

مدیریت بهم‌پیوسته منابع آب زیرحوضه نازلو چای در شرایط آبی با

استفاده از مدل شبیه‌سازی Ribasim

منیژه کیانی‌پور: دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران*
بهمه جعفری بی‌بالان: رئیس گروه برنامه‌ریزی دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا وزارت نیرو، تهران، ایران

وصول: ۱۳۹۱/۴/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۲، صص ۱۳۴-۱۱۹

چکیده

کشور ایران به دلیل قرارگیری بر روی کمربند خشک و نیمه خشک دنیا و به تبع آن بروز خشکسالی‌های دوره‌ای، با معضل کم آبی در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت و آبی‌ری‌روری روبرو است. در این راستا تلاش‌های بسیاری در جهت کاهش اثرات سوء کم آبی در کشور صورت گرفته است به نحوی که جوابگوی نیازهای بخش‌های مختلف باشد. از اقداماتی که در این جهت صورت گرفته است، مدیریت یکپارچه (بهم‌پیوسته) منابع آب است. هدف از مدل یکپارچه (به هم پیوسته) مدیریت منابع آب، ایجاد یا سوق دادن عرضه و تقاضای آب به سمت تعادل است به نحوی که حداقل نیاز منابع آب برای همه ذینفعان فراهم گردد. برای رسیدن به این هدف استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی منابع و مصارف آب ضروری به نظر می‌رسد. این امر ابزار مناسبی را جهت استفاده پایدار از منابع آبی موجود در حوضه فراهم می‌سازد. این ابزارها، براساس شبیه‌سازی منابع و مصارف و تعیین بیان در مناطق مختلف (زیر حوضه‌ها)، برآورد و تحلیل اثرات اقتصادی-اجتماعی و اکولوژیکی را در مورد گزینه‌های مختلف مدیریت منابع آب، آسان می‌سازد. در مقاله حاضر سعی شده است با استفاده از نرم افزار Ribasim مدل شبیه سازی عرضه و تقاضای منابع آب زیر حوضه نازلو چای از حوضه آبریز دریاچه ارومیه طراحی گردد. مدل با استفاده از داده‌های سری‌های زمانی ۳۵ ساله منابع آب (آبدهی و بارندگی) و تلفات (تبخیر)، داده‌های متوسط ماهانه تخلیه از آب‌های زیرزمینی و داده‌های انواع مصارف شامل؛ شرب و صنعت، کشاورزی، حداقل جریان سطحی رودخانه، وضعیت منابع و مصارف آب در حوضه و ورودی به دریاچه ارومیه را به صورت ماهانه شبیه سازی نموده و براساس اولویت‌های منابع و مصارف که در مدل قابل انتخاب می‌باشند، نتایج حاصل از تأمین انواع مصارف و کمبودهای آن‌ها در خروجی برنامه قابل دستیابی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بهم‌پیوسته منابع آب، زیرحوضه نازلو چای، مدل‌های شبیه‌سازی منابع و مصارف، Ribasim

۱-مقدمه

خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که افزایش استفاده از آب، هزینه‌های بالای زیست محیطی را به همراه آورده است به عنوان مثال بعضی از رودخانه‌ها در اثر مصرف بی‌رویه به انتهای مسیر خود(دریا) نمی‌رسند، ۵۰٪ تالاب‌های دنیا در طول قرن گذشته از

در طول قرن گذشته، که جمعیت جهان سه برابر گردیده، استفاده از آب شش برابر شده است. آبیاری اراضی کشاورزی ۷۰٪، صنعت ۲۰٪ و استفاده برای شرب ۱۰٪ از مصرف آب موجود در کره زمین را به

روبرو است. حوضه دریاچه ارومیه نیز از اثرات خشکسالی به دور نمانده است. این حوضه به واسطه در برداشتن میزان قابل توجهی از منابع آب شیرین کشور و نیز خود دریاچه به عنوان یکی از ذخایر زیستی دنیا و تالاب بین‌المللی، از اهمیت به سزایی برخوردار است. ان در حالی است که این‌گونه مشکلات با روش‌های تخصیص منابع آب فعلی قابل حل ناست و ادامه وضعیت کنونی باعث ایجاد تأثیر منفی بر روی همه مصرف‌کننده‌های آب در بخش‌های مختلف شده، تهدید جدی برای تولید پایدار محصولات کشاورزی به شمار رفته و تخریب محیط زیست را در بر خواهد داشت. قطعاً هر یک از این موارد باعث ایجاد مسایل اجتماعی در آینده نیز خواهد شد. کما اینکه در حال حاضر نیز این مسائل رخ داده‌است. لذا ضرورت اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب بیش از هر زمان دیگر احساس می‌گردد.

مدیریت یکپارچه منابع آب یکی از گزینه‌های اصلی مدیریت از پایین به بالا است که در طول دهه ۱۹۸۰ در آمریکای شمالی به عنوان بخشی از گرایش به سوی شیوه‌های مشارکتی و کلی‌نگر دولت محلی پدید آمد. هدف آن حفاظت از منابع آب سطحی و زیرزمینی با تمرکز بر روی مدیریت مشارکتی و یکپارچه زمین و منابع آب و توجه ویژه به حوضه‌های آبریز است. (Cecilia Ferreyra, 2008).

مدیریت یکپارچه منابع آب در دهه ۱۹۹۰ به صورت پارادایمی غالب در آمد. مری مدیریت یکپارچه منابع آب را، فرآیند برنامه ریزی مشارکتی و اجرایی می‌داند که ذینفعان را برای تعیین چگونگی رسیدن به نیازهای طولانی مدت اجتماع برای آب و منابع ساحلی، گرد هم می‌آورد در حالیکه خدمات ویژه اکولوژیکی و سود اقتصادی را مورد حمایت قرار می‌دهد. مدیریت

بین رفته‌اند، ۲۰٪ از ماهی‌های آب شیرین در معرض خطر قرار گرفته و یا منقرض شده‌اند، و بسیاری از سفره‌های آب زیرزمینی مهم در حال تخلیه شدن هستند. همچنین سطح آب منابع آب زیرزمینی هر ساله در حال پایین افتادن است و خسارات دائمی به وسیله شوری این منابع ایجاد می‌گردد. کمیته بین‌المللی آب در سال ۲۰۰۰ تخمین زد که تا ۳۰ سال آینده استفاده از آب ۵۰٪ افزایش می‌یابد. تخمین زده می‌شود که ۴ میلیارد نفر (نیمی از جمعیت دنیا) در آفریقا، خاورمیانه و جنوب آسیا در سال ۲۰۲۵، تحت فشار ناشی از کمبود آب قرار خواهند گرفت. این کمبود آب در بسیاری از کشورهای در حال توسعه با بدتر شدن کیفیت آب، ادامه می‌یابد (Philippe Gourbesville: 2008).

در این راستا تلاش‌های بسیاری جهت کاهش اثرات سوء ناشی از کم آبی و اجرای مدیریت بهینه منابع آب موجود در سطوح ملی و منطقه‌ای در کشورهای مختلف صورت گرفته است، که بدون شک یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین این اقدامات " رویکرد مدیریت بهم‌پیوسته منابع آب " است. تأکید این دیدگاه مدیریتی، رسیدن به راه‌حل‌های عملی-اجرایی مناسب برای تأمین نیازهای آبی در بخش‌های مختلف با در نظر گرفتن جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و با نگاه به توسعه پایدار است. دیدگاه مدیریت بهم‌پیوسته را می‌توان سیاست پیشگیری قبل از درمان دانست که متأسفانه کمتر در کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته و تا حدی در کشورهای توسعه یافته به آن توجه می‌شود. کشور ایران نیز به دلیل قرار گیری در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا و به تبع آن بروز خشکسالی‌های دوره‌ای و یا پی‌درپی، با معضل کم‌آبی در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت و ...

