

## بررسی سناریوهای تخصیص بهینه آب رودخانه بار نیشابور با استفاده از مدل WEAP تحت سناریوی اقلیمی A2

قاسم قندهاری<sup>1</sup> - جابر سلطانی<sup>2\*</sup> - محسن حمیدیان پور<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1392/12/06

تاریخ پذیرش: 1394/03/17

### چکیده

رشد سریع جمعیت و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و توسعه شهریو محدودیت‌های موجود ضرورت برنامه‌ریزی در جهت استفاده از این منبع حیات بخش را بیش از پیش ایجاب می‌نماید. در این تحقیق از خروجی‌های مدل گردش عمومی جو (HadCM3) و مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری SDSM جهت بررسی تغییرات بارندگی و دما تحت سناریوی اقلیمی A2 در حوضه رودخانه بار نیشابور و اثر این تغییرات بر آورد رودخانه بار استفاده شده است. در نهایت وضعیت منابع آب حوضه در بخش کشاورزی، صنعت و شرب با استفاده از مدل WEAP در شرایط تغییر اقلیم در دوره‌ی 2011-2040 میلادی و تحت سناریوهای افزایش سطح زیر کشت، پیشرفت صنعتی و افزایش جمعیت ارزیابی شد. نتایج نشان دهنده افزایش دما در ایستگاه اریه به اندازه 0/03 سلسیوس و کاهش بارندگی 3/9 و 8/75 درصد به ترتیب در ایستگاه‌های اریه و طاغان می‌باشد. تحت این شرایط شاهد افزایش نیاز آبی در بخش کشاورزی و صنعت، به طوری که بیشترین درصد کمبود آب در بخش کشاورزی (12 درصد)، سپس در بخش صنعت (2 درصد) می‌باشد و در نهایت در بخش شرب با کمبود مواجه نخواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، رشد جمعیت، ریزمقیاس‌نمایی، کمبود آب، مدل گردش عمومی جو.

### مقدمه

به عدم ایستایی اطلاعات هیدرولوژیکی شده است (14). در زمینه اثر تغییرات اقلیم بر منابع آب تحقیقات گسترده‌ای در سرتاسر جهان و از جمله ایران انجام شده است، که می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد: لالا و همکاران (6) به بررسی رویکردهای یکپارچه برای ارزیابی اثرات تغییرات اقلیمی و اجتماعی و اقتصادی روی منابع آب زیرزمینی در مراکش پرداختند. آن‌ها نشان دادند با وجود شرایط زیست محیطی بسیار شکننده و کمبود شدید آب، این حوضه از تغییرات و اثرات شدید اقلیمی روی منابع آب رنج می‌برد که در آن وجود مدیریت منابع آب حیاتی است. همچنین نتایج نشان می‌دهد برخی پارامترهای آب‌های زیر زمینی که در معرض آلودگی انسانی هستند از مقادیر آستانه فراتر رفته است، از سوی دیگر تغییرات اقلیمی به وضوح دارای پیامدهای جدی برای مدیریت آب در این حوضه است که نشان می‌دهد آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر پدیده تغییرات اقلیم است. ویچالاین (9) اثرات تغییر اقلیم بر هیدرولوژی و منابع آب حوضه ویوسکی<sup>4</sup> در شرق فنلاند را مورد تحقیق قرار دادند و از یک مدل مفهومی و 14 سناریوی تغییر اقلیم به منظور شبیه‌سازی اثرات آن بر سه دریاچه حوضه در دوره‌های 2010-2039، 2040-2069 و 2070-2099 استفاده نمودند. نتایج

موضوع مدیریت منابع آب در کشورهای در حال توسعه یک پدیده پیچیده است که ناشی از عوامل مختلف اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی و سیاسی می‌باشد. عواملی چون رشد فزاینده جمعیت و تقاضای سایر بخش‌های توسعه و محدودیت منابع آب شیرین، مدیریت بهینه منابع آب را در این کشورها با تنگناها و مشکلات جدی روبرو می‌سازد. علاوه بر آن تغییر اقلیم جهانی بر پیچیدگی و حساسیت موضوع افزوده است (13). در دهه‌های اخیر، تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط جهان آثار خود را به جای گذاشته و انتظار می‌رود در دهه‌های آینده نیز، اثرات این تغییرات تشدید شود. متأسفانه کشور ایران نیز از این تغییرات بزرگ مقیاس مستثنی نبوده و اثرات آن در بسیاری از حوضه‌های آبریز کشور مشاهده شده بطوری که اثرات آن گاهی منجر

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل

2- استادیار گروه مهندسی آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران  
(\* - نویسنده مسئول: Email: jsoltani@ut.ac.ir)

3- استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی

متوسط بارندگی سالانه آن حدود 398 میلی‌متر است. متوسط دمای سالانه این حوضه حدود 12 درجه سانتی‌گراد برآورد گردیده است. اقلیم این منطقه در طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی (نظیر؛ کوپن، دومارتن و آمبرژه) نیمه‌خشک سرد محسوب می‌شود (شکل 1). در حوضه‌ی مورد مطالعه دو ایستگاه آبسنجی اریه و طاغان بر روی حوضه آبریز رودخانه بار وجود دارند. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول 1 ارائه شده است (1).

#### مدل‌های GCM<sup>4</sup> و ریزمقیاس‌نمایی

معتبرترین ابزار جهت تولید سناریوهای اقلیمی، مدل‌های AOGCM<sup>5</sup> می‌باشند (10). این مدل‌ها بر پایه قوانین فیزیکی که به وسیله روابط ریاضی ارائه می‌شوند، استوار هستند. در این پژوهش از خروجی مدل HadCM3 استفاده شده است و به منظور ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل مذکور از روش ریزمقیاس‌نمایی آماری و از مدل SDSM<sup>6</sup> برای بررسی تغییرات دما و بارش در دو ایستگاه اریه و طاغان استفاده شده است. در مدل SDSM ساخت داده‌های هواشناسی با استفاده از ترکیب دو روش احتمالاتی و رگرسیون صورت می‌گیرد. در طی فرآیند ریزمقیاس‌کردن در این مدل، یک رگرسیون خطی چندمتغیره میان تعداد محدودی از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بزرگ مقیاس و پیش‌بینی‌شونده‌ها در مقیاس محلی، همچون: بارش و دما توسعه می‌یابد (4). بارش به عنوان یک فرآیند شرطی است که میزان بارندگی منطقه‌ای (محلی) با وقوع روزهای مرطوب است، در نظر گرفته می‌شود، و حداقل و حداکثر دما به عنوان فرآیند غیرشرطی مدل می‌شوند، که یک ارتباط مستقیم بین پیش‌بینی‌کننده‌های بزرگ مقیاس و پیش‌بینی‌کننده‌های منطقه‌ای در نظر گرفته می‌شود (5).

مدل SDSM جهت تولید داده‌های گذشته و کالیبره شدن بر اساس دو دوره‌ی 1990 - 1961 و 2000 - 1971 عمل می‌کند. از اینرو به منظور مشخص کردن تغییرات پارامترهای اقلیمی مورد مطالعه، نخست داده‌های روزانه بارندگی و دمای 30 ایستگاه در منطقه جمع‌آوری و مراحل بررسی و آماده‌سازی برای یک دوره سی ساله (2000 - 1971) جهت استفاده در مدل SDSM انجام شد، که تنها ایستگاه‌های ذکر شده در جدول 1 در این دوره آماری قرار گرفتند.

