اولین کنگره آب، خاک و علوم محیطی
دانشگاه شهید بهشتی تهران - پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور
۱۱ و ۱۲ اسفند ۱۳۹۶
www.wse1.ir

بررسی تاثیرات تغییر اقلیم بر خشکسالی(منطقه مورد مطالعه:نوده)

نازیلا جهانگیری[1*]

1-گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر،اسلامشهر، ایرانnazi.jahangiri.89@gmail.com

صابر معظمی گودرزی [۲]

۲-گروه مهندسی عمران ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر،ایرانsaber.moazami@gmail.com

حمید گهر نژاد [3]

3-گروه مهندسی عمران ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر،ایرانhgn1982@gmail.com

چکیده

خشکسالی از پدیده هاي مورد توجه دانشمندان در سطح دنیاست . بررسی هاي انجام شده در جهان نشان می دهد که خشکسالی، از نظر فراوانی وقوع و همچنین ویژگیهایی که داراست نسبت به سایر بلایاي طبیعی اولویت داشته و مخاطره آمیزتر است .لذا نیازمند توجه بیشتري در تصمیم گیري هاي سیاسی می باشد.آزمون گرافیکی من-کندال نشان داد که سری زمانی دبی سالانه ایستگاه هیدرومتری نوده-خرمالو دارای روند کاهشی است. بنابراین این حوضه می تواند گزینه مناسبی برای پیاده سازی متدولوژی تحقیق باشد.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم-خشکسالی-نوده

1- مقدمه

تغییر اقلیم برابراست با تغییرات رفتار آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاري که در طول یک افق زمانی بلند مدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است. [1]

همچنین در حوضه هایی که بخش قابل توجهی از جریان رودخانه از آب هاي زیر زمینی تامین می
- شود حساسیت کم تري به تغییرات اقلیم دارند. [2]
کشورایران بر روي کمربند خشکی جهان قرار دارد و با بارندگی معادل یک سوم متوسط جهانی، کشوري خشک است و خشکی جز صفات ذاتی آن محسوب می شود. [3]
براي اولین بار در تاریخ بشر دانشمندان در سال 1997 با استفاده از پیش بینی هاي اقلیمی از شش ماه قبل سیلاب هاي بزرگی را در کالیفرنیا و فلوریدا به درستی پیش بینی نمودند. [4]

خشکسالی هاي اخیر در هر دو گروه کشورهاي توسعه یافته و در حال توسعه تاثیرات زیست محیطی و دشواري هاي شخصی به بار آورده که از جمله نتایج اقتصادي باعث شده اند که آسیب پذیري تمامی جوامع به این پدیده زیان بخش طبیعی مدنظر قرار گیرد. [5]
روش هاي آماري به عوامل کم تري نیاز داشته به همین دلیل بسیار مورد توجه قرار گرفته است. [6]
به غیراز دما و بارندگی، تبخیر و تعرق یکی دیگر از پارامترهایی است که در اثر تغییرات اقلیم دچار نوسان شده است .این درحالی است که تبخیر و تعرق بعنوان اصلی ترین عامل تعیین

کننده نیاز آبی گیاهان همواره مطرح می باشد و هرگونه تغییر در میزان تبخیر و تعرق باعث تغییر
نیاز آبی گیاهان خواهد شد. [7]
افزایش گازهاي گلخانه اي در دوره هاي آتی و در نتیجه تشدید تغییرات پارامتر هاي اقلیمی می
-تواند تاثیرات منفی زیادي را بر سیستم هاي مختلف از جمله منابع آب، محیط زیست،صنعت،بهداشت،کشاورزي و همه ي سیستم هاي که در کنش با سیستم اقلیم می باشند بگذارد. [8]

بطورکلی، تغییر اقلیم اشاره به دگرگونی هاي غیر منتظره در خصوصیات آب و هوایی زمین دارد که در دراز مدت رخ می دهد. [9]

