب، صنعت و سایر مصارف عمومی استفاده می‌شود. گرچه سهم دقیق هر یک از بخش‌های مذکور مورد مناقشه کارشناسان صنعت آب بوده و اقداماتی نیز در حال حاضر جهت تعیین میزان مصرف آب در هر یک از این بخش‌ها در حال انجام است ولی آنچه مسلم است بخش اعظم این مصارف در بخش کشاورزی است و طبیعتاً هر گونه سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی برای استفاده اصولی از منابع آب در بخش کشاورزی از کارآمدی و اثر بخشی بیشتری در جهت صرفه جویی از منابع محدود آب کشور خواهد داشت. البته روشن است که ابتدا بایستی از تلفات آب موجود جلوگیری و سپس به فکر توسعه بهره‌برداری اصولی از منابع آب افتاد. از لحاظ توسعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی اکثر نقاط کشور دارای وضعیت بحرانی بوده و برای جلوگیری از تشدید بحران در آب‌های زیرزمینی باید به توسعه بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی به کمک شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی توجه خاصی نمود.



### ۲-۳- وضعیت اراضی آبی زیر سدها

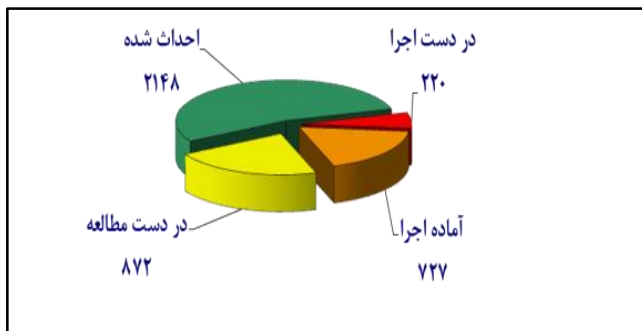
سدسازی در ایران طی چند دهه اخیر با اهداف مختلف از جمله تولید انرژی برقابی، مهار سیلاب، تأمین آب شرب و آبیاری مورد توجه بوده است. بی شک تامین و تنظیم آب برای آبیاری اراضی کشاورزی یکی از اهداف اصلی و عمده صنعت سد سازی در کشور در طول سال‌های اخیر بوده است. مشخصات سدهای ایران از نظر تعداد و سطح زیر کشت اراضی در پایاب سدها به تفکیک فازهای مختلف عملیاتی در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین تعداد سدهای خاتمه یافته در دهه‌های ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ به ترتیب ۱۲، ۲۳، ۳۳ و ۳۰ مورد بوده است.

جدول ۲- مشخصات سدهای ایران به تفکیک فازهای مختلف عملیاتی

جمع	فازهای عملیاتی			مشخصات سدهای کشور
	در دست مطالعه	در حال ساخت	در حال بهره برداری	
۱۳۳۰	۵۳۷	۱۴۶	۶۴۷	تعداد
۴/۳۵۸	۱/۰۰۶	۰/۸۹۵	۲/۴۵۷	وسعت اراضی (میلیون هکتار)

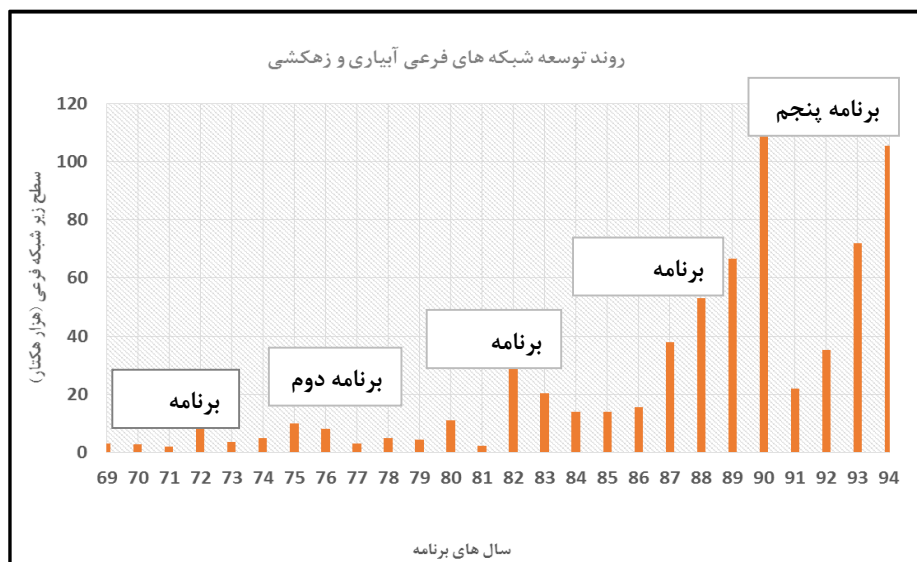
### ۲-۴- وضعیت شبکه‌های اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی

به دنبال توسعه سد سازی و همزمان با بهره برداری از سدهای ساخته شده اغلب آن‌ها به شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی مجهز گردیدند. در حال حاضر حدود ۲/۱۴۸ میلیون هکتار از اراضی زراعی پایاب سدهای در حال بهره برداری که از لحاظ وسعت بسیار متفاوت و از حدود ۳۰۰ هزار هکتار (اراضی پایاب سد کرخه) تا شبکه‌های کوچک با وسعتی کمتر از ۱۰۰ هکتار را در بر می‌گیرد، تحت پوشش شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی قرار گرفته است. وسعت اراضی تحت پوشش شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی در پایاب سدها به تفکیک فازهای عملیاتی مطابق شکل ۱ بوده که در صورت تکمیل کلیه سدهای در دست اجرا و مطالعه در مجموع به حدود ۴ میلیون هکتار خواهد رسید.