علاوه بر داده‌های ایستگاه‌های مورد نظر داده‌های مدل گردش عمومی جو (HADCM3) و همچنین اطلاعات پیش‌بینی‌کننده‌ها از سایت گروه هواشناسی کانادا CCIS<sup>6</sup> نیز برای دوره آماری دریافت

نشان داد که تغییر اقلیم بر روی میزان ذوب برف اثر گذاشته و سبب بروز تغییرات فصلی در میزان رواناب و تراز آب دریاچه‌ها می‌گردد. رواناب و تراز دریاچه‌ها در فصول بهار و تابستان کاهش و در پاییز زمستان افزایش خواهد یافت. یتس و همکاران (11) مدل گردش اقلیمی منابع آب در رودخانه ساکرامنتو را با استفاده از مدل هیدرولوژیکی WEAP<sup>1</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل می‌تواند تعادل آب محلی و منطقه‌ای، از جمله مدیریت و عدم مدیریت جریان‌ها، مخزن ذخیره‌سازی، استفاده‌های کشاورزی و شهری (شرب) و تخصیص منابع آب سطحی و زیرزمینی برقرار کند که برای فرایندهای مختلف برنامه‌ریزی آب در کالیفرنیا مفید باشد. زارزاده (13) تخصیص منابع آب حوضه آبریز قزل اوزن - سفید رود در ایران را تحت تاثیر تغییر اقلیم و با رویکرد ورشکستگی در حل اختلاف را برای چند استان با منابع آب مشترک این رودخانه را مورد ارزیابی قرار داد. ابتدا مکانیزم‌های تخصیص منابع آب بین ذی‌نفعان درگیر در حوضه آبریز تحت شرایط اقلیمی مختلف و نیز تغییر اقلیم را شناسایی نمود که در این راه ابتدا حوضه آبریز رودخانه را در محیط WEAP مدل نمود، و سپس به منظور کاهش تنش‌های ایجاد شده بین ذی‌نفعان این حوضه رویکرد ورشکستگی که از رویکردهای تئوری بازی‌های همکارانه می‌باشد، به عنوان روشی برای تخصیص منابع آب در این حوضه انتخاب نمود.

در این تحقیق از خروجی‌های مدل گردش عمومی جو (HadCM3<sup>2</sup>) و مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری SDSM<sup>3</sup> جهت بررسی تغییرات بارندگی و دما تحت سناریوی اقلیمی A2 در حوضه رودخانه بار نیشابور و اثر این تغییرات بر آورد رودخانه بار استفاده شده است. در نهایت وضعیت منابع آب حوضه در سه بخش کشاورزی، صنعت و شرب با استفاده از مدل WEAP در شرایط تغییر اقلیم در دوره‌ی 2011 - 2040 میلادی ارزیابی تحت سناریوهای افزایش سطح زیرکشت، پیشرفت صنعتی و افزایش جمعیت ارزیابی می‌شود.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه بار در شمال غرب شهرستان نیشابور در ناحیه شمال شرقی ایران در محدوده‌ای بین عرض شمالی 25° - 36° و 36° - 40° و طول شرقی 37° - 58° و 52° - 58° واقع شده است. این حوزه آبریز کوهستانی بوده و بلندترین نقطه آن حدود 3069 متر از سطح دریا ارتفاع دارد. حوزه آبریز مورد مطالعه تا خروجی حوضه (محل احداث سد بار) 284 کیلومتر مربع مساحت دارد و

4 - General Circulation Models

5 - Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM)

6- Canadian Climate Impacts Scenarios

1- Water Evaluation And Planning

2 - Hadley Centre Coupled Model, Version3

3 - Statistical DownScaling Model

شد. مدل SDSM دارای هفت مرحله‌ی اصلی زیر است:



شکل 1- موقعیت حوضه ابریز رودخانه بار  
Figure 1- Barriver basin location

جدول 1- ایستگاه‌های موجود در حوضه رودخانه بار

Table 1- Stations in Bar river basin

ردیف Row	حوزه ابریز basin	رودخانه River	ایستگاه Station	سال تاسیس Established	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	نوع ایستگاه Station Type
1	بار bar		اریه Erie	1329	58° 42'	36° 28'	تبخیرسنجی Evaporimeter
2	طاغون Taghon		طاغون Taghon	1356	60 35	36° 31	باران سنجی Raingauge
3	عیش آباد Eish Abad		عیش آباد Eish Abad	1350	56 17	36° 59	باران سنجی Raingauge
4	فدیشه Fadishe		فدیشه Fadishe	1364	58 25	36° 02	تبخیرسنجی Evaporimeter
5	طرق Torogh		طرق Torogh	1344	59 33	36° 10	تبخیرسنجی Evaporimeter
6	بار Bar		اریه Erie	1329	58 42	36° 28	هیدرومتری Hydrometer
7	طاغون Taghon		طاغون Taghon	1359	58 40	36° 25	هیدرومتری Hydrometer

A2 در مدل WEAP، سناریوهای مختلفی مطابق جدول 2 تعریف گردیده است. در جدول 2 منظور از سناریو دوم تعریف شده در مدل WEAP، یعنی در نظر گرفتن افزایش در سطح زیر کشت کشاورزی در آینده از طریق لحاظ کردن اثر مستقیم افزایش سطح زیر کشت بر مصرف آب می‌باشد.

به منظور حصول اطمینان از داده‌های تولید شده در گام پنجم مدل، در این مطالعه اقدام به انجام آزمون مقایسه میانگین Independent-Samples T توسط نرم افزار SPSS بین داده‌های مشاهده‌ای و داده‌های دوره‌ی ارزیابی مدل شد. نتایج نشان دهنده این

1- کنترل کیفی داده‌های مشاهداتی، 2- غربالگری داده‌های پیش‌بین کننده (NCEP<sup>1</sup>)، 3- واسنجی مدل بر اساس داده‌های غربال شده در مرحله قبل (2)، 4- تولید داده‌های آب و هواشناسی (مرحله تنظیم مدل)، 5- تولید داده‌ها برای دوره‌ی آتی (مرحله ارزیابی مدل)، 6- مقایسه گرافیکی نتایج مدل، 7- تولید و تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی مختلف (13).

در این تحقیق جهت بررسی اثر تغییر اقلیم تحت سناریوی اقلیمی

1 - the National Centers for Environmental Prediction

$$\sum_{j=1}^F x_{j,i}^P = D_k^{P,t-n} \times C_k^P$$

$$\sum_{j=1}^F x_{j,i}^P \geq D_k^{P,t-1} \times C_k^P \quad (1)$$

$$C_k^P = C$$

$$C_k^P \geq C$$

$$0$$

$$\begin{cases} X_{i,l}^{>P} = 0 & \text{for Demand Site with Priority} > P \\ X_{i,K}^P \geq 0 & \text{for Demand Site with Priority} = P \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{i,k}^{>f} = 0 & \text{for Demand Site with Priority} > f \\ X_{i,K}^f \geq 0 & \text{for Demand Site with Priority} = f \end{cases}$$

که در روابط فوق؛ p بیانگر اولویت تقاضا<sup>1</sup>، اولویت در عرضه<sup>2</sup> برای مرکز تقاضای k، n گام زمانی،  $X_{i,j}^P$  مقدار جریاناز گره عرضه زبه گروه تقاضای i با اولویت p،  $S_i^f$  ذخیره مخزن در نقطه اندر زمان t،  $C_p$  درصد پوشش نیاز<sup>3</sup> کلی برای اولویت P،  $C_k^P$  درصد شاخص پوشش نیاز مرکز تقاضای K و  $D_k^{P,t}$  مقدار آب مورد نیاز برای مرکز تقاضای K با اولویت p در گام زمانی t می باشد (11).

