

## مدیریت کیفی سیستم‌های منابع آب

Dr.

محمد صادق صادقیان

### ۱- مقدمه

مدیریت سیستم‌های منابع از بعد کیفی، از مهمترین موضوعاتی است که با توجه به پیچیدگی‌های درون سیستم‌های منابع آب، نیاز به بررسی جدی و تخصصی در همه ابعاد مطالعاتی و اجرایی دارد. از میان عواملی که موجب کاهش کیفیت منابع آب می‌گردد می‌توان عامل شوری را به عنوان یکی از عوامل موثر در کاهش کیفیت منابع آب به شمار آورد. بنابراین با توجه به کمبود منابع آبی کشور، استفاده از آب‌های غیر متعارف (شور) می‌تواند نقش قابل توجهی در تأمین نیازهای آبی داشته باشد. به همین منظور در این مقاله سعی گردیده است، پروژه طرح ارتقاء کیفیت منابع آب آجی‌چای مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

رودخانه آجی‌چای از ارتفاعات سبلان سرچشمه گرفته و دارای جریان شرق به غرب بوده که پس از عبور از دشت تبریز به دریاچه ارومیه تخلیه می‌گردد. جریان آب این رودخانه در سرشاخه‌های آن غالباً شیرین و دارای کیفیت مناسب می‌باشد. شوری رودخانه عمدتاً از مناطق مرکزی حوزه شروع شده و در عبور از مناطق شور و ترکیب با جریانات شور حوزه‌های پایین دست تشدید می‌گردد. اگرچه در سرشاخه نیز مناطق شور محدودی وجود دارد اما نقش آنها در شوری رودخانه ناچیز است.

پروژه سد مخزنی شهید مدنی (ونیار)، واقع در ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر تبریز، بزرگترین پروژه سد سازی در طرح حوزه آبریز آجی‌چای می‌باشد. نظر به این که ارایه نتایج نهایی پروژه مذکور مستلزم مطالعات بیشتری می‌باشد که در حال انجام است، لذا در این مقاله سعی گردیده است ضمن تشریح سیستم منابع آب مورد نظر، متدولوژی پیگیری مطالعات این پروژه، که در

واقع یکی از مهمترین و پیچیدهترین پروژه‌های منابع آب کشور محسوب می‌گردد، به طور اجمالی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

## ۲- سیستم رودخانه آجی‌چای و عوامل مؤثر بر شوری آن و روشهای پیشنهادی کاهش شوری

سرد

رودخانه آجی‌چای دارای سطح حوزه آبریز ۷۷۲۳ کیلومتر مربع تا محل سد و نیار می‌باشد و متوسط ریزشهای جوی سالانه حوزه تا محل سد ۳۲۸ میلیمتر در سال است. کیفیت آب رودخانه تا خروجی دشت سراب از وضعیت خوب و مناسبی برخوردار است. آجی‌چای پس از عبور از دشت سراب به مناطق شوری می‌رسد که علیرغم وسعت کم این مناطق نسبت به کل حوزه کیفیت جریانهای سطحی را دچار دگرگونی نموده و باعث شوری بیش از حد آن بالاخص در فصول کم آبی می‌شود. رودخانه در ادامه مسیر از جریانات شور سایر مناطق به شدت متأثر می‌گردد، سپس اوجان چای که از ارتفاعات جنوبی حوزه سرچشمه گرفته و تا قبل از رسیدن به مناطق شور از کیفیت بسیار خوبی برخوردار است به آجی‌چای می‌پیوندد. آجی‌چای در ادامه مسیر خود جریانات و شاخه‌های کوچک و بزرگ شور و شیرینی را زهکشی نموده و سیرانجام با پیوستن جریان رودخانه نهند و سپس سعیدآباد چای به محل سد و نیار می‌رسد. این رودخانه پس از گذر از محل سد وارد دشت تبریز شده و در این دشت پس از پیوستن گماناب چای (کمورچای) و سینخ‌چای و ليقوان راه خود را به سمت دریاچه ارومیه پیش می‌گیرد. بدیهی است علاوه بر جریانهای شوری که به آجی‌چای می‌ریزد، احداث مخازن و مهار جریانهای سطحی شیرین سرشاخه‌ها، عامل تشدید کننده لایگیری در شوری جریانهای سطحی شاخه اصلی آجی‌چای می‌باشد که می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

