



## Technical Report

### Assessment of Water Supply and Use in the Zayandeh-Rud River Basin, Iran

H. R. Salemi<sup>1</sup>, N. Heydari<sup>2</sup>

#### Abstract

The Zayandeh-Rud Basin (ZRB) is experiencing water stress. It has been the situation for the past 50 years. Basin development is considered normally a three-stage process with a relatively smooth transition between overdraft, water supply management, and optimal allocation. In the ZRB however, five phases of water resources developments (WRD) may be identified, including the trans-basin projects. The Situation in the ZRB does not show an encouraging picture. Increased water supply on each phase of development still fall behind the demand growth. That is the reason why for the past 50 years, the basin remained more or less under water stress. There is no inter-basin integrated water management that shares out the shortages uniformly between different uses, or even within a particular water use. Without trans-basin water transfers, the ZRB basin is unable to meet existing water demands. However, several scenarios also show that even then, the basin will be unable to meet water demands before 2020 as long as the urban, industrial and agriculture sectors continue to grow with the current rate.

**Keywords:** Water Supply, Water Demand, Water Balance, Water Shortage, Water Stress.

## گزارش فنی

### ارزیابی منابع و مصارف آب در حوزه آبریز زاینده رود

حمیدرضا سالمی<sup>۱</sup>، نادر حیدری<sup>۲</sup>

#### چکیده

حوزه آبریز زاینده رود در منطقه مرکزی ایران یکی از حوزه‌های آبریز تحت تنش آب می‌باشد. توسعه منابع آب حوزه به طور عمده از طریق احداث سد مخزنی چادگان و سه تو نل انحراف آب بین حوزه‌های در فازهای مختلف و در ۵۰ سال اخیر صورت پذیرفته است. این سه تونل در مجموع ۸۶۷ میلیون متر مکعب (بیش از آورد طبیعی رودخانه زاینده رود یعنی ۸۰۰ میلیون مترمکعب) آورد آبی دارد. به محض توسعه منابع آب جدید و به دلیل عدم مدیریت جامع و مناسب آب در حوزه، مصارف آب از طریق احداث شبکه‌های آبیاری جدید، افزایش ناگهانی یافته (بیش از ۱۵۰۰ میلیون متر مکعب در سال) به نحوی که از میزان تامین آن تجاوز نمود. این افزایش در مصرف آب سبب گردیده تا حوزه تحت تنش آبی مداوم قرار گرفته، آب کمی وارد خروجی حوزه یعنی باتلاق گاوخونی شود تا حدی که در سال‌های اخیر این منطقه زیست محیطی کاملاً خشک شده و خسارات زیست محیطی زیادی به منطقه و کشور وارد گردیده است. بررسی سناریوهای مختلف بیلان آب نشان‌دهنده آن است که مادام که مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، شرب، و صنعت با روند فعلی رشد نماید تا سال ۱۴۰۰ منابع آب حوزه قادر به تامین تقاضا برای آب نمی‌باشد. نتیجه آن است که هر گاه که تقاضا از تامین آب تجاوز نموده و حتی ۱۰ درصد کاهش در منابع آب حوزه داشته باشیم حوزه دچار تنش آبی خواهد گردید. مصارف آب در حوزه گاه‌آز تامین آن فراتر می‌رود که نشان‌دهنده استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است. تمامی موارد ذکر شده نشان‌دهنده آن است که نیاز به یک مدیریت جامع و مبتنی بر حوزه آبریز و همچنین برنامه‌ریزی‌های درازمدت تخصیص منابع آب به منظور مقابله با بحران آب می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** تامین آب، تقاضای آب، بیلان آب، کمبود آب، تنش آب.

1- Research staff, Isfahan Agricultural Research Center, Isfahan, Iran., email: hr\_salemiuk@yahoo.com

2- Research Associate, Iranian Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Karaj, Iran, email: nrheydari@yahoo.com

۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان  
۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات آبیاری و زهکشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