## نتایج و بحث

### نتایج مدل اقلیمی

نتایج آزمون آماری مقایسه میانگین نشان داد که از داده های آب و هوایی تولید شده در SDSM می توان بجای داده های دوره ی پایه استفاده نمود (جدول 3).

جدول 3 نشان دهنده اینست که اختلاف معنی داری بین داده های مشاهده ای و داده های تولید شده در دوره ی تنظیم توسط SDSM برای هر دو ایستگاه وجود ندارد (sig = 0.986) و لذا از این داده ها در ادامه برای مقایسه با دوره ی آتی می توان استفاده نمود.

نتایج SDSM تحت سناریوی A2 در ایستگاه های اریه، طاغان، عیش آباد، فدیشه و طرق نشان دهنده ی کاهش بارندگی و افزایش دما در دوره ی آتی نسبت به دوره ی پایه می باشد. بطور کلی نتایج مدل SDSM در منطقه روند افزایش دما و کاهش بارندگی در دوره ی 2011 - 2040 را پیش بینی می کند (جدول 4).

نتایج نشان دهنده کاهش بارندگی در دو ایستگاه اریه و طاغان می باشد، بطوری که تحت سناریوی A2 در ایستگاه طاغان کاهش 8/75 درصدی و برای اریه کاهش 3/9 درصدی در دوره ی آتی نسبت به دوره پایه می باشد. اشکال (2) و (3) نتایج تغییرات میانگین بارندگی ماهانه در دو دوره (1971-2000) و (2011-2040) در ایستگاه های اریه و طاغان را نشان می دهد.

- 1- Priority
- 2- Preference
- 3- Coverage

است که می توان از داده های دوره ی تنظیم بجای داده های مشاهده ای استفاده نمود (جدول 3).

## برآورد رواناب

در این مطالعه جهت برآورد رواناب حوضه رودخانه در دوره ی آتیاز مدل منطقه ای استفاده شد. بطوری که در دوره ی 1971 - 2000 برای هر یک از زیرحوضه ها روابط دبی - بارش برای تمام ماهها برآورد شد (جدول 5). سپس روابط حاصله در هر یک از ماهها واستنجی شد. با فرض ثابت بودن شرایط فیزیکی حوضه آبریز بار در دوره ی آتی نسبت به دوره ی پایه (حوضه رودخانه بار دارای شرایط یکسان فیزیکی و کوهستانی می باشد) از این روابط با توجه به در اختیار داشتن بارندگی در دوره ی آتی (خروجی مدل SDSM) برای برآورد رواناب حوضه بار در دوره ی آتی استفاده گردید.

## مدل ارزیابی و برنامه ریزی آب

مدل WEAP سیستم را به اجزای مختلف منابع تأمین (مانند رودخانه ها، نهرا، آب های زیرزمینی، مخازن و تصفیه خانه ها)، برداشت، انتقال و تجهیزات تصفیه فاضلاب، نیازهای اکوسیستم، نیازهای آبی و تولید آلودگی ارائه می دهد. ساختار داده ها و سطح جزئیات را می توان به سادگی به شکل دلخواه درآورد تا نیازهای یک تحلیل خاص را برآورده کرد و محدودیت های ناشی از کمبود داده ها را نشان داد (6). مدل WEAP، از یک مدل برنامه ریزی خطی استاندارد برای حل مسائل تخصیص آب در هر گام زمانی استفاده می کند که تابع هدف آن حداکثر کردن درصد تأمین نیازهای مراکز تقاضا با توجه به اولویت عرضه و تقاضا، تعادل جرمی و سایر قیود می باشد. تمامی قیود بطور متناوب برای هر گام زمانی و با توجه به اولویت عرضه و تقاضا تعریف می شود. مدل WEAP، در هر گام زمانی معادله تعادل جرمی آب را برای هر گره و شاخه محاسبه می کند. با این فرض که عملکرد اجزا سیستم به جز در مخازن و رطوبت خاک در هر گام زمانی مستقل از گام های دیگر می باشد. گام های زمانی با توجه به بزرگی حوضه می تواند کوچک (روزانه، 10 روزه) یا بزرگ (ماهانه یا بیشتر) در نظر گرفته شود (11).

## مدل سازی تخصیص در WEAP

فرمول بندی مدل تخصیص در WEAP با رابطه زیر تشریح می گردد:

$$\text{For each } p=1 \text{ to } P$$

$$\text{For each } f=1 \text{ to } F \in (D_k^{p,t-n})$$

$$\text{Max } Z = C_p$$

$$\sum_{j=1}^n x_{j,i}^P - \sum_{r=1}^m x_{i,r}^P + S_i^{t-1} = S_i^t$$

$$\sum_{j=1}^F x_{j,i}^P = D_k^{p,t-n}$$

جدول 2- سناریوهای تعریف شده در این تحقیق در مدل WEAP

Table 2- Defined scenarios in this study in WEAP model

سناریو	توضیحات
سناریو 1 Scenario 1	سناریوی پایه: وقوع تغییرات اقلیمی پیش بینی شده، تخصیص آب بدون اولویت بندی و بر اساس حداکثر نیاز قابل تأمین برای کل مجموعه. Base Scenario: The occurrence of climate changes of predictand, Allocated water without precedence and based on maximum of supplied demand for total
سناریو 2 Scenario 2	در نظر گرفتن افزایش در سطح زیر کشت کشاورزی در آینده (لحاظ کردن اثر مستقیم افزایش سطح زیر کشت بر مصرف آب). The increase in the cultivated area in the future (in terms of the direct effect of increasing the cultivated area to water Consumption).
سناریو 3 Scenario 3	مشابه سناریوی 2 با در نظر گرفتن افزایش در بخش صنعت در آینده. A similar scenario 2: Considering the increase in the industrial sector in the future.
سناریو 4 Scenario 4	مشابه سناریوی 2 با در نظر گرفتن افزایش جمعیت در آینده. A similar scenario 2: Considering the population growth in the future.

جدول 3- آزمون میانگین Independent-Samples T Test داده‌های مشاهده‌ای بارندگی و دوره‌ی تنظیم مدل SDSM در ایستگاه‌های اریه و طاغان

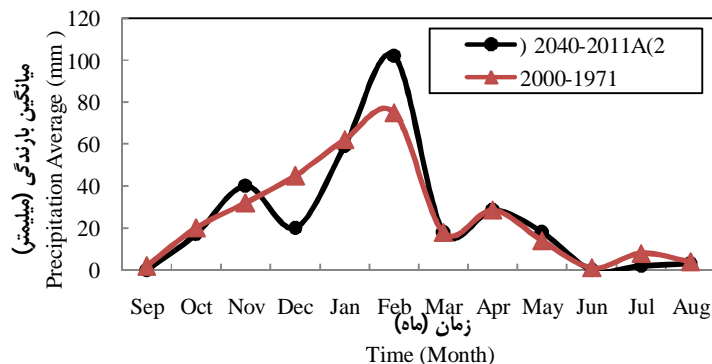
Table 3- Independent-Samples T Test of precipitation observational data and adjustment period of SDSM model in Arie & Taghan station