۶- سازه‌هایی که برای کنترل آب احداث می‌شوند (مثل سدها و بندها) اغلب ممکن است اثرات نامطلوب زیست محیطی داشته باشد.

۷- ارتباط معناداری میان آب زیرزمینی و آب سطحی، بین آب ساحلی و آب شیرین و... وجود دارد. تنظیم و متعادل کردن یک سیستم ممکن است نتایج دلخواهی به همراه نداشته باشد.

از این رو، جنبه‌های مختلف مهندسی، اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و حقوقی همچنین جنبه‌های کمی و کیفی عرضه و تقاضا نیز باید مد نظر قرار گیرد. علاوه بر آن "چرخه مدیریت" (برنامه ریزی، پایش، اجرا و نگهداری و...) نیازمند توجه است. بنابراین مدیریت بهم پیوسته منابع آب، مدیریت منابع آب را در یک راه جامع و کامل جستجو می‌کند (Savenije. H.H.G, 2008).

تقاضا برای آب امری است نسبتاً پایدار، اما در مقایسه با سال‌های گذشته منابع آب در حال کاهش یافتن و توسعه آن نیز دیگر امکان‌پذیر نیست. بدیهی است که در چنین شرایطی مسائل مرتبط با موضوعات محیطی و هماهنگی بین ناسازگاری نیازهای بالادست و پایین دست در حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها در حال افزایش است. وانگهی آب موجود در کره زمین در شرایط بحرانی به سر می‌برد، بنابراین باید سیاستی اتخاذ کرد تا محیطی ایجاد گردد که استفاده از منابع آب پایدار را دست یافتنی نماید، بنابراین ما مجبوریم فرآیند پیش بینی طولانی مدت را همراه با اقدامات متقابل مؤثر و دقیق در برابر خشکسالی پیشنهاد دهیم.

در مورد آینده منابع آب مسائل مهمی وجود دارد همچون: ۱- توزیع فضایی و زمانی منابع آب تحت شرایط تغییر اقلیم ۲- ارزیابی اثرات توزیع بارندگی و

یکپارچه منابع آب به حفظ محیط جهانی، رشد سریع اقتصادی و توسعه پایدار کشاورزی، ترویج مشارکت دموکراتیک در دولت (نظارت) و بهبود سلامتی انسان کمک می‌کند (D.J.Merrey, 2008). طبق تعریف GWP (مشارکت جهانی آب)، مدیریت بهم پیوسته منابع آب فرآیندی است که مدیریت و توسعه هماهنگ منابع آب و خاک و سایر منابع وابسته را برای رسیدن به رفاه اجتماعی و اقتصادی با حفظ اکوسیستم‌های حیاتی، راهبری می‌کند. به عبارت دیگر مدیریت یکپارچه منابع آب شامل برنامه‌ریزی و مدیریت هماهنگ زمین، آب و دیگر منابع محیط زیست در راستای عدالت، کارایی و مصرف پایدار می‌باشد.

در مدیریت یکپارچه منابع آب توجه به موارد زیر ضروری است:

- ۱- منابع آب شیرین محدود است.
- ۲- آلودگی منابع آب شیرین رو به افزایش است، به گونه‌ای که برای مصارف انسان، همچنین برای پایداری اکوسیستم نامناسب است.
- ۳- محدودیت منابع آب شیرین بالاجبار به نیازهای رقابتی و نیازهای موجود در اجتماع تقسیم می‌شود.
- ۴- بسیاری از شهرها هنوز ارزیابی درستی از منابع آب شیرین مطمئن و کافی ندارند.
- ۵- پتانسیل قوی برای افزایش محصولات زراعی و دستیابی به تأمین منابع مواد غذایی (مطمئن) از طریق استفاده مؤثرتر از بارندگی، اصلاح و بهبود خاک و نیز حفاظت آب و تکنیک‌های برداشت محصول وجود دارد.

به گونه‌ای که ظرفیت این دریاچه را جهت ارائه مزایای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی با خطر جدی مواجه ساخته است.

مطالعه حاضر به بررسی زیرحوضه نازلوچای که در غرب دریاچه ارومیه در استان آذربایجان غربی واقع شده است، می‌پردازد. در زیرحوضه مذکور رودخانه‌های نازلو، روضه و کهریز قرار دارد که آب آن‌ها از غرب به شرق جریان می‌یابد و نهایتاً به دریاچه ارومیه می‌ریزد. این رودخانه (نازلو) از دو شاخه اصلی به نام‌های برادوست‌چای و ارزین‌چای تشکیل شده است. برادوست‌چای را دو سر شاخه به نام‌های سروچای و گنبدچای تشکیل می‌دهد و ارزین‌چای را سر شاخه‌های مارمیشو و دوبره‌چای به وجود می‌آورد. سد نازلوچای در ۲۵ کیلومتری شمال غربی شهر ارومیه بر روی رودخانه اصلی است. از آب تنظیم شده توسط این سد برای آبیاری حدود ۴۵۵۰۰ هکتار اراضی دشت‌های نازلو، روضه، کهریز و قوشچی و همچنین تأمین آب مورد نیاز صنعت و شرب شهرک‌های بخش شمالی دشت ارومیه و نهایتاً جلوگیری از خسارت سیل، استفاده خواهد شد.

۲- مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر به منظور تخصیص منابع آب مورد نیاز برای انواع مصارف، از نرم‌افزار شبیه‌سازی Ribasim استفاده شده است. Ribasim یک مدل عمومی برای شبیه‌سازی رفتار حوضه رودخانه در شرایط متفاوت هیدرولوژیکی است. مدل ابزاری جامع و انعطاف پذیر است که بین آب ورودی به حوضه در مکان‌های متفاوت و مصارف گوناگون از آن در حوضه ارتباط ایجاد می‌کند. Ribasim توسط شرکت دلفت هیدرولیک در چندین پروژه گسترش یافت. کشورهایی که این مدل در آن‌ها بکار رفته

رواناب بر پوشش گیاهی و اکوسیستم، ۳-استقرار ارزیابی منابع آب در کل حوضه رودخانه (Toshiharu Kojiri, 2008). کشورهای در حال توسعه در رابطه با مدیریت منابع آب با سه چالش روبرو هستند؛ اول اینکه بسیاری از سازه‌های آبی موجود در این کشورها نسبت به شرایط آب و هوایی این کشورها کمتر است، بنابراین اولویت دادن به توسعه سازه‌های آبی به دنبال بهترین تجارب در خصوص جنبه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و چشم انداز محیطی، احساس می‌گردد. دومین چالش سرمایه‌گذاری زیاد و توأم در راه‌حل‌های مدیریتی غیرساختاری است. بیشتر کشورهای در حال توسعه این چالش را درک کرده‌اند. آخرین چالش تشدید تغییرات اقلیمی است، در بیشتر موارد، ناهماهنگی‌های مذکور بین نیازهای انسان و الگوهای هیدرولوژیکی طبیعی، باعث ایجاد یک بسته یکپارچه از ابزارهای ساختاری و غیر ساختاری که ضروری‌تر نیز هستند، می‌شوند).

