

کمبود آب در حوضه زاینده‌رود و راهکارهای مقابله با آن با اتکاء به منابع آب حوضه

لطف الله ضیایی

شرکت مهندسين مشاور زاینده آب

موضوعات مورد بررسی :

- آیا حوضه زاینده‌رود با کمبود آب روبرو است و اگر هست مقدار آن چقدر است؟

- راهکارهای مقابله با کمبود آب با اتکاء به منابع آب حوضه شامل :

- بهره‌برداری از منابع آب مدیریت نشده

- مدیریت مصرف از طریق حذف کشت پر مصرف برنج

- صرفه‌جویی در مصارف آب از طریق بالا بردن راندمان آبیاری

آیا حوضه زاینده‌رود با کمبود آب روبرو است و اگر هست مقدار آن چقدر است؟

در حوضه زاینده رود تامین آب بخش‌های شرب و صنعت از اولویت برخوردارند. از این رو در بحرانی‌ترین شرایط خشکسالی نیز آب مورد نیاز شرب و صنعت تامین شده است. در واقع کمبود آب در حوضه زاینده‌رود به صورت کاهش سطح کشت و عدم تحویل حقابه زیست محیطی تالاب و نابودی تدریجی منابع زیرزمینی نمود و ظهور می‌یابد. بنابراین برای تعیین مقدار کمبود آب در حوضه زاینده‌رود می‌بایست حجم معادل آب مورد نیاز اراضی از آب افتاده محاسبه و با احتساب میزان کمبود آب تامین شده برای نیازهای زیست محیطی و بیلان منفی منابع آب زیرزمینی کل کمبود آب محاسبه گردد.

کمبود آب در بخش کشاورزی

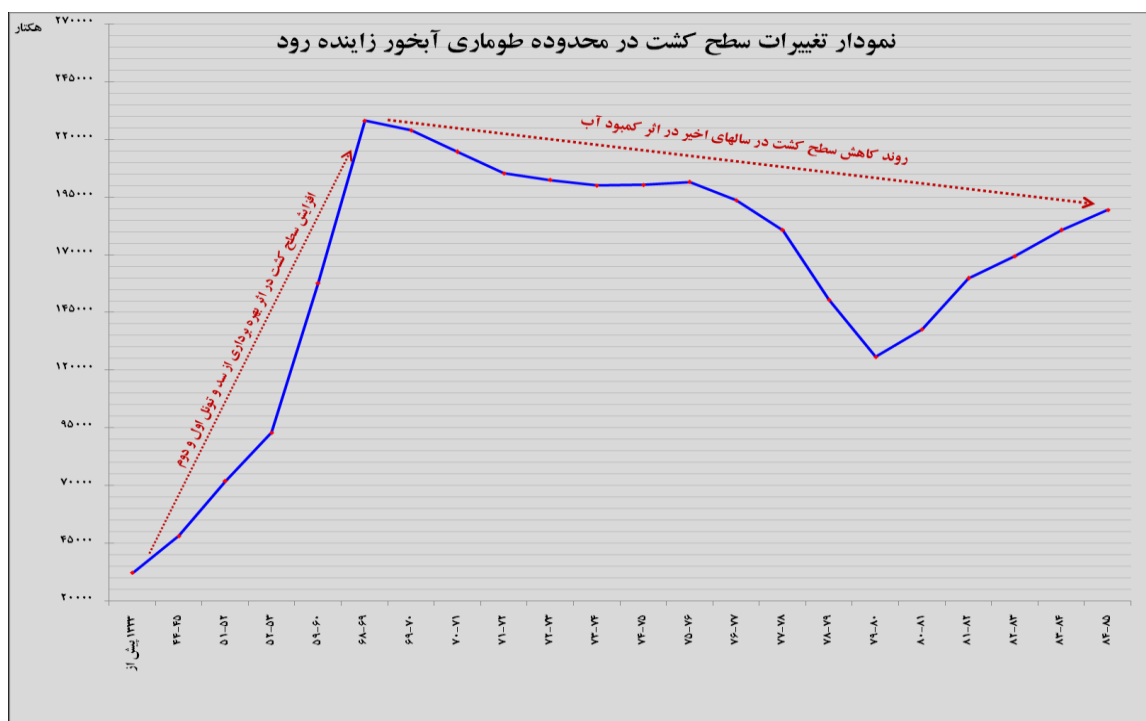
کمبود آب در بخش کشاورزی به صورت کاهش سطح زیر کشت، عدم تحویل آب کافی به اراضی و در نتیجه کاهش تولید و تغییر الگوی کشت نمود دارد. بر پایه آمار سازمان جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت در حوضه زاینده‌رود در سال ۶۷-۱۳۶۶ به میزان ۳۴۹۱۸۱ هکتار بوده است. پس از افزایش چشمگیر سطح زیر کشت در اثر بهره‌برداری از سد مخزنی زاینده‌رود و تونل‌های اول و دوم، در پی توسعه مصارف شرب و صنعت و انتقال آب به خارج از حوضه (یزد، کاشان، نائین، اردستان و) سطح زیر کشت در حوضه زاینده‌رود روندی کاهشی داشته است. این کاهش علاوه بر تاثیرات مقطعی خشکسالی بوده است. برای تعیین میزان اراضی از آب افتاده در اثر کمبود آب در سالهای اخیر دو روش به کار گرفته شده است.