تغییر در میزان و الگوي بارندگی، پدیده دیگري است که در اثر تغییر اقلیم ایجاد شده است .اینتغییرات بیشتر بدلیل تغییر در مقدار آب موجود در جو رخ داده است .شدت بارندگی نیز در اثر تغییراقلیم دچار نوسانات شدیدي شده است به طوریکه وقوع بارشهاي با شدت زیاد در مناطق خشک روند رو به رشدي داشته است .وقوع سیل هاي نادر و شدید در کنار خشکسالی هاي متعدد، گویاي اثرات مخرب تغییر اقلیم بر وضعیت آب و هوایی جهان است. [10]

۲- مواد و روش ها

نام HBV با حروف ابتدایی HYDROLOGISKA BYRANS VATTENBALANSAVDELNING در ابتدا توسط موسسه هیدرولوژیکی و متالوروژیکی سوییدن طراحی شده است. نسخه هاي مختلف این مدل در حال حاضر در دسترس می باشد که در پیچیدگی و ویژگی هاي ابزار متفاوت است.

مدل هیدرولوژیکیHBV-Enemble در نسخه اصلاح شده توسط Hundecha و B'ardsi

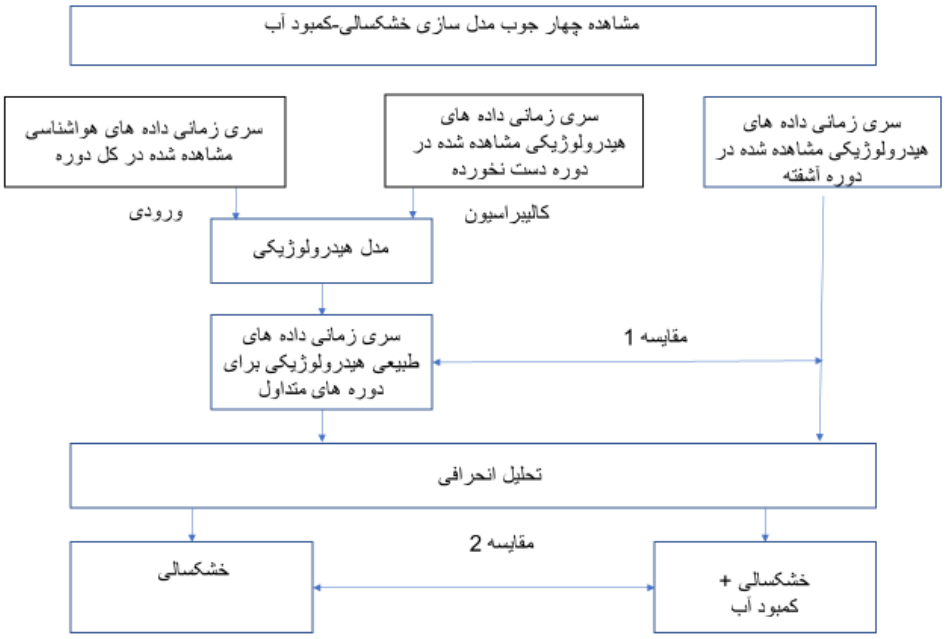
Habib و AghaKouchak می باشد.

مجموعه HBV-Ensemble شامل پنج بخش اصلی می باشد:

(1) ذوب برف و انباشت برف
(2) رطوبت خاک و بارش موثر
(3) تبخیر تعرق
(4) پاسخ رواناب
(5) شبیه سازی گروهی

مدل استاندارد HBV با داده های ماهیانه از تبخیر تعرق تبدیلی با طول عمر بالقوه، معمولا بر اساس فرمول(Penman Penman، 1948)اجرا می شود واین داده ها برای ناهنجاری های دما (Lindström and Bergström، 1992)به عنوان یک جایگزین، ارزش روزانه را می توان متناسب با دمای هوا محاسبه کرد، اما با ضریب همبستگی ماهانه تنظیم کرد. از ذخیره ی تبخیر برابر با تبخیر بالقوه تا زمانی که آب در دسترس است، حتی اگر آن را به عنوان ذخیره برف شود، رخ خواهد داد. در صورت استفاده از روال مداخله، همچنین می توان تبخیر خاك را کاهش داد تا مقادیر تبخیر کل را که بیش از حد بزرگ است جلوگیری نمایند. در شکل زیر نمودار مفهومی مدل ارائه شده است.