(Philippe Gourbesville, 2008)

کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط خاص آب و هوایی، بیش از هر زمان دیگر به اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های آبریز نیازمند است. در طی دو دهه اخیر، فشارهای وارده بر منابع طبیعی حوضه دریاچه ارومیه، به دنبال فعالیت‌های گسترده انسانی، افزایش یافته است. فعالیت‌هایی چون توسعه غیرپایدار کشاورزی، استفاده بیش از حد از منابع آب (بیش از توان تجدیدشوندگی)، احداث جاده روی دریاچه باعث تغییر شرایط طبیعی منطقه شده است و جدای از آن وقوع دوره‌های خشکسالی در منطقه نیز به هر چه وخیم‌تر شدن شرایط موجود کمک کرده است. این شرایط باعث تخریب محیط زیست منطقه گشته است،

بخش‌های مختلف؛ کشاورزی، شرب و صنعت، حداقل جریان رودخانه‌ها، حداقل نیاز دریاچه ارومیه، مشخص شده و با توجه به متدلوژی و فرضیات، شبیه‌سازی برای زیرحوضه و در نهایت بر اساس تعریف سناریوهای مختلف، تحلیل سناریوها ارائه می‌گردد.

تحلیل سناریوها یا ارزیابی رویکردهای تخصیص منابع آب حوضه دریاچه ارومیه، می‌تواند در برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع آب کمک شایانی نماید. بخش مهم این سیستم، برنامه‌ریزی بهم پیوسته منابع آب است که در آن منابع و مصارف برای مناطق مختلف و شرایط زمانی مختلف در نرم افزار Ribasim شبیه‌سازی شده و سناریوهای کاربردی مختلف با تأثیرات اقتصادی-اجتماعی و اکولوژیکی آنها در مناطق مختلف ارزیابی می‌گردد.

قبل از پرداختن به شرایط آبی لازم است به اختصار وضعیت موجود منطقه از نظر منابع آب (سطحی و زیر زمینی)، نیاز آبی بخش‌های مختلف، وسعت اراضی تحت کشت تشریح گردد. منابع آب سطحی در محدوده مورد بررسی، شامل آب رودخانه‌های نازلو، روضه و مسیل کهریز می‌شود که مجموع آبدهی آنها ۴۵۸.۹۴ میلیون متر مکعب است. سفره آب زیرزمینی در منطقه نازلو و روضه شامل سفره آزاد و سفره‌های تحت فشار است که مقدار آن برای شرایط موجود ۲۵۰ میلیون متر مکعب در نظر گرفته شده است. نیازهای آبی منطقه نیز شامل نیاز شرب و کشاورزی است. نیاز شرب منطقه در شرایط موجود از محل آب‌های زیر زمینی تأمین می‌شود. نیاز آبی اراضی کشاورزی که شامل اراضی حوضه رودخانه نازلو، روضه و قوشچی-کهریز است جمعاً به وسعت ۳۱۲۴۰ هکتار است که از دو منبع آب‌های زیرزمینی و

عبارتند از هلند، یونان، ایتالیا، پرتغال، چین، ایران، آرژانتین، کانادا، اندونزی، مصر، مالزی، هند و جمهوری‌های آسیای مرکزی (حوضه دریای آرال) و... در بسیاری از این کشورها سازمان‌های ملی به طور پیوسته از این مدل استفاده می‌کنند. تنوع کاربردها باعث شده که این مدل، به یک مدل فراگیر و جامع تبدیل گردد. عناصر مدل سازی (مثل عملکرد سد، استفاده آب برای آبیاری، نیاز حداقل جریان و...) می‌تواند از لیست گزینه‌ها که به آسانی به گزینه‌های بیشتری بسط داده می‌شوند، انتخاب شوند. انواع تجزیه و تحلیل‌هایی که توسط مدل انجام می‌شود عبارتند از:

- ارزیابی محدودیت‌های منابع و یا توان بالقوه برای توسعه در منطقه یا حوضه

- ارزیابی اندازه گیری‌ها جهت اصلاح موقعیت ذخیره آب

- ارزیابی سرچشمه آب برای هر موقعیت در حوضه رودخانه به عنوان اولین مرحله به سوی آنالیز کیفی آب.

Ribasim ذاتاً یک مدل بیلان آب است. در هر سری زمانی در طی دو مرحله محاسبه بیلان آب انجام می‌شود:

- مرحله تقاضا: تعیین همه متقاضیان آب

- مرحله تخصیص آب (مرحله ذخیره) (Wil van der Krogt, 2004)

در این نرم‌افزار، منابع و مصارف به صورت گره‌هایی ترسیم و ارتباط بین آنها به وسیله خطوطی تعریف می‌گردد. سپس با توجه به دوره زمانی مورد بررسی (۱۳۸۰-۱۳۴۷)، اطلاعات مربوط به منابع آب (آبدهی رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی و بارندگی) و نیز تلفات (تبخیر) تکمیل و تطویل می‌گردد. مصارف آب نیز در

آب‌های سطحی (روضه چای و نازلو چای) تأمین می‌گردد. جدول ۱ توزیع ماهانه نیازهای مختلف را در

جدول ۱: توزیع ماهانه نیازهای شرب و کشاورزی در زیر حوضه نازلو چای در شرایط موجود (میلیون متر مکعب)

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
۱۳۷	۱۰۶	۲	۲۰۲	۲۰۳۵	۲۰۱۵	۱۰۵۶	۱۰۲۲	۱۰۰۸	۱۰۰۸	۰۰۹۳	۱۰۰۸	۱۸۰۵۸
۴۹۶۶۸	۷۸۳۵	۹۴۸۹	۷۲۰۹	۴۲۰۵	۳۱۰۹۸	۱۷۰۰۸	۲۰۳۸	۰	۰	۰	۰	۳۸۹۰۳۱
۵۰۴۶	۹۰۶	۱۸۰۵۷	۲۲۰۷۱	۱۹۰۴۶	۱۲۰۵۵	۴۰۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۹۳۰۰۷
۱۰۷۴	۳۰۲۸	۷۰۶۷	۹۰۶۱	۸۰۲۳	۵۰۳۲	۱۰۹۸	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷۰۸۳

۱-۲- شبیه سازی مدل در شرایط آبی

منابع آب‌های سطحی در شرایط آبی، شامل بهره‌برداری از سد نازلو است. بهره‌برداری از این سد با هدف توسعه بهره‌برداری کشاورزی بوده است. توسعه و بهبود اراضی کشاورزی در این زیرحوضه بالغ بر ۴۵۵۰۰ هکتار و نیاز آبی آن بالغ بر ۵۴۷ میلیون متر مکعب برآورد شده است. نیاز شرب این حوضه نیز برای شرایط آبی ۳۸ میلیون متر مکعب تخمین زده شده که از طریق سد نازلو تأمین می‌گردد. در ادامه موارد فوق به تفصیل تشریح می‌گردد.

۱-۱-۲- مدل‌سازی منابع آب در شرایط آبی

منابع آب سطحی: در محدوده مورد بررسی، علاوه بر آب رودخانه‌های نازلو و روضه و مسیل کهریز، منابع آب سطحی دیگری نیز در این زیرحوضه مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از: مسیل خانقاه سرخ و مسیل نازلو، زه‌کش‌های قره‌سو، دره‌عربلو، قره‌قبی و مسیل‌های آغ‌بره، جمال‌آباد و قوشچی.