روش اول: استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی + تصاویر ماهواره‌ای + نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ + آمار سازمان جهاد کشاورزی

در این روش وسعت اراضی از آب افتاده طی سالهای اخیر تا مقطع زمانی ۸۵-۱۳۸۴ تعیین گردید. از آنجا که سال آبی ۸۴-۸۵ سال خشکسالی و استثنایی نیست و دارای آبدهی نزدیک به نرمال می‌باشد مساحت اراضی از آب افتاده محاسبه شده می‌تواند معرف واقعی کمبود آب در بخش کشاورزی حوضه زاینده‌رود باشد. بررسی عکسهای ماهواره‌ای، نقشه‌های کاربری اراضی، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و مقایسه آنها با آمار سطح کشت سازمان جهاد کشاورزی نشان می‌دهد سطح کشت در اثر کم آبی ۱۵۸۷۴۳ هکتار کاهش یافته است. با احتساب نیاز ناخالص هر هکتار الگوی کشت حوضه به میزان ۸۳۶۸ مترمکعب در هکتار، حجم آب معادل اراضی از آب افتاده به روش ۱ بالغ بر ۱۳۲۸ میلیون مترمکعب است.

روش دوم: استناد به آمار رسمی سازمان جهاد کشاورزی برای تعیین مساحت اراضی از آب افتاده

در این روش صرفاً آمار سطح کشت ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی مبنای مقایسه سطح کشت قرار می‌گیرد. برپایه آمار موجود میزان کاهش سطح کشت در حوضه زاینده‌رود ناشی از اراضی از آب افتاده در اثر کمبود آب در فاصله زمانی سال ۶۷-۶۶ تا سال ۸۵-۸۴ بالغ بر ۸۷۹۲۴ هکتار می‌باشد. حجم معادل آب مورد نیاز اراضی از آب افتاده که معرف کمبود آب در بخش کشاورزی می‌باشد با احتساب نیاز ناخالص ۸۳۶۸ متر مکعب در هکتار جمعاً ۷۳۶ میلیون متر مکعب است.



بیان منفی منابع آب زیرزمینی

طی ۲۳ سال منتهی به سال ۱۳۸۵، منابع آب زیرزمینی حوضه زاینده‌رود با کاهش حجمی به میزان ۳۶۸۰ میلیون مترمکعب روبرو بوده‌اند. میانگین افت منابع آب زیرزمینی طی این سالها ۱۶۰ میلیون مترمکعب در سال بوده است و با توجه به شدت گرفتن بحران کمبود آب در حوضه پیش‌بینی می‌شود بیلان منفی آبخوان‌ها در حوضه زاینده‌رود از میانگین دوره ۲۳ ساله مورد اشاره فراتر برود. در ۱۰ ساله اخیر میزان بیلان منفی آبخوان‌ها به ۲ میلیارد مترمکعب یا سالانه به طور متوسط به ۲۰۰ میلیون متر مکعب رسیده است. در اینجا با فرض تداوم روندهای آتی مشابه با روندهای گذشته حجم کمبود سالانه ۲۰۰ میلیون مترمکعب در نظر گرفته می‌شود.

میزان کمبود آب در بخش محیط زیست

محاسبات انجام شده به روش مونتانا نشان می‌دهد آب مورد نیاز محیط زیست رودخانه و تالاب ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال است. بررسی دبی عبوری از ایستگاه هیدرومتری پل ورزنه و زهکش‌های ورودی به رودخانه در پایین‌دست آن نشان می‌دهد به طور میانگین ۸۱ میلیون مترمکعب زه‌آب به تالاب گاوخونی وارد شده است. گر چه زه‌آب ورودی به شدت شور و قلیایی بوده و عملاً نباید به عنوان تامین نیاز زیست محیطی تلقی شود ولی حتی با احتساب آن نیز سالانه ۱۱۹ میلیون مترمکعب در بخش محیط زیست حوضه کمبود آب وجود داشته است.

مجموع کمبود سالانه آب در حوضه زاینده‌رود

- کمبود آب در بخش کشاورزی بر پایه آمار سازمان جهاد کشاورزی (میلیون مترمکعب) ۷۳۶
- کمبود آب ناشی از بیلان منفی منابع آب زیرزمینی (میلیون مترمکعب) ۲۰۰
- کمبود آب در بخش محیط زیست (میلیون مترمکعب) ۱۱۹

جمع کل کمبود سالانه آب در حوضه زاینده‌رود (میلیون مترمکعب) ۱۰۵۵

مطابق محاسبه انجام شده حوضه زاینده‌رود سالانه با ۱۰۵۵ میلیون مترمکعب کمبود آب روبرو است بدیهی است این کمبود عمدتاً در بخش‌های میانی و پایاب حوضه و به ویژه در بخش کشاورزی نمود پیدا می‌کند.