## ۱- مقدمه

رودخانه زاینده‌رود مهمترین رودخانه منطقه اصفهان در مرکز ایران می‌باشد. این رودخانه از کوههای زاگرس (با ارتفاع حدود ۴۵۰۰ متر از سطح دریا) در غربی‌ترین مناطق، حوزه آبخیز زاینده‌رود منشاء گرفته و بسوی دشت مرکزی ایران سرازیر می‌شود و سرانجام در انتهایی‌ترین نقطه حوزه یعنی تالاب گاوخونی زندگی آن خاتمه می‌یابد. طول رودخانه برابر ۳۵۰ کیلومتر و مساحت کل حوزه برابر ۴۱۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوزه صرفنظر از بارش‌های زیاد در ارتفاعات کوه‌رنگ دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک می‌باشد. بارش متوسط در اصفهان که در ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است فقط ۱۳۰ میلی‌متر بوده که بیشتر آن در طی فصل زمستان و اوایل بهار می‌بارد. این در حالی است که تبخیر و تعرق پتانسیل در حوزه ۱۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد و هیچ فعالیت کشاورزی و اقتصادی بدون وجود آب و آبیاری محصول امکان‌پذیر نمی‌باشد (Murray-Rust et al., 2000b). گسترش اراضی تحت آبیاری و فعالیت‌های صنعتی زیاد حجم قابل ملاحظه‌ای از منابع آب حوزه زاینده‌رود را مصرف می‌نماید. از سوی دیگر رشد جمعیت اصفهان (با جمعیت بیش از ۲/۵ میلیون نفر) و خشکسالی‌های مختلف همه و همه حاکی از وابستگی به منابع آب شکننده و حساس حوزه زاینده‌رود می‌باشد. علیرغم تداوم طرح‌های تامین آب حوزه از قبیل احداث سد زاینده‌رود و تونل‌های انحراف آب کوه‌رنگ (از سال ۱۳۲۹)، حوزه هنوز در کمبود آب به سر می‌برد و علائمی از جمله رقابت بخش‌های مختلف برای دریافت آب، پائین رفتن سطح آب زیرزمینی، کاهش کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی (چاهها، قنوات و چشمه‌ها)، کاهش تولیدات کشاورزی به خصوص در پائین دست حوزه و کاهش بسیار شدید آب ورودی به باتلاق گاوخونی در انتهای حوزه، نشان‌دهنده وضعیت دشوار و ناراحت کننده حوزه از نظر آب می‌باشد (Salemi et al., 2000).

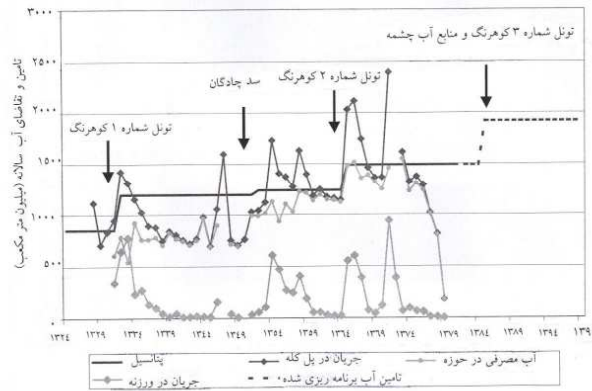
علیرغم صرف هزینه‌ها و مبالغ قابل توجه در ارتباط با اجرای طرح‌های توسعه منابع آب باید روشن شود که آیا آورد رودخانه حتی در صورت اجرای پروژه‌هایی مثل سد و تونل سوم کوه‌رنگ قادر به تأمین مصارف آب در سطح شبکه‌های مختلف می‌باشد؟ موسسه بین‌المللی IWMI در پروژه تحقیقاتی مشترک با ایران جنبه‌های مختلف منابع و مدیریت آب حوزه زاینده‌رود را مطالعه نمودند (Salemi and Murray-Rust, 2002). آنها دریافتند که به منظور برآورده نمودن تقاضا برای آب در بیست سال آینده مسائل و مشکلات زیادی پیش رو می‌باشد که اگر نگوئیم حل آنها غیرممکن است ولی بسیار دشوار می‌باشد. این امر چالش جدی را برای رشد

اقتصادی در حوزه به خصوص در بخش کشاورزی که اولین و بزرگترین مصرف‌کننده آب می‌باشد پدید می‌آورد. هدف از این یادداشت فنی، بررسی و بحث بر روی وضعیت توسعه و مصرف منابع آب حوزه از گذشته تاکنون به منظور آرایه تجربیات و درس‌هایی از گذشته برای آینده و پیش‌بینی و آگاهی اولیه در خصوص کمبود و بحران آب در حوزه آبخیز زاینده‌رود می‌باشد. همچنین نتایج بیان آب حوزه و سناریوهای توسعه منابع و مصارف آب بررسی خواهد شد.