از آنجا که علت شوری آب رودخانه آجی‌چای معلول عواملی است که بدون توجه به آنها نمی‌توان در خصوص مسائل و مشکلات کیفی آب رودخانه قضاوت نمود، لذا ابتدا به عوامل اصلی شوری در حوزه آبریز آجی‌چای به شرح زیر خواهیم پرداخت:

- وجود جریانات سطحی و زیرزمینی شور در برخی از زیر حوزه‌های تشکیل دهنده سیستم رودخانه.

- عبور رودخانه از روی بسترهای نمکی و یا تشکیلات شور اطراف بستر.

در بررسی و تحقیقات اولیه زمین‌شناسی وجود سازندهای نمکی مورد تأیید قرار گرفته است.

بررسی‌ها در خصوص پراکندگی، ضخامت و گستردگی این سازندها در مطالعات طرح ارتقاء کیفیت آب آبی‌چای در دست مطالعه می‌باشد.

تأثیر عوامل مختلف شور کننده آب آبی‌چای که مختصراً توضیح داده شد به صورتی است که در محل ایستگاه و نیار طبق بررسی آمار دراز مدت کیفیت، تغییرات میزان باقیمانده خشک به صورت  $86453 < T.D.S < 725$  بوده و دارای میانگین  $2224 \text{ mg/lit}$  می‌باشد. با توجه به آورد رودخانه در دوره ۱۳۷۵-۱۳۲۹ که معادل  $MCM 452$  است، متوسط میزان نمک در این محل برابر ۱۰۵۳ هزار تن در سال بوده و میزان نمک ورودی در خشکترین و مرطوبترین سال (در دوره شاخص) به ترتیب برابر ۳۹۰ و ۲۹۱۵ هزارتن در سال می‌باشد. این اعداد نشان دهنده جدی بودن مسئله شوری در این رودخانه می‌باشد. رابطه دبی -TDS بدست آمده و منحنی مربوطه در نمودار (۱) ارایه شده است. براساس آمار مذکور کیفیت آب آبی‌چای در ایستگاه و نیار از نظر مصارف کشاورزی براساس دیاگرام ویلکوکس عمدتاً در کلاس C4-S5, C4-S3, C3-S1 و C4-S5 بوده و در برخی از نمونه‌های جریانهای پرآبی در کلاس C3-S1 و جریانهای کم آبی در کلاس خارج از حدود C4-S4 می‌باشد که براساس تعاریف و حدود مجاز مصرف آب برای کشاورزی این وضعیت قابل تامل و بررسی است و بایستی تدابیر لازم جهت مطالعه جامع و تمهیدات مناسب جهت ارتقاء کیفیت آب آبی‌چای صورت پذیرد.

## ۲-۱- روشهای پیشنهادی کاهش شوری

روشهای پیشنهادی برای کاهش شوری آب آبی‌چای را می‌توان به دو گروه روش‌های سازهای و غیر سازهای تقسیم نمود.

۷

### ۲-۱-۱- راهکارهای سازهای

راهکارهای سازهای به آن دسته از روش‌ها اطلاق می‌گردد که با بهره‌گیری از آن می‌توان از نفوذ و اختلاط آبهای شور و شیرین جلوگیری نمود و به شرح مختصر آن در ذیل اشاره می‌گردد.

- انحراف آبهای شور و جلوگیری از ورود آنها به جریانهای با کیفیت مناسب، با احداث سدها و خاکریزهای کم ارتفاع و ایجاد حوضچه‌های تبخیری.

- ایجاد دیواره حایل در محل تماس رودخانه و یا مخزن با گنبد‌های نمکی.
- کنترل آبراهه‌های شور اطراف دریاچه.
- کنترل و هدایت آبهای خیلی شور حوزه به خارج از دریاچه سد.

