

بررسی آسیب پذیری نیازهای آبی داخلی در اثر توسعه بالادست حوضه آبریز مرزی هیرمند

سارا فکوری^{۱*}، مجتبی شوریان^۲، علی مریدی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی

۲- استادیار عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی

۳- استادیار عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی

* sara.fakouri@yahoo.com

ارسال: دی ماه ۹۷ پذیرش: بهمن ماه ۹۷

چکیده

رودخانه هیرمند از ارتفاعات کشور افغانستان سرچشمه گرفته و به دریاچه هامون می ریزد، بهره برداری و توسعه سدهای کجکی، دهلا و کمال خان در بالادست، جریان ورودی به ایران را کم و دریاچه هامون را خشک کرده است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر توسعه سدها در میزان آب ورودی به ایران و تامین نیازها تحت دو سناریو وضع موجود و توسعه کامل در دو دوره بلند مدت ۴۵ ساله و خشک سالی می باشد. در نظرگیری احداث سد جدید کمال خان در افغانستان از نوآوری های این پژوهش محسوب شده و از مدل شبیه سازی MODSIM استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که در وضعیت موجود ۳۹۸ میلیون مترمکعب جریان ورودی به ایران خواهد بود و با توسعه کامل در بالادست کاهشی در حدود ۹۰ میلیون مترمکعب در دوره بلندمدت و رسیدن به ورودی معادل ۵۹ هزار مترمکعب در دوره خشک سالی مشاهده خواهد شد که آسیب پذیری منطقه را به شدت افزایش می دهد.

کلمات کلیدی: حوضه های آبریز مرزی، آسیب پذیری منابع آب، برنامه ریزی تخصیص، سد کجکی، دریاچه هامون.

۱- مقدمه

بیش از ۴۵ درصد از خشکی های زمین و ۶۰ درصد از کل آب های شیرین این کره خاکی، توسط ۲۷۶ حوضه آبریز مشترک بین المللی پوشانده شده است که بین حدود ۱۴۸ کشور دنیا مشترک هستند. زندگی نزدیک به ۴۰ درصد از مردم دنیا به این رودخانه های بین المللی و منابع آب مشترک وابسته است. در واقع به علت منطبق نبودن مرزهای سیاسی با مرزهای حوضه های طبیعی اختلافات زیادی در بسیاری از کشورهای دنیا بر سر تقسیم یا بهره برداری از منابع آب مشترک فرامرزی وجود دارد (هاگت، ۲۰۰۱: ۳۷۲) [۱]. برای کشور ایران یکی از این رودها رودخانه هیرمند در شرق کشور است. دشت سیستان واقع در حوضه آبریز رودخانه هیرمند به عنوان تنها منبع آب مؤثر در این دشت، از وابسته ترین نواحی کشور به منابع آب های مرزی است. علیرغم مطالعات انجام شده به منظور تقویت مدیریت منابع آب در این محدوده، بخصوص با رویکرد تأمین آب، مشاهدات حاکی از ناپایداری این ناحیه و آسیب پذیری شدید در اثر نوسانات آورد رودخانه هیرمند است (شهبازبگیان و باقری، ۱۳۹۵) [۲]. بر اساس قراردادهای

بین‌المللی آب رودهای مشترک باید میان کشورها به‌طور مساوی تقسیم شود اما این تقسیم‌بندی همیشه امکان‌پذیر نیست. بر همین اساس در سال ۱۹۷۳ میلادی آخرین معاهده رودخانه هیرمند بسته شد و سهم ایران از این رودخانه ۲۶ مترمکعب در ثانیه (۸۲۰ میلیون مترمکعب در سال) است. با این حال هم‌اکنون مدت اعتبار این قرارداد نیز به پایان رسیده است. همچنین بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که فاز سوم احداث بند کمال‌خان توسط افغانستان در بستر رودخانه هیرمند، باهدف انحراف جریان طبیعی آب به سمت باتلاقی بنام گودزره در جنوب غربی افغانستان و محروم نمودن تالاب‌های هامون است. موارد گفته‌شده لزوم بررسی سیستم منابع آب دشت سیستان را در قبال کاهش پتانسیل آبی ناشی از اقدامات توسعه افغانستان را نشان می‌دهد.

۲- مواد و روش

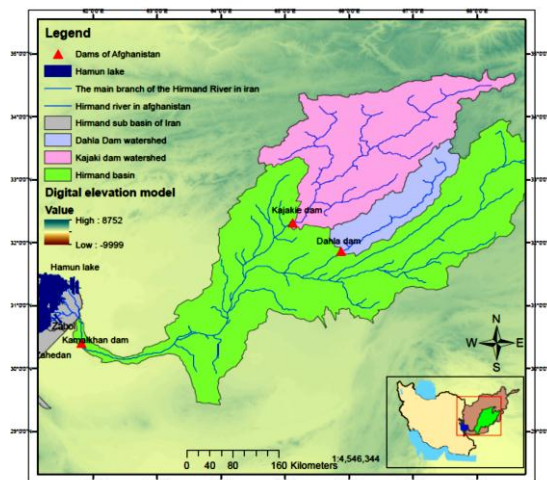
۲-۱- پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی