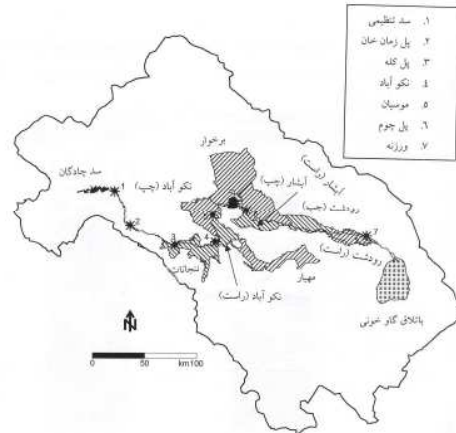
## ۲- روش تحقیق

در حالت کلی، روند توسعه منابع آب در یک حوزه روندی تدریجی و معمولاً در سه مرحله یا فاز خلاصه می‌گردد (Murray-Rust et al., 2000a). این فازها عبارتند از فاز استحصال منابع (در مقیاس کوچک)، فاز گذار از استحصال صرف به مدیریت منابع و در نظر گرفتن مصارف آب و در نهایت فاز تخصیص بهینه و بهره‌وری از آب. بهر حال فرآیند توسعه منابع آب در حوزه زاینده‌رود نشانگر آن است که فرایندهای متوالی توسعه منابع آب می‌تواند بسیار پیچیده‌تر از سه فاز اشاره شده باشد.

در این تحقیق داده‌های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل آب مصرفی در سطح حوزه از چند ایستگاه هیدرومتری کلیدی دریافت شده است. این داده‌ها امکان می‌دهد کل آب مصرفی حوزه را ارزیابی نمائیم. مهمترین اطلاعات دبی عبوری از ایستگاه هیدرومتری پل کله بین سد زاینده‌رود و اولین بند انحرافی آبیگری در بالادست حوزه و ایستگاه ورزنه در پائین دست حوزه قبل از باتلاق گاوخونی استخراج گردید. اختلاف دبی بین دو ایستگاه برابر کل آب برداشتی در طول رودخانه می‌باشد چراکه بین این دو ایستگاه هیچگونه جریان ورودی به رودخانه نداریم (شکل‌های ۱ و ۲). اطلاعات مربوط به منابع استحصالی نیز در منطقه موجود بوده و مورد استفاده قرار گرفته است. در ۵۰ سال گذشته (۱۳۲۹-۱۳۷۹) تغییرات قابل ملاحظه‌ای در آمار دبی سالانه در ایستگاه هیدرومتری پل کله مشاهده می‌شود. این تغییرات مربوط به آمار دبی قبل و بعد از احداث سد زاینده‌رود و کاملاً مربوط به تغییرات بارش در حوزه می‌باشند. نوسانات این حقیقت را روشن می‌سازد که تخمین آمار میانگین آب در دسترس کاربرد محدودی برای اهداف مدیریتی دارد. بنابراین در اینجا بررسی وضعیت آب حوزه (تامین و تقاضا) در هریک از فازهای اصلی توسعه آرایه گردیده است.



شکل ۲- آمار منابع و مصارف آب در حوزه زاینده رود طی سال‌های (۱۳۹۹-۱۳۲۴)



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری در حوزه آبریز زاینده‌رود

تونل اول کوهرننگ حجم آبی حدود ۳۳۷ میلیون مترمکعب در سال را از رودخانه کوهرننگ به دره زاینده‌رود منتقل می‌نماید. این حجم حدود ۴۴٪ آورد طبیعی رودخانه زاینده‌رود می‌باشد. به منظور کاهش خطرات ناشی از سیل زاینده‌رود دولت تصمیم به احداث سد چند منظوره (کنترل سیلاب، تولید برق و آبیاری) زاینده‌رود در محل چادگان و در سال ۱۳۵۱ نمود (فاز ۳). حجم ذخیره سد سالیانه ۱۵۰۰ میلیون متر مکعب است که این میزان کمتر از دو برابر جریان سالانه رودخانه می‌باشد. در همین سال‌ها شبکه‌های آبیاری نکوآباد و آبشار تکمیل و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. احداث سد در واقع به حجم آب سالانه حوزه اضافه نمود و بلکه آن بیشتر به شکل ذخیره جریانات از تونل کوهرننگ وقتی که تقاضا برای آب در حوزه پایین است عمل می‌نمود. از اوایل ۱۳۵۹ روشن شد که حجم مورد تقاضای آب از میزان آب در دسترس فزونی یافته و سرعت تقاضا روبه تزايد می‌باشد. از این رو ساخت سد و تونل دوم کوهرننگ آغاز و در سال ۱۳۶۴ تکمیل گردید (فاز ۴). آورد آبی این تونل از تونل اول کمتر و در حدود ۲۵۰ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد. در مرحله بعد که می‌توان آن را فاز پنج نامید دو طرح توسعه منابع آب در حال اجرا و یا تکمیل است. این دو طرح شامل تونل سوم کوهرننگ (با ظرفیت ۲۸۰ میلیون متر مکعب) و پروژه چشمه‌لنگان می‌باشد. حجم آورد آبی سه تونل (۸۶۷ میلیون متر مکعب) در مجموع از متوسط جریان طبیعی رودخانه زاینده‌رود بیشتر می‌باشد.