بر روی دو رودخانه روضه و نازلو در بالادست دو ایستگاه آب‌سنجی تپیک و کلهور قرار دارد. همچنین

آبدهی ایستگاه تپیک بر روی رودخانه نازلو به عنوان ورودی به سد در نظر گرفته شده است. در پایین دست رودخانه نیز آبدهی ایستگاه آباچالو سفلی بر روی نازلوچای و ایستگاه پل‌ازبک بر روی روضه‌چای به عنوان ورودی به دریاچه در نظر گرفته شده است. در شکل ۱ موقعیت محل سد نازلو و ایستگاه‌های هیدرومتری و بارندگی در این زیرحوضه نشان داده شده است. براساس آمار ۳۵ ساله میزان کلی آب ورودی به سد نازلو چای حدود ۴۱۵/۳۲ میلیون متر مکعب است.

منابع آب زیرزمینی: سفره آب زیرزمینی در منطقه نازلو و روضه شامل سفره آزاد و سفره‌های تحت فشار است. لازم به ذکر است که آبخوان کل دشت ارومیه از یک منبع آب زیرزمینی پیوسته به وجود آمده و منطقه مورد مطالعه دشت نازلو و روضه فقط نیمه شمالی این دشت را شامل می‌شود. بنا بر گزارش مهندسیین مشاور آبساران، پتانسیل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بین ۲۸۰ تا ۳۰۰ میلیون متر مکعب در سال است که رقم قابل اطمینان بین ۲۴۰ تا ۲۵۰ میلیون متر مکعب در سال برای شرایط آبی برآورد

فصول سال، از منابع آب زیرزمینی جهت تأمین آب استفاده می‌شود.

بارش: میزان بارش به طور متوسط در محل سد نازلوچای ۳۹۶/۸ میلی‌متر است که توزیع ماهانه آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

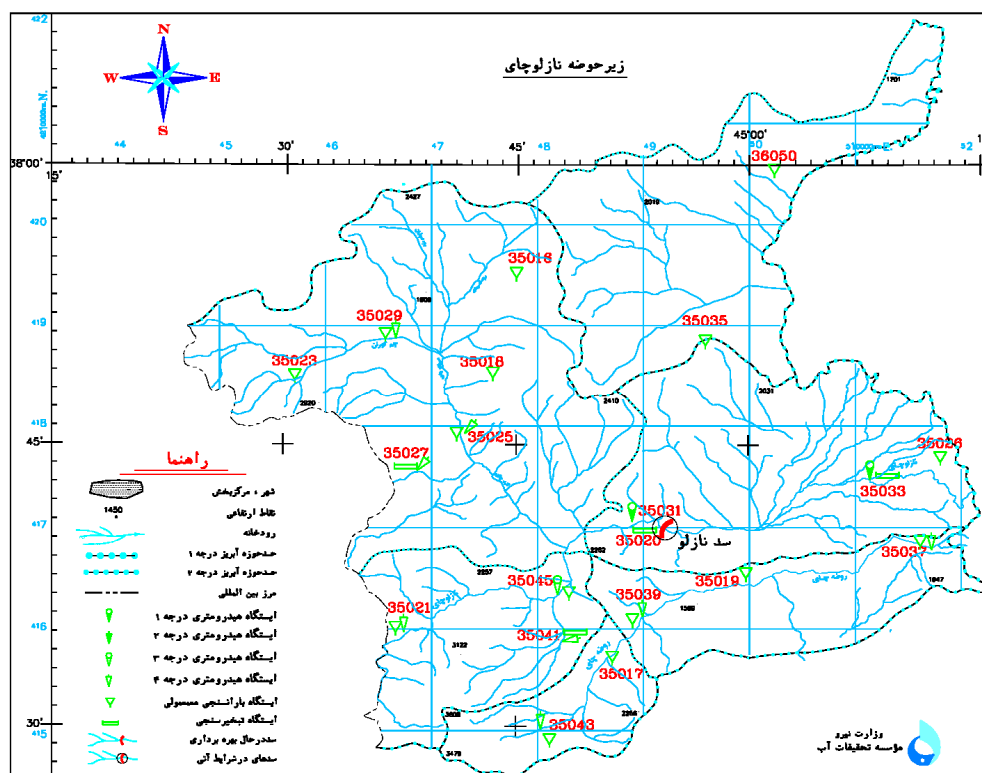
گردید، که جهت مصارف کشاورزی است. کلیه چاه‌های مورد استفاده در قسمت پایین‌دست سد به خصوص در نزدیکی ورودی رودخانه به دریاچه ارومیه واقع شده‌اند. در حوضه نازلوچای از آب سطحی تنها در فصل بهار استفاده می‌گردد و در بقیه

جدول ۲ توزیع ماهانه بارش و تبخیر در محل سد مخزنی نازلو (میلی‌متر)

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
بارش	۷۳.۶	۶۸.۸	۲۷.۶	۸.۷	۲.۷	۶.۲	۲۵.۳	۴۲.۹	۳۳.۷	۲۷.۹	۲۹.۴	۵۰.۰	۳۹۶.۸
تبخیر	۷۳.۴	۱۰۸.۸	۱۴۸.۸	۱۷۶.۵	۱۸۰.۲۱	۱۴۶.۵	۹۳.۳	۴۴.۷	۱۱.۴	۱.۲	۱.۰	۱۶.۶	۱۰۰۲.۴

ماه با ۱۸۰/۲۱ میلی‌متر بیشترین میزان تبخیر را در طول سال داشته و فصل تابستان نیز بیشترین میزان تبخیر از تبخیر سالانه را به خود اختصاص می‌دهد.

تلفات سیستم (تبخیر): میزان تبخیر سالانه در محل سد براساس گزارش برنامه ریزی منابع آب مهندسی مشاور آبساران (۱۳۷۹) ۱۰۰۲/۴ میلی‌متر برآورد شده است که توزیع ماهانه آن نیز در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مرداد



شکل ۱- موقعیت سد مخزنی نازلو و ایستگاه‌های هیدرومتری و هواشناسی در زیرحوضه نازلوچای

که در این گزارش افق زمانی آینده سال ۱۴۰۰ شمسی در نظر گرفته شده است.

نیاز آب کشاورزی: یکی از نیازهای آبی اصلی منطقه نیاز آب کشاورزی است. در شرایط آبی پیش‌بینی می‌شود با احداث سد، ۴۵۵۰۰ هکتار تحت پوشش سد قرار گیرد. همچنین در بالادست سد اراضی سرو و گنبد با وسعت ۵۲۲۰ هکتار و نیاز ۳۴.۴ میلیون متر مکعب وجود دارد که به روش تحت فشار، آبیاری خواهد شد. جدول ۳ توزیع ماهانه نیازهای کشاورزی این اراضی را نشان می‌دهد.

جدول ۳ توزیع ماهانه نیاز آب شرب - صنعت و کشاورزی (میلیون متر مکعب)

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
شرب	۲.۸	۳.۲	۴.۱	۴.۵	۴.۸	۴.۴	۳.۲	۲.۵	۲.۲	۲.۲	۱.۹	۲.۲	۳۸
اراضی شبکه	۱۰.۴۶	۴۸.۴۸	۱۰۲.۹۱	۱۳۲.۷۳	۱۲۴.۷۵	۷۷.۰۶	۱۲.۰۷	۴.۱۶	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۵۱۲.۶
اراضی سرو و گنبد	۱.۱۸	۳.۸۷	۶.۸۲	۷.۱۹	۸.۰۳	۵.۶۶	۱.۵۱	۰.۱۴	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۳۴.۴

۲-۱-۲- مدل‌سازی نیاز آبی در شرایط آبی نیازهای آبی منطقه مشتمل بر سه نوع نیاز است که عبارتند از: نیاز آب شرب و صنعت، نیاز آب بخش کشاورزی و نیاز محیط زیست:

نیاز آب شرب و صنعت: رودخانه نازلو عمده‌ترین منبع تأمین نیاز آب شرب حوضه نازلوچای بوده و است که با احداث سد مخزنی نازلو جریان موجود تنظیم گردیده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیاز صنعت این منطقه نیز از سد نازلو تأمین می‌گردد. توزیع ماهانه نیاز آب شرب و صنعت در شرایط آینده به شرح مندرج در جدول ۳ است. لازم به ذکر است

نیاز محیط زیست: در حوضه نازلوچای بر طبق گزارش سیمای طرح سد نازلو (مهندسین مشاور آبساران) ۱۶ میلیون متر مکعب نیاز سالانه زیست‌محیطی با توزیع یکنواخت برای ماه‌های مختلف در نظر گرفته شده است.