آزمون سطح برابری واریانس Levene's Test for Equality of Variances	آزمون برابری میانگین (t-test for Equality of Means)								
	F	Sig.	t	df	Sig.	اختلاف میانگین Mean Difference	خطای استاندارد انحراف معیار Std. Error Difference	سطح اطمینان 95% Confidence Interval Lower Upper	
ایستگاه اریه (Erie Station)									
فرض برابری واریانس Equal variances assumed	1.863	0.172	-0.018	20668	0.986	-0.008	0.04505	-0.08909	0.08750
فرض عدم برابری واریانس Equal variances not assumed			-0.018	20668	0.986	-0.008	0.04505	-0.08909	0.08750
ایستگاه طاغان (Taghan Station)									
فرض برابری واریانس Equal variances assumed	0.365	0.546	-0.001	21548	1	-0.00002	0.04133	-0.08103	0.08099
فرض عدم برابری واریانس Equal variances not assumed	0.365	0.546	-0.001	21548	1	-0.00002	0.04133	-0.08103	0.08099

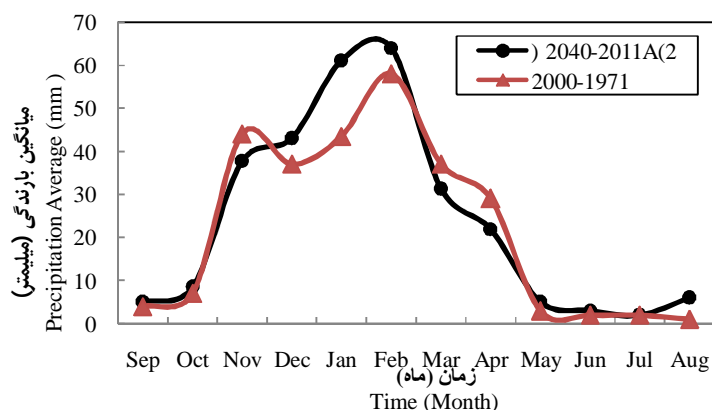
جدول 4- تغییرات بارندگی و دما در حوضه رودخانه بار در دوره‌ی 2011-2040

Table 4- Precipitation and temperature changes in the basin of Bar river in period of 2011- 2040

ایستگاه Station					سناریو Scenario	متغیر Variable
طرق Torogh	عیش‌آباد Eish Abad	فدیشه Fadishe	طاغان Taghan	اریه Erie		
0.19	-----	0.04	-----	0.03	A2	دما (C°) - افزایشی Temperature (C°)-Increasing
6.55	16	10.2	8.75	3.9	A2	بارندگی (%) - کاهش Rainfall (%) - Decreasing



شکل 2- میانگین بارندگی ماهانه در دو دوره (1971-2000) و (2011-2040) در ایستگاه اریه  
Figure 2- Precipitation monthly average in periods of (1971- 2000) and (2011- 2040) in Arie station



شکل 3- میانگین بارندگی ماهانه در دو دوره (1971-2000) و (2011-2040) در ایستگاه طاغان  
Figure 3- Precipitation monthly average in periods of (1971- 2000) and (2011- 2040) in Taghan station

بین داده های بارش - دبی در ایستگاه های اریه و طاغان برآورد شد (جهت بدست آوردن این روابط دبی در ماه های مختلف منجمله در فصول بارش برف (زمستان) و فصول ذوب برف (بهار) با خودشان مقایسه شده اند، لذا تحت شرایط آب و هوایی، هر ماه (بطور متوسط) با خود همان ماه در زمان های مختلف مقایسه شده است) (جدول 5). به کمک روابط برآورد شده، برای زیرحوضه های اریه و طاغان، دبی در دوره ی پایه برای این دو زیرحوضه محاسبه شد و نتایج نشان دهنده کاهش رواناب این دو زیرحوضه در دوره ی آتی نسبت به دوره پایه است، بطوریکه در زیر حوضه اریه کاهش 19/7 درصدی و در زیرحوضه طاغان کاهش 25/9 درصدی تحت سناریوی اقلیمی A2 پیش بینی می شود. در این تحقیق هدف بدست آوردن دبی با توجه به تغییرات بارندگی در دوره ی آتی است، لذا از روابط مستقیم بارش - دبی استفاده شده است، و همچنین تغییرات دما جداگانه مورد بررسی قرار گرفته اند (شکل 4).

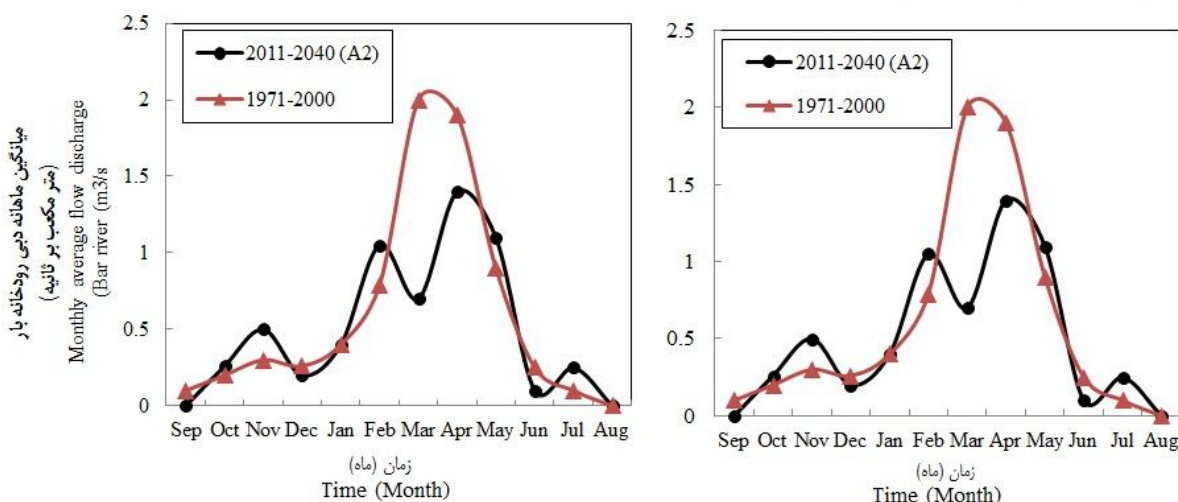
### محاسبه رواناب حوضه ی آبریز رودخانه بار در دوره 2011-2040

جهت بدست آوردن روابط بارش - دبی در دوره ی پایه، از نرم افزار آماری SPSS\_19 استفاده شد. ابتدا داده های پرت در بین بارش و دبی در هر ماه مشخص و حذف (با توجه به وجود ثبت بارندگی، دبی در منطقه ثبت نشده است) شدند. سپس همبستگی بین داده های باقی مانده، برای هر ماه بدست آمد. در هر ماه نتایج نشان داد که همبستگی قابل توجهی بین داده ها وجود دارد. جهت بدست آوردن بهترین ضرائب بین داده های بارش و دبی، روابط رگرسیونی مختلف (خطی، چند جمله ای، نمایی و ...) مورد بررسی قرار گرفتند. با مشخص شدن بهترین رابطه و واسنجی این روابط در منطقه برای هر ماه در دوره ی پایه، از این روابط با فرض ثابت بودن شرایط فیزیکی حوضه (حوضه دارای شرایط کوهستانی یکسان می باشد) برای بدست آوردن دبی در زیر حوضه های اریه و طاغان در دوره ی آتی استفاده شد. برای تمام ماه های سال به همین شیوه عمل شد و بهترین روابط