در خصوص وضعیت بیلان آب حوزه و بررسی سناریوهای مختلف تامین و مصرف آب از یک روش ساده بیلان‌بندی استفاده شده زیرا در اینجا هدف بررسی تأثیرات بر روی بخش کشاورزی و تخصیص آب بین بخش‌های مختلف می‌باشد. این روش مبتنی بر محاسبات کلان مصرف (تقاضا) و تامین آب با در نظر گرفتن فرضیات و سناریوهای مختلف و استفاده از یک مدل صفحه گسترده است. در جدول (۱) نمونه‌ای از محاسبات بیلان آب حوزه با در نظر گرفتن سناریوی مربوطه ارائه گردیده است. در بررسی، سناریوهای مختلفی نیز در نظر گرفته شد که منعکس کننده شرایط حاضر و آینده حوزه از نظر منابع و مصارف آب می‌باشد. این سناریوها شامل: ۱ و ۲ درصد رشد سالانه مصارف آب تمامی بخش‌ها، رشد مصرف آب فقط بخش خانگی، رشد بالای مصرف آب خانگی و رشد متوسط بخش صنعت، ۱۰٪ و ۲۰٪ کاهش در ورودی آب به سد چادگان، و در نهایت سناریوهای لازم در مصرف آب کشاورزی برای تعدیل و کاهش اثرات کمبود آب می‌باشد.

### ۳- خلاصه نتایج و بحث

توسعه منابع آب در حوزه آبریز زاینده‌رود تا کنون در ۵ فاز زیر به وقوع پیوسته است. در فاز (۱) یعنی تا سال ۱۳۳۱ توسعه منابع آب بصورت ابتدایی و محدود به بندهای کوچک انحراف آب بوده و کشاورزی به طور عمده به کشت‌های گندم و جو و باغات و در سطوحی کوچک محدود بوده است.

در فاز (۲) اولین پروژه توسعه منابع آب (از طریق انتقال بین حوزه‌های آب) در سال ۱۳۳۲ با احداث تونل اول کوهرننگ تکمیل گردید.

جدول ۱- نمونه‌ای از اطلاعات و محاسبه بیلان آب بر اساس روش ساده بیلان مبتنی بر مدل صفحه گسترده

مرجع/افرضیه	درصد	MCM	برآوردهای تامین آب
براساس متوسط دراز مدت	۶۱	۹۰۰	جریان طبیعی رود خانه زاینده رود در محل سد چادگان
وزارت نیرو	۲۳	۳۳۷	تونل شماره ۱ کوه‌رنگ
وزارت نیرو	۱۷	۲۵۰	تونل شماره ۲ کوه‌رنگ
وزارت نیرو	۰	۰	تونل شماره ۳ کوه‌رنگ
وزارت نیرو	۰	۰	چشمه های لنگان و خدنگستان
		۱۴۸۷	<b>کل تامین آب</b>
			<b>برآوردهای تقاضا</b>
			مناطق شهری
۲۷۵ لیتر بر روز بر نفر برای ۲۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت		۲۱۰	اصفهان بزرگ
		۰	تامین آب برای سایر شهرهای بزرگ نزدیک رودخانه
	۱۴	۲۱۰	کل مصرف شهری
۵۰٪ جریان برگشتی	-۷	-۱۰۵	آب برگشتی از مناطق شهری
سازمان برنامه	۷	۱۰۰	صنعت
۱۰۰۰۰۰ هکتار و مصرف ۱۵۰۰ میلی متر بر سال	۱۰۱	۱۵۰۰	کشاورزی
۲۰٪ آب برگشتی از بخش کشاورزی	-۲۰	-۳۰۰	آب برگشتی از بخش کشاورزی
-	۰	۰	تقاضای آب زیست محیطی
وزارت نیرو	۲	۳۴	انحراف آب بین حوزه‌ای
۵٪ جریان کل رودخانه	۵	۷۴	تبخیر
		۱۵۱۳	<b>تقاضای کل</b>
	-۲	-۲۶	<b>کمبود آب</b>