دیاگرام 1: **شمای کلی**

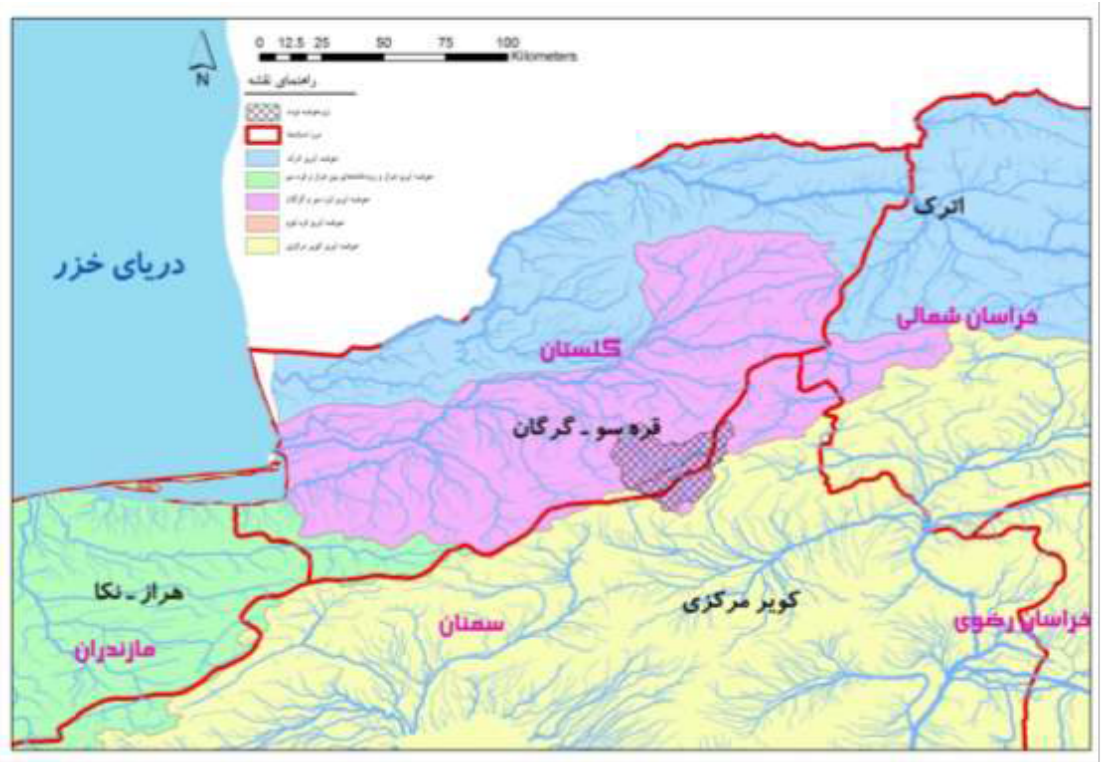


مدل HBV برای تحلیل شرایط خشکسالی و تنش آبی

2-1-منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، زير حوضهاي به نام نوده-خرمالو است که با مساحتی در حدود 885 کیلومتر مربع در استانهاي گلستان و سمنان قرار گرفته است. از منظر تقسیمات حوضه اي آبریز کشور، این زیرحوضه متعلق به حوضه آبریز درجه دوم قرهسو-گرگان با کد 16 است. قرهسو از تعدادي رودخانه تشکیل گردیده است که به موازات هم از ارتفاعات جنوبی البرز سرچشمه گرفته و به قرهسو میریزند این رودخانه که در واقع یکی از شاخه هاي رود تبل آباد به شمار می آید تقریبا در 6 کیلومتري شرق آزادشهر از رود تبل آباد جدا می شود و پس از طی یک قوس راستگرد رو به سوي شمال جریان می یابد و از غرب روستاي "قزلجه" واقع در دشت گرگان عبور میکند و پس از مشروب نمودن روستاي "آرتق" در یک کیلومتري غرب روستاي "ارس خان" با رودخانه کرنگی در هم می آمیزد. از این نقطه رو به سوي غرب تغییر جهت داده و در 4 کیلومتري جنوب غربی گنبدکاووس به رودگرگان می ریزد.

