

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

سارا فکوری^{1*}، مجتبی شوریان²، علی مریدی³

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

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

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

* sara.fakouri@yahoo.com

ارسال: دی ماه 97 پذیرش: بهمن ماه 97

چکیده

رودخانه هیرمند از ارتفاعات کشور افغانستان سرچشمه گرفته و به دریاچه هامون می‌ریزد، بهره‌برداری 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 45 ساله و خشک سالی می‌باشد. در نظرگیری احداث سد جدید کمال خان در افغانستان از نوآوری‌های این پژوهش محسوب شده و از مدل شبیه‌سازی MODSIM استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که در وضعیت موجود 398 میلیون مترمکعب جریان ورودی به ایران خواهد بود و با توسعه کامل در بالادست کاهشی در حدود 90 میلیون مترمکعب در دوره بلندمدت و رسیدن به ورودی معادل 59 هزار مترمکعب در دوره خشک‌سالی مشاهده خواهد شد که آسیب‌پذیری منطقه را به شدت افزایش می‌دهد.

کلمات کلیدی: حوضه‌های آبریز مرزی، آسیب‌پذیری منابع آب، برنامه‌ریزی تخصیص، سد کجکی، دریاچه هامون.

1- مقدمه

بیش از 45 درصد از خشکی‌های زمین و 60 درصد از کل آب‌های شیرین این کره خاکی، توسط 276 حوضه آبریز مشترک بین‌المللی پوشانده شده است که بین حدود 148 کشور دنیا مشترک هستند. زندگی نزدیک به 40 درصد از مردم دنیا به این رودخانه‌های بین‌المللی و منابع آب مشترک وابسته است. در واقع به علت منطبق نبودن مرزهای سیاسی با مرزهای حوضه‌های طبیعی اختلافات زیادی در بسیاری از کشورهای دنیا بر سر تقسیم یا بهره‌برداری از منابع آب مشترک فرامرزی وجود دارد (هاگت، 2001: 372) [1]. 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 وابسته‌ترین نواحی کشور به منابع آب‌های 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 آسیب‌پذیری شدید در اثر نوسانات آورد رودخانه هیرمند است (شهبازبگیان و باقری، 1395) [2]. 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 کمال خان 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 گفته شده لزوم بررسی سیستم منابع آب دشت سیستان را در قبال کاهش پتانسیل آبی ناشی از اقدامات توسعه افغانستان را نشان می‌دهد.

2- مواد و روش

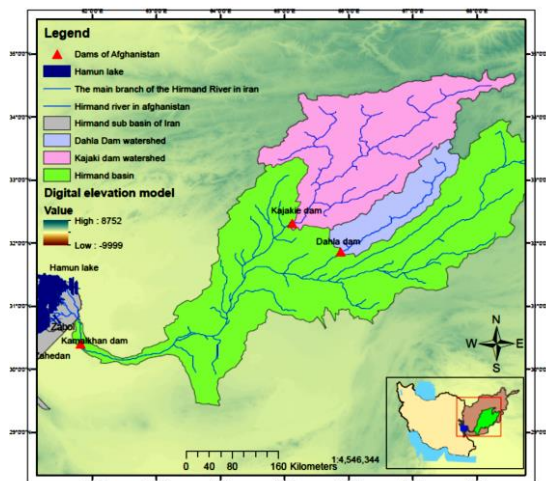
2-1- پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی

احمدی و همکاران (۱۳۹۱) [3]، خشک سالی 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) [4]، 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 حبابه در تمام قراردادهای بین دو کشور هیچ‌یک از این توافق‌ها 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 به گونه‌ای 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 قابل برگشت به حالت پرآبی نخواهد بود. پورس و همکاران (۲۰۱۵) [5]، با استفاده از پنج رژیم جریان‌های زیست‌محیطی، بهبود زیستگاه و منطقه ساحلی رودخانه مرزی ریوگراندر در مرز بین مکزیک و آمریکا 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) [6]، 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 شبیه‌سازی شده 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) [7]، تخصیص آب در رودخانه‌ی فرامرزی نیل که یک رودخانه کم‌آب است را در شرایط کمبود آب با رویکرد ورشکستگی و روش چانه‌زنی‌نش 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) [8]، 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 2050 بررسی کردند. این بررسی نشان می‌دهد که اثرات مثبت گزینه‌های مدیریت منابع آب در مقیاس بزرگ محدود شده است.