شکل ۱- وضعیت شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی به هزار هکتار (رضوی نبوی، ۱۳۹۳)

همزمان با احداث شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی که مسئولیت اجرایی آن بر عهده وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه می‌باشد، وظیفه توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی مشتمل بر کانال‌های انتقال و توزیع درجه ۳ و ۴، تجهیز و نوسازی اراضی، پوشش انهار سنتی و عمومی نیز بر عهده وزارت جهاد کشاورزی بوده و در این راستا اقداماتی نیز توسط این وزارتخانه در طی سال‌های اخیر صورت گرفته است. روند توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری طی سال‌های مختلف برنامه‌های توسعه‌های کشور از ابتدای برنامه اول (سال ۱۳۶۹) تا اواخر برنامه پنجم (سال ۱۳۹۴) در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- روند توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی طی برنامه‌های مختلف توسعه

## ۲-۵- جمع بندی وضع موجود

- با توجه به آمار و اطلاعات ارائه شده در خصوص وضعیت موجود شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی کشور نکات فنی و مدیریتی متعددی به شرح زیر قابل استنتاج می باشند:
- خشکی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و بر اساس تقسیم بندی سازمان های جهانی منابع آب، اکثر نقاط کشور ایران دارای شرایط بحران فیزیکی آب است.
  - توسعه شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی با هدف استفاده بهینه و پایدار از منابع محدود آب یکی از راهکارهای اصولی برای سازگاری با شرایط بحرانی آب ایران است.
  - سدسازی از اولویت های اصلی برنامه های توسعه ای کشور بوده بطوریکه در دهه هفتاد از رشد بسیار چشمگیری نسبت به سال های قبل برخوردار بوده است. البته از سال ۱۳۹۰ به بعد توسعه سدسازی در کشور روند کاهشی داشته است.
  - علی رغم جدیت در توسعه پروژه های سد سازی، احداث شبکه های آبیاری و زهکشی متناسب با توسعه سدها صورت نگرفته است.
  - توسعه شبکه های اصلی آبیاری و زهکشی هرچند هماهنگ و همزمان با توسعه سدها نبوده است ولی به لحاظ کمی از پیشرفت خوبی برخوردار بوده است.
  - احداث شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی نسبت به شبکه های اصلی از عقب افتادگی فاحشی برخوردار است.
  - عقب افتادگی قابل ملاحظه ای در احداث کل شبکه ها نسبت به سد سازی وجود دارد.
  - بطور کلی می توان گفت توسعه سدها و شبکه های اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی هم از نظر زمانی و هم از نظر مکانی ناهماهنگ بوده است. بطوریکه در بسیاری از موارد شبکه اصلی تکمیل شده ولی هنوز شبکه فرعی اجرا نشده است و برعکس. حتی در مواردی نیز شبکه های اصلی و فرعی اجرا شده ولی تامین آب از سد ممکن نیست.
  - در مجموع علیرغم اقدامات شایان و سرمایه گذاری های کلان صورت گرفته، هدف اصلی این پروژه که همان بهره برداری از این تاسیسات و استفاده بهینه از منابع آب و افزایش تولید به ازای واحد حجم آب است، محقق نشده است.
  - با تکمیل کل طرح های سدسازی حداکثر نیمی از اراضی آبی کشور زیر سدها و شبکه های مدرن خواهد بود و حدود نیمی دیگر از اراضی آبی کشور، زیر دست سایر منابع (چاه، چشمه، و...) و بصورت سنتی باقی خواهد ماند.

### ۳- چالش‌ها و مشکلات موجود در شبکه‌های آبیاری و زهکشی

همانطوری که اشاره شد، از یک طرف هنوز از نظر کمی توان بالقوه زیادی در افزایش سطح اراضی زیر شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی وجود دارد و با انجام این مهم حجم زیادی از منابع آب و خاک کشور در چرخه تولید قرار می‌گیرد و از طرف دیگر بررسی‌های انجام شده در خصوص عملکرد و وضعیت بهره‌برداری این شبکه‌ها نشان می‌دهند که اغلب شبکه‌های اجرا شده در مراحل مختلف بهره‌برداری دچار مسائل و مشکلات عدیده‌ای می‌گردند که در اثر این مشکلات، اهداف اولیه این طرح‌ها مورد مخاطره قرار می‌گیرد. مشکلات مبتلابه شبکه‌های آبیاری و زهکشی از نظر نوع، ماهیت، علل و عوامل ایجاد، میزان اثرگذاری، امکان اصلاح و ... در شبکه‌های مختلف متفاوت بوده و دارای طیف بسیار وسیعی از عوامل می‌باشند که اغلب بصورت‌های زیر نمود پیدا می‌کنند:

- تخریب سازه‌ها و تاسیسات به‌ویژه پوشش کانال به شکل‌های مختلف
- عملکرد نامناسب سازه‌های تنظیم و توزیع آب
- تجمع رسوب و رویش علف‌های هرز در جداره کانال
- پایین بودن راندمان شبکه
- افت کیفی منابع آب و خاک
- بروز مسائل اجتماعی و فرهنگی متعدد

با این حال کلیه این موارد در قالب دو گروه کلی مسائل مدیریتی و سیاست‌گذاری و عوامل فنی و اجرایی قابل تفکیک می‌باشند که در این بخش این دو گروه به طور اجمالی مورد بحث قرار می‌گیرند.

### ۳-۱- مسائل مدیریتی و سیاست‌گذاری

بررسی‌های انجام شده در خصوص وضعیت شبکه‌های آبیاری و زهکشی اجرا شده و برخی مسائل و ناهماهنگی‌های موجود که اثربخشی آن‌ها را تهدید می‌نماید به واسطه مسائل و مشکلات مربوط به سیاست‌گذاری‌ها و جنبه‌های مدیریتی و حکمرانی‌های غیر اصولی است. نهدینه نشدن مدیریت بهم‌پیوسته منابع آب در حوضه‌های آبریز، همسو نبودن سیاست‌ها و برنامه‌های بخش‌های مختلف مرتبط با مسائل آب در کشور، عدم نگاه به آب به عنوان یک کالای اقتصادی و اجتماعی، رویکرد سازه‌های به آب و توسعه بخش‌های مصرف کشاورزی و صنعت بدون در نظر گرفتن پتانسیل‌های آبی مناطق مختلف، طولانی بودن زمان ساخت و ساز شبکه‌ها به دلیل تناسب ضعیف اعتبارات تخصیصی با فصول کاری از جمله مسائل مدیریتی مبتلابه شبکه‌های آبیاری و زهکشی

است که به واسطه این، آنها و موارد متعدد دیگری بهره برداری مناسب از شبکه ها با مشکلاتی همراه شده است.