حجم کمبود بدست آمده به میزان ۱۰۱۵ میلیون مترمکعب بر پایه تعیین وسعت اراضی از آب افتاده با استناد به آمار سازمان جهاد کشاورزی محاسبه شده است. چنانچه روش ۱ برای تعیین مساحت اراضی از آب افتاده ملاک قرار گیرد یعنی علاوه بر آمار سطح کشت، عکسهای ماهواره‌ای و نقشه‌های کاربری اراضی و توپوگرافی در نظر گرفته شود میزان کمبود آب در حوضه بالغ بر ۱۶۴۷ میلیون مترمکعب بدست می‌آید.

راهکارهای مقابله با کمبود آب با اتکاء به منابع حوضه

به دلیل محدود بودن منابع آب برای انتقال به حوضه زاینده‌رود همواره این موضوع مطرح بوده است که به جای تامین کمبودها از خارج از حوضه، با برنامه‌ریزی و بهینه سازی مصارف با اتکاء به منابع داخلی حوضه کمبودها برطرف گردد. راهکارهای ممکن و قابل بررسی عبارتند از:

الف - بهره‌برداری از منابع آب مدیریت نشده حوضه

ب - حذف کشت پرمصرف برنج

ج - صرفه جویی در مصارف از طریق بالا بردن راندمان آبیاری

در ادامه هر یک از این راهکارها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بهره‌برداری از منابع آب مدیریت نشده در حوضه زاینده‌رود

به دلایل زیر منابع آب مدیریت نشده در حوضه زاینده‌رود وجود ندارد.

- آبخوان بهره‌برداری نشده وجود ندارد و کلیه منابع آب حوضه بهره‌برداری می‌شوند.

- پتانسیل برداشت بیشتر از منابع آب وجود ندارد و منابع آب زیرزمینی حوضه با بیلان منفی روبرو هستند.

- به دلیل ساختار زمین‌شناسی ویژه حوضه، خروجی زیرزمینی و هرزآب و رواناب خروجی وجود ندارد که با جلوگیری از آن بتوان کمبود آب در حوضه را برطرف نمود و یا کاهش داد.

حذف کشت برنج بر مصرف

کشت برنج از محصولات عمده در الگوی کشت حوضه زاینده رود نیست. حداکثر کل وسعت اراضی زیر کشت برنج در سالهای پرآبی تنها ۵/۷ درصد از کل اراضی زیر کشت در حوضه زاینده‌رود را تشکیل می‌دهد. در سالهای با آبدهی کمتر از وسعت کشت برنج کاسته می‌شود و در خشکسالتها تقریباً حذف می‌شود. اینکه حذف کشت برنج در حداکثر سطح کشت شده آن و جایگزینی آن با سایر محصولات الگوی کشت چه میزان بر حجم مصارف آب در حوضه تاثیر می‌گذارد موضوعی است که در این مبحث مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پیش از ورود به موضوع ذکر این نکته ضروری است که حجم آب ناخالص مورد نیاز در واحد سطح الگوی کشت حوضه زاینده‌رود ۸۳۶۸ مترمکعب در هکتار است که به روشنی نشان می‌دهد ترکیب کلی الگو حتی با وجود کشت برنج در حداکثر سطح کشت آن، ترکیبی متعادل و کم مصرف است.

متوسط نیاز خالص کشت برنج مطابق سند ملی آب در مناطقی که کشت برنج متداول است ۶۹۱۵ مترمکعب در هکتار و نیاز ناخالص آن ۹۹۵۰ مترمکعب در هکتار است. از بین محصولات الگوی کشت حوضه زاینده‌رود، محصولات پر مصرف تر دیگری نظیر یونجه و چغندر قند به ترتیب با نیاز ناخالص ۱۳۳۷۴ و ۱۳۲۸۰ متر مکعب در هکتار کشت می‌شوند که چنانچه با کشت برنج جایگزین شوند نه تنها حجم آب مصرفی را کاهش نمی‌دهد بلکه بر عکس موجب افزایش حجم آب مصرفی می‌شود. در جدول شماره ۶ اثرات حذف کشت برنج و جایگزینی آن با دیگر محصولات بررسی شده است. با توجه به اینکه مناطق برنج کاری حقایق

طوماری بهاره و تابستانه دارند، کشت‌های بهاره و تابستانه مورد مقایسه قرار گرفته است. زیرا نمی‌توان آنان را مجبور به صرف‌نظر کردن از حقابه بهاره و کشت محصولات پاییزه نمود.

مبانی محاسباتی که در تهیه و تنظیم جدول در نظر گرفته شده‌اند عبارتند از:

- مطابق مطالعات منابع و مصارف آب در حوضه زاینده‌رود، کل وسعت اراضی زیر کشت برنج در حداکثر مقدار خود در سال ۸۵-۱۳۸۴ معادل ۵/۷ درصد سطح کشت و ۲۰۷۱۳ هکتار بوده است. در جدول شماره ۶ با فرض جایگزینی محصولات مختلف به جای کشت برنج، کل این وسعت مبنای محاسبه حجم آب قرار گرفته است.