جدول 5- رابطه‌ی رگرسیون بین بارش و رواناب در دوره پایه در زیر حوضه‌های اریه و طاغان

Table 5-Regression relationship between precipitation and runoff at base period in the Arie & Taghan sub-basins

ماه Month	ایستگاه اریه Erie Station			ایستگاه طاغان Taghan Station		
	رابطه رگرسیون بارش - رواناب Reg. Equation of Rainfall-Runoff	ضریب همبستگی Correlation coefficient	ضریب کنترل R <sup>2</sup> Coefficient of Determinatio	رابطه رگرسیون بارش - رواناب Reg. Equation of Rainfall-Runoff	ضریب همبستگی Correlation coefficient	ضریب کنترل (R <sup>2</sup> ) Coefficient of Determinatio
مهر Sep	Y=0.027x+0.219	0.9	0.805	Y=0.557exp^(0.0018x)	0.9	0.805
آبان Oct	Y=0.05x+0.054	0.87	0.781	Y=0.001x <sup>2</sup> -0.07x+2.388	0.87	0.781
آذر Nov	Y=-0.001x <sup>2</sup> +0.065x+0.385	0.84	0.719	Y=-0.07x <sup>2</sup> -0.107x+0.715	0.84	0.719
دی Dec	Y=-0.017x <sup>2</sup> +0.031x+0.11	0.82	0.673	Y=0.042x <sup>2</sup> -0.013x+0.177	0.82	0.673
بهمن Jan	Y=0.103x+0.09	0.81	0.655	Y=0.05x+0.062	0.81	0.655
اسفند Feb	Y=0.024x+0.046	0.93	0.836	Y=0.029x+0.034	0.93	0.836
فروردین Mar	Y=0.008x+0.072	0.91	0.826	Y=0.005x+0.042	0.91	0.826
اردیبهشت Apr	Y=0.009x+0.103	0.78	0.649	Y=0.057exp^(0.017x)	0.78	0.649
خرداد May	Y=0.011x+0.031	0.78	0.649	Y=0.045exp^(0.024x)	0.78	0.649
تیر Jun	Y=0.002x+0.14	0.82	0.673	Y=0.043exp^(0.023x)	0.82	0.673
مرداد Jul	Y=0.104exp^(0.018x)	0.81	0.675	Y=0.002x+0.017	0.81	0.657
شهریور Aug	Y=0.228exp^(0.014x)	0.75	0.626	Y=0.07exp^(0.029x)	0.75	0.626



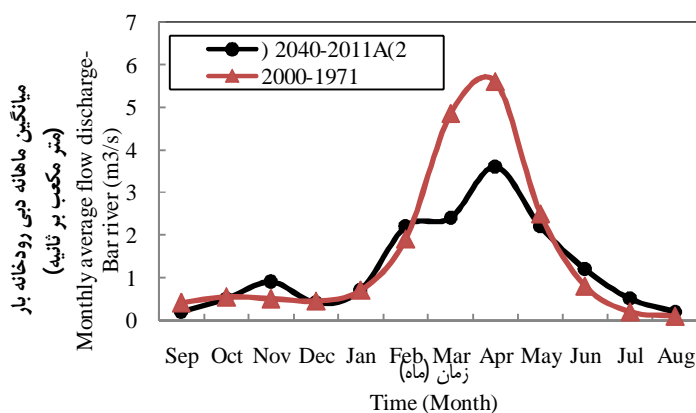
شکل 4- میانگین دبی رودخانه‌های اریه و طاغان در دو دوره (2000-1971) و (2011-2040) تحت سناریوی A2

Figure 4- Average flow discharge of Arie & Taghan rivers in periods of (1971- 2000) and (2011- 2040) under A2 scenario

### نتایج مدل WEAP

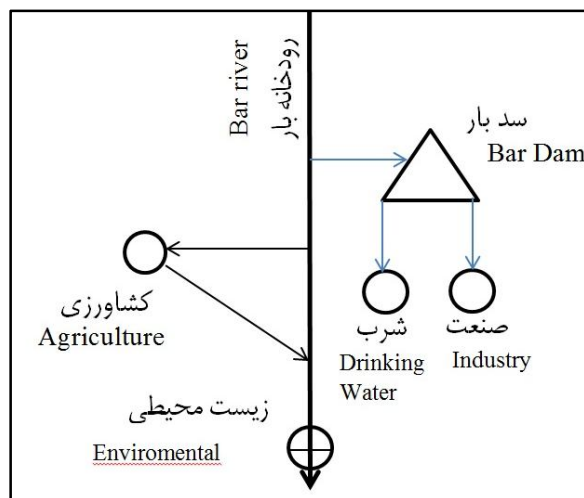
در این مطالعه برای بررسی وضعیت تخصیص منابع آب حوضه رودخانه بار تحت سناریوی اقلیمی A2، ابتدا سیستم منابع آب در مدل WEAP پیکربندی شد، این حوضه شامل پنج نقطه نیاز کشاورزی، شرب و صنعت، سد بار و نیاز زیست محیطی می‌باشد (شکل 6). ساختار مدیریتی در WEAP با استفاده از سناریوهایی که در آن نوشته می‌شود وضعیت آب در آینده را نشان می‌دهد، که در آن می‌توان تاثیر آب و هوا، مدیریت کاربری اراضی، تقاضا، تنظیمات و برنامه‌ریزی‌ها را مشخص کرد. سناریوها از سال پایه اخذ می‌شوند. سال پایه، سالی است که اطلاعات و آمار مناسبی از وضعیت منطقه تحت مطالعه موجود باشد.

در شکل 4، کاهش دبی در ماه‌های مهر و آبان با توجه به کاهش ناچیز بارندگی در دوره‌ی آبی نسبت به دوره‌ی گذشته را می‌توان به روند کاهشی دبی رودخانه در دوره‌ی آماری گذشته برای این دو ماه و همچنین افزایش سطح زیر کشت باغات و مزارع در بالادست رودخانه دانست. مطابق شکل 5، دبی حوضه رودخانه بار که حاصل مجموع دبی زیرحوضه‌های اریه و طاغان است، برآورد شد. نتایج نشان دهنده کاهش میانگین سالانه دبی رودخانه بار در دوره‌ی پایه نسبت به دوره‌ی آبی است، بطوری‌که کاهش 21/71 درصدی تحت سناریوی اقلیمی A2 در این حوضه پیش‌بینی می‌شود.



شکل 5- مقایسه میانگین ماهانه دبی رودخانه بار در دوره تنظیم و ارزیابی

Figure 5- Comparison of Bar river monthly average flow discharge in the adjustment and evaluation period



شکل 6- پیکربندی سیستم منابع آب رودخانه بار در مدل WEAP

Figure 6- Configuration of Bar river water resources system in WEAP model



تا بتوان به این وسیله بهترین تخمین از دوره مورد مطالعه را انجام داد. در نهایت داده‌ها شامل جریان رودخانه بار تحت سناریوی A2، درصد ماهانه جریان ورودی به سد بار از رودخانه، مقادیر تخصیص آب برای هر یک از نقاط نیاز و داده‌های مربوط به سد شامل حجم مخزن، ذخیره‌ی اولیه، منحنی حجم-سطح و میزان تبخیر از سطح آزاد در مخزن سد در مدل WEAP تعریف شده است. جدول 6 نشان دهنده میزان تخصیص آب برای هر یک از نقاط نیاز می‌باشد.