۲-۱-۳- مشخصات سازه‌ای سیستم در شرایط آبی در حوضه مورد مطالعه یک سد مخزنی، یک بند انحرافی و دو کانال آبیاری و زهکشی وجود دارد که به مشخصات آن‌ها در زیر اشاره خواهد شد.

سد مخزنی نازلو: سد مخزنی نازلو در ۲۵ کیلومتری شمال غربی شهر ارومیه واقع شده است. عملیات

اجرای این سد با هدف بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک منطقه از طریق مهار و تنظیم آب رودخانه نازلو و استفاده از آب تنظیم شده برای آبیاری حدود ۴۵۵۰۰ هکتار اراضی دشت‌های نازلو، روضه، کهریز و قوشچی و همچنین تأمین آب موردنیاز صنعت و شرب شهرک‌های بخش شمالی دشت ارومیه و نهایتاً جلوگیری از خسارت سیل است. سد نازلوچای در رقوم نرمال ۱۴۹۲ متر از سطح دریا دارای حجم ۱۷۰ میلیون متر مکعب است. مشخصات کلی سد نازلو در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: مشخصات کلی سد مخزنی نازلو

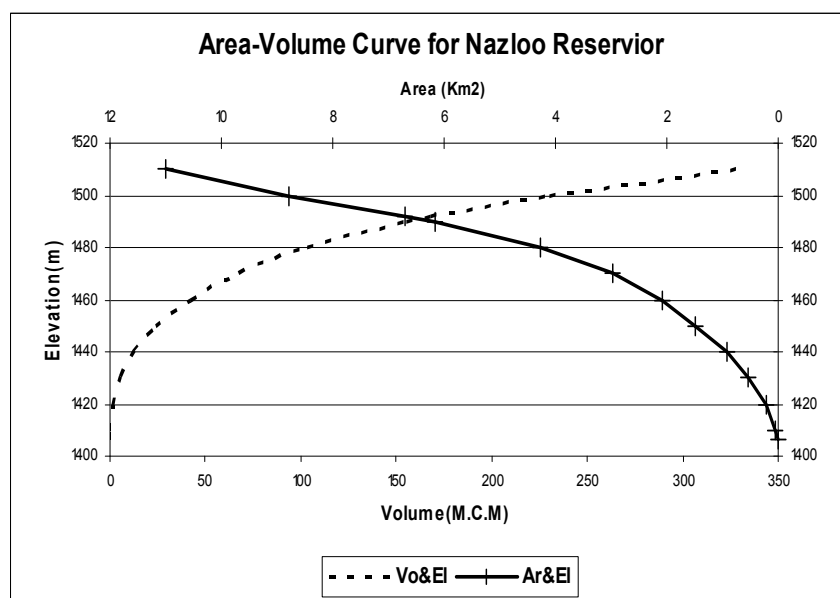
۱۴۲۵	تراز غیر فعال (متر از سطح دریا)	۹۴/۵	ارتفاع سد از بستر (متر)
۲۵	حجم غیر فعال (میلیون متر مکعب)	۴۲۰	طول تاج (متر)
۰/۴	سطح غیر فعال (کیلومتر مربع)	۱۲	عرض تاج (متر)
۰/۵	رسوب سالیانه (میلیون متر مکعب)	۱۷۰	حجم نرمال (میلیون متر مکعب)
۷۴۵	سیلاب ۱۰۰۰ ساله (متر مکعب بر ثانیه)	۱۴۹۲	تراز نرمال (متر از سطح دریا)
۱۱۴۵	سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله (متر مکعب بر ثانیه)	۴/۵۲	سطح نرمال (کیلومتر مربع)
		حجم تنظیمی سد ۲۷۳ (میلیون متر مکعب)	

بند انحرافی و کانال‌های آبیاری: در پایین‌دست سد نازلو، یک بند انحرافی وجود دارد که آب تنظیمی سد مخزنی از طریق آن به درون کانال‌های آبیاری شبکه انحراف می‌یابد. جهت انتقال آب به مزارع در شرایط طرح، در شبکه آبیاری و زهکشی دو کانال انتقال آب وجود دارد. ظرفیت کانال سمت راست ۱۵/۲ و ظرفیت کانال سمت چپ ۲۰/۵ متر مکعب بر ثانیه است.

مطابق اطلاعات فوق سد نازلو در رقوم تاج سرریز ۱۴۹۲ دارای حجم ۱۷۰ میلیون متر مکعب بوده و حجم آن در رقوم حداقل بهره‌برداری ۱۴۲۵ برابر ۲۵ میلیون متر مکعب است. ضمناً تخلیه کننده تحتانی نیز در رقوم ۱۴۲۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. مشخصات هندسی سد نازلو نیز در جدول ۵ ذکر گردیده است. همچنین شکل ۲ منحنی سطح-حجم-ارتفاع سد نازلو را نشان می‌دهد.

جدول ۵- رابطه سطح، حجم با ارتفاع مخزن سد نازلو چای در شرایط طرح

تراز (متر از سطح دریا)	سطح (کیلومتر مربع)	حجم (میلیون متر مکعب)
۱۴۰۶	—	—
۱۴۱۰	۰/۰۶۷	۰/۱۳۴
۱۴۲۰	۰/۲۲۳	۱/۵۰۹
۱۴۳۰	۰/۵۵۴	۵/۲۷۱
۱۴۴۰	۰/۹۲۴	۱۲/۵۸۲
۱۴۵۰	۱/۴۹۴	۲۴/۵۵۹
۱۴۶۰	۲/۰۹۱	۴۲/۴۰۰
۱۴۷۰	۲/۹۶۰	۶۷/۵۳۰
۱۴۸۰	۴/۳۶۱	۱۰۳/۴۳۸
۱۴۹۰	۶/۱۷۳	۱۵۵/۳۱۳
۱۴۹۲	۶/۶۹۲	۱۶۸/۱۷۴
۱۵۰۰	۸/۷۸۸	۲۲۹/۹۰۵
۱۵۱۰	۱۰/۹۹۳	۳۲۸/۶۰۴