- نیاز خالص محصولات مختلف براساس سند ملی آب و در مناطقی که کشت برنج رواج دارد محاسبه شده است. مطابق تقسیم‌بندی سند ملی آب، مناطقی که کشت برنج در آنها انجام می‌شود بر مناطق نجف‌آباد و مبارکه - سمیرم سفلی انطباق دارد.

- نیاز خالص برنج مطابق سند ملی و میانگین نیاز خالص مناطق نجف‌آباد و مبارکه - سمیرم سفلی در نظر گرفته شده است.

- برای تبدیل نیاز خالص به ناخالص راندمان آبیاری در حوضه زاینده‌رود که در مطالعات منابع و مصارف به میزان ۶۹/۵ درصد محاسبه شده است مبنا قرار گرفته است.

نیاز خالص الگوی کشت حوضه به میزان ۵۸۱۶ مترمکعب در هکتار عیناً از نیاز الگوی کشت حوضه در سال ۸۵-۸۴ که در مطالعات منابع و مصارف آب در حوضه زاینده‌رود تعیین شده بود برگرفته شده است.

جدول شماره ۶ - مقایسه اثرات حذف حداکثر سطح کشت برنج و جایگزینی آن با دیگر محصولات بهاره

نام محصول جایگزین	نیاز خالص (مترمکعب در هکتار)	نیاز ناخالص (مترمکعب در هکتار)	حجم آب مصرفی با سطح کشت معادل برنج	میزان کاهش حجم آب مصرفی در اثر جایگزینی با برنج (میلیون مترمکعب)	میزان افزایش حجم آب مصرفی (میلیون مترمکعب)
برنج	۶۹۱۵	۹۹۵۰	۲۰۶	-	۰
یونجه	۹۲۹۵	۱۳۳۷۴	۲۷۷	-	۷۱
چغندر قند	۹۲۳۰	۱۳۲۸۰	۲۷۵	-	۶۹
بادام	۸۱۴۰	۱۱۷۱۲	۲۴۲/۶	-	۳۶/۶
اسپرس	۹۳۱۰	۱۳۳۹۶	۲۷۷/۵	-	۷۱/۵
انار	۸۲۹۰	۱۱۹۲۸	۲۴۷	-	۴۱
به	۷۶۶۰	۱۱۰۲۱	۲۲۸/۳	-	۲۲/۳
گردو	۸۸۱۰	۱۲۶۷۶	۲۶۲/۶	-	۵۶/۶
سیب	۸۱۸۰	۱۱۷۷۰	۲۴۳/۸	-	۳۷/۸
گرمک و طالبی	۸۰۳۰	۱۱۵۵۴	۲۳۹/۳	-	۳۳/۳
الگوی کشت حوضه	۵۸۱۶	۸۳۶۸	۱۷۳/۳	۳۲/۷	-

نتایج

مطابق جدول، جایگزینی محصولات مختلف بررسی شده با کشت برنج نه تنها موجب صرفه‌جویی در مصارف آب نمی‌شود بلکه باعث افزایش احجام آب مصرفی نیز می‌شود.

اگر چه غلات پاییزه مصرف آب کمتری دارند ولی به دلیل آنکه مناطقی که در آنها برنج کشت می‌شود حقایق طوماری در بهار و پاییز دارند نمی‌توان آنها را به کشت محصولات پاییزه وادار کرد.

چنانچه با زور و اجبار کشت برنج ممنوع و الگوی کشت متداول جایگزین برنج شود میزان صرفه‌جویی در مصرف آب مقدار اندک ۳۲/۷ میلیون مترمکعب خواهد بود.

به دلیل آنکه کشاورزانی که اقدام به کشت برنج می‌کنند مطابق طومار حقایق برای کشت برنج دارند و میزان مالکیت اراضی شالیزاری هر خانوار در حد ۰/۱ تا ۰/۵ هکتار است و معیشت خانواده‌های کم زمین به آن وابسته است به لحاظ اجتماعی و حقوقی امکان الزام آنان به خودداری از کشت برنج وجود ندارد. ضمن آنکه همانگونه که گفته شد حذف کشت برنج و جایگزینی اغلب محصولات بهار دیگر موجب

افزایش مصرف آب می‌شود. تنها در صورت جایگزینی الگوی کشت حوضه به جای برنج، حجم آب مصرفی به میزان ۳۲/۷ میلیون مترمکعب کاهش می‌یابد که در قیاس با ۲۲۰۰ میلیون مترمکعب مصارف آب در بخش کشاورزی حوضه و ۱۰۵۵ تا ۱۶۴۷ میلیون مترمکعب کمبود آب در حوضه ناچیز است و با توجه به موانع حقوقی و اجتماعی قابل عمل نمی‌باشد.