سپس با استفاده از سال پایه سناریوهای مختلف در سال پایه و در آینده جهت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع و تقاضا در محیط مدل‌سازی شده در منطقه تحت مطالعه اعمال می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان سناریوهای مختلف را می‌توان مورد بررسی قرار داد (12). در این مطالعه سال پایه سال 2011 و سال انتهایی برای مدل‌سازی سال 2040 در نظر گرفته شده است. بررسی عرضه و تقاضا در سطح حوضه آبریز در آینده با کمک سناریوی مرجع صورت می‌گیرد. این سناریو یک سناریوی پایه است در آن از داده‌های واقعی استفاده شده

جدول 6- مقادیر تخصیص منابع آب به نقاط نیاز در سطح حوضه بار  
Table 6-Allocated amounts of water resources to demand points in Bar basin area

	حجم (میلیون متر مکعب)												
	مهر Sep	آبان Oct	آذر Nov	دی Dec	بهمن Jan	اسفند Feb	فروردین Mar	اردیبهشت Apr	خرداد May	تیر Jun	مرداد Jul	شهریور Aug	مجموع Sum
منابع آب در موقعیت بند انحرافی Water resources in The location of diversion dam	0.4	1.02	1.4	1.2	2	5.3	12	12.4	5.3	1.8	0.8	0.5	44.8
برداشت کشاورزی پایین دست Agricultural consumption in downstream	0.4	0.2	0	0	0	0	0.4	1.2	1.7	1.4	0.7	0.5	6.7
رها سازی زیست محیطی از بند Environmental release from the location dam	0	0	0.1	0.1	0.2	0.5	3.3	1.3	0.6	0	0	0	8
شرب Drinking	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	7
صنعت Industry	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	5
سر ریز سد بار Spillway of Bar dam	0	0	0	0	0	0.3	0	1.2	0.5	0	0	0	2.8
سر ریز بند انحرافی The spillway of Diversion dam	0	0	0.1	0.1	0.2	2.3	4.7	4.5	1.1	0.1	0	0	13.2

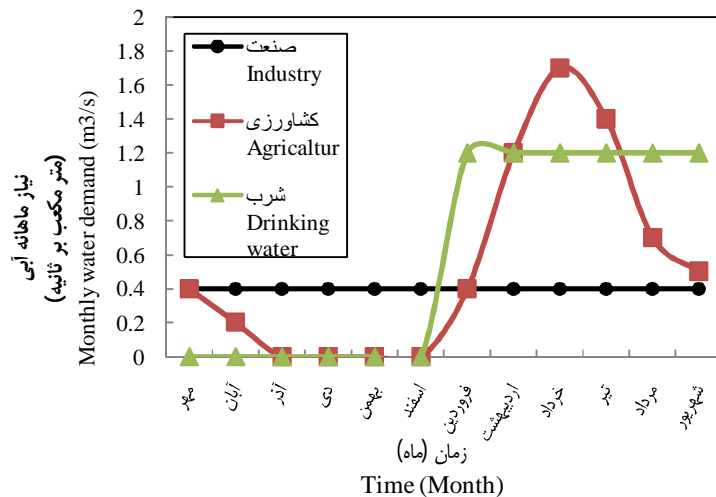
های فروردین تا مهر می‌باشد. این در حالی است که بیشترین نیاز آبی گیاهان نیز در همین دوره می‌باشد. بطور کلی تغییرات نیاز آبی تحت سناریوی A2 در مدل WEAP در مقابل سناریوهای مختلف بصورت جدول 7 می‌باشد.

همچنین مقادیر درصد نیاز تأمین شده آب در هر یک از سناریوها در مدل WEAP تحت سناریوی A2 مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان دهنده کاهش درصد تأمین شده آب در سناریوهای مختلف بود (شکل 9).

پس از تأمین اطلاعات مورد نیاز WEAP، شبیه‌سازی حوزه در سال پایه انجام می‌شود. برای شبیه‌سازی منطقه در سال پایه تا حد ممکن سعی شده است داده‌ها طوری تعدیل شوند تا شرایط مدل‌سازی شده به شرایط واقعی در منطقه نزدیک باشد (شکل 7).

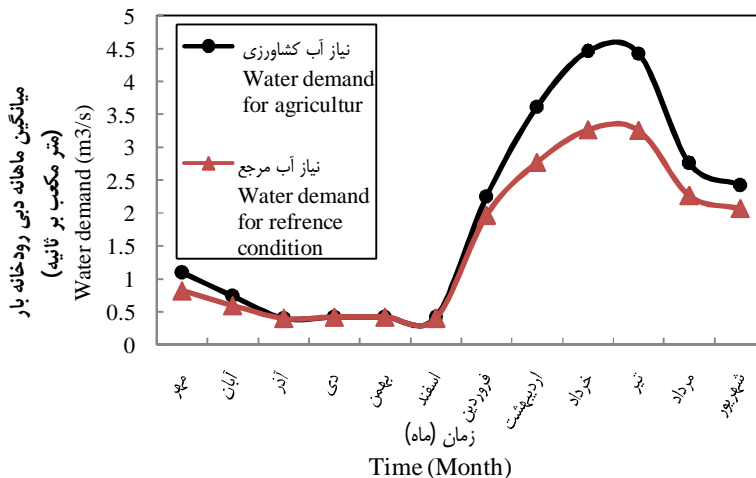
نتایج WEAP در حوزه آبریز بار، نشان دهنده افزایش نیاز آبی در دوره‌ی 2011-2040 تحت سناریوهای A2 و براساس سناریوهای افزایش سطح کشاورزی، پیشرفت صنعتی و افزایش جمعیت (جدول 2) نسبت به سال پایه می‌باشد (شکل 8).

شکل 8 نشان دهنده افزایش میانگین ماهانه نیاز آبی تحت سناریوهای مختلف می‌باشد. در مورد سناریوی افزایش کشاورزی، بیشترین افزایش نیاز آبی با توجه به کاهش دبی رودخانه بار در ماه-



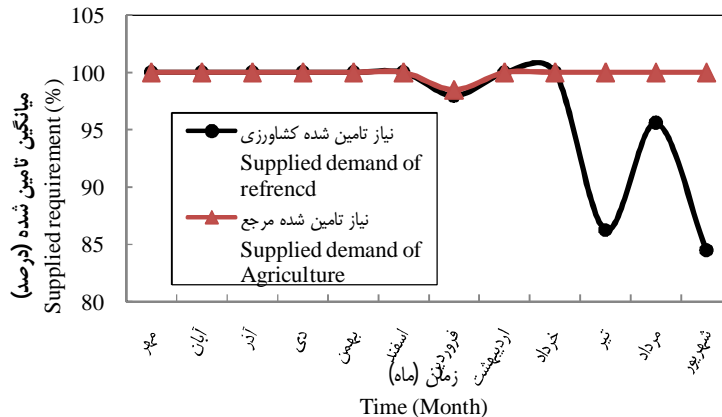
شکل 7- نیاز ماهانه آبی در سال پایه برای هر یک از نقاط نیاز در مدل WEAP

Figure 7- Monthly water demand in the base year for each of the demand points in WEAP model



شکل 8- نیاز آبی ماهانه در سناریوهای افزایش سطح کشاورزی و مرجع تحت سناریوی A2

Figure 8- Monthly water demand in increasing agricultural & reference area under A2 scenario