احمدی و همکاران (۱۳۹۱) [۳]، خشک‌سالی ده سال اخیر منطقه هامون و روند دبی رودخانه هیرمند از کشور افغانستان و ارتباط آن با مهاجرت و افزایش فرآیند قاجاق و آسیب‌پذیری امنیت مرزی را بررسی کردند. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که با توجه به تبخیر قریب ۵۰۰۰ میلی‌متر سالیانه و کاهش شدید بارش با متوسط قریب ۶۰ میلی‌متر و بروز پدیده خشک‌سالی در کشور افغانستان و خشکی مفرط رود هیرمند، تغییرات عمده‌ای در اشتغال ساکنین منطقه به وجود آمده که خود موجب تحمیل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم در ابعاد سیاسی و امنیتی مرزی به استان شده است. حاجی حسینی و همکاران (۱۳۹۲) [۴]، اقدامات و معاهدات صورت گرفته بر روی رود هیرمند در صد اخیر که سبب کاهش آورد رودخانه‌ی مرزی هیرمند به ایران و خشک شدن تالاب هامون در بعضی از سال‌ها و تأثیرات منفی بر محیط‌زیست دشت سیستان شده است را بررسی کردند و نتایج حاکی از آن است که علیرغم در نظر داشتن شرط توزیع متعادل حقا به در تمام قراردادهای بین دو کشور هیچ‌یک از این توافقی‌ها به‌خوبی اجرا نگردید. شهبازبگیان و باقری (۱۳۹۵)، تحلیل سیستمی آسیب‌پذیری دشت سیستان را با استفاده از رویکرد برگشت‌پذیری بررسی کردند و به دنبال آن بودند که چگونه می‌توان ساختار اقتصاد محلی را به‌گونه‌ای تغییر داد که سطح رفاه به وضعیت پرآبی برگردد. نتایج حاکی از آن است که گزینه سیاستی توانایی نسبتاً بالایی در رساندن دو مشخصه نگرانی و متوسط سرانه تولید با افزایش بهره‌وری متوسط آب دارد اما نتایج مربوط به متوسط سالانه حجم آب دریاچه هامون حکایت از آن دارد که حجم آب این دریاچه قابل‌برگشت به حالت پرآبی نخواهد بود. پورس و همکاران (۲۰۱۵) [۵]، با استفاده از پنج رژیم جریان‌های زیست‌محیطی، بهبود زیستگاه و منطقه ساحلی رودخانه مرزی ریوگراند در مرز بین مکزیک و امریکا را ارزیابی کردند و با استفاده از داده‌های هیدرولوژیکی تاریخی رودخانه، تخصیص آب دولتی را برای رفع نیازهای انسانی و اقدامات زیرساختی انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از این رویکرد، استراتژی‌های مدیریتی برای منطقه دارای تنش آبی با ترکیب اهداف زیست‌محیطی و عملیات زیرساختی، افزایش تخصیص جریان‌های زیست‌محیطی را به دنبال دارد. گوس و همکاران (۲۰۱۵) [۶]، حوضه فرامرزی هیرمند که در منطقه خشک بین کشورهای ایران، افغانستان و ترکمنستان قرار دارد را بررسی کردند و یک مرور کلی در مدیریت منابع آب و حوضه رودخانه هیرمند، جایی که دسترسی به داده‌ها کم و دشوار است؛ انجام دادند و همچنین روش‌های نوآورانه‌ای برای تولید داده‌ها در حوضه و جریان شبیه‌سازی‌شده توصیف کردند، از جمله استفاده از مجموعه جدول داده‌های جهانی و در مورد اینکه چگونه مخازن می‌توانند در شرایط مختلف آبی، تقاضای آبیاری و نیروی برق را تأمین کنند و همچنین لزوم تقویت همکاری‌های مرزی بین‌المللی بین افغانستان و ایران را بررسی کردند. مولوگتا دنگو و همکاران (۲۰۱۶) [۷]، تخصیص آب در رودخانه‌ی فرامرزی نیل که یک رودخانه کم‌آب است را در شرایط کمبود آب با رویکرد ورشکستگی و روش چانه‌زنی نش بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که روش ارائه‌شده رویکردهای مفیدی برای تخصیص آب در شرایط بحران آبی به دست می‌آورد و برای پیاده‌سازی و اجرا مناسب‌تر است. بونزی و همکاران (۲۰۱۶) [۸]، با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی منابع آب و نرم‌افزار مدل‌سازی برنامه‌ریزی و ارزیابی آب و سناریوهای اقتصادی و اجتماعی و استراتژی‌ها، منابع آب فرامرزی را برنامه‌ریزی و پشتیبانی کردند و این ابزارها را

برای شناخت اثرات کمبود آب تحت چهار سناریو تا سال ۲۰۵۰ بررسی کردند. این بررسی نشان می‌دهد که اثرات مثبت گزینه‌های مدیریت منابع آب در مقیاس بزرگ محدود شده است.