راهکار صرفه‌جویی در مصرف آب از طریق بالابردن راندمان آبیاری

اغلب از سوی کارشناسان و متخصصینی که شناخت دقیق و عمیقی از تبادلات آبی در حوضه زاینده‌رود و پیچیدگی‌های آن ندارند، صرفه‌جویی در مصارف آب از طریق بالابردن راندمان آبیاری به عنوان راهکار موثر برای مقابله با کمبود آب در حوضه زاینده‌رود مطرح می‌شود.

از دیدگاه آنان طرح مسئله بدین صورت است:

حجم منابع آب زیرزمینی در دست بهره‌برداری در بخش کشاورزی مطابق آمار موجود	۳۷۵۷	(میلیون مترمکعب)
حجم منابع آب سطحی در دست بهره‌برداری (زاینده‌رود طبیعی و طرح‌های انتقال بین حوضه‌ای)	۱۸۷۸	(میلیون مترمکعب)
جمع کل منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه	۵۶۳۵	(میلیون مترمکعب)
نیاز خالص اراضی کشاورزی حوضه زاینده‌رود	۱۵۵۹	(میلیون متر مکعب)
حجم آب اتلافی در بخش کشاورزی پس از کسر مصارف خالص شرب و صنعت	۵۶۳۵-۳۵۵-۱۵۵۹=۳۷۲۱	(میلیون متر مکعب)

آنها با این محاسبه بر این باورند تنها با بالابردن چند درصدی راندمان آبیاری می‌توان بخشی از این حجم عظیم آب اتلافی را صرفه‌جویی کرد و کل کمبود آب حوضه را از این طریق برطرف نمود.

بررسی و نقد این دیدگاه

چنین دیدگاهی بر ساده‌سازی فرآیندهای پیچیده و تبادلات آبی گسترده در حوضه زاینده‌رود مبتنی است و با چالش‌های جدی زیر روبرو است:

(۱) کل منابع آب تجدیدپذیر ناشی از بارندگی در سطح حوضه زاینده‌رود در شرایط نرمال ۲۲۱۵ میلیون مترمکعب است. این حجم آب به صورت جریانهای سطحی و منابع آب زیرزمینی هر ساله تجدید می‌شود.

(۲) به حجم منابع واقعی آب تجدیدپذیر ناشی از بارندگی، حجم آبهای انتقال بین حوضه‌ای شامل تونل اول و دوم کوه‌رنگ و تونل چشمه‌لنگان در شرایط نرمال جمعاً به میزان متوسط ۷۰۰ میلیون متر مکعب اضافه می‌شود.

(۳) جمع کل منابع واقعی آب تجدیدپذیر سالانه در حوضه زاینده رود حاصل جمع منابع تجدیدپذیر ناشی از بارش و انتقال بین حوضه‌ای آب جمعاً به میزان ۲/۹ میلیارد مترمکعب است. از این مقدار حجم انتقال آب به خارج از حوضه شامل انتقال به یزد، کاشان، نائین، اردستان، نطنز، شهرکرد، جرقویه جمعاً به میزان ۱۷۹ میلیون مترمکعب کسر می‌شود که پس از کسر تلفات تبخیر از سد و کفه‌ها کل منابع واقعی آب تجدیدپذیر سالانه در شرایط بارش متوسط حوضه که از قابلیت مصرف برخوردار است ۲/۶ میلیارد مترمکعب است. حال این پرسش‌ها مطرح است که :

اولاً: در شرایطی که کل منابع واقعی آب در سالی با شرایط آبدهی نرمال ۲/۶ میلیارد مترمکعب است چگونه ممکن است حجم تلفات ۳/۷ میلیارد مترمکعب یعنی بیش از کل منابع آب باشد؟

ثانیاً: اگر هر ساله ۳/۷ میلیارد متر مکعب آب اتلاف می‌شود این حجم عظیم آب چه سرنوشتی پیدا

می‌کند و از کجا سر در می‌آورد؟

در شرایطی که منابع زیرزمینی و آبخوان‌های حوضه با افت مداوم مواجه‌اند، خروجی سطحی از حوضه هم آنقدر کم و ناچیز است که حتی کفاف نیاز زیست محیطی تالاب را نمی‌دهد و به دلیل ساختار زمین‌شناسی حوضه، فرار آب به آبخوان‌های مجاور هم وجود ندارد، آشکار است چنین حجم عظیم تلفات وجود خارجی ندارد. کلید این معما در مفهوم اثر افزایش چرخه آب نهفته است.