#### ۲-۱-۲- روش غیرسازه‌ای

راهکارهای غیر سازه‌ای به روش‌هایی گفته می‌شود که با استفاده از روش‌های مدیریتی در حوزه آبریز بالادست و در مخزن و نیز در دشت به منظور حل مشکل شوری حوزه بکار گرفته خواهد شد و نهایتاً تمهیدات لازم را برای کنترل و کاهش شوری پیشنهاد و توجیه خواهد نمود.

### ۳- مطالعات طرح ارتقاء کیفیت منابع آب آجی‌چای

مطالعات مربوط به کنترل شوری در داخل مخزن سد شهید مدنی (ونیار) و خارج از مخزن سد و کنترل کیفیت آب و خاک اراضی دشت تبریز، وضعیت لایه‌بندی آب در مخزن سد و اثرات کوتاه مدت و دراز مدت شوری بر آب آن از موارد مهم دیگری است که در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب آجی‌چای مورد توجه می‌باشد. با توجه به موارد فوق مطالعات مورد نظر در ۳ قسمت عمده تحت عناوین زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب حوزه آبریز آجی‌چای در بالادست سد مخزنی و نیاز.
- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب.
- مطالعات شوری آب و خاک دشت تبریز. ۴

#### ۳-۱- مطالعات جامع مدیریت کنترل کیفیت منابع آب حوزه در بالادست سد مخزنی و نیار

این قسمت شامل مطالعات آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی و زمین‌شناسی در حوزه آبریز آجی‌چای می‌باشد. این مطالعات شامل شناسایی دقیق آبراهه‌های حوزه و تأثیر کیفی و کمی هر آبراهه بر ایستگاه و نیار و آرایه روشهایی برای کاستن تأثیر زیر حوزه‌های شور به منظور ارتقاء کیفیت آب در محل سد و نیار می‌باشد. بدین منظور از یک مدل کمی و کیفی در حوزه به شرح زیر استفاده می‌شود.

### ۳-۱-۱- مدل کمی و کیفی حوزه آبریز

برای استفاده از مدل کیفی و کمی، کلیه آبراهه‌های اصلی حوزه مد نظر قرار گرفته و نقاط ورودی آبراهه‌ها به آبی‌چای به صورت نقاط کنترلی برای مدل تعریف گردیده و در این نقاط اطلاعات دبی و TDS آبراهه‌ها به صورت ورودی مدل در نظر گرفته شده است. با این فرض، مدل با در نظر گرفتن روابط حاکم بر جمیع جریانها و روندیابی دبی و TDS در طول رودخانه، دبی و TDS را در محل و نیار برآورد می‌کند. بدین ترتیب می‌توان تأثیر کیفی و کمی آبراهه‌های مختلف را در میزان شوری رودخانه آبی‌چای و در محل و نیار بررسی کرده و در نهایت با حذف برخی از آبراهه‌ها و بررسی تأثیر آن در کیفیت آب سد و نیار نسبت به تعیین شاخه‌هایی که حذف آنها تأثیر بسزایی در کیفیت آب سد مخزنی و نیار دارند تصمیم‌گیری نمود.

### ۳-۲- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب

مطالعات مذکور در ۳ قسمت زیر صورت می‌گیرد:

#### ۳-۲-۱- مطالعات مقدماتی

شامل مطالعات هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، آبهای زیرزمینی که نتایج حاصل از این مطالعات به عنوان ورودی در مدل‌ها به کار گرفته می‌شود.