۲-۲- منطقه مطالعاتی و داده‌های مورد استفاده

سیستان کنونی در شرق ایران و در شمال استان سیستان و بلوچستان در دشت پست و همواری در ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی، نسبت به نیمروز گرینویچ قرار دارد. از شمال به استان خراسان جنوبی، از جنوب تا نزدیک دشتک، از شرق به کشور افغانستان و از غرب به کویر کرمان محدود است. مساحت دشت سیستان ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع است که ۵۵۶۰ کیلومتر مربع آن را دریاچه هامون و اراضی مشرف به دریاچه هامون تشکیل می‌دهد. سیستان جلگه‌ای است که شاه‌رگ حیاتی آن رودخانه معروف هیرمند است. همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده (این شکل در محیط جغرافیایی جی‌آی‌اس ترسیم شده است) این رودخانه از کوه‌های بابایغما در جنوب سلسله جبال هندوکش سرچشمه گرفته و بعد از طی صدها فرسنگ به مرز ایران می‌رسد و پس از سیراب کردن جلگه سیستان، مازاد آن وارد دریاچه هامون شده و سرریز آن از طریق رودخانه شيله وارد باتلاق گودزره در مرز پاکستان و افغانستان می‌شود. هیرمند پس از پیوستن به رودخانه دیگری به نام ارغنداب از جنوب باختری کابل گذشته و وارد دشت مارگو می‌شود. این رودخانه، در محل بند کمال‌خان واقع در خاک افغانستان تغییر مسیر داده و به شمال منحرف می‌گردد و در بند کهک واقع در ۳۶ کیلومتری جنوب خاوری زابل وارد خاک ایران می‌شود. از تأسیسات اصلی رودخانه هیرمند در کشور افغانستان سد کجکی و سد دهلا و از تأسیسات مهم این رودخانه در کشور ایران سه مخزن چاه نیمه، سد کهک، سد زهک و سد سیستان که همگی بر روی رودخانه سیستان می‌باشند را ذکر کرد (اکبری نژاد، ۱۳۹۳) [۹]. دریاچه هامون نیز سومین دریاچه بزرگ ایران پس از دریاچه خزر است. دریاچه و تالاب هامون در استان سیستان و بلوچستان واقع شده‌اند. این دریاچه از سه دریاچه کوچک به نام‌های هامون پوزک، هامون صابری و هامون هیرمند تشکیل شده است که در زمان فراوانی آب به هم می‌پیوندند و دریاچه هامون را تشکیل می‌دهند. وسعت دریاچه هامون در زمان پرآبی ۵۶۶۰ کیلومتر مربع است که از این مقدار ۳۸۲۰ کیلومتر مربع متعلق به ایران و بقیه متعلق به افغانستان است. سد کجکی بر روی رود هیرمند بسته شده است و در فاصله ۱۶۱ کیلومتری شمال باختری شهر قندهار قرار دارد و از سال ۱۹۵۳ بهره‌برداری شده است. کارکرد این سد برای آبیاری ۱۸۰۰ کیلومتر مربع از زمین‌های خشک و هم‌چنین تولید برق است. ظرفیت آبیگری این سد ۲۸ میلیارد مترمکعب است یعنی یک‌سوم ذخیره دریاچه هامون و بلندای آن ۱۰۰ متر، پهنای آن ۲۲۹۰ متر و ظرفیت تخلیه آن ۱.۲ میلیون مترمکعب است. سد کجکی باهدف تولید ۳۳.۳ مگاوات برق احداث شده است که با گسترش آن به حدود ۵۰ مگاوات خواهد رسید (نیدهام، ۲۰۰۷) [۱۰].



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی و سدهای کشور افغانستان و حوضه آن‌ها

سد دهلا ۱ بر روی رودخانه ارغنداب بسته شده است و کارکرد آن برای آبیاری ۱۴۳ هکتار زمین است. ظرفیت آبیگری این سد ۳۱۴ میلیون مترمکعب است و بلندای آن ۵۵ متر، پهنای آن ۵۳۵ متر است و از سال ۱۹۵۲ بهره برداری شده است. با تکمیل شدن این پروژه ظرفیت ذخیره آب در این بند ۴۰ درصد افزایش خواهد یافت. قبلاً ظرفیت این بند ۵۰۰ میلیون مترمکعب آب بوده که به اثر ته نشینی رسوبات در جریان ۶۱ سال حجم آن چهل درصد کاهش یافته است. سد کمال خان ۲ در استان نیمروز واقع شده که حدود ۱.۶ کیلومتر طول و ۱۶.۵ متر ارتفاع دارد. فاز دوم سد کمال خان پس از ۴۹ سال در آذرماه سال ۹۴ به بهره برداری رسیده است. از اهداف ساخت سد کمال خان می توان به تأمین آب برای کشاورزی، کنترل و کاهش سیلابها، تولید ۹ مگاوات برق، تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان و ایجاد فرصت شغلی اشاره کرد.

۳-۲- مبانی نظری و روش شناسی پژوهش

استفاده از مدل های ریاضی در مدیریت و تخصیص منابع آب در سطح حوضه های آبریز، مستلزم درک تقابل پیچیده بین انواع گوناگون مصرف کنندگان آب با در نظر گرفتن ترتیب و میزان تقاضای آب است. یک مدل شبیه سازی نمایشی از سیستم است که برای پیش بینی رفتار سیستم تحت مجموعه ای از قیدها استفاده می شود. مدل MODSIM که به عنوان یک ابزار شبیه سازی در این مطالعه استفاده شده است جهت مدیریت حوضه آبریز به گونه ای طراحی شده است که به عنوان یک ابزار به منظور توسعه و بهبود مواردی چون سیاست های کوتاه مدت مدیریت منابع آب، برنامه ریزی بلندمدت بهره برداری، برنامه ریزی احتمالی خشک سالی و تحلیل های مربوط به حبابها و حل و فصل منازعات میان بخشی در سطح حوضه آبریز استفاده می شود (جمشیدی، ۲۰۱۷) [۱۱]. در یک مدل شبکه جریان، سیستم موجود به صورت مجموعه ای از گره ها و خطها نشان داده می شود. فرم عمومی مسئله برنامه ریزی شبکه جریان به صورت معادلات (۱) تا (۳) زیر است (لابادی، ۲۰۰۷) [۱۲].

$$\text{Minimize } \sum_{k \in A} c_k q_k \quad t=1, \dots, T \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_{k \in O_i} q_k - \sum_{j \in I_i} q_j = b_{it}(q) \quad \text{for all Nodes } i \in N \quad (2)$$

$$l_{kt}(q) \leq q_k \leq u_{kt}(q) \quad \text{for all links } k \in A \quad (3)$$

که در آن q_k دبی جریان در خط متصل کننده k ، c_k هزینه ها، فاکتورهای وزن دهی یا اولویت بندی درست در واحد جریان در خط متصل کننده k ، l_{kt} کران پایین و u_{kt} کران بالا برای خط جریان k در زمان t ، A مجموعه ای از تمام لینک ها و کمان ها در شبکه، N مجموعه ای از تمام گره ها در شبکه، O_i مجموعه ای از لینک های خروجی متصل شده به گره i ، I_i مجموعه ای از لینک های خروجی متصل شده به گره i ، b_{it} مقدار (مثبت) سود یا (منفی) زیان و t دوره زمانی است.