2-2- 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 کیلومترمربع است که ۵۵۶۰ کیلومترمربع 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 (1) 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 می‌توان سه مخزن چاه نیمه، سد کهک، سد زهک و سد سیستان که همگی بر روی رودخانه سیستان می‌باشند را ذکر کرد (اکبری نژاد، 1393) [9]. 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 کیلومترمربع است که از این مقدار ۳۸۲۰ کیلومترمربع 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 1953 بهره‌برداری شده است. کارکرد این سد برای آبیاری ۱۸۰۰ کیلومترمربع از زمین‌های خشک و هم‌چنین تولید برق است. ظرفیت آبیاری این سد 2.8 میلیارد مترمکعب است یعنی یک‌سوم ذخیره دریاچه هامون و بلندای آن ۱۰۰ متر، پهنای آن ۲۲۹۰ متر و ظرفیت تخلیه آن 1.2 میلیون مترمکعب است. سد کجکی باهدف تولید 33.3 مگاوات برق احداث شده است که با گسترش آن به حدود 50 مگاوات خواهد رسید (نیدهام، 2007) [10].



شکل 1- موقعیت منطقه مطالعاتی و سدهای کشور افغانستان و حوضه آن‌ها

سد دهلا 1 بر روی رودخانه ارغنداب بسته شده است و کارکرد آن برای آبیاری 143 هکتار زمین است. ظرفیت آبیگری این سد 314 میلیون مترمکعب است و بلندای آن 55 متر، پهنای آن 535 متر است و از سال 1952 بهره برداری شده است. با تکمیل شدن این پروژه ظرفیت ذخیره آب در این بند 40 درصد افزایش خواهد یافت. قبلاً ظرفیت این بند 500 میلیون مترمکعب آب بوده که به اثر ته نشینی رسوبات در جریان 61 سال حجم آن چهل درصد کاهش یافته است. سد کمال خان 2 در استان نیمروز واقع شده که حدود 1.6 کیلومتر طول و 16.5 متر ارتفاع دارد. فاز دوم سد کمال خان پس از 49 سال در آذرماه سال 94 به بهره برداری رسیده است. از اهداف ساخت سد کمال خان می توان به تأمین آب برای کشاورزی، کنترل و کاهش سیلاب‌ها، تولید 9 مگاوات برق، تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان و ایجاد فرصت شغلی اشاره کرد.

3-2- مبانی نظری و روش‌شناسی پژوهش

استفاده از مدل‌های ریاضی در مدیریت و تخصیص منابع آب در سطح حوضه‌های آبریز، مستلزم درک تقابل پیچیده بین انواع گوناگون مصرف کنندگان آب با در نظر گرفتن ترتیب و میزان تقاضای آب است. یک مدل شبیه‌سازی نمایشی از سیستم است که برای پیش‌بینی رفتار سیستم تحت مجموعه‌ای از قیدها استفاده می‌شود. مدل MODSIM که به‌عنوان یک ابزار شبیه‌سازی در این مطالعه استفاده شده است جهت مدیریت حوضه آبریز به گونه‌ای طراحی شده است که به‌عنوان یک ابزار به‌منظور توسعه و بهبود مواردی چون سیاست‌های کوتاه‌مدت مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی بلندمدت بهره‌برداری، برنامه‌ریزی احتمالی خشک‌سالی و تحلیل‌های مربوط به حبابه‌ها و حل و فصل منازعات میان بخشی در سطح حوضه آبریز استفاده می‌شود (جمشیدی، 2017) [11]. در یک مدل شبکه جریان، سیستم موجود به‌صورت مجموعه‌ای از گره‌ها و خط‌ها نشان داده می‌شود. فرم عمومی مسئله برنامه‌ریزی شبکه جریان به‌صورت معادلات (1) تا (3) زیر است (لابادی، 2007) [12].