#### ۳-۲-۲- پدیده لایه‌ای شدن و شوری آب در مخزن

در مطالعات لایه‌ای شدن آب در مخزن سد و نیار، شناخت عوامل فیزیکی مؤثر در این پدیده با بهره‌گیری از یک مدل هیدرودینامیکی مخزن صورت می‌گیرد. سیکل تغییرات شوری به‌مراه مدت زمان لایه‌ای شدن آب مخزن، تعیین شوری آب مخزن و آب خروجی از آن، پیش‌بینی روند تغییرات شوری و ارایه راه‌حل‌های پیشنهادی برای مدیریت مخزن سد و نیار و نیز مطالعه تأثیرات طرح‌های کنترل شوری در حوزه آبریز از جمله انحراف آبهای شور بر کیفیت آب مخزن، در این مطالعه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. نهایتاً نتایج اجرای مدل در یک پریود زمانی شاخص به صورت پروفیل‌های درجه حرارت و شوری آب ارایه خواهد گردید و تغییرات شوری روزانه آب مخزن در طول دوره شاخص آماری با تغییرات شوری آب رودخانه در رژیم طبیعی مقایسه خواهد شد و راه‌حل‌های کاهش شوری آب مخزن و تأثیر جلوگیری از ورود آب شاخه‌های شور بر روی کیفیت آب مخزن و راهکارهای بهره‌برداری از مخزن توسط

آبگیری از ترازهای مختلف و تخلیه و شستشوی مخزن مورد بررسی قرار خواهد گرفت و منحنی فرمان بهره‌برداری بهینه کمی و کیفی از مخزن برای دوره بهره‌برداری از مخزن ارایه خواهد شد.

### ۳-۲-۳- مطالعات حجم بهینه مخزن با توجه شوری آب

در این قسمت از مطالعات، موارد زیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

شبیه‌سازی کیفی مخزن در گزینه‌های مختلف بهره‌برداری از مخزن سد، شبیه‌سازی کیفیت آب مخزن در گزینه‌های مختلف طرح‌های کنترل شوری در بالادست حوزه، تعیین اثرات طرح‌های کنترل شوری در بالادست مخزن بر روی آب رها شده از سد و تعیین اثرات طرح‌های مهندسی کنترل شوری در حاشیه دریاچه مخزن بر روی کیفیت آب رها شده. در حال حاضر با بهره‌گیری از مدل شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد و نیار می‌توان اثرات کمی و کیفی کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن سد را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

## ۴- بهره‌برداری از مخزن و اثرات کنترل جریانهای شور در مخزن

### ۴-۱- مقدمه

با استفاده از امکانات یک برنامه کامپیوتری که به منظور شبیه‌سازی کمی و کیفی مخازن تهیه گردیده است، شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد و نیار و اثرات کمی و کیفی کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن مورد بررسی قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این مطالعات نحوه آمیختگی جریان در داخل مخزن به صورت اختلاط کامل (Complete Mixing) در نظر گرفته شده است و اعتمادپذیری مورد نظر جهت تأمین نیازها برابر ۸۰٪ بوده و آمار جریان ورودی به مخزن و نیار براساس آمار ماهانه ایستگاه و نیار و به طول ۴۷ سال می‌باشد.

### ۴-۲- کیفیت جریانها

کیفیت جریان (TDS) ورودی به مخزن در حالت عادی (بدون کنترل جریانهای شور) برابر کیفیت جریان در ایستگاه و نیار در نظر گرفته شده است. کیفیت جریانهای شور ورودی به مخزن نیز براساس اندازه‌گیریهای انجام شده حاصل گردیده‌اند.

#### ۴-۳- آبیگری مخازن بالادست

سالانه حدود ۱۰۴/۵ میلیون متر مکعب از جریان حوزه، توسط طرحهای بالادست منحرف شده و به مصرف می‌رسد.

#### ۴-۴- سیاست بهره‌برداری کمی - کیفی مخزن

بهره‌برداری از مخزن با توجه به فرضیات و شرایط مرزی و آمار و اطلاعات ورودی به مدل شبیه‌سازی انجام گردیده است. براین اساس و با فرض اختلاط کامل در داخل مخزن، شبیه‌سازی کمی و کیفی از مخزن با توجه به اثر کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن انجام یافته است.

#### ۴-۵- نتایج خروجی

نتایج شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن و نیار از لحاظ کمی و کیفی و با تأکید بر اثر حذف شاخه‌های شور ورودی به مخزن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که حذف جریانهای شور، اثر قابل ملاحظه‌ای در کیفیت جریان خروجی از مخزن دارد. در این مورد تأثیر افزایش شوری جریان ورودی در اثر برداشت مخازن بالادست نیز مورد توجه قرار گرفته است.