شکل 9- درصد نیاز تأمین شده در سناریوهای افزایش سطح کشاورزی و مرجع تحت سناریوی A2

Figure 9- Supplied requirement (%) in increasing agricultural & reference area under A2 scenario

جدول 7- مقایسه نیاز آبی ماهانه (مترمکعب بر ثانیه) در سناریوی‌های مدل WEAP تحت سناریوی اقلیمی A2  
 Table 7-Comparison of monthly water demand (m<sup>3</sup>/s) in the WEAP model scenario under A2 climate scenario

سناریو Scenario ماه Month	افزایش سطح کشاورزی Increasing agricultural area	پیشرفت صنعتی Industrial development	افزایش جمعیت Increasing population	مرجع Reference
مهر Sep	1.1	2.37	0.82	0.82
آبان Oct	0.74	0.07	0.6	0.6
آذر Nov	0.4	1.87	0.4	0.4
دی Dec	0.42	1.97	0.42	0.42
بهمن Jan	0.42	1.97	0.42	0.42
اسفند Feb	0.42	1.97	0.42	0.4
فروردین Mar	2.25	3.52	2.83	1.97
اردیبهشت Apr	3.61	4.32	3.63	2.77
خرداد May	4.46	4.82	4.13	3.27
تیر Jun	4.43	4.8	4.8	3.26
مرداد Jul	2.76	3.82	3.82	2.27
شهریور Aug	2.42	3.62	3.62	2.07

مدل ریز مقیاس نمایی آماری SDSM جهت بررسی تغییرات بارندگی و دما تحت سناریوی اقلیمی A2 در حوضه رودخانه بار نیشابور استفاده شد. سپس اثر این تغییرات بر آورد رودخانه بار و در نهایت وضعیت منابع آب در سه بخش کشاورزی، صنعت و شرب با استفاده از مدل WEAP در شرایط تغییر اقلیم در دوره‌ی 2011-2040 میلادی استفاده و بررسی شد. در بخش اول نتایج نشان دهنده افزایش دما و کاهش بارندگی و در نهایت کاهش آورد رودخانه بار است. با توجه به کاهش دبی رودخانه، فرایند شبیه‌سازی تخصیص در حوضه با در نظر گرفتن سناریوهای افزایش سطح کشاورزی، پیشرفت صنعتی و افزایش جمعیت در مدل WEAP انجام شد، که نتایج نشان داد در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب حوضه مورد مطالعه با افزایش نیاز آبی مواجه خواهد شد، لذا تأمین نیاز آب در هر یک از این بخشها با کمبود آب در دوره‌ی آتی نسبت به دوره‌ی گذشته مواجه خواهد شد، بطوریکه بیشترین درصد کمبود آب در بخش کشاورزی، سپس در بخش صنعت و در نهایت در بخش نیاز شرب می‌باشد.

تغییرات درصد کمبود آب در سناریوی A2 نسبت به سناریوی مرجع در جدول 8 ارائه شده‌اند. این جدول نشان دهنده درصد کمبود آب در دو سناریوی اقلیمی A2 در سه نیاز کشاورزی، شرب و صنعت بر اساس سناریوهای افزایش سطح کشاورزی و پیشرفت صنعتی و افزایش جمعیت در دوره‌ی 2011-2040 نسبت به سناریوی مرجع می‌باشد.

بطوریکه درصد کمبود آب در سناریوی افزایش سطح کشاورزی در ماههایی از سال (فروردین تا شهریور) که نیاز آبی گیاهان افزایش می‌یابد، بیشتر است. همچنین در پیشرفت صنعتی در چهار ماه از سال با درصد کمبود آب افزایش می‌یابد. تحت سناریوی افزایش جمعیت با توجه به آورد رودخانه و افزایش نیاز آبی در این بخش تنها در یک ماه از سال با کاهش آب مواجه خواهد شد.

### نتیجه‌گیری و بحث

در این تحقیق از برون‌داد مدل گردش عمومی جو (HadCM3) و

جدول 8- درصد نیاز تأمین شده ماهانه آب و سناریوهای مدل WEAP تحت سناریوی A2  
Table8- Supplied water requirement (%) and WEAP model scenario under A2scenario

ماه Month	سناریو Scenario					
	A2			مرجع Reference		
	نیاز Demand			نیاز Demand		
	کشاورزی Agriculture	صنعت Industry	شرب Drinking Water	کشاورزی Agriculture	صنعت Industry	شرب Drinking Water
مهر Sep	100	91.24	100	100	100	100
آبان Oct	100	97.36	100	100	100	100
آذر Nov	100	100	100	100	100	100
دی Dec	100	100	100	100	100	100
بهمن Jan	100	100	100	100	100	100
اسفند Feb	100	100	100	100	100	100
فروردین Mar	97.99	98.49	98.46	98.49	100	100
اردیبهشت Apr	99.96	100	100	100	100	100
خرداد May	100	100	100	100	100	100
تیر Jun	86.28	100	100	100	100	100
مرداد Jul	95.63	100	100	100	100	100
شهریور Aug	84.25	98.13	100	100	100	100

ضروری به نظر می‌رسد. همچنین در بخش صنعت (فولاد خراسان) با توجه به افزایش شدید نیاز آبی و افزایش درصد کمبود آب در این بخش، استفاده از دستگاه‌ها و ابزار مدرن جهت کاهش مصرف آب در این بخش توصیه می‌شود.

### سپاسگزاری

این مقاله استخراج شده از طرح تحقیقاتی سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی با پردیس ابوریحان دانشگاه تهران می‌باشد. لذا بدین وسیله از زحمات دبیر محترم کمیته تحقیقات شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی آقای دکتر احمد قندهاری و سرکار خانم مهندس حیران تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

با توجه به کاهش بارندگی و آورد رودخانه بار و در نتیجه افزایش نیاز آبی و افزایش درصد کمبود آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب، در دوره‌ی 2011-2040 ایجاد مدیریت یکپارچه منابع آب، تعیین الگوی تخصیص برای وضعیت‌های اقلیمی مختلف (نرمال و خشکسالی) در حوضه رودخانه بار انتظار می‌رود. همچنین نتایج نشان می‌دهد در مسائل تخصیص مقادیر منابع آب بهتر است، تعیین الگوی مناسب تخصیص تحت شرایط تغییر اقلیم در منطقه جایگزین مقادیر ثابت تخصیص یافته برای هر یک از نقاط نیاز گردد تا بتوان در هر زمان با توجه به وضعیت منطقه و منابع آبی قابل دسترس، در مورد میزان تخصیص به هر یک از نقاط نیاز بهتر تصمیم‌گیری نمود. همچنین با توجه به اینکه بیشتر سهم کشاورزی در این حوضه مربوط به باغات می‌باشد، استفاده از روش‌های نوین آبیاری در اینحوزه آبریز