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

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

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

که در آن q_k دبی جریان در خط متصل کننده k ، c_k هزینه‌ها، فاکتورهای وزن دهی یا اولویت‌بندی 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 مجموعه‌ای از تمام لینک‌ها و کمان‌ها در شبکه، N مجموعه‌ای از تمام گره‌ها در شبکه، O_i مجموعه‌ای از لینک‌های خروجی متصل شده به گره i ، I_i مجموعه‌ای از لینک‌های خروجی متصل شده به گره i ، $b_{it}(q)$ مقدار (مثبت) سود یا (منفی) زیان و t دوره زمانی است.

- شاخص‌های ارزیابی سیستم منابع آب

اطمینان‌پذیری حجمی: می‌تواند به‌صورت مجموع مقادیر تأمین‌شده تقسیم‌بر مجموع نیازها مطابق معادله (4) تعریف شود.

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

برگشت‌پذیری: می‌توان مطابق معادله (5) به‌صورت احتمالی بیان کرد که اگر یک سیستم در حالت نامطلوب باشد، حالت بعدی رضایت‌بخش شود به‌بیان‌دیگر تعداد دفعات ارزش مطلوب بعد از ارزش نامطلوب تقسیم‌بر تعداد دفعاتی که ارزش نامطلوب رخ داده است (لاکس و ون‌بیک، 2005) [13].

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

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

² www.yon.ir/Bru4H

آسیب پذیری: می توان مطابق معادله (6) 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 ونیک، 2005).

$$\text{vulnerability [X]} = \frac{[\text{sum of positive values of } (X^T - X^t)]}{[\text{number of times an unsatisfactory value occurred}]} \quad (6)$$

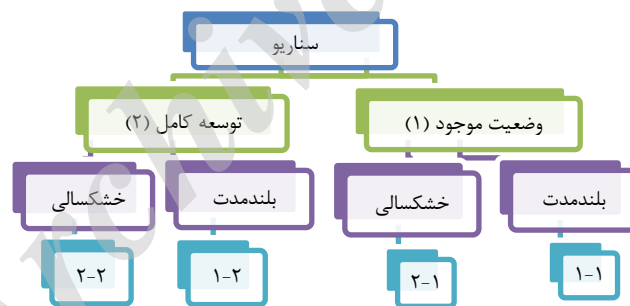
که در آن X_t ارزش مطلوب در سری زمانی، X^T برابر حد آستانه است.

- 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 آنها 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 1350 تا شهریورماه سال 1395 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 45 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.

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

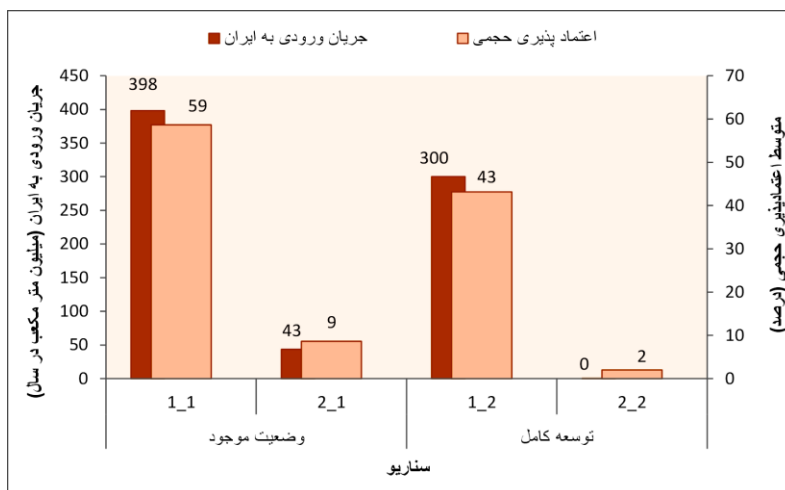
2. وجود سه سد کجکی، دهلا و کمال خان (در حال حاضر بند انحرافی است) در بالادست رودخانه هیرمند در کشور افغانستان در دو دوره بلندمدت و خشک سالی (توسعه کامل)