### ۳-۲- مسائل فنی و اجرایی

مطالعات و بررسی های انجام شده نشان می دهند علاوه بر مسائل مدیریتی منشا بسیاری از مشکلات شبکه ها، مسائل فنی و اجرایی است. علیرغم اینکه برخی از علل و منشا ایجاد مشکلات در شبکه های آبیاری و زهکشی ناشی از شرایط خاص هر شبکه می باشد ولی موارد فنی و اجرایی ایجاد مشکلات در اغلب شبکه ها تقریباً یکسان بوده که به شرح زیر قابل طبقه بندی هستند.

#### الف) مسائل مربوط به طراحی

بخشی از مشکلات موجود در شبکه های کشور ناشی از عدم توجه و یا کم توجهی به معیارهای طراحی اجزای مختلف شبکه ها بوده است. از مهمترین موارد مربوط به ضعف طراحی در شبکه های اجرا شده می توان به مواردی نظیر؛ عدم پیش بینی سیستم رسوبگیر در ابتدای شبکه به دلیل هزینه بالای آن، ضعف در طراحی هیدرولیکی مقطع کانال، عدم استفاده از شاخص های دوام برای ارائه طرح اختلاط بتن در زمان طراحی، طراحی نامناسب و یا عدم پیش بینی سیستم آبنبندی و درزهای انبساطی، استفاده از پوشش یکسان در مناطق مختلف و عدم بررسی گزینه های مختلف پوشش، پیش بینی ضعیف تمهیدات حفاظتی و ایمنی شبکه ها و استفاده از عدد  $0/014$  بعنوان ضریب مانینگ در طراحی اولیه پوشش کانال ها اشاره کرد.

#### ب) کیفیت مصالح و اجرا

عدم توجه به دوام بتن در شرایط مختلف اقلیمی کشور، مقاومت محور بودن ارزیابی بتن بجای دوام محوری، کیفیت نامناسب مخلوط بتن، بتن ریزی و عمل آوری، عدم دقت در اجرای درزهای انبساطی و انتخاب ماده پرکننده آن، پرداخت نامناسب سطح پوشش، عقیم نشدن خاک بستر در مقابل علف های هرز، اجرای نامناسب سیستم های زهکشی سطحی و خاکریز مجاور کانال ها از جمله مهمترین مسائل مربوط به کیفیت مصالح و مشکلات اجرایی موجود در شبکه های آبیاری کشور هستند.

#### پ) بهره برداری و نگهداری

برخی از مشکلات بهره برداری و نگهداری موجود در شبکه های آبیاری کشور عبارتند از: تردد وسایط نقلیه سنگین در مجاورت کانال، عدم لایروبی به موقع و یا لایروبی نامناسب و خسارت دیدن پوشش، عدم اجرای تعمیرات و بازدیدهای مستمر و سالیانه، عدم کنترل رشد علف های هرز در

کانال‌ها، پایین بودن سطح آگاهی بهره‌برداران، عدم رعایت حریم کانال‌ها، عدم استفاده از مشارکت بهره‌برداران در تعمیر و نگهداری، ضعف در آموزش بهره‌برداران جهت بهره‌برداری بهینه از شبکه‌ها

### ت) مسائل ژئوتکنیکی بستر

علیرغم توجه ویژه و خاص به مطالعات ژئوتکنیکی در اغلب سازه‌های عمرانی، متأسفانه در مطالعات اولیه مربوط به پروژه‌های شبکه‌های آبیاری و زهکشی به جنبه‌ها و ویژگی‌های ژئوتکنیکی بستر به‌هانه سبک بودن سازه، توجه جدی صورت نمی‌گیرد. در حالی که این گونه پروژه‌ها به دلیل ماهیت خطی آن‌ها، ساختارهای زمین‌شناسی متنوعی را در بر گرفته و همواره در تماس با آب هستند. لذا به واسطه عدم انجام مطالعات ژئوتکنیک و یا مطالعات ناقص آن و در نتیجه عدم شناخت صحیح ماهیت رفتاری خاک بستر، سازه‌های آبی و به ویژه پوشش بتنی کانال‌های آبیاری در اثر ناپایداری بستر مورد تخریب و تهدید قرار می‌گیرند.

### ث) مسائل فرهنگی و اجتماعی

اصولاً توجه به مسائل فرهنگی و اجتماعی ساکنین منطقه یکی از ملاحظات مهم و اجتناب‌ناپذیر در طراحی و اجرای اکثر پروژه‌های عمرانی می‌باشد. در شبکه‌های آبیاری و زهکشی که زارعین منطقه و بهره‌برداران در ارتباط مستقیم با عملکرد و بهره‌برداری از شبکه می‌باشند، این موضوع از اهمیت دو چندان برخوردار می‌باشد. در ایران این موضوع کمتر مورد توجه بوده که به تبع آن مسائل عدیده‌ای متوجه شبکه‌های آبیاری و همچنین مسئولان بهره‌برداری و زارعین گردیده است. امروزه بسیاری از مشکلات بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری به دلیل تفکر سازه‌ای مسئولین و طراحان و عدم مشارکت دادن بهره‌برداران در امور مختلف شبکه‌ها و ضعف تشکل‌های آب‌بران صورت می‌گیرد.