زیرحوضه نوده- خرمالو، از سرشاخه‌هایی به نام‌های کال زو، چهارکال، تیل‌آباد، قشلاق تشکیل شده است. که پس از اتصال آخرین سرشاخه، خرمالو نامیده می‌شود. بر روی این رودخانه در محل روستای نوده ایستگاه هیدرومتری نوده-خرمالو تاسیس شده است که انتهای حوضه آبریز مورد مطالعه در این رساله می‌باشد.



شکل 1: **موقعیت کلی منطقه مورد مطالعه**

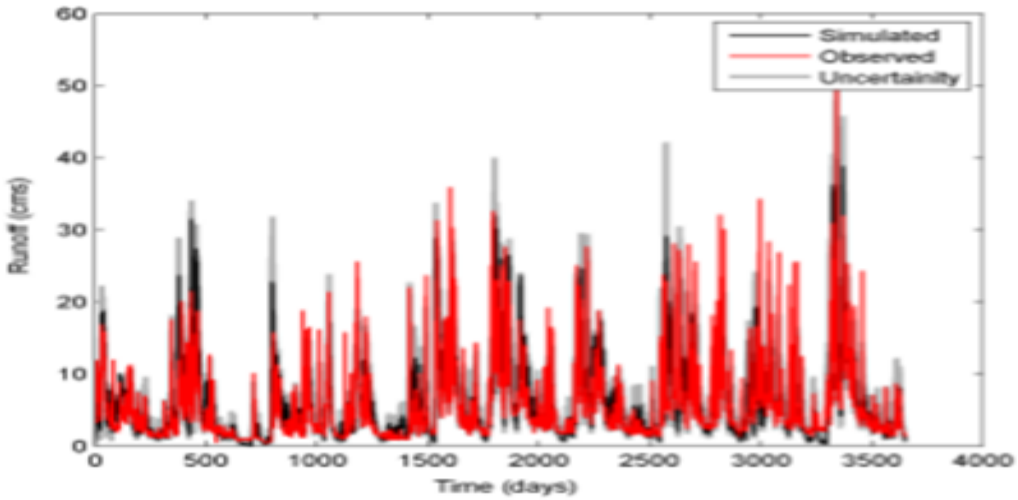
با بررسی ایستگاه‌های آب و هواشناسی منطقه مشخص شد که با توجه به طول دوره آماری لازم برای مدل سازی هیدرولوژیکی، تنها می‌توان از دبی روزانه ایستگاه نوده، آمار روزانه بارش ایستگاه نوده، آمار درجه حرارت ایستگاه رامیان و آمار تبخیر از تستک تبخیر ایستگاه رامیان استفاده کرد. مابقی ایستگاه‌ها به دلایلی مانند سال تاسیس نزدیک، خلاهای آماری و دوری از منطقه مورد مطالعه، برای استفاده در مدل سازی مناسب تشخیص داده نشدند.

2- ۲-تابع هدف

HBV یک نرم افزار آموزشی برای آموزش شبیه سازی گروهی و تجزیه و تحلیل عدم قطعیت فراهم می کند. در مدل طیف وسیعی از پارامترهای مدل با استفاده از روش مونت کارلو نمونه برداری می شوند و تمام شبیه سازی هایی که تابع هدف را برآورده می کنند، به عنوان یک تحقق در خروجی گروه پذیرفته می شوند. یک تابع هدف مشترک، ضریب نش - ساتکلیف است.

2-3-خروجی مدل

در شکل زیر خط قرمز نشان دهنده رواناب ، خطوط خاکستری نشان دهنده محدودیت های عدم قطعیت برای تمام مجموعه مقادیر پارامتر قابل قبول با استفاده از 1000 شبیه سازی است. دراین شکل خط سیاه ، شبیه سازی را از مجموعه بهترین برآورد پارامترهای ارزش نشان می دهد. می توان دید که در این رویکرد، علاوه بر رواناب، برآوردهای مرزهای بالا و پایین (خطوط خاکستری)، ارزیابی عدم قطعیت را ارائه می دهند.