شکل 3- پیکربندی، شماره و مشخصه اصلی سناریوهای مورد بررسی

4-2- نتایج و تحلیل سناریوها

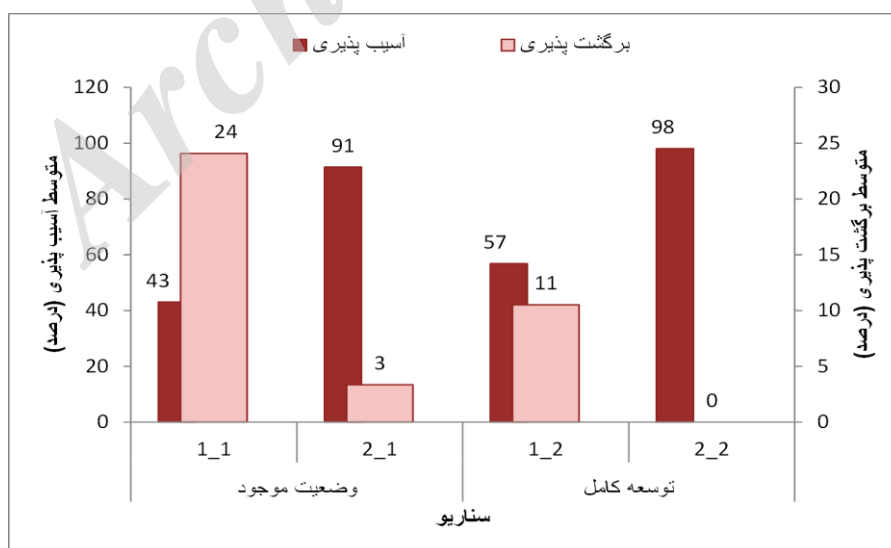
چهار سناریو مختلف در محیط شبیه سازی MODSIM شبیه سازی شدند و مقدار جریان ورودی به ایران به همراه اعتماد پذیری حجمی آنها در شکل (4) مشاهده می شود.



شکل 4- جریان ورودی به ایران و شاخص اعتمادپذیری حجمی نیازهای دشت سیستان در سناریوها

نیازهای ایران در یک دوره بلندمدت 45 ساله و در وضعیت موجود با جریان ورودی 398 میلیون مترمکعب (شش درصد از کل پتانسیل آبی حوضه) به متوسط 59 درصد تأمین می‌رسند درحالی‌که در دوران خشک‌سالی جریان ورودی به 43 میلیون مترمکعب و با منابع آب زیرزمینی 43 درصد نیازها تأمین می‌شود و اگر افغانستان از سد کمال‌خان نیز بهره‌برداری کند جریان ورودی به ایران در دوره بلندمدت به 300 میلیون مترمکعب در سال (پنج درصد از کل پتانسیل آبی حوضه) و اعتمادپذیری 43 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 (5) نشان داده شده است در وضعیت موجود و دوره بلندمدت کل نیازهای منطقه شامل شرب، صنعت و کشاورزی متوسط 43 درصد آسیب‌پذیر می‌شوند که برگشت‌پذیری 24 درصدی دارند و در دوره خشک‌سالی 91 درصد آسیب‌پذیر و سه درصد برگشت‌پذیر خواهند بود. در وضعیت توسعه کامل آسیب‌پذیری کل نیازها به متوسط 57 درصد می‌رسد که برگشت‌پذیری معادل 11 درصد خواهد داشت و در دوره خشک‌سالی نیازها 98 درصد آسیب‌پذیر خواهند بود.



شکل 5- 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 می‌شود. در این سناریوها با توجه به جریان تخصیص داده شده در مدل شبیه‌ساز میزان جریان ورودی به تالاب و صنعت ماهیگیری به همراه اراضی قابل کشت کشاورزی و محصولات کشت شده بررسی می‌شود.