### و) مسائل زیست محیطی

یکی دیگر از مسائل فنی که باعث بروز مشکلات جدی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی شده است، عدم توجه کافی به جنبه‌های زیست محیطی پروژه‌های آبیاری و زهکشی و عدم ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی در مراحل مختلف برخی از پروژه‌ها بوده است. در مواجهه با افت کیفی منابع آب در شبکه‌ها، می‌توان با رعایت کردن سهم زیست محیطی رودخانه و رهاسازی مقدار آب اکولوژیکی منطقه از ایجاد آلودگی و بیماری‌های واگیر در مسیر رودخانه و همچنین از افزایش بیش از حد غلظت املاح به دلیل کمبود آب نیز جلوگیری کرد.

### ۳- توصیه‌ها و راهکارهای پیشنهادی

با عنایت به مباحث کوتاه عنوان شده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اولاً در گذشته توسعه فیزیکی شبکه‌ها متناسب با احداث سدها نبوده است و هنوز پتانسیل زیادی در احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی سدهای ساخته شده و یا در حال ساخت وجود دارد که بایستی مورد اهتمام جدی قرار گیرند. ثانیاً در اغلب شبکه‌های احداث شده نیز تنها شبکه اصلی تکمیل گردیده و شبکه‌های فرعی کمتر مورد توجه بوده‌اند. ثالثاً اغلب شبکه‌های احداث شده با مسائل و مشکلات عدیده مواجه هستند که این مسائل بهره‌برداری بهینه از شبکه‌ها را مختل می‌نمایند. با توجه به مجموعه مطالعات و بررسی‌های انجام شده و همچنین نتایج تحقیقات صورت گرفته در این خصوص، به منظور جلوگیری از بروز مشکلات مشابه در طرح‌های آبی و مرتفع ساختن بخشی از مشکلات موجود، بهبود وضعیت بهره‌برداری و افزایش کارائی شبکه‌ها، راهکارها و پیشنهادهای به تفکیک ماهیتی و به شرح زیر ارائه می‌شود:

#### راهبردهای اجرایی

- تکمیل شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی متناسب با شبکه‌های اصلی و سدها
- استفاده از لوله و یا سایر مجاری بسته برای انتقال و توزیع آب در شبکه‌های فرعی
- توجه کافی به اصلاح سامانه‌های سنتی و مکانیزه کردن روش‌های آبیاری سطحی
- تامین تجهیزات و ماشین‌آلات مدرن مورد نیاز پروژه‌های زهکشی
- رفع مشکل منابع آب زیرزمینی در بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب شبکه‌ها
- ساماندهی پیمانکاران و استفاده از پیمانکاران مجرب و مجهز
- تعبیه وسائل اندازه‌گیری جریان در نقاط مهم شبکه
- ایجاد بانک اطلاعاتی دینامیک شبکه‌های آبیاری و زهکشی، قنوات و چشمه‌ها

#### راهبردهای مدیریتی و سیاستگذاری

- ایجاد هماهنگی و تعامل بین دستگاه‌ها و سازمان‌های مرتبط با آب در کشور
- توجه خاص به مسائل غیر سازه‌ای در کنار مسائل سازه‌ای در شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- ارتقاء و بهبود قوانین و روش‌های حفاظت از حریم منابع آب
- تدوین ساز و کارهای فنی و قانونی برای اصلاح سامانه‌های سنتی آبیاری
- تقویت و توسعه ساختار تشکل‌های آب‌بران

## ۲۴ □ تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

- تدوین و اصلاح قوانین و مقررات مربوط به واگذاری امور بهره‌برداری به تشکل‌های مردمی
- اصلاح آیین نامه و استانداردهای شبکه‌های فرعی آبیاری بر اساس شرایط بومی مناطق
- ایجاد تعاونی‌های مصرف با حضور بهره‌برداران، کشاورزان و نهادهای دولتی
- انتقال مدیریت شبکه‌ها به بهره‌برداران و تشکل‌های آب‌بران
- مسائل مرتبط با نظام‌های بهره‌برداری
- اصلاح قوانین در راستای جلوگیری از خرد شدن اراضی و حقاب‌ها (اصلاح قانون ارث)
- اصلاح الگوی کشت در راستای استفاده بهینه از آب و تامین امنیت غذایی پایدار
- الزامی نمودن پایش شبکه‌ها
- اصلاح قوانین آب در راستای استفاده بهینه از منابع آب کشور

### راهبردهای فنی

- مطالعه و اجرای شبکه‌های اصلی و فرعی بر اساس اصل بهره‌برداری تدریجی و بازگشت سرمایه
- توسعه شبکه‌های آبیاری در پایین دست سدهای در دست بهره‌برداری و اجرا
- توجه خاص به مطالعات ژئوتکنیکی شبکه‌ها در طراحی و اجرای شبکه‌های آبیاری
- توجه جدی به مطالعات و ارزیابی‌های زیست محیطی برای کل شبکه‌ها
- اصلاح بندها و آبیگرهای سنتی
- استفاده از مواد و مصالح مناسب با توجه به شرایط محلی و توجه به پارامترهای دوام
- طراحی دقیق با توجه به شرایط فنی و اجتماعی هر پروژه و پرهیز از نقشه‌های کلیشه‌ای
- تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی با در نظر گرفتن معیارهای فنی و مسائل اجتماعی
- مشارکت دادن بهره‌برداران در مراحل مختلف مطالعه، طراحی، اجرا و بهره‌برداری
- استفاده از تجارب ارزشمند گذشته در برنامه‌های توسعه‌ای آتی

### راهبردهای پژوهشی و نظارتی

- پایش و ارزیابی مداوم راندمان و وضعیت بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌ها
- ارزیابی عملکرد فنی پروژه‌های آبیاری و زهکشی موجود
- ارزیابی تاثیر طرح احیاء و تعادل بخشی منابع آب و ادامه مستمر آن با رفع نقاط ضعفها
- ارزیابی اثر بخشی اقدامات زیربنایی انجام شده در خصوص شبکه‌های آبیاری و زهکشی



بهراملو، ر. ۱۳۹۱. تاثیر پوشش بتنی بر کنترل تلفات نشت آب از کانال های آبیاری در استان همدان. مجله پژوهش آب ایران. سال ششم. شماره ۱۱. ص: ۷۵-۸۳.