نمودار 1: **نمونه‌ای از خروجی مدل در محیط برنامه‌نویسی MATLA**

3-نتایج و بحث

3-1-معیارهای ارزیابی مدل

معیارهای مختلفی از قبیل خطای متوسط مربع، متوسط خطا، شاخص توافق، ضریب نش-ساتکلیف، ضریب همبستگی و خطای انباشته نسبی اغلب در کالیبراسیون مدل و ارزیابی عملکرد مدل (یعنی توافق بین دبی مشاهده شده و شبیه سازی شده) استفاده می شود.

3-1-1-رابطه نش-ساتکلیف

در واقع ضریب نش در سال 1970 توسط نش-ساتکلیف یک تابع هدف مشترک معرفی شده که در رابطه آن نشان داده شده است.

$$R_{NS} = 1 - \frac{\Sigma_{t=1}^{n} \left(Q_s^t - Q_o^t\right)^2}{\Sigma_{t=1}^{n} \left(Q_o^t - \overline{Q_o}\right)^2},$$

RNS= ضریب نش-ساتکلیف
Qs = تخلیه شبیه سازی شده [$L^3\ T^{-1}$]؛
Qo = تخلیه مشاهده شده [$L^3\ T^{-1}$]؛
OO = متوسط تخلیه مشاهده شده [$L^3\ T^{-1}$]؛
و n = تعداد گام های زمان
این معیار می تواند مقادیر منفی بینهایت تا 1 را اختیار کند .هر چه این معیار به عدد یک نزدیکتر باشد نشان دهنده کارایی بیشتر مدل است.

3-2-کالیبراسیون مدل

در فرایند کالیبراسیون، پارامترهای مدل به طور تکراری تا زمانی که نتیجه رضایت بخش بین دبی مشاهده شده و شبیه سازی شده حاصل شود، تغییر می کند.
در مدل HBV تعداد پارامترهایی که باید کالیبره شوند، 10 مورد است. پارامترهای اولیه مدل قبلا در فایل BV.txt وارد شده‌اند. این ده پارامتر با تکرارهای زیاد، تغییر می‌کنند پس از هر تغییر مدل هیدرولوژیکی مجددا RUN می‌شود. و نتایج آن ذخیره می‌گردد. برای هر شبیه‌سازی در یک ماتریس، ضرایب کارایی همبستگی و نش-ساتکلیف ذخیره می‌شود. بر اساس الگوریتم ژنتیک، مقادیر پارامترهای فیزیکی حوضه تغییر می‌نماید تا جواب ها به همگرایی برسند. در

انتها پس از بارها تکرار، بهترین عدد نش- ساتکلیف مشخص شده و پارامترهای متناظر حوضه به عنوان بهترین جواب، ارائه می‌شود.
در این تحقیق طبق جدول زیر تعداد عدد برای تکرار وارد شد و ضرایب نش‌های بهتر برای آن تعداد تکرار، در زیر ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که به ازای 15000 تکرار، به اندازه کافی دسته پارامترهای ورودی کالیبراسیون تولید شده و نتیجه دیگر بهتر نمی‌شود.