شکل 6- سطح تالاب هامون و میزان صید ماهی از تالاب در سناریوها

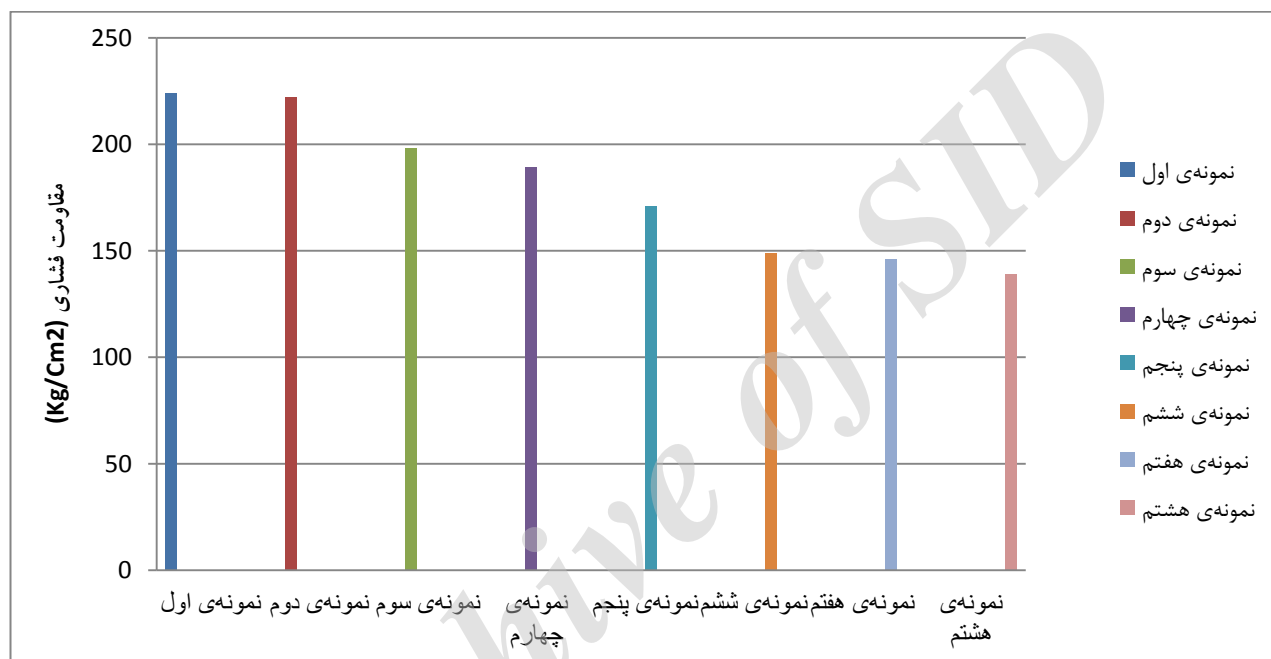
شکل (6) نشان می‌دهد که در وضعیت موجود در دوره بلندمدت 101 کیلومتر مربع از تالاب پر می‌شود و 362 تن ماهی در سال صید می‌شود که چون از انواع ماهیان، گونه کپور بیشترین درصد را در تالاب هامون دارد و با در نظرگیری هر کیلو 90056 ریال، سود حاصل از فروش ماهیان 32 میلیارد ریال خواهد شد همچنین 396 نفر به صیادی مشغول می‌شوند، این در حالی است که در زمان پرآبی سطح تالاب هامون واقع در ایران 3820 کیلومتر مربع بوده و 15000 صیاد وجود داشته که 13680 تن ماهی صید می‌شده است. در دوران خشک‌سالی تمام جریان ورودی به ایران به مخازن چاه نیمه برای تأمین نیازها منتقل می‌شود بنابراین سطح تالاب خشک و ماهی صید نمی‌شود ولی در وضعیت توسعه کامل، سطح تالاب به 65 در دوره بلندمدت و صفر کیلومتر مربع در خشک‌سالی می‌رسد که 232 تن ماهی صید می‌شود همچنین 20 میلیارد ریال از فروش ماهیان منفعت شامل دشت سیستان شده است (12 میلیارد کمتر از وضعیت موجود) و تنها 254 نفر صیادی کرده و 14745 نفر نسبت به زمان پرآبی بیکار می‌شوند.