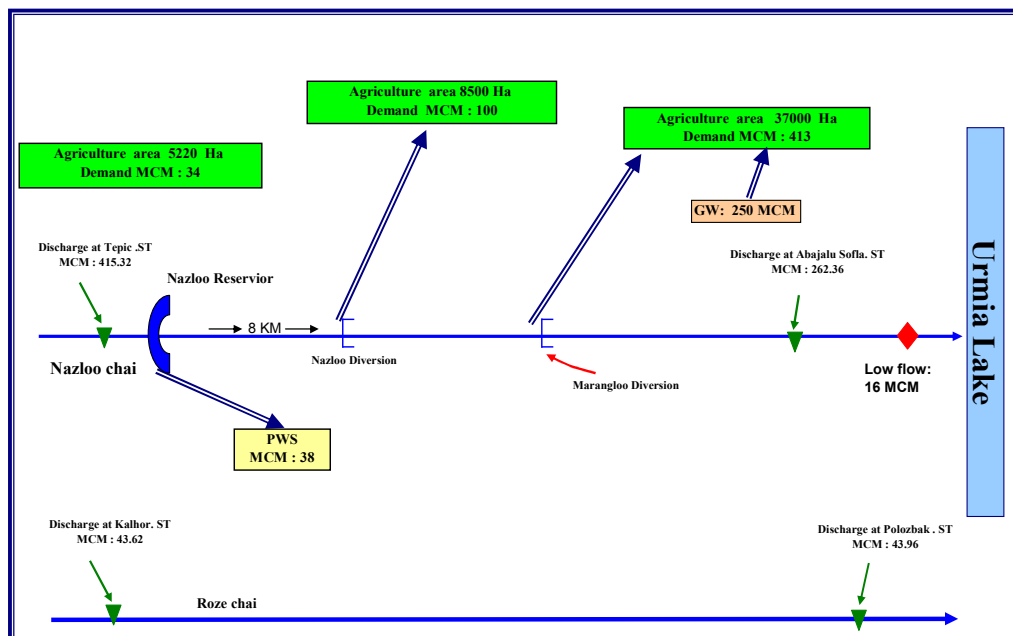
شکل ۲: منحنی سطح - حجم - ارتفاع سد نازلو در شرایط آتی

۴-۱-۲- مدل مفهومی در شرایط آتی

بنا بر تعریف، مجموعه‌ای از عوامل مختلف که بر اساس اهداف پیش‌بینی شده وظیفه و عملکرد مشخصی را دارا هستند، سیستم نامیده می‌شود. وظایف تخصیص یافته به هر یک از این عوامل و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، براساس اهداف و سیاست‌گذاری‌های بهره‌برداری از سیستم، تعریف و تبیین می‌گردد. از این‌رو حصول به عملکردی منتهی به اهداف و سیاست‌گذاری‌های پیش‌بینی شده و در نتیجه ارزیابی نزدیک به واقعیت هر سیستم، از طریق شناخت دقیق هر یک از اجزاء تشکیل دهنده آن و به

عنوان عوامل منفرد، روابط و اثرات متقابل آن‌ها امکان‌پذیر است. تعریف هر یک از اجزاء سیستم که معرف ابعاد فیزیکی، محدودیت‌ها و امکانات آن‌ها (به عنوان عوامل منفرد) است در این بخش آورده شده است (مؤسسه تحقیقات آب، ۱۳۸۵).

مدل مفهومی حوضه در زمان آتی شامل منابع و مصارف در شرایط آتی (شکل ۳) است. سازه فعال سد در شرایط آتی "سد نازلو" است که آب تنظیمی آن برای مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و نیاز زیست‌محیطی است.



شکل ۳: پیکربندی سیستم منابع آب و خاک حوضه آبریز نازلوچای در شرایط آبی

۳- بحث و نتایج

۳-۱- تولید و آنالیز سناریوها

در این مرحله، دو سناریو برای شرایط آبی در حوضه نازلوچای در افق سال ۱۴۰۰ تعریف شده است. در شرایط آبی، از نظر سازه‌ای احداث سد نازلو در سیستم مدنظر است که به دنبال آن سطح زیر کشت و میزان نیاز شرب و صنعت با توجه به افزایش جمعیت افزایش خواهد یافت. از طرفی نیاز زیست‌محیطی نیز به سیستم اضافه می‌گردد. در مورد محاسبه کمبود، عدم تأمین نیاز بیشتر از ۴ درصد نیاز برای مصارف شرب و صنعت و عدم تأمین نیاز بیشتر از ۱۰ درصد نیاز برای مصارف کشاورزی به عنوان کمبود در برنامه در نظر گرفته شده‌اند.

در سناریوی اول با رویکرد توسعه کشاورزی، نیاز کشاورزی بر نیاز زیست‌محیطی اولویت داده شده‌است. در این سناریو اولویت اول تأمین مربوط به آب شرب و صنعت، اولویت دوم تأمین آب

کشاورزی، اولویت سوم مربوط به نیاز زیست‌محیطی است. علت انتخاب این سناریو، بررسی مقدار کاهش آب ورودی به دریاچه با اولویت قرار دادن تأمین نیاز بخش کشاورزی نسبت به نیاز زیست‌محیطی دریاچه است. در این سناریو مقادیر نیاز آبی شرب و صنعت، محیط زیست و کشاورزی و حداکثر توسعه کشاورزی (۴۵۵۰۰ هکتار)، در جدول ۶ مندرج است. نتایج بدست آمده از نظر تأمین نیاز آبی، آب ورودی به دریاچه در طول دوره شبیه‌سازی و در سال خشک (۱۳۷۸-۷۹) و نیز سال مرطوب (۱۳۷۲-۷۳) به شرح مندرج در جداول ۶ و ۷ است.

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، میزان آب ورودی به دریاچه در سال خشک و تر به ترتیب ۱۰۸/۱۹ و ۶۰۴/۲۱ میلیون متر مکعب است. از طرفی در این حالت میزان کل کمبود در حدود ۲۵/۴ میلیون متر مکعب است که در نتیجه از کل نیاز آبی حدود ۹۶٪ تأمین آب شده‌است.

جدول ۶: خلاصه نتایج اجرای مدل در شرایط آبی در زیرحوضه نازلو و روضه‌چای (سناریوی اول)

نوع نیاز	نام منطقه	مقدار نیاز (میلیون متر مکعب)	مقدار کمبود (میلیون متر مکعب)	درصد تأمین درصد مواقع موفقیت در تأمین نیاز
کشاورزی	اراضی کشاورزی نازلو-کهریز	۴۱۲.۶	۱۲.۵۵	۹۶.۹۵
	اراضی کشاورزی نازلو-قوشچی	۹۹.۹۲	۵.۹	۹۴.۰۹
	اراضی کشاورزی سرو-گنبد	۳۴.۳۸	۶.۴۳	۸۱.۳
شرب و صنعت	شرب و صنعت	۳۸	۰.۲۶	۹۹.۳۸
حداقل جریان رودخانه	نازلو چای	۱۵.۷۸	۰.۰۰	۱۰۰
مجموع		۶۰۰.۶۸	۲۵.۱۴	-
در این حالت آب ورودی به دریاچه حدود ۲۳۷.۲۹ میلیون متر مکعب است				

جدول ۷: آب ورودی به دریاچه در دوره‌های خشک و تر در سناریوی ۱ (متر مکعب بر ثانیه)

سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
سال مرطوب	۱.۵۳	۲.۱۱	۴.۵۶	۱۲.۹۶	۱۰.۳۴	۱۴.۹۹	۶۱.۹۷	۶۷.۹۱	۲۲.۸	۱۲.۵۴	۱۱.۲۵	۶.۹۵	۱۹.۱۶
سال خشک	۰.۹۳	۰.۷۱	۳.۹	۰.۹	۰.۹	۱.۰۷	۰.۷۸	۶.۴۰	۷.۷۳	۹.۹۸	۹.۲۳	۴.۳۸	۴.۴۴

بخش‌های مختلف نیاز، کمتر از مقداری است که در مدل به عنوان کمبود در برنامه در نظر گرفته شده است. (۴٪ کمبود برای نیاز شرب و ۱۰٪ برای کمبود در بخش کشاورزی).