رضوی نبوی، مجتبی. (۱۳۹۳). چالش ها و سیاست های توسعه شبکه های آبیاری. نشست تخصصی نقد و بررسی سیاست های توسعه روش های آبیاری. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی عباسی، ن. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی اصلاح و بهینه سازی شبکه های آبیاری و زهکشی. گزارش نهایی شماره ۱۶۹. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

عباسی، ن، کیانی، ع، اخوان، ک. و مامن پوش، ع. ۱۳۹۵. بررسی سازه های تنظیم و توزیع آب در شبکه های فرعی آبیاری. گزارش نهایی شماره ۱۶۹. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

## پوشش کانال‌های آبیاری

رضا بهراملو و نادر عباسی

به ترتیب اعضای هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان و مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

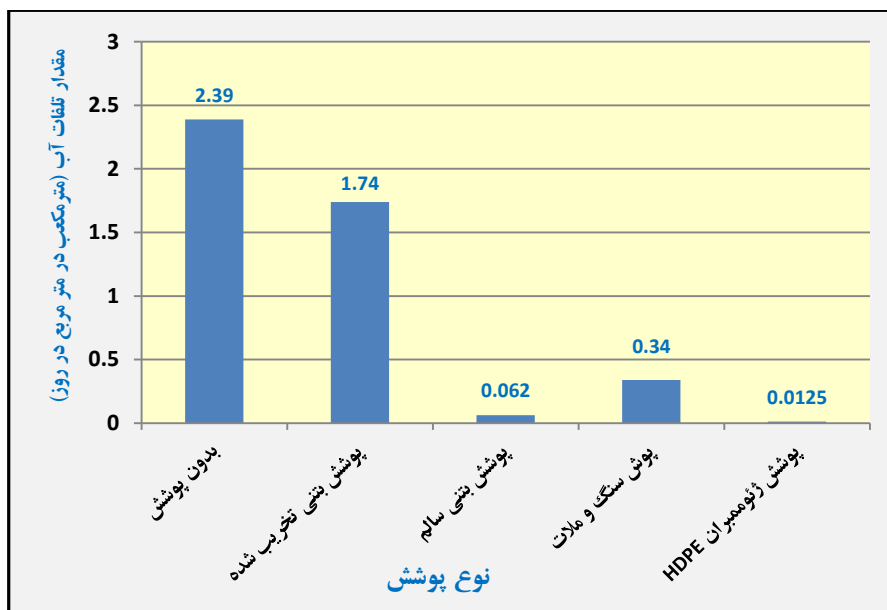
### ۱- مقدمه

پوشش کانال‌های آبیاری عبارت است از پوشاندن قسمتی از بدنه یا کل کانال به منظور جلوگیری از فرسایش، نشت آب و کاهش اصطکاک در مقابل جریان. سیستم‌های انتقال و توزیع آب آبیاری با این هدف طراحی می‌شوند که آب تامین شده در محل منبع آب (سطحی یا زیرزمینی) را تا حد امکان به صورت کامل و با کمترین تلفات به ابتدای قطعه برسانند. تلفات آب در این مسیر شامل نشت آب از جداره کانال‌ها و تلفات تبخیر از سطح آب می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده، تلفات تبخیر از سطح آب در مخازن ذخیره و کانال‌های آبیاری کم‌تر از ۵ درصد بوده و عمده تلفات به صورت نشت از بستر کانال‌ها می‌باشد. به همین دلیل برای کاهش تلفات و استفاده بهینه از آب تامین شده، بایستی برنامه‌ریزی‌ها و تمهیدات لازم اندیشیده شود. در ادامه این بحث، وضعیت موجود تلفات آب در سیستم‌های انتقال آب، مسائل و مشکلات موجود در پوشش و کاهش تلفات آب در آن‌ها و در نهایت راهکارهای رفع این مشکلات و جلوگیری از تلفات آب و اطمینان از مفید بودن سرمایه‌گذاری در مناطق و شرایط مختلف کشور ارائه شده است.

### ۲- تبیین وضع موجود

پوشش انهار سنتی به منظور کاهش تلفات انتقال در دهه‌های اخیر مورد توجه خاص مسوولین و کارشناسان قرار گرفته است. برای پوشش کانال‌ها مصالح مختلفی از جمله خاک-سیمان، سنگ و ملات، بتن و اخیراً ژئوممبران مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر کدام از این پوشش‌ها تاثیر متفاوتی بر جلوگیری از تلفات نشت آب داشته و برای مناطق مختلف بایستی مورد بررسی قرار گیرند. بر اساس تحقیقات و ارزیابی‌های انجام شده در نقاط مختلف کشور، این پروژه ملی از کارایی مطلوب مورد نظر برخوردار نبوده و نتوانسته هدف اصلی که همان کاهش تلفات نشت می‌باشد را برآورده سازد.

بر اساس نتایج چندین ساله تحقیقات در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (شکل ۱)، مقادیر تلفات نشت در پوشش‌های مختلف در کانال‌های آبیاری در شرایط موجود ارائه شده است.



شکل ۱- مقادیر تلفات نشت در پوشش‌های مختلف و بدون پوشش در کانال‌های آبیاری

بر اساس بررسی‌های انجام شده در نقاط مختلف کشور، رایج‌ترین نوع پوشش در کانال‌های آبیاری، بتن بوده و عمده‌ترین مشکلات نیز در این نوع پوشش می‌باشد و سایر پوشش‌ها از مشکلات عمده‌های برخوردار نیستند. مشکل اصلی موجود در کانال‌های آبیاری با پوشش بتنی ترک‌خوردگی و تخریب پوشش خیلی زودتر از پایان یافتن طول عمر آن‌ها می‌باشد. این مشکل منجر به برآورده نشدن انتظارات در کنترل تلفات نشت آب و هدر رفتن سرمایه‌گذاری انجام شده در آن‌ها شده است (عباسی، ۱۳۸۷).