اثر افزایش چرخه آب The multiplier effect of water recycling

هر گاه تلفات فرونشست عمقی آبیاری برداشت شود و مجدداً مورد بهره برداری قرار گیرد و چرخه تکرارپذیر برداشت - مصرف - برگشت بارها و بارها تکرار شود، موجب افزایش حجم منابع آب در دست بهره‌برداری می‌شود. اثر افزایش چرخه آب (The multiplier effect of water recycling) به شرایط حوضه و راندمان آبیاری بستگی دارد. (David Seeller (1992 نشان داد اثر افزایش چرخه آب در حوضه‌های بسته با راندمان آبیاری نسبت معکوس دارد. یعنی در حوضه‌ای که میانگین راندمان آبیاری مزارع در آن ۴۰ درصد است، اثر افزایش چرخه آب ۲/۵ است. به عبارت دیگر در چنین حوضه‌ای حجم منابع آب در دست بهره‌برداری ۲/۵ برابر مقدار واقعی حجم منابع آب است. این تفاوت چند برابری حجم منابع آب ناشی از نفوذ آب در جریان آبیاری مزارع و برداشت مجدد آن به دفعات است.

سطح قابل کشت با ۱۰۰۰ واحد حجم آب و نیاز + تبخیر = ۱۰ ha/واحد

* سناریوی ۱: تلفات فرونشست عمقی: - - - ← سطح کشت = ۱۰۰ ha

* سناریوی ۲: تلفات فرونشست عمقی: ۶۰٪ (راندمان مصرف ۴۰٪)

چرخه آب در سامانه آبی بسته مفروض

شماره چرخه	آب در دسترس	مصرف مفید	سطح کشت (هکتار)	آب برگشتی
۱	۱۰۰۰	۴۰۰	۴۰	۶۰۰

۲	۶۰۰	۲۴۰	۲۴	۳۶۰
۳	۳۶۰	۱۴۴	۱۴/۴	۲۱۶
۴	۲۱۶	۸۶/۴	۸/۶۴	۱۲۹/۶
۵	۱۲۹/۶	۵۱/۸	۵/۱۸	۷۷/۸
۶	۷۷/۸	۳۱/۱	۳/۱۱	۴۶/۷
۷	۴۶/۷	۱۸/۷	۱/۸۷	۲۸/۰
۸	۲۸/۰	۱۱/۲	۱/۱۲	۱۶/۸
۹	۱۶/۸	۶/۷	۰/۶۷	۱۰/۱
۱۰	۱۰/۱	۴	۰/۴	۶
	⋮	⋮	⋮	⋮
مجموع	۲۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۵۰۰

همانگونه که ملاحظه می‌شود در سناریوی ۲ با راندمان ۴۰٪ نیز سطح کشت ۱۰۰ هکتار و مشابه به سناریوی ۱ است. مطابق جدول اثر افزایش چرخه آب موجب ۲/۵ برابر شدن حجم آب و افزایش منابع بهره‌برداری شده از ۱۰۰۰ واحد به ۲۵۰۰ واحد شده است.

در واقع حجم افزایش یافته منابع آب ناشی از چند باره به حساب آمدن آب مصرفی و برداشت مجدد آن است. در واقع در چنین حوضه‌هایی مکانیسمی مشابه آنچه در کولرهای آبی اتفاق می‌افتد در جریان است. در کولرهای آبی نیز حجم آب در چرخه که از مقدار آب پمپاژ شده بدست می‌آید معرف منابع و مصارف واقعی کولر نیست. در کولر آبی مقدار واقعی آب ورودی، حدود ۲۰۰ لیتر در روز است حال آنکه حجم آب در چرخه در کولر بالغ بر ۱۱۰۰ لیتر در روز است.

حوضه زاینده‌رود به دلیل ساختار ویژه زمین‌شناسی از این ویژگی برخوردار است که به صورت یک حوضه بسته رفتار می‌کند و فاقد تبادلات آبی با حوضه‌های مجاور است و بنابراین تلفات آبیاری در آن به منابع سطحی و زیرزمینی می‌پیوندد و مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. در واقع تلفات آبیاری که در مقیاس خرد و یک مزرعه به عنوان آب از دست رفته شناخته می‌شود در مقیاس کلان حوضه به منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌پیوندد و بارها و بارها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به همین دلیل راندمان آبیاری در مقیاس یک مزرعه و

در مقیاس حوضه تفاوت اساسی دارند.

راندمان آبیاری در مزارع منفرد (مقیاس خرد):

راندمان آبیاری در مزرعه عبارت است از نسبت مقدار آب مفید واقع شده به مقدار آب مصرف شده در مقیاس مزرعه می‌باشد. نفوذ عمقی و هرزآب سطحی در مقیاس مزرعه به عنوان تلفات و آب از دست رفته شناخته می‌شود و موجب پایین بودن رقم راندمان آبیاری در مقیاس خرد می‌شود. براساس بررسی‌ها، راندمان آبیاری در مقیاس مزرعه در حوضه زاینده‌رود حدود ۴۲-۳۵ درصد است.

راندمان آبیاری در مقیاس حوضه (مقیاس کلان):

عبارت از نسبت مقدار آب مفید واقع شده به مقدار منابع واقعی آب در حوضه می‌باشد. در مقیاس حوضه نفوذ عمقی آب آبیاری و هرزآب سطحی به منابع آب می‌پیوندد و مجدداً مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و بنابراین به عنوان تلفات شناخته نمی‌شوند. تلفات واقعی آبیاری در مقیاس حوضه منحصر به تلفات تبخیر است و به همین دلیل رقم راندمان آبیاری در مقیاس حوضه به مقدار قابل توجهی بالاتر از راندمان آبیاری در مقیاس مزرعه است.