همچنین مقایسه‌ای بین نیازها و کمبودهای آن‌ها در شرایط متفاوت درازمدت، خشک و تر صورت گرفته است که شرح آن در جدول ۸ است. با دقت در جداول ۶ و ۸ ملاحظه می‌گردد میزان کمبود در

جدول ۸: مقایسه بین نیازها و کمبودها در درازمدت، سال مرطوب و سال خشک (سناریوی ۱)

سناریوی ۱	درصد کمبود کشاورزی	درصد کمبود شرب و صنعت	درصد کمبود نیاز زیست‌محیطی رودخانه
متوسط	۴.۴۴	۱.۳۴	۰.۰۵
سال خشک	۵.۱۳	۰.۰	۰.۰
سال مرطوب	۰.۰	۰.۰	۰.۰

سال مرطوب (۷۳-۱۳۷۲) در جدول ۱۰ مندرج است. همچنین مقایسه‌ای بین نیازها و کمبودهای آن‌ها در شرایط متفاوت درازمدت، خشک و تر صورت گرفته است که شرح آن در جدول ۱۱ است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، در این سناریو نسبت به سناریوی قبلی در بخش تأمین نیازها تفاوت چندانی مشاهده نمی‌گردد، تنها میزان کمبود در بخش کشاورزی نسبت به سناریوی قبلی اندکی کاهش یافته

در سناریوی زیست‌محیطی (سناریوی دوم)، اولویت اول تأمین مربوط به آب شرب و صنعت، اولویت دوم نیاز آبی زیست‌محیطی و پرورش آبزیان و اولویت سوم تأمین آب کشاورزی است. در این سناریو نیاز محیط زیست نسبت به سناریو قبل در اولویت بالاتری قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از نظر تأمین نیاز آبی در جدول ۹ و میزان آب ورودی به دریاچه در طول دوره شبیه‌سازی، سال خشک (۷۹-۱۳۷۸) و نیز

کشاورزی قرار گرفته لذا میزان آب ورودی به دریاچه در این سناریو بیشتر از سناریوی ۱ بوده است. میزان آب ورودی به دریاچه در این سناریو در سال خشک و تر به ترتیب ۱۲۹.۷۱ و ۶۰۶.۵۳ میلیون متر مکعب است.

است. علت این کاهش کمبود هم مربوط به قرار گرفتن گره محیط زیست در انتهای مدل است که علیرغم اولویت بالاتر نیاز محیط زیست نسبت به نیاز کشاورزی، با وجود این مدل نیاز کشاورزی را هم مرتفع نموده است. با توجه به اینکه تأمین نیاز زیست محیطی رودخانه در اولویت بالاتری نسبت به بخش

جدول ۹: خلاصه نتایج اجرای مدل در شرایط آبی در زیرحوضه نازلو و روضه چای (سناریوی ۲)

درصد مواقع موفقیت در تأمین نیاز	درصد تأمین	مقدار کمبود (میلیون متر مکعب)	مقدار نیاز (میلیون متر مکعب)	نام منطقه	نوع نیاز
۹۴.۶	۹۷.۱۹	۱۱.۵۸	۴۱۲.۶	اراضی کشاورزی نازلو-کهریز	کشاورزی
۹۳.۹	۹۳.۷۱	۶.۲۸	۹۹.۹۲	اراضی کشاورزی نازلو-قوشچی	
۸۵.۵	۸۱.۰۳	۶.۵۲	۳۴.۳۸	اراضی کشاورزی سرو-گنبد	
۹۸.۳	۹۸.۷۳	۰.۴۸	۳۷.۹۸	شرب و صنعت	شرب و صنعت
۱۰۰	۱۰۰	۰.۰	۱۵.۷۸	نازلو چای	حداقل جریان رودخانه
-	-	۲۴۸۶	۶۰۰.۶۸	مجموع	

در این حالت آب ورودی به دریاچه حدود ۳۰۱.۱۵ میلیون متر مکعب است.

جدول ۱۰: آب ورودی به دریاچه در دوره های خشک و تر در سناریوی ۲ (متر مکعب بر ثانیه)

سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
سال مرطوب	۱.۲	۱.۹۳	۵.۴	۱۲.۹۶	۱۰.۳۴	۱۴.۹۹	۶۲.۱۰	۶۸.۳۹	۲۳.۳۱	۱۱.۹۷	۱۱.۲۵	۶.۹۵	۱۹.۲۳
سال خشک	۱.۱۲	۰.۵۷	۰.۹۳	۰.۹	۰.۹	۱.۰۷	۰.۹۴	۴.۳۷	۹.۲۳	۱۱.۹۷	۱۱.۲۵	۶.۰۷	۴.۱۱

جدول ۱۱: مقایسه بین نیازها و کمبودها در درازمدت، سال مرطوب و سال خشک (سناریوی ۲)

سناریوی ۲	درصد کمبود کشاورزی	درصد کمبود شرب و صنعت	درصد کمبود حداقل جریان رودخانه
متوسط	۵۴۶.۹	۳۸	۱۵.۷۸
	۴.۴۵	۱.۲	۰.۰
سال خشک	۵۴۶.۹	۳۸	۱۵.۷۸
	۵.۲۴	۰.۰	۰.۰
سال مرطوب	۵۴۶.۹	۳۸	۱۵.۷۸
	۰.۰	۰.۰	۰.۰

۳-۲- بهره برداری بهینه از سد زیرحوضه نازلو چای

در مورد سد نازلو برای تأمین بهینه مصارف شرب و صنعت، کشاورزی و زیست‌محیطی تراز مناسب برای نگهداری مطمئن آب، ۱۴۶۵ متر تعیین گردید، یعنی به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی گردید که تا این تراز آب داخل مخزن به‌صورت ذخیره وجود داشته‌باشد. در جدول (۱۲) درصدهای موردنظر جهت تخصیص بهینه در مواقع خشکسالی که در این مطالعه بکار گرفته‌شده، نشان داده شده است.

جدول ۱۲: نحوه رهاسازی از مخزن براساس نیاز در

مواقع خشکسالی

رهاسازی (درصدی از نیاز) %	اولویت تخصیص آب
۱۰۰	۱. نیاز شرب و صنعت
۸۰	۲. نیاز کشاورزی
۶۰	۳. نیاز آبی‌پروری و محیط زیست