بر مبنای بررسی‌های انجام شده، مسائل و مشکلات موجود در پوشش کانال‌های آبیاری در نقاط مختلف کشور شامل راندمان انتقال و توزیع پائین و تلفات بیش از اندازه مورد انتظار و برآورده نشدن اهداف در آن‌ها می‌باشد. عوامل اصلی در برآورده نشدن اهداف مورد انتظار از کانال‌های پوشش شده در اثر یک یا چند عامل زیر باهم می‌باشد:

#### الف- شناخت ناکافی از مصالح

شاید یکی از دلایل ریسک‌ناپذیری مدیران و کارشناسان طراح و مجری، عدم شناخت کافی از مصالح مختلف نسبت به همدیگر باشد. اگر نتایج تحقیقات و مطالعات انجام شده بر روی مصالح مختلف از لحاظ میزان کنترل تلفات نشت، هزینه اجرا، سهولت اجرا، مدت زمان لازم برای اجرا موجود و در دسترس تصمیم‌گیران و کارفرمایان باشد، تصمیم‌گیری در انتخاب مصالح مناسب برای منطقه مورد نظر آسان‌تر خواهد شد.

#### ب- ریسک‌ناپذیری مدیران و کارفرمایان در استفاده از مصالح نوین

در سال‌های اخیر همزمان با پیشرفت علوم در عرصه‌های مختلف و به خصوص در صنعت مشتقات نفت و پلی‌اتیلن، مصالح جدیدی تولید شده است که ضمن سهولت اجرا، از دوام، کارایی، توجه‌پذیری اقتصادی و آب‌بندی بسیار خوبی جهت استفاده در کانال‌های آبیاری مناطق مختلف کشور و شرایط بستر متنوع برخوردار بوده و می‌تواند به راحتی مورد استفاده قرار گیرد. ولی اکثر کارفرمایان و مدیران عادت کرده‌اند که از مصالح رایج (پوشش بتنی) که به نظر آن‌ها شاید ریسک کمتری داشته‌باشد، استفاده نمایند و این مسئله منجر به عدم استفاده از مزایای فراوان مصالح مدرن شده است.

همانگونه که مطرح شد، رایج‌ترین نوع پوشش در کانال‌های آبیاری، پوشش بتنی است، ولی این نوع پوشش، در همه نقاط از موفقیت لازم برخوردار نبوده و همه اهداف مورد انتظار را برآورده ننموده است.

#### پ- کاربرد پوشش بتنی با طرح اختلاط یکسان برای همه مناطق کشور

طرح اختلاط بتن مورد استفاده برای پوشش کانال‌های آبیاری در نقاط مختلف کشور با اقلیم و شرایط خاک بستر متفاوت، تقریباً یکسان بوده و بدون در نظر گرفتن شرایط دوام بتن در مقابل نیروهای غالب و مخرب مناطق اجرا می‌گردد. بتن بادوام در مناطق سردسیر (همانند همدان، اردبیل و ...)، گرم و خشک (همانند کرمان و ...)، سواحل دریاها و .. باهمدیگر متفاوت بوده و بایستی برای شرایط مورد نظر طرح و اجرا شود. دلیل این موضوع این است که نیروی مخرب در مناطق

سردسیر، گرمسیر و مناطق ساحلی و آب‌های بدون کیفیت به ترتیب سیکل‌های ذوب-یخبندان، سیکل‌های تر و خشک‌شدن، زنگ زدگی آرماتور و حمله اسیدها و سولفات‌ها می‌باشد.

#### ت- کم توجهی به شرایط ویژه بتن در کانال‌ها

بتن مورد استفاده در کانال‌های آبیاری به دلیل اینکه از سطح فوقانی و زیرین به ترتیب در تماس دائم با آب و خاک بستر اشباع است، با ساختمان‌های مسکونی متفاوت بوده و بیشتر در معرض عوامل طبیعی و تخریب می‌باشد. از طرف دیگر ضخامت این نوع پوشش کمتر از سایر سازه‌ها بوده و عمدتاً غیر مسلح می‌باشد. متخصصین بتن محض اغلب شناخت کافی از این شرایط ویژه نداشته، و بجای ارائه شاخص‌های عملکردی در شرایط محیطی، به ارائه شاخص‌های تجویزی پرداخت‌ه‌اند که پاسخگوی بخش کشاورزی نیست. از طرف دیگر مشاورین و پیمانکاران بخش کشاورزی نیز تدوین پارامترهای دوام و تضمین کیفیت بتن را از تخصص و وظایف متخصصین عمران و بتن دانسته و به شاخص‌های موجود اکتفا می‌کنند.

#### ث- عکس‌العمل‌های متفاوت بتن در مقابل اجزاء، نسبت‌ها و تهیه و اجرا

بتن شامل ترکیب مصالح و روش تهیه و اجرا بوده و هیچگاه نمی‌توان حتی برای پروژه‌های مختلف در یک منطقه نسخه ثابتی ارائه کرد، و لذا بایستی قبل از آن شناخت کافی از بستر، اقلیم و مصالح بتن (آب، سنگدانه، سیمان و افزودنی‌ها) در دسترس باشد. در حالیکه در پروژه‌های مختلف پوشش کانال‌های اغلب مناطق کشور از یک نسبت ثابت اجزاء و روش اجرای یکسان استفاده می‌گردد که این مسئله ممکن است در مناطقی بادوام و در شرایط دیگر فاقد دوام لازم بوده و تخریب و ترک‌خوردگی را به دنبال داشته باشد.