- شاخص های ارزیابی سیستم منابع آب

اطمینان پذیری حجمی: می تواند به صورت مجموع مقادیر تأمین شده تقسیم بر مجموع نیازها مطابق معادله (۴) تعریف شود.

$$\text{Volume Reliability} = \frac{(\sum S)}{(\sum D)} \quad (4)$$

برگشت پذیری: می توان مطابق معادله (۵) به صورت احتمالی بیان کرد که اگر یک سیستم در حالت نامطلوب باشد، حالت بعدی رضایت بخش شود به بیان دیگر تعداد دفعات ارزش مطلوب بعد از ارزش نامطلوب تقسیم بر تعداد دفعاتی که ارزش نامطلوب رخ داده است (لاکس و ون بیگ، ۲۰۰۵) [۱۳].

$$\text{Resilience } [X] = \frac{(\text{number of times a satisfactory value follows an unsatisfactory value})}{(\text{number of times an unsatisfactory value occurred})} \quad (5)$$

¹ www.afghanistan.shafaqna.com/general/item/8917

² www.yon.ir/Bru4H

آسیب پذیری: می توان مطابق معادله (۶) به صورت اندازه گیری تفاوت بین مقدار آستانه و مقادیر نامطلوب سری زمانی تقسیم بر تعداد دفعات رخ داده ارزش نامطلوب تعریف کرد (لاکس و ون بیک، ۲۰۰۵).

$$\text{vulnerability } [X] = \frac{[\text{sum of positive values of } (X^T - X_t)]}{[\text{number of times an unsatisfactory value occurred}]}$$
 (۶)

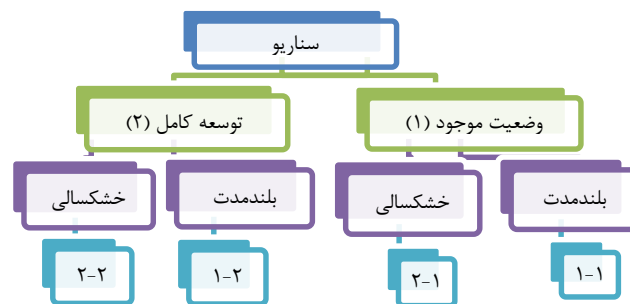
که در آن X_t ارزش مطلوب در سری زمانی، X^T برابر حد آستانه است.

- هدف پژوهش:

هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان جریان ورودی به ایران و تاب آوری منابع آبی دشت سیستان و تأمین نیازهای داخلی ایران با توسعه سدهای افغانستان در بالادست حوضه آبریز هیرمند و برداشت نیاز توسط آن ها است. در این پژوهش فرض بر این است که سد مطالعاتی کمال خان ساخته و بهره برداری شده است. ابتدای کار به جمع آوری اطلاعات و داده های مورد نیاز منطقه مورد مطالعه پرداخته شده و سری زمانی داده ها از مهرماه سال ۱۳۵۰ تا شهریورماه سال ۱۳۹۵ است که تکمیل شدند. با مکان یابی سدهای افغانستان و ترسیم حوضه آبریز مربوط به هر سد در نرم افزار جغرافیایی جی آی اس، جریان ورودی به مخازن با استفاده از نسبت مساحت ها و نسبت بارش های منطقه برآورد گردیده و سری زمانی ۴۵ ساله را تشکیل دادند و مقدار نیازها و سایر اطلاعات سدهای ایران و افغانستان تکمیل و وارد مدل MODSIM شدند. در نهایت وضعیت تأمین منابع و مصارف دشت سیستان تحت چهار سناریو زیر بررسی شده است.

۱. وجود دو سد کجکی و دهلا در بالادست رودخانه هیرمند در کشور افغانستان در دو دوره بلندمدت و خشک سالی (وضعیت موجود)

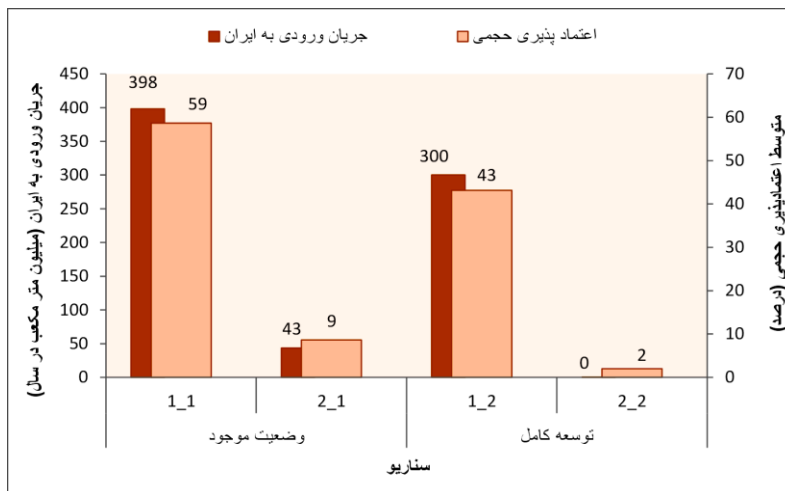
۲. وجود سه سد کجکی، دهلا و کمال خان (در حال حاضر بند انحرافی است) در بالادست رودخانه هیرمند در کشور افغانستان در دو دوره بلندمدت و خشک سالی (توسعه کامل)