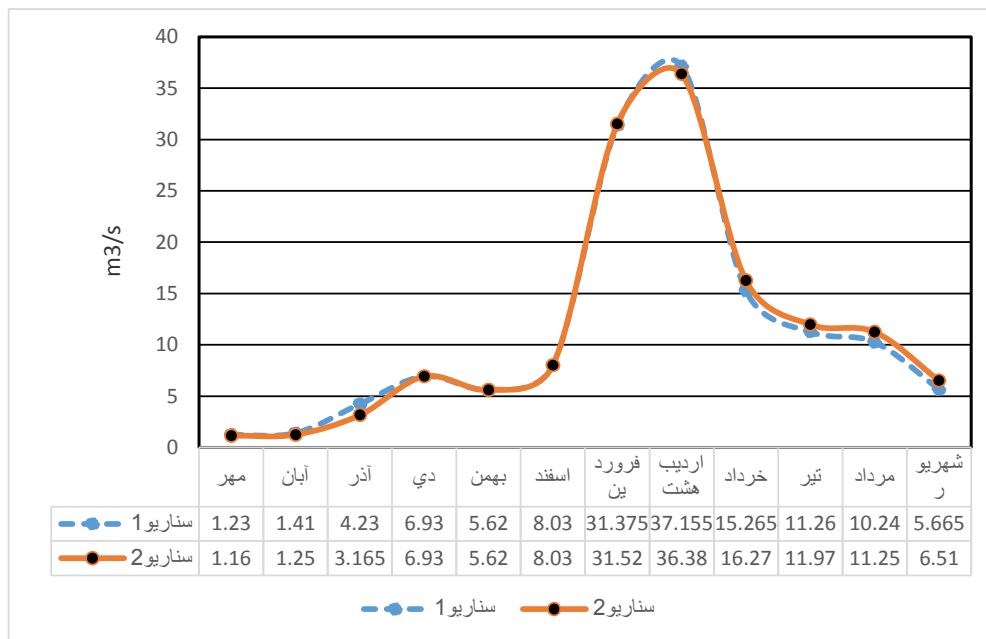
بر اساس جدول فوق در مواقع کم‌آبی ۱۰۰٪ نیاز شرب و صنعت، ۸۰٪ نیاز کشاورزی و ۶۰٪ نیاز آبی‌پروری و محیط زیست تأمین می‌گردد. با شرایط فوق‌الذکر و مقادیر آب تنظیم شده سد نازلو به میزان ۲۷۳ میلیون متر مکعب در سال در طول دوره آماری، جریان‌های ماهانه، فصلی و سالانه خروجی از سدها در سال‌های مختلف، از خروجی برنامه RIBASIM قابل پیش‌بینی و استخراج هستند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود این نرم افزار با درنظر گرفتن ورودی به سیستم، سازه‌های موجود و آبی و تقاضای آب در بخش‌های مختلف، رفتار حوضه را شبیه‌سازی نموده و تصمیم‌گیران را درخصوص اتخاذ بهترین تصمیم در جهت تغییر و یا بهتر کردن شرایط موجود و نیز برنامه ریزی بهینه منابع آب در شرایط آبی، یاری می‌رساند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده، اولاً بدلیل اینکه رودخانه نازلو در پایین‌دست حوضه به شاخه‌های متعددی تقسیم می‌شود و محاسبه ورودی به دریاچه در این حالت از دقت لازم برخوردار نخواهد بود، به نظر می‌رسد احداث ایستگاه‌های هیدرومتری در بخش انتهایی رودخانه ضروری می‌نماید تا بدین وسیله مقدار واقعی آب ورودی به دریاچه با دقت بیشتری اندازه‌گیری شود. ثانیاً از آنجاییکه که حیات دریاچه ارومیه به دلایل متعدد از جمله افزایش سطح زیر کشت و احداث سد طی دو دهه گذشته در معرض تهدید جدی قرار گرفته است، سناریوهایی همچون سناریوی ۱ که نیاز کشاورزی را در اولویت بالاتری نسبت به نیاز دریاچه قرار می‌دهند، و با توجه به سیاست‌های کلان که بدنبال احیای دریاچه ارومیه هستند، قابل اجرا نخواهند بود. با توجه به مطالب ذکر شده، مقدار آب ورودی به دریاچه در شرایط کنونی از اهمیت بسزایی برخوردار است، لذا سناریوی دوم بایستی عملیاتی شود. نمودار ۱ مقدار آب ورودی به دریاچه را در دو سناریوی فوق نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در فصول پاییز و زمستان اختلاف چندانی بین دو سناریو وجود ندارد تنها در اواخر فصل بهار و فصل تابستان است که بدلیل افزایش نیاز به آب در بخش‌های مختلف بویژه کشاورزی، در میزان آب ورودی به دریاچه اختلافاتی بین دو سناریو ملاحظه می‌گردد. ثالثاً با مقایسه دو جدول ۶ و ۹ که مقدار نیازها و کمبودها، درصد تأمین آنها و درصد مواقع موفقیت در تأمین نیاز را پس از اجرای مدل در دو سناریو نشان می‌دهد، ملاحظه می‌گردد سناریوی دو در تأمین نیازها موفق تر عمل کرده است. در پایان ذکر این مطلب ضروری است که بهترین نتیجه زمانی حاصل

می شود که مقدار مشخصی آب به صورت مطمئن در سد منظور گردد.



نمودار ۱: مقدار آب ورودی به دریاچه ی ارومیه پس از اجرای مدل در دو سناریو

نازلو، جلد پنجم، فصل هفتم، بخش دوم و سوم کشاورزی وضع موجود و توسعه کشاورزی، تهران.

مهندسین مشاور آساران، تیرماه ۱۳۷۵، مطالعات تکمیلی مرحله اول اراضی آبخور رودخانه نازلو، تهران.

مهندسین مشاور آساران، آبان ۱۳۷۳، مطالعات تکمیلی مرحله اول اراضی آبخور رودخانه نازلو، فصل نهم، زهکشی و اصلاح اراضی، پیوست جلد هفتم - آلبوم نقشه ها، تهران.

مهندسین مشاور آساران، خرداد ۱۳۷۲، مطالعات تکمیلی مرحله اول اراضی آبخور رودخانه نازلو، جلد ششم، فصل هشتم وضع موجود آبیاری، تهران.

مهندسین مشاور آساران خرداد ۱۳۷۲، مطالعات تکمیلی مرحله اول اراضی آبخور رودخانه

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از نتایج پروژه "مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه دریاچه ارومیه" است که مجری آن موسسه تحقیقات آب و کارفرما شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان غربی است که این پروژه در سال ۱۳۸۵ به اتمام رسیده است. زیر حوضه نازلو چای از جمله حوضه هایی است که کار شبیه سازی آن توسط نگارندگان مقاله انجام گرفته است. بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از کارفرما و مجری محترم ابراز می نمایم.

منابع

مهندسین مشاور آساران، بهمن ۱۳۷۲، مطالعات تکمیلی مرحله اول - اراضی آبخور رودخانه

- Concept to Practice, Physics and Chemistry of the Earth.vol 33: Issues 8–13, 609–613
H.H.G. Savenije, P. Van der Zaag.(2008).Integrated water resources management: Concepts and issues, Physics and Chemistry of the Earth.vol 33: Issue 5, 290-297
- Philippe Gourbesville. (2008) . Challenges for integrated water resources management , Physics and Chemistry of the Earth.vol 33: Issue 5, 284–289
- Toshiharu Kojiri. (2008). Importance and necessity of integrated river basin management, Physics and Chemistry of the Earth.vol 33: Issue 5, 278–283
- Wil N.M. van der Krogt.(2004).Technical Reference Manual, Delft Hydraulics ,
- Wil N.M. van der Krogt.(2004).NETTER User's Manual, Delft Hydraulics,
- Wil N.M. van der Krogt.(2004).User Manual, Delft Hydraulics
- Wil N.M. van der Krogt .(1998).Case Analysis Tool 1User manual, Delft Hydraulics,
- نازلو، جلد ششم، فصل هشتم وضع موجود آبیاری، تهران.
- مهندسین مشاور آبساران اردیبهشت ۱۳۸۲، مطالعات مرحله دوم سد مخزنی نازلو، خلاصه اطلاعات و سیمای طرح، تهران.
- Cecilia Ferreyra, Rob C. de Loe , Reid D. Kreutzwiser. (2008). Imagined communities, contested watersheds: Challenges to integrated water resources management in agricultural areas, Journal of Rural Studies.vol 24, Issue 3, 304-321
- D.J.Merrey.(2008).Is normative integrated water resources management implementable?Charting a practical course with lessons from Southern Africa, Physics and Chemistry of the Earth.vol 33: 899–905
- Dominic Mazvimavi, Zvikomborero Hoko, Lewis Jonker, Innocent Nhapi, Aidan Senzanje.(2008).Integrated Water Resources Management (IWRM) From