#### ج- مقاومت محوری به جای دوام محوری در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری

هدف از اجرای پوشش بتنی در کانال‌های آبیاری، تحمل بار و فشار نیست، بلکه در آن‌ها هدف کنترل تلفات نشت آب در شرایط نیروی غالب مناطق مختلف می‌باشد. لذا معیارهای ارزیابی کیفیت و تایید عملکرد پیمانکاران بایستی دستیابی به پارامترهای دوام بتن در شرایط خاص آن پروژه باشد، در حالی‌که در حال حاضر ملاک ارزیابی تنها مقاومت فشاری است که نمی‌تواند تایید کننده سلامت پروژه در طول عمر آن باشد.

#### چ- عدم استفاده از مشارکت بهره‌برداران

در خیلی از پروژه‌ها بهره‌بردار وقتی متوجه اجرای پروژه در منطقه می‌شود که پیمانکار مشغول به کار می‌گردد، خیلی از شکستگی‌ها و دستکاری‌های اولیه که منجر به نفوذ آب و مواد زائی و

### ۳۰ □ تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

ایجاد تخریب‌های تدریجی بعدی می‌گردد، در اثر همین پدیده و کم توجهی به نظر بهره‌برداران می‌باشد.

#### ح- عدم تاثیر پوشش بتنی تخریب‌شده بر کنترل تلفات آب

در جدول ۱ مقادیر تلفات نشت آب در بستر بدون پوشش و پوشش بتنی تخریب شده در کانال‌ها و مخازن ارائه شده است. بهراملو (۱۳۹۰) بر اساس کارهای انجام شده نتیجه‌گیری نمودند که در صورت ترک خوردگی و تخریب پوشش بتنی، اختلاف معنی‌داری بین کانال بدون پوشش و کانال با پوشش بتنی تخریب‌شده نبوده و در نتیجه این پوشش تاثیری در کنترل تلفات نشت آب در کانال‌های آبیاری نخواهد داشت.

جدول ۱- میزان نشت آب از کانال‌ها و مخازن با پوشش‌های مختلف

ردیف	نوع پوشش مخازن یا کانال	میزان تلفات نشت (مترمکعب در هر مترمربع در روز)	میانگین نشت (مترمکعب در هر مترمربع در روز)
۱	بدون پوشش	۱/۳۲ - ۳/۱۶	۲/۳۹
۲	پوشش بتنی تخریب شده	۰/۹۲ - ۲/۷۵	۱/۷۴

#### خ- نبود توجیه اقتصادی برای پوشش بتنی بی‌دوام

بر اساس یافته‌های تحقیقاتی (بهراملو و سیدان، ۱۳۹۰)، پوشش بتنی در آن دسته از کانال‌های آبیاری که با ترک خوردگی و تخریب مواجه می‌شوند، دارای توجیه اقتصادی نبوده و تنها منجر به هدر رفتن سرمایه‌گذاری خواهد شد. یعنی اگر قرار باشد پوشش بتنی انجام شود که در کوتاه مدت با ترک خوردگی و تخریب مواجه گردد، آن پروژه انجام داده نشده و به صورت سنتی باقی بماند توجیه اقتصادی بیشتری دارد.

#### ۴- راهکارها و راهبردها

با توجه به مسائل و مشکلات موجود در پوشش کانال‌ها، راهکارها و راهبردهای زیر برای برطرف‌سازی آن‌ها و اطمینان از داشتن پوششی با کارایی، دوام و مقاومت لازم جهت کنترل تلفات نشت و سرمایه‌گذاری مطمئن، پیشنهاد می‌شود:

#### الف- شناسایی و کاربرد مصالح محلی بادوام

در برخی از مناطق کشور مصالح محلی وجود دارد که با شرایط اقلیمی و محلی آن سازگار بوده و ضمن داشتن استحکام، از توجیه اقتصادی لازم نیز برخوردار است. یکی از این نوع مصالح، سنگ و ملات می باشد که در کانال های آبیاری مناطق کوهستانی و سردسیر قابل استفاده است. بر اساس آنالیز آماری مقدار تلفات نشت آب در این نوع پوشش به طور معنی داری کمتر از پوشش بتنی در مناطق سردسیر کوهستانی (که عمدتاً با ترک خوردگی و تخریب مواجه است) می باشد (بهراملو، ۱۳۹۰).

### ب- استفاده از پوشش نوین ژئوممبران

یکی از مصالح ژئوسنتتیک غیرقابل نفوذ ژئوممبران ها هستند که در پوشش کانال های آبیاری برای جلوگیری از تلفات نشت آب کاربرد دارند. مزایای استفاده از ژئوممبران در کانال های آبیاری شامل موارد زیر است (بهراملو و همکاران، ۱۳۹۵):

- کاهش تلفات نشت آب (حدود ۱۴۰ برابر کمتر از پوشش بتنی)
  - سهولت اجرا (نیاز به قالب بندی نداشته و به عنوان یک مصالح آماده در مدت زمان
  - جلوگیری از نشست خاک زیر کانال در زمین های با خاک مسئله دار
  - کاهش زمان اجرای طرح به ۲۵٪ آن در پوشش بتنی
  - کاهش هزینه اجرا به ۳۰٪ آن در پوشش رایج بتنی
- در جدول شماره ۲ مصالح رایج مختلف در پوشش کانال های آبیاری باهم مقایسه شده است. مطابق این جدول پوشش ژئوممبران از همه جوانب رتبه اول را داشته و از جنبه کنترل تلفات نشت آب پوشش سنگ و ملات در رتبه دوم قرار دارد.

جدول ۲- مقایسه مصالح مختلف قابل استفاده در پوشش کانال های آبیاری کشور

نوع پوشش	تلفات نشت (مترمکعب در مترمربع در روز)	هزینه اجرای هر مترمربع (ریال)	رتبه بندی	
			کمترین هزینه	سرعت اجرا
بتن ترک خورده	۱/۷۴	۴۵۰/۰۰۰	۲	۲
سنگ و ملات	۰/۹۱	۷۰۰/۰۰۰	۳	۳
ژئوممبران	۰/۱۲۵	۱۵۰/۰۰۰	۱	۱

### پ- استفاده از پوشش بتنی بادوام

در صورتی که از مصالح محلی و یا ژئوممبران استفاده نشده و قصد استفاده از پوشش رایج بتنی، است بایستی تمهیدات زیر در نظر گرفته شود.