۷۵۰ میلیون متر مکعب بود. در فاز سه (۱۳۶۴-۱۳۵۱) و پس از بهره‌برداری از سد چادگان در سال ۱۳۵۱ تقاضا برای مصرف آب با ساخت و بهره برداری از شبکه‌های آبیاری نکوآباد و آبشار به طور همزمان افزایش یافت. در این فاز یا دوره به دلیل جریان‌های پرآب به سد (۵۵-۱۳۵۴) جریان خروجی از حوزه و ورودی به باتلاق گاوخونی طی سال‌های ۶۱-۱۳۵۵ افزایش چشمگیری داشت (شکل‌های ۱ و ۲). با توجه به افزایش شبکه‌های آبیاری و سازه‌های برداشت آب، مصارف آب در این فاز سالانه بالغ بر ۱۰۰۰ میلیون متر مکعب گردید. فاز سوم مصارف آب (۱۳۸۰-۱۳۶۵) مصادف با بهره‌برداری از تونل دوم کوه‌رنگ در سال ۱۳۶۵ بود. در این دوره به دلیل بارندگی‌های مناسب و بدنبال ساخت تونل برداشت‌ها و مصارف آب تا ۱۵۰۰ میلیون متر مکعب در سال افزایش یافت و جریان‌های مناسبی (تا حد ۵۵۰ میلیون متر مکعب) در خروجی حوزه (ایستگاه ورزشی) ایجاد گردید. طی سالهای ۷۲-۱۳۷۱ و ۷۳-۱۳۷۲ بارندگی‌های خوبی واقع شد و در ورزشی دبی‌های بالایی ثبت گردید

توسعه منابع آب حوزه در ۵۰ سال اخیر روند افزایشی داشته و میزان آن از ۸۵۰ میلیون متر مکعب به ۱۴۸۷ میلیون متر مکعب (نزدیک دو برابر) در شرایط فعلی افزایش یافته و احتمالاً تا سال ۱۳۹۰ به ۱۹۵۷ میلیون متر مکعب در سال افزایش خواهد یافت. به‌رحال با اجرای طرح‌های توسعه منابع آب افزایش حجم آب در دسترس حاصل گردیده ولی به دلیل روند افزایش مصرف آب، تقاضا در حوزه با هر افزایش در منابع آب نیز افزایش یافته تا حدی که حوزه همواره دچار تنش و بحران آب بوده است.

بررسی تقاضای آب در فازهای مختلف توسعه (شکل ۲) انجام گردید. به هر حال این بررسی به دلیل عدم وجود داده و اطلاعات کافی در قبل از احداث تونل اول کوه‌رنگ، از فاز دوم توسعه (۱۳۵۰-۱۳۳۲) انجام شد. در فاز دو و از سال ۱۳۳۴ دبی در ایستگاه پل کله شروع به کاهش نمود در حالیکه مصارف آب تقریباً ثابت ماند. به نظر می‌رسد در این فاز میزان مصارف آب بین ایستگاه‌های پل کله و ورزشی بالغ بر

که منجر به افزایش مصرف آب تا سقف ۱۵۰۰ میلیون متر مکعب برای اولین بار شد. از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۰ بارندگی در کوه‌رنگ کاهش یافته و مصارف آب طی سالهای ۷۷-۱۳۷۵ به زیر ۱۳۰۰ میلیون متر مکعب کاهش یافت و از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ کم آبی شدید به وقوع پیوست و تمامی آب ذخیره سد به منظور تامین نیازهای شهری و خانگی ذخیره گردید و بخش کشاورزی فقط به منابع آب زیرزمینی شامل چاهها و قنوات محدود گردید (شکل ۲).