شکل ۳- پیکربندی، شماره و مشخصه اصلی سناریوهای مورد بررسی

۲-۴- نتایج و تحلیل سناریوها

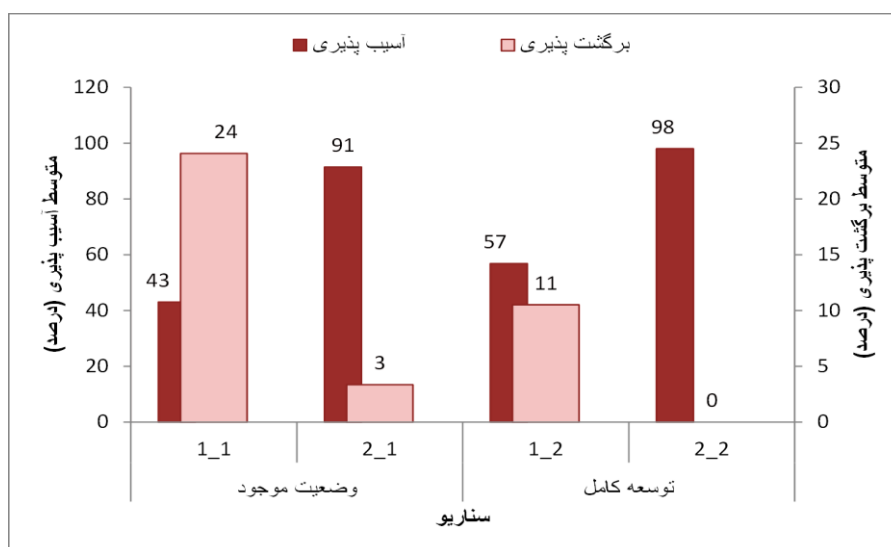
چهار سناریو مختلف در محیط شبیه سازی MODSIM شبیه سازی شدند و مقدار جریان ورودی به ایران به همراه اعتمادپذیری حجمی آن ها در شکل (۴) مشاهده می شود.



شکل ۴- جریان ورودی به ایران و شاخص اعتمادپذیری حجمی نیازهای دشت سیستان در سناریوها

نیازهای ایران در یک دوره بلندمدت ۴۵ ساله و در وضعیت موجود با جریان ورودی ۳۹۸ میلیون مترمکعب (شش درصد از کل پتانسیل آبی حوضه) به متوسط ۵۹ درصد تأمین می‌رسند درحالی‌که در دوران خشک‌سالی جریان ورودی به ۴۳ میلیون مترمکعب و با منابع آب زیرزمینی نه درصد نیازها تأمین می‌شود و اگر افغانستان از سد کمال‌خان نیز بهره‌برداری کند جریان ورودی به ایران در دوره بلندمدت به ۳۰۰ میلیون مترمکعب در سال (پنج درصد از کل پتانسیل آبی حوضه) و اعتمادپذیری ۴۳ درصدی در تأمین نیازها حاصل می‌شود و در دوره خشک‌سالی جریان ورودی به ایران نزدیک صفر رسیده و تأمین دو درصدی نیازها از منابع آب زیرزمینی انجام می‌شود.

شاخص آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری نیازهای دشت سیستان در شکل (۵) نشان داده شده است در وضعیت موجود و دوره بلندمدت کل نیازهای منطقه شامل شرب، صنعت و کشاورزی متوسط ۴۳ درصد آسیب‌پذیر می‌شوند که برگشت‌پذیری ۲۴ درصدی دارند و در دوره خشک‌سالی ۹۱ درصد آسیب‌پذیر و سه درصد برگشت‌پذیر خواهند بود. در وضعیت توسعه کامل آسیب‌پذیری کل نیازها به متوسط ۵۷ درصد می‌رسد که برگشت‌پذیری معادل ۱۱ درصد خواهد داشت و در دوره خشک‌سالی نیازها ۹۸ درصد آسیب‌پذیر خواهند بود.



شکل ۵- شاخص آسیب‌پذیری و برگشت‌پذیری نیازهای دشت سیستان در سناریوها

نتایج مدل شبیه‌سازی حاکی از آن است که بیشتر آب ورودی به ایران به مخازن چاه‌نیمه برای انتقال به مصارف گوناگون هدایت شده و سهم کمتری از آب وارد دریاچه هامون می‌شود که سطح گسترده تالاب و نرخ بالای تبخیر موجب از بین رفتن

همان مقدار از تالاب نیز می شود. در این سناریوها با توجه به جریان تخصیص داده شده در مدل شبیه ساز میزان جریان ورودی به تالاب و صنعت ماهیگیری به همراه اراضی قابل کشت کشاورزی و محصولات کشت شده بررسی می شود.