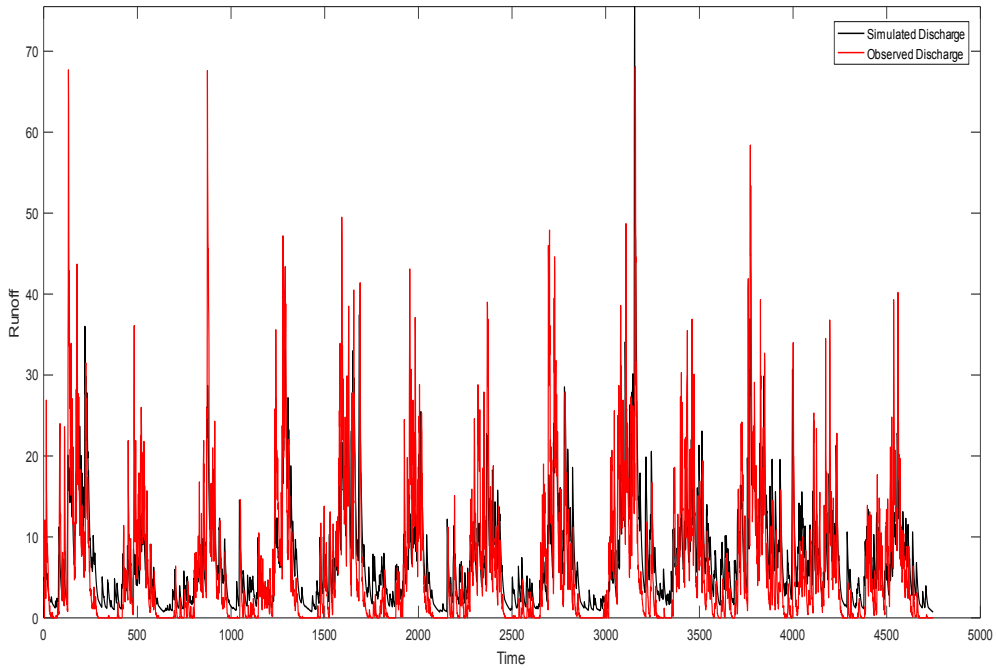
جدول 1- نتایج پارامترهای ارزیابی مدل در دوره کالیبراسیون

رویدادهای مشاهداتی(تاریخ)	تعداد تکرار	ضریب همبستگی	ضریب نش
از سال 1362تا1375	100	0.35584	-1.5007
از سال 1362تا 1375	5000	0.448203	0.3099
از سال 1362تا 1375	10000	0.454618	0.3662
از سال 1362تا 1375	15000	0.458833	0.4297
از سال 1362تا 1375	17000	0.457211	0.4251

جدول 2-نتیجه بهترین پارامترهای سراسری بر اساس توابع ارزیابی مدل در دوره کالیبراسیون

نتیجه نهایی پارامترهای کالیبراسیون	11.508	425.79	2.05911	0.04396	0.07001	4.63662	0.03579	0.03467	0.02623	269.485

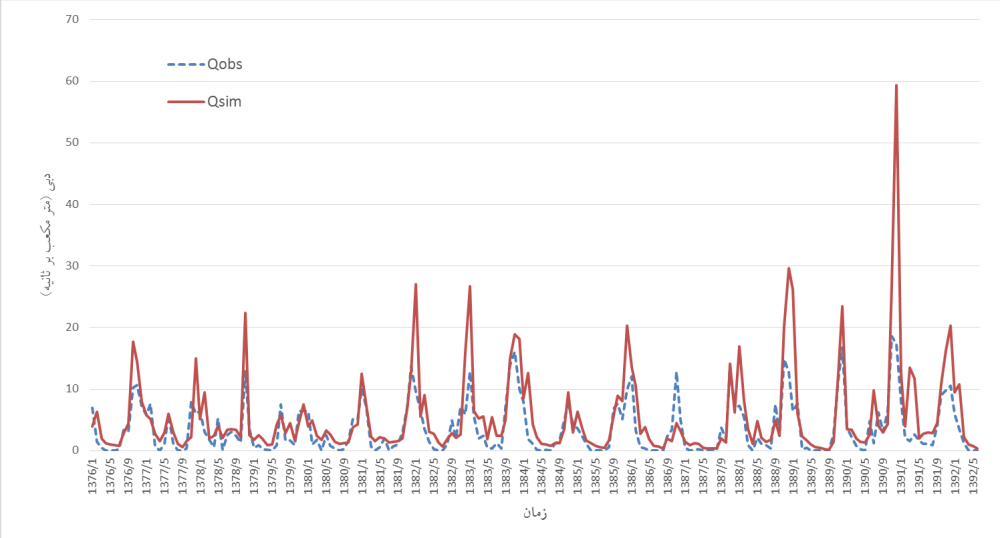
در ادامه با ترسیم نمودارهای مرتبط با جدول فوق، به صورت بصری نتایج ارائه شده است.