#### ۴- نتیجه گیری

مرحله توسعه، تخصیص و مصارف آب در حوزه‌های آبریز معمولاً روندی تدریجی دارد ولی بررسی‌های انجام شده در حوزه زاینده‌رود نشان دهنده آن است که این فرایند ناگهانی بوده و تصویر مناسبی از این لحاظ ارایه نمی‌نماید. یعنی به محض تامین آب در هر فاز توسعه منابع، تقاضا برای مصرف آب نیز به همان اندازه بالاتر رفته و لذا این حوزه در طی ۵۰ سال اخیر مدام تحت تنش آبی قرار داشته است. این نشان‌دهنده آن است که در حوزه، مدیریت جامع آب به منظور تخصیص بهینه آب در بین بخش‌های مختلف و حتی در بخش کشاورزی وجود ندارد. نتیجه آن است که حتی ۱۰٪ کاهش در تامین منابع آب مورد نیاز، سبب بروز تنش آبی شدید در حوزه می‌گردد. در این حوزه حجم تقاضا برای آب در بعضی از مواقع از میزان عرضه تجاوز می‌نماید، و این وضعیتی است که می‌تواند ناشی از بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبهای زیرزمینی باشد و در شرایط فعلی حوزه و به خصوص در سال‌های خشکسالی، منابع آبهای زیرزمینی بطور بی‌سابقه‌ای در حال پمپاژ بی‌رویه است.

این ساده‌اندیشی است که در دوره‌های خشکسالی تقاضا برای مصرف آب کم می‌گردد یا باید کم شود. در شرایط خشکسالی و کمبود آب در حوزه زاینده‌رود شبکه‌های آبیاری بویژه مناطق بالادست، صرف نظر از وضعیت کمبود آب در سطح حوزه، دبی طراحی را دریافت می‌نمایند. علاوه بر این، دو شبکه آبیاری جدید در مناطق مهیار و برخوار احداث گردیده است. هدف از این دو پروژه تامین آب تکمیلی برای کشاورزی این مناطق در صورت وجود آب کافی در سال‌های پرآب می‌باشد. این امر موجب افزایش سطح زیرکشت با توجه به فراوانی آب خواهد شد و در سال‌های کمبود آب در شبکه، کشاورزان به منظور حفظ محصول خود به پمپاژ بی‌رویه از آبهای زیرزمینی ادامه خواهند داد و مشکل آب زیرزمینی شدیدتر خواهد شد. در حوزه زاینده‌رود بنظر می‌رسد که مکانیزم پیش آگاهی سریع و دقیقی که

تاریخ دریافت گزارش فنی: ۲۹ مهر ۱۳۸۳

تاریخ پذیرش گزارش فنی: ۲۰ دی ۱۳۸۴

آب تخصیصی به بخشهای مختلف مصرف‌کننده را در سال‌های خشک و کم آب کاهش دهد وجود ندارد. بخش کشاورزی نیز که در حال حاضر بزرگترین بخش مصرف‌کننده آب حوزه می‌باشد باید اقدامات موثری در جهت کاهش مصرف آب بعمل آورد زیرا بر اساس سیاست‌های مصوب کشوری سهم آب بخش کشاورزی در آینده و به خصوص در این حوزه باید تقلیل یابد.

بررسی سناریوهای مختلف بر روی بیلان آب نشان‌دهنده آن است که تا زمانی که مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، شرب، و صنعت رشد نماید، پیش از سال ۱۴۰۰ منابع آب حوزه قادر به تامین تقاضا برای آب نخواهد بود. در سناریویی که بیشتر بر واقعیت منطبق است یعنی به ترتیب رشد سالانه مصرف آب ۲ و ۱ درصدی برای مصارف شرب و صنعت، مصرف آب بخش کشاورزی فقط می‌تواند رشد کمی داشته باشد. البته این امر در شرایطی است که بارش حوزه نرمال باشد. هنگامی که بارش و میزان منابع آب زیر خط متوسط دراز مدت قرار بگیرد (شرایط خشکسالی)، سهم آب بخش کشاورزی باید بسیار تقلیل یابد.

#### ۵- مراجع

- Murray-Rust, H., Salemi, H. R. and Droogers, P. (2000a), "Water resources development and water utilization in the Zayandeh Rud basin, Iran". *Iran-IWMI Collaborative Research Project*, Research Paper no.14.
- Murray-Rust, H., Sally, H., Salemi, H. R. and Mamanpoush, A. (2000b), "An overview of the hydrology of the Zayandeh Rud basin". *Iran-IWMI Collaborative Research Project*, Research Paper no.3.
- Salemi, H. R., Mamanpoush A., Miranzadeh, M., Akbari, M., Torabi, M., Toomanian, N., Murray-Rust, H., Droogers, P., Sally, H. and Gieske, A. (2000), "Water management for sustainable irrigated agriculture in the Zayandeh Rud basin, Isfahan province, Iran". *Iran-IWMI Collaborative Research Project*, Research Paper no.1.
- Salemi, H. R. and Murray-Rust, H. (2002), "Water supply and demand forecasting in the Zayandeh Rud basin, Iran". *Iran-IWMI Collaborative Research Project*, Research Paper no.13.