روش تعیین راندمان آبیاری در حوضه زاینده‌رود

تعیین راندمان واقعی آبیاری در حوضه زاینده‌رود با استفاده از معادله جرمی منابع و مصارف آب در حوضه امکان‌پذیر است. این معادله برای شرایط واقعی در سال ۸۵-۸۴ با در نظر گرفتن مقادیر واقعی سطح زیر کشت، نیاز آبی کشاورزی، شرب، صنعت و منابع آب ورودی به حوضه و خروجی از حوضه نوشته شده است. در سال ۸۵-۸۴ کل سطح زیر کشت در حوضه زاینده‌رود ۲۶۱۲۵۷ هکتار و کل نیاز خالص آبی اراضی کشاورزی با احتساب کمربند فضای سبز بین شهری ۱۵۵۹ میلیون مترمکعب بوده است.

در همین سال نیاز خالص شرب با در نظر گرفتن ۸۰ درصد آب برگشتی ۸۴ میلیون مترمکعب و نیاز صنعت و فضای سبز پیرامون آن ۱۹۰ میلیون مترمکعب و نیاز تامین شده زیست محیطی ۸۱ میلیون مترمکعب بوده است.

معادلات بیلان بر پایه اطلاعات واقعی منابع و مصارف در سال ۸۵-۸۴ (ارقام بر حسب میلیون مترمکعب)

(تغییر آبخوان در سال ۸۵-۸۴)	(خروجی از حوضه)	(ورودی سطحی به حوضه)	(تبخیر از سد و رودخانه)	(بارش موثر)	(منابع واقعی آب حوضه)
۳۸	- ۱۷۹	- ۶۵۶	- ۵۷	- ۲۲۱۵	$V_a =$
$= ۲۵۹۷$					
(نیاز خالص شرب و صنعت)	(نیاز خالص کشاورزی)	(نیاز خالص)			
۱۹۱۴	= ۳۵۵	+ ۱۵۵۹	$V_n =$		

معادله جرمی بیلان آب

(منابع واقعی)	(تلفات تبخیر)	(نیاز خالص)
V_a	V_e	$V_n +$
$=$		
(کل تلفات تبخیر در حوضه)	(منابع واقعی تجدید پذیر)	(نیاز خالص کل مصارف)
$V_e = ۶۸۳$	$۲۵۹۷ \longrightarrow$	$V_e =$
$۱۹۱۴ +$		
(مجموع برداشت از منابع سطحی)	(مجموع برداشت از منابع زیرزمینی)	(حجم آب در چرخه)
۱۸۷۸	$+ ۳۷۵۷$	$V_c =$
$= ۵۶۳۵$		
(حجم واقعی منابع آب تجدید پذیر)	(حجم آب در چرخه)	(اثر افزایش چرخه آب)
۲۵۹۷	$+ ۵۶۳۵$	$V_{m.e.} =$
$= ۳۰۳۸$		

همانگونه که ملاحظه می‌شود اثر افزایش چرخه آب بالغ بر ۳ میلیارد مترمکعب است. این حجم عظیم آب وجود خارجی ندارد و در اثر چند باره به حساب آمدن تلفات آب که به منابع سطحی و زیرزمینی می‌پیوندد در محاسبات وارد می‌شود. به دلیل محدود بودن آب برگشتی به منابع سطحی، برداشت‌ها از منابع

زیرزمینی در ایجاد این حجم عظیم آب که ناشی از چندباره به حساب آمدن آبهای برگشتی به آبخوان است سهم عمده دارد.

$$E_t = \frac{\text{راندمان کل مصارف در حوضه}}{\text{نیاز خالص کل}} \times \frac{\text{منابع واقعی مصرف شده}}{\text{نیاز خالص کل}} = 73/7\% = 100 \times (2597 \div 1914)$$

راندمان کل مصارف شامل کشاورزی، شرب و صنعت برابر 73/7 درصد است. برای محاسبه راندمان آبیاری در بخش کشاورزی باید مصارف سایر بخش‌ها از معادله حذف شود.

$$E_{ir} = \frac{\text{راندمان آبیاری در حوضه}}{\text{نیاز خالص آبیاری}} \times \frac{\text{کل منابع}}{\text{مصارف خالص شرب، صنعت، محیط زیست}} = 69/5\% = 100 \times [1559 \div (2597 - 355)]$$

همانگونه که ملاحظه می‌شود راندمان آبیاری واقعی در مقیاس حوضه 69/5 درصد است علت بالا بودن راندمان آبیاری در مقیاس حوضه زاینده‌رود آن است که تلفات نفوذ عمقی و هرزآب سطحی آبیاری به منابع می‌پیوندد و بارها و بارها بهره‌برداری می‌شود و تلفات واقعی منحصر به تلفات تبخیر است.