شکل (7) سطح زیر کشت کشاورزی و برداشت محصولات را نشان می‌دهد با توجه به آب تخصیص داده شده در مدل شبیه‌ساز، در وضعیت موجود و دوره بلندمدت سطح زیر کشت در سه منطقه زابل، هامون و زاهدان به طور مجموع نسبت به زمان پرآبی 29232 هکتار و با توجه به متوسط عملکرد در هکتار محصولات، 131513 تن محصول برداشت می‌شود و 17700 واحد بهره‌برداری مشغول به کار می‌شوند و 1273 میلیارد ریال از فروش کل محصولات کشاورزی که عمده آن گندم و جو است، منفعت کسب می‌شود و در دوره خشک‌سالی سطح زیر کشت کاهش داشته و به 934 هکتار در دوره بلندمدت و تنها 4302 تن محصول برداشت می‌شود در این حالت تنها 800 واحد بهره‌برداری فعالیت می‌کنند و 41 میلیارد ریال از فروش محصولات کشاورزی به دست می‌آید و کاهش بسیار زیادی در سطح زیر کشت کشاورزی مشاهده می‌شود. در سناریو توسعه کامل و دوره بلندمدت 23389 هکتار از اراضی زابل، هامون و زاهدان زیر کشت می‌رود و به صورت کلی 105248 تن محصول برداشت می‌شود (بیشترین مقدار مربوط به گندم، جو و نباتات علوفه‌ای است) همچنین 13785 واحد در بخش زراعی و باغی فعالیت داشته و از فروش محصولات 1018 میلیارد ریال منفعت کسب خواهد شد این در حالی است که در زمان پرآبی منطقه 38526 واحد بهره‌برداری مشغول به کار بودند و 305896 تن محصول برداشت می‌شده و 2979 میلیارد ریال منفعت

شامل حال دشت سیستان بوده است. در زمان خشک سالی نیز سطح زیر کشت کاهش شدیدی پیدا کرده و به 127 هکتار می‌رسد و 739 تن محصول برداشت می‌رسد و کاهش بیش از 90 درصدی نسبت به دوره بلندمدت دارد در این حالت تنها 492 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.