نمودار 2: **نمودار دبی شبیه‌سازی شده و دبی مشاهداتی به ازای تعداد تکرار برابر 15000**

سپس نمودار خروجی دبی مشاهداتی ماهانه به صورت زیر است:

نمودار 3: نمودار دبی ماهانه مش اهداتی در برابر سناریوی طبیعی سازی جریان



4- نتیجه گیری

خشکسالی یک اختلال موقتی است و با خشکی تفاوت دارد چرا که خشکی صرفاً محدود به مناطقی با بارندگی اندک است و حالتی دائمی از اقلیم می باشد.

خشکسالی جزء بلایای طبیعی نامحسوس است. گر چه تعاریف متفاوتی برای این پدیده ارائه شده لیکن در کل حاصل کمبود بارش در طی یک دوره ممتد زمانی معمولاً یک فصل یا بیشتر می باشد. این کمبود منجر به نقصان آب برای برخی فعالیت ها، گروهها و یا یک بخش زیست محیطی می شود. خشکسالی بایستی در رابطه با برخی شرایط متوسط درازمدت از موازنه مابین بارش و تبخیر و تعرق درنظر گرفته شود ، معمولاً در هر منطقه ای یک شرایط خاص بعنوان " نرمال " تعریف می شود.

بعلاوه این پدیده با زمان (فصل اصلی وقوع این پدیده ، تأخیر در شروع فصل بارانی، وقوع بارش در ارتباط با مراحل اصلی رشد گیاه) و نیز مؤثر بودن بارش ها(شدت ، بارش ، تعداد رخدادهای بارندگی) مرتبط است.

سایر فاکتورهای اقلیمی نظیر دمای بالا ، باد شدید و رطوبت نسبی پایین تر غالباً در بسیاری از نقاط جهان با این پدیده همراه شده و می توانند به طرز قابل ملاحظه بر شدت آن بیفزایند.

مراجع

[1]-Karamooz, M., and Araghinejad, Sh. 2005. Advanced Hydrology. Amirkabir Univ .Press, 464p.(In Persian)

[2]- Abbaspour, K.C.,Faramarzi, M., Ghasemi, S.S., and Yang, H. 2009.Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. Water Resources Research. 45:1-16.

[3]- صمدی بروجردی ، ح. ، ابراهیمی ، ع.ا.، (1389)."پیامدهای خشکسالی و راههای مقابله با آن در استان چهار محال و بختیاری)".مرکز تحقیقات منابع آب ، دانشگاه شهرکرد ، 460 صفحه.

[4]-امامی ،ک.(1379)."کاربرد پیش بینی های اقلیمی در مدیریت خشکسالی و سیلاب ".اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، جهاد دانشگاهی استان کرمان، صفحه 856-847.

[5]-رضایی راد ، ن.، نوبخت ، ف.، خادمی ، ا.، (1388). "استراتژی های مقابله با اثرات خشکسالی در مراتع ".چهارمین همایش منطقه ای ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان (اصفهان) ، دانشکده کشاورزی ، صفحه 169-163.

[6]- Alizadeh, A.,N. sayari, M. Hesami, M.Banayan and A. Faridhoseini. 2010. Assessment of climate change potential impacts on agricultural water use and water resource of Kashafrood basin. Journal of water and soil, 24(4):815-835 (in Persian).

[7]- Eslamian, S. S., M. J. Khordadi and J. Abedi-Koupai. 2011. Effects of Variations in Climatic Parameters on Evapotranspiration in the Arid and Semi-arid Regions. Global Planet. Change. 78:188-194.

[8]- Solomon, S. 2007. Climate change2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC. UK: Cambridge University Press.

[9]- Goyal, R. K. 2004. Sensitivity of evapotranspiration to global warming: A case study of arid zone of Rajasthan (India). Agric. Water Manage. 69:1-11.