شکل ۶- سطح تالاب هامون و میزان صید ماهی از تالاب در سناریوها

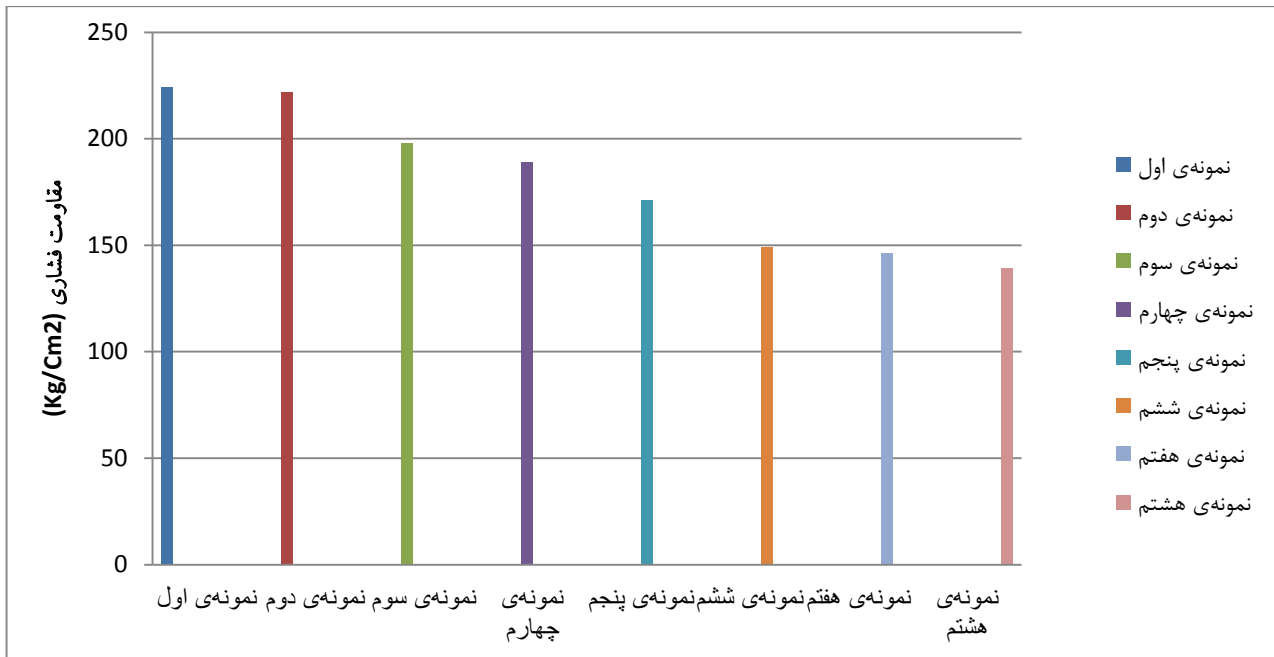
شکل (۶) نشان می دهد که در وضعیت موجود در دوره بلندمدت ۱۰۱ کیلومتر مربع از تالاب پر می شود و ۳۶۲ تن ماهی در سال صید می شود که چون از انواع ماهیان، گونه کپور بیشترین درصد را در تالاب هامون دارد و با در نظر گیری هر کیلو ۹۰۰۵۶ ریال، سود حاصل از فروش ماهیان ۳۲ میلیارد ریال خواهد شد همچنین ۳۹۶ نفر به صیادی مشغول می شوند، این در حالی است که در زمان پرآبی سطح تالاب هامون واقع در ایران ۳۸۲۰ کیلومتر مربع بوده و ۱۵۰۰۰ صیاد وجود داشته که ۱۳۶۸۰ تن ماهی صید می شده است. در دوران خشک سالی تمام جریان ورودی به ایران به مخازن چاه نیمه برای تأمین نیازها منتقل می شود بنابراین سطح تالاب خشک و ماهی صید نمی شود ولی در وضعیت توسعه کامل، سطح تالاب به ۶۵ در دوره بلندمدت و صفر کیلومتر مربع در خشک سالی می رسد که ۲۳۲ تن ماهی صید می شود همچنین ۲۰ میلیارد ریال از فروش ماهیان منفعت شامل دشت سیستان شده است (۱۲ میلیارد کمتر از وضعیت موجود) و تنها ۲۵۴ نفر صیادی کرده و ۱۴۷۴۵ نفر نسبت به زمان پرآبی بیکار می شوند.

شکل (۷) سطح زیر کشت کشاورزی و برداشت محصولات را نشان می دهد با توجه به آب تخصیص داده شده در مدل شبیه ساز، در وضعیت موجود و دوره بلندمدت سطح زیر کشت در سه منطقه زابل، هامون و زاهدان به طور مجموع نسبت به زمان پرآبی ۲۹۲۳۲ هکتار و با توجه به متوسط عملکرد در هکتار محصولات، ۱۳۱۵۱۳ تن محصول برداشت می شود و ۱۷۷۰۰ واحد بهره برداری مشغول به کار می شوند و ۱۲۷۳ میلیارد ریال از فروش کل محصولات کشاورزی که عمده آن گندم و جو است، منفعت کسب می شود و در دوره خشک سالی سطح زیر کشت کاهش داشته و به ۹۳۴ هکتار در دوره بلندمدت و تنها ۴۳۰۲ تن محصول برداشت می شود در این حالت تنها ۸۰۰ واحد بهره برداری فعالیت می کنند و ۴۱ میلیارد ریال از فروش محصولات کشاورزی به دست می آید و کاهش بسیار زیادی در سطح زیر کشت کشاورزی مشاهده می شود. در سناریو توسعه کامل و دوره بلندمدت ۲۳۳۸۹ هکتار از اراضی زابل، هامون و زاهدان زیر کشت می رود و به صورت کلی ۱۰۵۲۴۸ تن محصول برداشت می شود (بیشترین مقدار مربوط به گندم، جو و نباتات علوفه ای است) همچنین ۱۳۷۸۵ واحد در بخش زراعی و باغی فعالیت داشته و از فروش محصولات ۱۰۱۸ میلیارد ریال منفعت کسب خواهد شد این در حالی است که در زمان پرآبی منطقه ۳۸۵۲۶ واحد بهره برداری مشغول به کار بودند و ۳۰۵۸۹۶ تن محصول برداشت می شده و ۲۹۷۹ میلیارد ریال منفعت شامل حال دشت سیستان بوده است. در زمان خشک سالی نیز سطح زیر کشت کاهش شدیدی پیدا کرده و به ۱۲۷ هکتار می رسد و ۷۳۹ تن محصول برداشت می رسد و کاهش بیش از ۹۰ درصدی نسبت به دوره بلندمدت دارد در این حالت تنها ۴۹۲ واحد مشغول به کار بوده و تعداد افراد

بیکار شده بسیار بیشتر از دوره بلندمدت خواهد شد و ارزش اقتصادی حاصل از فروش محصولات تنها شش میلیارد ریال خواهد شد.