5-2- مقاومت فشاری نمونه‌های 7 روزه

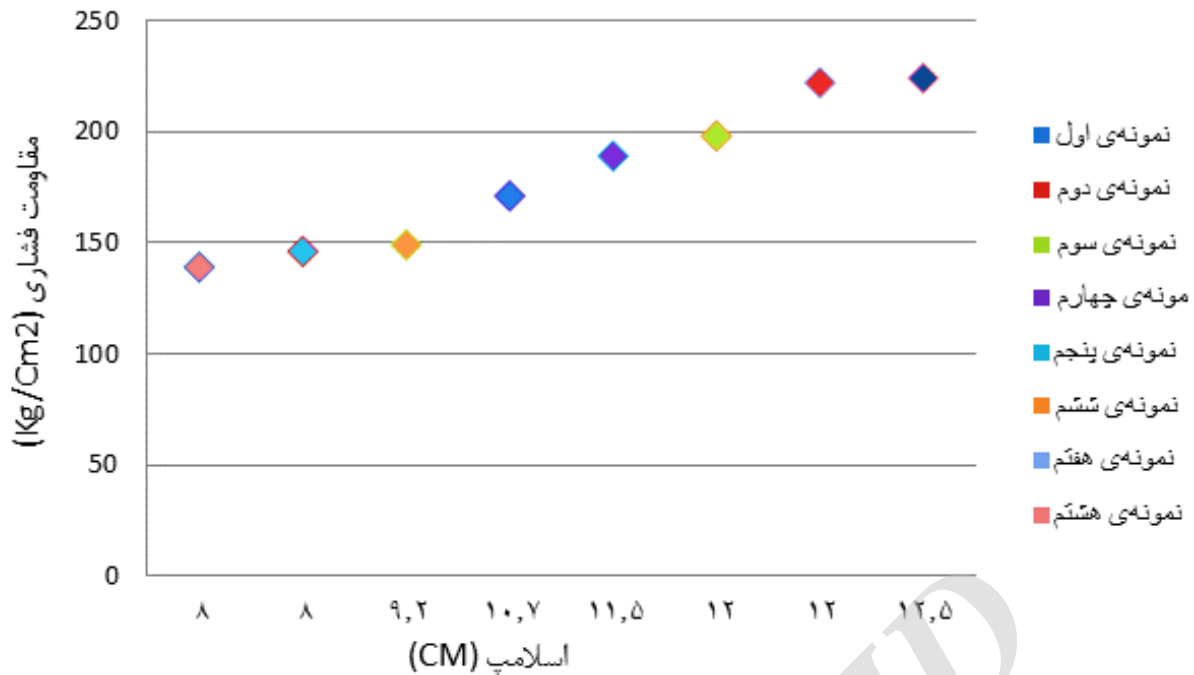
مقاومت فشاری بتن به عوامل متعددی بستگی دارد که یکی از این عوامل ارزش ماسه استفاده شده در بتن می‌باشد که تاثیر آن در شکل (7) مشاهده می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود در یک طرح اختلاط ثابت با کاهش میزان ارزش ماسه مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد. مقاومت فشاری نمونه‌های نمونه اول و دوم تقریباً برابر بوده این در حالی است که میزان افت مقاومت فشاری در نمونه‌های سوم تا هفتم به ترتیب برابر با 11.6، 15.6، 23.66، 33.48، 34.82 و 38 درصد می‌باشد.



شکل 7- مقاومت فشاری نمونه‌های مکی 7 روزه

6-2- 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 (1) 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 (8) 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 8- ارتباط بین مقاومت فشاری و اسلامپ بتن

3- 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 36 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 37.94 درصد نسبت به نمونه اول می‌باشد. در بتن همواره با کاهش میزان اسلامپ مقاومت فشاری افزایش می‌یابد (13) 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.

4 - مراجع

1. انجمن سیمان پرتلند، انجمن سیمان کانادا، (طراحی و کنترل مخلوط‌های بتنی)، مترجم اردشیر اطیابی، انتشارات جویبار، 1389.
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.
7. بررسی تاثیر جداگانه ی اجزای تشکیل دهنده ی بتن بر مقاومت فشاری 28 روزه ی آن. فائزه السادات خادمی، محمود اکبری، سید سروش.
8. 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 127-133. بهمن 1396.
9. "Concrete Construction", October 1994. [Online]. Available: http://www.concreteconstruction.net/howto/relationship-between-seven-and-28-day-strengths_o.
10. تکنولوژی بتن پیشرفته، مترجمین: دکتر رضانیانپور و همکاران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، 1384.
11. ارزیابی مقاومت بتن در سنین اولیه با استفاده از روش التراسونیک. فاطمه شهابی. دانشگاه گیلان، دانشکده فنی و مهندسی. پایان نامه، 1389.
12. 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، 1395.
13. بررسی تاثیر الیاف پلیمری ماکرو در ترکیب با پودر میکروسیلیس 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، 1394.
14. Abbas U. Materials development of steel-and basalt fiber-reinforced concretes (Master's thesis, Institutt for konstruksjonsteknikk).
15. Ramezani pour 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.
17. نشریه 101، مشخصات فنی عمومی راه «تجدید نظر دوم». معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. معاونت نظارت راهبردی امور نظام فنی، 1392.
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. C150, 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.
23. 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، 1396.

24. 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. 1395.

Archive of SID