#### پ-۱- ارائه طرح اختلاط ویژه هر پروژه

طرح اختلاط بتن برای پروژه‌های مختلف بایستی بر اساس هدف پروژه، مشخصات خاک بستر، کیفیت آب، وضعیت اقلیم و نیروهای غالب مخرب بتن، طراحی و نسبت مصالح بر مبنای نتایج آزمایشگاهی بر روی نمونه‌ها و تهیه گردد.

#### پ-۲- حرکت از مقاومت محوری به دوام محوری

در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری ملاک اطمینان از عملکرد بتن نبایستی مقاومت فشاری باشد، زیرا بررسی‌ها حاکی از آن است که تنها با داشتن مقاومت فشاری بالا و بدون توجه به دوام نمی‌توان از سلامت پوشش بتنی در طول عمر آن اطمینان داشت.

نکته بسیار مهم: در صورتی که شاخص‌های ارزیابی دوام باشد، نیازی به وجود ناظر مقیم در محل پروژه نخواهد بود و تنها کفایت بعد از اتمام پروژه، از پوشش اجرا شده مغزه‌گیری نموده و شاخص‌های دوام مورد بررسی قرار گیرد. در این حالت پیمانکار بدون نیاز به ناظر تمام تلاش خود را برای اجرای پوشش بتنی بادوام انجام خواهد داد.

### ۵- توصیه‌های فنی و کاربردی در پوشش کانال‌های آبیاری

بر اساس وضعیت و مسائل موجود ارائه شده در خصوص پوشش کانال‌های انتقال آب، برای بهبود وضعیت و اطمینان از دوام و پایداری پوشش اجرا شده در این سازه‌ها پیشنهادهای زیر قابل ارائه می‌باشد:

- در مناطق کوهستانی سردسیر با وجود سنگ مناسب، پوشش سنگ و ملات علی‌رغم هزینه بالا با تلفات نشت آب ۰/۹۱ مترمکعب در مترمربع در روز، در کنترل تلفات نشت مناسب تر از پوشش بتنی است.
- توسعه کاربرد پوشش ژئوممبران در مجاری انتقال به دلیل تاثیر مثبت آن در کنترل تلفات نشت، سهولت اجرا، مدت زمان کوتاه اجرا، هزینه پائین و بادوام در برابر شرایط مختلف اقلیمی.



- قبل از هر نوع طراحی و اجرای پوشش بتنی در کانال‌ها و در شروع فکر برای اجرای پروژه (بدو تولد پروژه) از مشارکت بهره‌برداران در جلسات مختلف مطالعه، نقشه‌برداری، جانمایی، اجرا و بهره‌برداری استفاده گردد.
- ضروریست در پوشش بتنی در سازه‌های مختلف آبی، معیارهای دوام چایگزین معیارها مقاومت فشاری گردد. در این صورت از سلامت پوشش در طول عمر پروژه اطمینان حاصل خواهد شد.
- در جاهایی که از پوشش بتنی استفاده می‌شود، قبل از هرچیز بایستی، شرایط اقلیمی و خاک بستر و کیفیت خاک منطقه به دقت مورد مطالعه قرار گرفته و طرح اختلاط بتن برای داشتن دوام لازم در برابر شرایط محیطی حاکم ارائه گردیده و قبل از اجرا نمونه‌هایی از آن تهیه و با انجام آزمایش‌های دوام، پارامترهای لازم ارائه گردد.
- به هیچ عنوان بایستی از طرح اختلاط بتن در پروژه دیگر برای پروژه خاص در آن منطقه استفاده نمود.
- بجای توصیه‌های تجویزی (مقادیر هریک از اجزاء و نسبت آن‌ها) از توصیه‌های عملکردی (شاخص عملکرد بتن در برابر عوامل) استفاده شود.
- از اجرای پوشش بتنی در مناطقی که با تخریب مواجه می‌گردد، جلوگیری شود.

## ۶- منابع

- بهراملو، ر.، م. موحدان، ک. اخوان، ع.ر. مامن پوش، ن. سلامتی، س.ح. موسوی فضل، م. کرامتی و ح. ریاحی. ۱۳۹۵. ارزیابی فنی و اقتصادی پوشش‌های ژئوسنتتیک اجرا شده در کانال‌ها و مخازن آب کشور مؤسسه فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۵۱۳۸۹. ۱۲۰ ص.
- بهراملو، ر. ۱۳۹۱. تاثیر پوشش بتنی بر کنترل تلفات نشت آب از کانال‌های آبیاری در استان همدان. مجله پژوهش آب ایران. سال ششم. شماره ۱۱. ص: ۷۵-۸۳.
- بهراملو، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی تلفات نشت در کانال‌های آبیاری با پوشش سنگی در مناطق سردسیر و تاثیر آن بر ذخایر منابع آب (مطالعه موردی در استان همدان). مجله پژوهش آب ایران. سال پنجم. شماره ۹.
- بهراملو، ر.، ن. عباسی، و م.، موحدان. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان نشت در کانال‌های کوچک آبیاری با پوشش بتنی در اقلیم سرد و تاثیر آن بر ذخایر منابع آب (مطالعه موردی در استان همدان) نشریه آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۱. جلد ۵. ص: ۸۱-۹۱.
- بهراملو، ر. و س. م. سیدان. ۱۳۹۰. ارزیابی فنی- اقتصادی کاربرد پوشش بتنی در کانال‌های آبیاری در مناطق سردسیر. مجله آبیاری و زهکشی. شماره ۲. جلد ۵. ص: ۲۵۴-۲۶۲.

۳۴ □ تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران

عباسی، ن. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی اصلاح و بهینه‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی. گزارش نهایی شماره ۱۶۹. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.