#### ۴-۶- نتیجه‌گیری

مطالعات انجام یافته با توجه به شرایط موجود و فرضیاتی است که در این مرحله انجام گرفته است. بدیهی است تدقیق شرایط و فرضیات بکار گرفته شده در مطالعات طرح ارتقاء کیفیت جریان حوزه آبریز آجی‌چای که هم اکنون مطالعات آن آغاز گردیده است، می‌تواند نتایج واقع‌بینانه‌ای را برای کیفیت آب مخزن آجی‌چای ارایه نماید. لذا ضمن تأکید و تأیید بر لزوم حذف شاخه‌ها و آبراهه‌های شور و سایر تمهیداتی که در این زمینه بکار گرفته خواهد شد، ارایه نتایج نهایی در خصوص کیفیت آب آجی‌چای موکول به انجام مطالعات طرح ارتقاء کیفیت آب آجی‌چای می‌گردد.

#### ۵- کنترل کیفیت آب و خاک دشت تبریز

پس از انجام مطالعات کنترل کیفیت در حوزه آبریز آجی‌چای تا محل سد و نیار و در مخزن سد مسئله کنترل آب و خاک در دشت تبریز مطرح می‌باشد. این مطالعات شامل در نظر گرفتن

تمهیدات مناسب در خصوص استفاده تلفیقی از جریان آب‌های زیرزمینی و سطحی جهت ارتقاء کیفیت آب مورد نیاز آبیاری در اراضی دشت تبریز است که موارد برنامه‌ریزی شده و در دست انجام به شرح زیر می‌باشد.

#### ۵-۱- تلفیق کمی و کیفی آبهای سطحی وارده به دشت تبریز

در این قسمت تغییرات ماهانه کمی و کیفی آب رها شده از سد و نیار که در مطالعات مدیریت منابع آب با اتکا به نیاز آبی کشاورزی در دشت تعیین شده، به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین نیاز کشاورزی مورد توجه قرار گرفته و با کیفیت و کمیت آب تأمین شده از رودخانه کمور و سینخ‌چای جهت تأمین مناسب‌ترین کیفیت آب در دوره رشد گیاه تلفیق می‌گردد.

#### ۵-۲- بررسی کیفیت و کمیت آبهای زیرزمینی در دشت تبریز

در این مورد نتایج مطالعات بیلان آب زیرزمینی دشت تبریز و مدل ریاضی بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی با توجه به کیفیت آب در نقاط مختلف دشت بهره‌برداری تلفیقی، به دو صورت نوبتی و اختلاط با آبهای سطحی با هدف بهبود کیفیت آب آبیاری مورد بررسی قرار گرفته است.

#### ۵-۳- اصلاح خاکهای شور و زهدار

با توجه به اینکه بخشی از اراضی آبخور آبی‌چای در طول سالیان دراز شور، قلیایی و زهدار شده است، طی مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق و پس از انجام مطالعات لایه‌بندی در فواصل  $1 \times 1$  کیلومتر و در ادامه احداث شبکه چاه‌های مشاهده‌ای به فواصل  $2 \times 2$  کیلومتر در سطح دشت تبریز و ۱۸ ماه قرائت آنها، وضعیت نوسانات آب زیر سطحی و تغییرات کیفیت زه‌آب، وضعیت شوری، قلیائیت و زهکشی اراضی مورد بررسی قرار گرفته و مطالعات دقیقتر با توسعه شبکه لایه‌بندی به مناطق مرکزی دشت تبریز در دست انجام می‌باشد.

به علاوه در نقاط مختلف دشت و سری خاک‌هایی که دارای درجات مختلف شوری و قلیائیت بوده‌اند آزمایشات آبشویی انجام گردیده است.

#### ۵-۴- انتخاب گیاهان مناسب

با توجه به بررسی تحمل گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد و میزان کاهش محصول بر اساس درجه شوری، الگوی کشت مناسب منطقه تعیین و با مسئولین کشاورزی منطقه هماهنگ گردیده است.