## منابع

- 1- AB POUI Consulting Engineers. 2010. The second phase of planning report of Bar Dam irrigation network. Khorasan razavi, iran. (in Persian)
- 2- David Y., David P., Jack S., Annette H-L., Hector G., and Jordan W. 2009. Climate Driven Water Resources Model of the Sacramento Basin, California. JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT © ASCE/SEPTEMBER/OCTOBER.10.1061/\_ASCE\_07339496\_2009\_135:5\_303.
- 3- David G.G., David Y., and Claudia T. 2008. Developing and applying uncertain global climate change projections for regional water management planning. WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 44, W12413, doi:10.1029/2008WR006964, 2008.
- 4- DehghaniPour A.M., HasanZadeh M.J., Atarodi J., and Araghi Nejjhad Sh. 2012. Evaluation of potential SDSM model to downscaling of rain and temperature and evaporation. Case Study: Tabriz station. Eleventh Conference on Irrigation and reduce evaporation. Shahidbahonar university of kerman. (in Persian)
- 5- Jusoh M.B.A. 2007. Impacts of climate change on water resources availability in the Komati River Basin using WEAP21 model: MSc Thesies WM 0.7.19- UNESCO – IHE – Institute for water education.
- 6- Lalla B., Gh M. M., and Mohamed Y. 2011. Integrated Approaches to the Assessment of the of Climate and Socio-economic Change on Groundwater Resources in the Tensift Basin, Morocco. International Journal of Water Resources and Arid Environments, 1(3): 219- 225, 2011.
- 7- RostamAfshar N. 2008. Principles of Water Resources Planning. First Edition, Tehran. Publications of shahidAbbaspourUniversity.PP 129. (in Persian)
- 8- Sieber J., and Purkey D. 2007. WEAP21 User Guide. Available at [http://seius.org/Publications\\_PDF/SEI-WEAP21User Guide-07](http://seius.org/Publications_PDF/SEI-WEAP21User%20Guide-07).
- 9- Veijalainen N., Dubrovin T., Marttunen M., and Vehvileinen B. 2010. Climate Change Impacts on Water Resources and Lake Regulation in the Vuoksi Watershed in Finland. Water Resour Manage. 24:3437 3459.
- 10- Wilby R. L., and Dawson C. W. 2007. SDSM4.2\_A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts.
- 11- Yates D., Sieber J., Purkey D., and Huber-Lee A. 2005. WEAP21 ADemand-, Priority, and Preference-Driven Water Planning Model (Part 1). International Water Resources Association, Water International. 30(4): 487 500. Available at <http://www.weap21.org>.
- 12- YazdanPanah T., Davar K., Khodashenas S.R., Ghahraman. 2009. Water resource management on watershed with WEAP. Case study: Azghand watershed. Journal of water and soil. Ferdovsi university of mashhad. No:21. 213-223. (in Persian with English abstract).
- 13- ZaerZadhe M. 2011. Water Allocation in the Qezelozan- Sefidrood Basin under Climate Change, using Bankruptcy Approach for Conflict Resolution. Thesis of Master of Science (M.Sc.) in Water Resources Engineering. Tarbiatmodares university of tehran. (in Persian with English abstract).
- 14- Zahraei B., JafariBibalan B., Sotani J. 2012. Modelling climate change impacts on water resources Sistan. second Applied Research of Water Resources Conference of Zanjan. Iran.(in Persian).

## Title: Evaluation of Optimal Water Allocation Scenarios for Bar River of Neishabour Using WEAP Model Under A2 Climatic Changes Scenario

Gh. Ghandhari<sup>1</sup> – J. Soltani<sup>2\*</sup> – M. Hamidian Pour<sup>3</sup>

Received: 25-02-2013

Accepted: 07-06-2015

**Introduction:** The rapid population growth in Iran and the corresponding increases in water demands, including drinking water, industry, agriculture and urban development and existing constraints necessitate optimal scheduling necessity in use of this crucial source. Furthermore, the phenomenon of climate change as a major challenge for humanity can be considered in future periods. Climate change is caused by human activity have also been identified as significant causes of recent climate change, referred to as "global warming". Climate change indicates an unusual change in the Earth's atmosphere and climate consequences of the different parts of planet Earth. Climate change may refer to a change in average weather conditions, or in the time variation of weather around longer-term average conditions. A Warmer climate exacerbates the hydrologic cycle, altering precipitation, magnitude and timing of runoff. The purpose of this study was to evaluate the effect of climate change on water consumption and demand in Bar river basin of Neishabour. Climate change affects precipitation and temperature patterns and hence, may alter on water requirements and demand at three sectors; agriculture, industry and urban water.

**Materials and Methods:** At present, Global coupled atmosphere-ocean general circulation models (AOGCMs) are the most frequently used models for projection of different climatic change scenarios. AOGCMs models represent the pinnacle of complexity in climate models and internalize as many processes as possible. These models are based on physical laws that are provided by mathematical relations. AOGCMs models used for climate studies and climate forecast are run at coarse spatial resolution and are unable to resolve important sub-grid scale features such as clouds and topography. As a result AOGCMs output cannot be used for local impact studies. Therefore, downscaling methods were developed to obtain local-scale weather and climate, particularly at the surface level, from regional-scale atmospheric variables that are provided by AOGCMs. Four different downscaling methods exist: regression methods, weather pattern-based approaches, stochastic weather generators, which are all statistical downscaling methods, and limited-area modeling. For this research, HadCM3 and statistical downscaling model (SDSM), precipitation and temperature variations were simulated under A2 scenario. Then the impacts of these variations on Bar River discharge were analyzed, i.e. water resources at three sectors of agriculture, industrial and potable water under climate change during 2011-2040 using WEAP. Results at first part of simulation showed that temperature is increasing and precipitation is decreasing resulted in decreasing of Bar discharge. According to the decreasing on Bar discharge, water allocation was simulated under these conditions of agricultural and industrial development and increasing of population with WEAP. Simulation showed that watershed will face increasing of water demand for all three sectors; agriculture, industry and drinking water, so the highest water shortage would be in agricultural demand and then industry and drinking water respectively. IWRM is the basic managerial need to rest the demands especially for drought periods. Current allocation process is based on steady state conditions while allocation pattern would be done under climate change conditions so we need to be re-investigate the last allocations for all three sectors. Another challenge for this watershed refers to the gardens and steel factory of Khorasan that they need to use new technologies for reduction of their water needs.

**Results Discussion:** In this study, the outputs of General Circulation Models (HadCM3) and statistical downscaling model (SDSM) have been used to investigate the changes of rainfall and temperature under A2 scenario in Bar river basin of Neishabour and assess the impacts of this changes on the Bar river's discharge. Finally, using WEAP model under climate change conditions for the period of 2011-2040, the status of basin water resources was evaluated for the three sectors (agricultural, domestic and industrial). The results indicated increased temperature in the Arie station amounting to 16 percent and rainfall reduction in the Arie and Taghan stations amounting to 3.9 and 8.75 percent respectively. Under these conditions, according to the increasing

1- MSc Graduated, Department of Water Engineering, College Soil and Water, University of Zabol

2- Assistant Professor, Department of Water Engineering, University College of Abureyhan, University of Tehran

(\*-Corresponding Author Email: jsoltani@ut.ac.ir)

3- Assistant Professor, Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, IRAN

water demands of agricultural and industrial sectors in the future, there will be a shortage of water supply resources in the region. So the agricultural sector with 12 percent will have the highest percentage of water shortage and water scarcity and of the industrial sector will be 2%. However, the drinking water or domestic demand will not face a shortage of supplies.

**Conclusion:** Therefore given that the most part of agriculture sector's share of basin is allocated to orchards and on the other hand the most shortages are related to agriculture, then while creating an integrated management of water resources, development and use of modern methods of irrigation during the period of 2011 - 2040 would seem to be necessary.

**Keywords:** Climate Change, Downscaling, General Circulation Model (GCM), Population Growth, water shortage