بدیهی است با این راندمان و با در نظر گرفتن اینکه از 5/6 میلیارد متر مکعب آب مصرفی در حوضه بالغ بر 3/038 میلیارد مترمکعب آن وجود خارجی ندارد و ناشی از چند باره به حساب آمدن تلفات نفوذ عمقی آبیاری است این نظریه که با بهبود راندمان آبیاری می‌توان کمبودهای آب در حوضه زاینده‌رود را بر طرف نمود نادرست و غیرواقعی است. در واقع هرگونه بهبود در راندمان آبیاری در اراضی کشاورزی چنانچه تلفات نفوذ عمقی را کاهش دهد در مقیاس کلان حوضه اثری در راندمان آبیاری و منابع واقعی آب ندارد. تنها راهکاری که می‌تواند منجر به صرفه‌جویی واقعی در منابع آب شود، کاهش تلفات تبخیر است. آنچه مسلم است تبدیل روشهای آبیاری سطحی به آبیاری بارانی نه تنها باعث کاهش تبخیر نمی‌شود بلکه بر عکس به دلیل

زیاد کردن سطح تبخیر، آن را افزایش می‌دهد. بنابراین یگانه راه برای کاهش تبخیر، جایگزینی روش آبیاری قطره‌ای و زیر سطحی است که جایگزینی آبیاری قطره‌ای برای محصولات زراعی با محدودیت روبرو است و تنها در مورد محصولات باغی قابلیت عمل دارد که با توجه به سطح محدوده محصولات دائمی در حوضه (۱۰/۸٪) عملاً تاثیر آن در مقابله با کمبود آب در حوضه قابل توجه نخواهد بود.

این نتیجه‌گیری به معنای بی‌ثمر دانستن بهبود راندمان آبیاری به طور کلی نیست. بلکه هدف نشان دادن این واقعیت است که بالا بردن راندمان آبیاری تولید آب نمی‌کند و راهکاری برای رفع کمبود آب در حوضه نیست.

آنچه مسلم است بالا بردن راندمان آبیاری از طریق کاهش تلفات نفوذ عمقی ثمرات غیر قابل انکاری به شرح زیر دارد:

- صرفه‌جویی در هزینه‌های پمپاژ
- جلوگیری از کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی در اثر انحلال املاح در جریان فرونشست عمقی آب آبیاری
- مدیریت موثرتر بر منابع آب
- بالا بردن بازده تولید محصول در اثر توزیع برنامه‌ریزی شده و با کیفیت بالاتر آب

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

- ۱ - حوضه زاینده‌رود با بحران کمبود آب روبرو است. به دلیل اولویت شرب و صنعت، بحران کمبود آب در حوضه عمدتاً به صورت کمبود آب در بخش کشاورزی نمود و ظهور پیدا می‌کند.
- ۲ - براساس آمار مستند سازمان جهاد کشاورزی میزان کمبود آب در حوضه که معادل حجم آب مورد نیاز اراضی کشاورزی از آب افتاده در اثر کمبود آب و کمبود آب تحویلی به محیط زیست می‌باشد بالغ بر ۱۰۵۵ میلیون مترمکعب است. چنانچه سطوح اراضی دارای سابقه کشت از آب افتاده که بر پایه عکس‌های ماهواره‌ای و نقشه‌های هوایی تعیین شده است مبنا قرار گیرد میزان کمبود آب در حوضه زاینده‌رود بالغ بر ۱۶۴۷ میلیون مترمکعب است.

- ۳- راهکارهای رفع کمبود آب در حوضه با اتکا به منابع حوضه بررسی شد و نتایج زیر حاصل شد.
- ۳-۱- منابع آب مدیریت نشده در حوضه وجود ندارد و حوضه با خروج آب روبرو نیست.
- ۳-۲- مدیریت مصرف و مشخصاً حذف کشت برنج در صورت جایگزینی بسیاری از محصولات بهاره و تابستانه نه تنها منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب نمی‌شود بلکه برعکس موجب افزایش مصارف آب می‌شود. جایگزینی الگوی متداول با کشت برنج با موانع اجتماعی و حقوقی روبرو است ضمن آنکه میزان تاثیر آن اندک است.
- ۴- بهبود راندمان آبیاری منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب نمی‌شود. بهبود راندمان آبیاری که به منزله کاهش تلفات آب در جریان آبیاری است تاثیری در مقدار واقعی منابع آب ندارد زیرا تلفات آبیاری به منابع آب حوضه می‌پیوندد و مورد بهره برداری قرار می‌گیرد.
- ۵- بهبود راندمان آبیاری در حوضه زاینده‌رود از نظر صرفه‌جویی در هزینه استحصال و پمپاژ، حفظ کیفیت آب و مدیریت موثرتر بر منابع آب مصرفی ضروری است.
- و بنابراین :
- رفع کمبود آب در حوضه زاینده رود از طریق انتقال آب بین حوضه‌ای امکانپذیر است و در این راستا اجرای طرح انتقال آب بهشت آباد به فلات مرکزی ضرورت عاجل دارد.