۵-۲- مقاومت فشاری نمونه‌های ۷ روزه

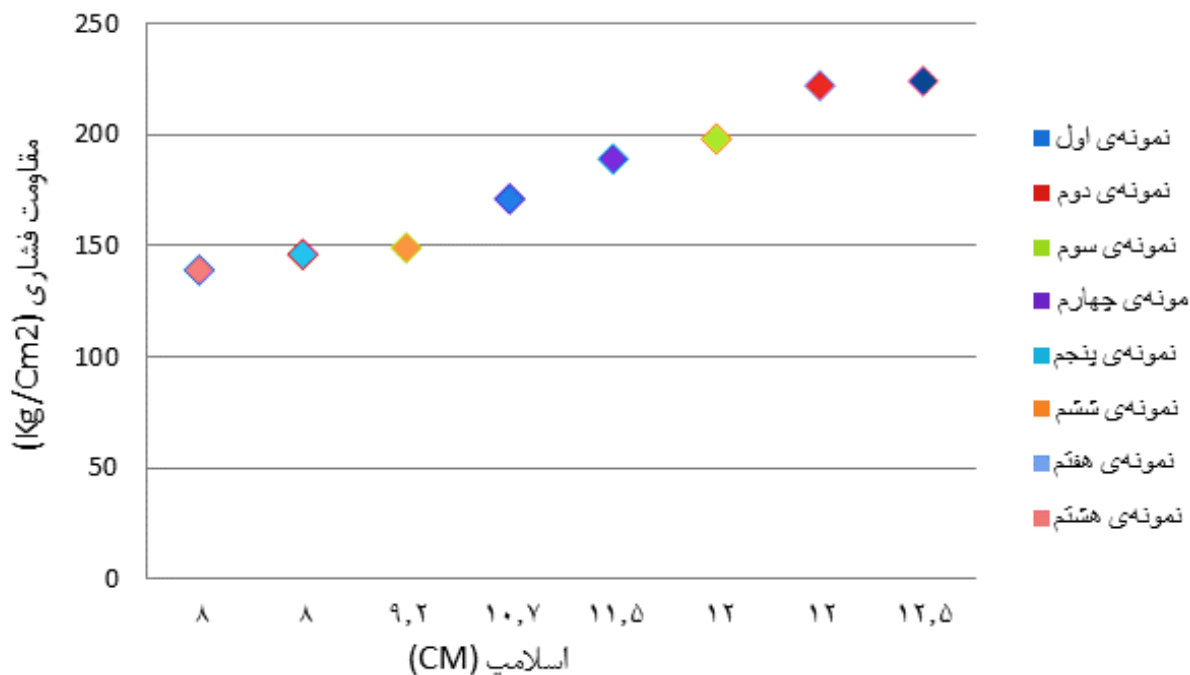
مقاومت فشاری بتن به عوامل متعددی بستگی دارد که یکی از این عوامل ارزش ماسه استفاده شده در بتن می‌باشد که تاثیر آن در شکل (۷) مشاهده می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود در یک طرح اختلاط ثابت با کاهش میزان ارزش ماسه مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد. مقاومت فشاری نمونه‌های نمونه اول و دوم تقریباً برابر بوده این درحالی است که میزان افت مقاومت فشاری در نمونه‌های سوم تا هفتم به ترتیب برابر با ۱۱.۶، ۱۵.۶، ۲۳.۶۶، ۳۳.۴۸، ۳۴.۸۲ و ۳۸ درصد می‌باشد.



شکل ۷- مقاومت فشاری نمونه‌های مکی ۷ روزه

۶-۲- ارتباط مقاومت فشاری و اسلامپ

همواره با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری بتن به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان، افزایش می‌یابد. بر اساس طرح اختلاط ارائه شده در جدول (۱) تمامی نمونه‌ها دارای نسبت آب به سیمان یکسانی هستند که با کاهش ارزش ماسه در مخلوط بتن میزان اسلامپ نیز کاهش می‌یابد. همانطور که در شکل (۸) مشاهده می‌شود با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد، چرا که کاهش میزان اسلامپ در بتن بدلیل کاهش نسبت آب به سیمان نبوده، بلکه کاهش مقاومت بتن به دلیل ارزش ماسه نمونه‌های بتنی می‌باشد.



شکل ۸- ارتباط بین مقاومت فشاری و اسلامپ بتن

۳- نتیجه گیری

در این پژوهش هدف بررسی تاثیر ارزش ماسه‌ای بر روی میزان اسلامپ و مقاومت فشاری بتن و نیز ارتباط بین این دو پارامتر می‌باشد. در یک طرح اختلاط ثابت ارتباط بین اسلامپ و ارزش ماسه‌ای (SE) یک ارتباط مستقیم می‌باشد به گونه که استفاده از ماسه با ارزش ماسه‌ای پایین، بدلیل خاصیت جذب بالای رطوبت توسط مصالح خاکی، افزایش چسبندگی در بتن به دلیل چسبندگی مصالح خاکی و کاهش حجم آب آزاد در بتن میزان اسلامپ نیز حداکثر ۳۶ درصد نسبت به نمونه اول کاهش می‌یابد. همچنین مقاومت فشاری در بتن‌ها همواره با کاهش ارزش ماسه‌ای کاهش می‌یابد به گونه که حداکثر میزان افت مقاومت فشاری برابر با ۳۷.۹۴ درصد نسبت به نمونه اول می‌باشد. در بتن همواره با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری افزایش می‌یابد (۱۳) ولی در این تحقیق با کاهش اسلامپ مقدار کمیت عددی بتن نیز کاهش می‌یابد چرا که کاهش اسلامپ در صورتی منجر به افزایش مقاومت فشاری می‌شود که دلیل کاهش اسلامپ، نسبت آب به سیمان باشد ولی در این تحقیق کاهش اسلامپ به دلیل افزایش مصالح خاکی و کاهش آب آزاد در بتن می‌باشد.

۴- مراجع

۱. انجمن سیمان پرتلند، انجمن سیمان کانادا، (طراحی و کنترل مخلوط‌های بتنی)، مترجم اردشیر اطیابی، انتشارات جویبار، ۱۳۸۹.
2. Pei Meishan, Wang Dujin, Hu Xianbo, Ying Zhao, Xu Yizhung, Wu Jingguang, et al. Performance characteristics of subdenier.
3. A.A. Ramezani pour, M. Esmaeili, S.A. Ghahari, M.H. Najafi. Laboratory study on the effect of polypropylene fiber on durability, and physical and mechanical characteristic of concrete for application in sleepers (2013). *Construction and Building Materials* 44, no. 411-418
4. Fallah, S., & Nematzadeh, M. (2017). Mechanical properties and durability of high-strength concrete containing macro-polymeric and polypropylene fibers with nano-silica and silica fume. *Construction and Building Materials*, 132, 170-187.
5. H.A Toutanji, T El-Korchi, "The Influence Of Silica Fume On The Compressive Strength Of Cement Paste And Mortar", *Cement and Concrete Research*, Vol. 25, No. 7, pp. 1591-1602. 1995.

6. Bungey. J. H., Millard. S. G., (1996), "Testing Of concrete in structures, ", Third Ed. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall.
۷. بررسی تاثیر جداگانه ی اجزای تشکیل دهنده ی بتن بر مقاومت فشاری ۲۸ روزه ی آن. فائزه السادات خادمی، محمود اکبری، سید سروش.
۸. رسول احمدی، نوید همت پور فرخی، حامد ابراهیمی کیا. بررسی تاثیر سرعت بارگذاری بر روی مقاومت فشاری بتن. مجله نخبگان علوم مهندسی. جلد دوم شماره ششم، ص ۱۲۷-۱۳۳. بهمن ۱۳۹۶.
9. "Concrete Construction", October 1994. [Online]. Available: http://www.concreteconstruction.net/howto/relationship-between-seven-and-28-day-strengths_o.
۱۰. تکنولوژی بتن پیشرفته، مترجمین: دکتر رضانیانپور و همکاران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، ۱۳۸۴.
۱۱. ارزیابی مقاومت بتن در سنین اولیه با استفاده از روش التراسونیک. فاطمه شهابی. دانشگاه گیلان، دانشکده فنی و مهندسی. پایان نامه، ۱۳۸۹.
۱۲. بررسی اثر الیاف A-glass و مکمل بتنی ACP در بهبود مدول طاق و مقاومت خمشی تراورس بتنی پیش تنیده. رسول احمدی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. پایان نامه، ۱۳۹۵.
۱۳. بررسی تاثیر الیاف پلیمری ماکرو در ترکیب با پودر میکروسلیس و فوق روان کننده بر روی خصوصیات مکانیکی بتن. ابوذر صالح، جاوید یعقوب منش، رسول احمدی، وحید سرخه. دومین کنفرانس بین المللی و سومین همایش ملی کاربرد فناوری های نوین در علوم مهندسی، ۱۳۹۴.
14. Abbas U. Materials development of steel-and basalt fiber-reinforced concretes (Master's thesis, Institutt for konstruksjonsteknikk).
15. Ramezaniapour AA, Esmaeili M, Ghahari SA, Najafi MH. Laboratory study on the effect of polypropylene fiber on durability, and physical and mechanical characteristic of concrete for application in sleepers. Construction and Building Materials 2013; 44:411-8.
16. Fallah, S., & Nematzadeh, M. (2017). Mechanical properties and durability of high-strength concrete containing macro-polymeric and polypropylene fibers with nano-silica and silica fume. Construction and Building Materials, 132, 170-187.
۱۷. نشریه ۱۰۱، مشخصات فنی عمومی راه «تجدید نظر دوم». معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. معاونت نظارت راهبردی امور نظام فنی، ۱۳۹۲.
18. ASTM C39/C39M, Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Annual Book of ASTM Standards, 2014.
19. ASTM (1998) ASTM D2419-95, Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate. 1998 Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.03, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 19103-1187.
20. ASTM D. 5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 2001.
21. CI50, A.S.T.M., 2012. Standard Specification for Portland Cement.
22. Standard, A. S. T. M. (2010). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. ASTM C, 143, C143M-2010.
۲۳. ارزیابی و تحلیل تاثیر درجه حرارت آب عمل آوری و الیاف پلیمری MEX بر روی خصوصیات مکانیکی بتن (پیشنهادی برای روسازی صلب). رامین رضوی نصب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود. پایان نامه، ۱۳۹۶.
۲۴. تاثیر نرخ بارگذاری بر مقاومت فشاری بتن با مقاومت بالا. رضا لطفوی، سیدفتح اله ساجدی. سومین کنفرانس سراسری نوآوری های اخیر در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی. ۱۳۹۵.