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

ارزیابی تاثیر فعالیت های انسانی بر خشکسالی با استفاده از مدل HBV

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

تأثیرات فعالیت انسانی و عوامل محیطی ممکن است کمبود آب یا بحران آب را به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد کند. به تازگی، چندین مطالعه تأثیرات بر منابع آب از فعالیت هاي انسان، از جمله تغییر کاربري زمین، را مورد بررسی قرار داده است.حوضه آبریز مذکور بر اثر عوامل اقلیمی و انسانی، 45% از تولید رواناب خود را به طرز قابل توجهی از دست داده است. این موضوع میتواند در آینده منجر به بروز خشکسالی هیدرولوژیکی در حوضه گردد. کاهش حقابه های مناطق پایین دست و در نتیجه نارضایتیهای اجتماعی، حداقل تبعات قابل پیش بینی میتواند باشد.

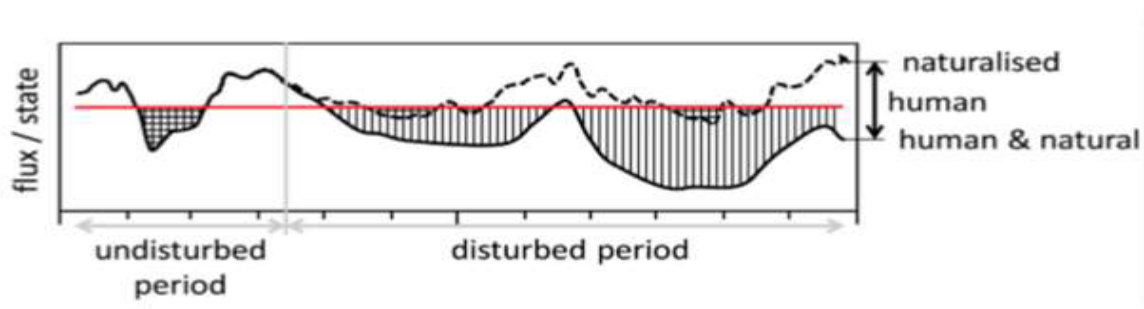
کلمات کلیدی: فعالیت های انسانی-خشکسالی-مدل HBV

1- مقدمه

خشکسالی نیز از مخاطرات طبیعی شناخته شده و بخش جدایی ناپذیر تغییرات اقلیمی می باشد. رخداد خشکسالی که در اثر کمبود بارندگی طی یک دوره زمانی بروز می کند بر بخش هاي مختلف زندگی انسان هاتاثیر می گذارد. پیش بینی خشکسالی یکی از راهکارهاي مدیریتی است که به برنامه ریزي صحیح براي استفاده از منابع محدود آب کمک شایانی می نماید. [۱]

این تغییرات عمدتاً بدلیل گسترش فعالیت هاي صنعتی بشر در دهه هاي اخیر و افزایش غلظت گازهاي گلخانه ها در جو زمین رخ داده است. [2]

هیدرولوژیست ها جهت انجام مطالعات خود عموما از اطلاعاتی بدون حضور استفاده می کنند. 5اثر انسانی که به آن وضعیت اطلاق می شود. این اطلاعات باید به صورت کمی بیان شود تا مدیران منابع آب با آگاهی نسبت به اقلیم گذشته و سناریوهاي آینده تصمیمات درستی را در جهت منابع موجود اتخاذ نمایند. در شکل پیوسته نشان دهنده سري زمانی یکی از پارامترهاي هیدرولوژیکی یک حوضه آبریز در دوره مشاهداتی که به شدت تحت تأثیر فعالیت هاي انسانی قرار گرفته است، و خط چین نیز نشان دهنده وضعیت طبیعی بدون اثرات انسانی است. در جایی که خط چین با خط پیوسته تقریباً به صورت یکسان نشان داده شده دوره آشفته است، اثرات انسانی بر روي سیستم فرض شده که این دوره را دوره دست نخورده نامیده می شود.



شکل1:مشاهده اثر انسانی بر روی سیستم در دوره آشفته

در شکل بالا تفاوت بین خطوط پیوسته و خط چین نیز نشان دهنده اثرات انسانی بر روي سیستم

است. این خطوط میتواند نشان دهنده یکی از پارامترهاي هیدرولوژیکی مانند دبی حوضه آبریز ، سطح آب زیرزمینی و یا رطوبت خاک باشد. همچنین خط قرمز رنگ (خط ثابت پیوسته)میتواند معرف یک خصوصیت نرمال متوسط سیستم و یا یک سطح آستانه ثابت سیستم باشد که مقادیر

کوچکتر از آن داراي اثرات منفی بر روي سیستم هیدرولوژیکی است، به عنوان مثال حداقل جریان زیست محیطی و یا سطح بحرانی ذخیره مخزن یکی از خصوصیات سیستمی مورد توجه است. [3]

یکی از مطالعاتی که در خصوص جداسازي اثرات فعالیت هاي انسانی و تغییرات اقلیمی بر روي سیستم هاي هیدرولوژیکی انجام شده است، با استفاده از چارچوب بودیکو در 413 حوضه آبریز ایالات متحده آمریکا بود که در آن به بررسی و تعیین کمی سهم اثرات انسانی و اقلیمی بر روي میانگین جریان سالانه پرداختند. همچنین در حوضه آبریز رود گوادیانا در اسپانیا به تفکیک کمبود آب و خشکسالی پرداخت. [4]
این ساختار توسط شبیه سازي پارامترهاي هیدرولوژیکی حوضه آبریز بدون تأثیر فعالیت هاي انسانی را مقدور میسازد. در بخشهاي بعدي ساختار مشاهداتی-مدلسازي معرفی میگردد و پس از آن مدل هیدرلوژیکی بیلان آبی منتخب به عنوان مدل هیدرولوژیکی که در ساختار مشاهداتی -مدل سازي ون لون جهت تخمین رواناب حوضه آبریز مورد استفاده قرار میگیرد، توضیح داده می شود. قبل از آن به معرفی حوضه آبریز مورد مطالعه و نهایتا به بررسی و ارزیابی نتایج این مدلسازي ها پرداخته میشود. [5]

تاثیر مستقیم انسان بر منابع آب نیز تغییر می کند. در آینده، کمبود آب (استفاده ناپایدار از منابع آب) احتمالا به دلیل رشد جمعیت و سطح بالاتري از زندگی افزایش خواهد یافت. [6]

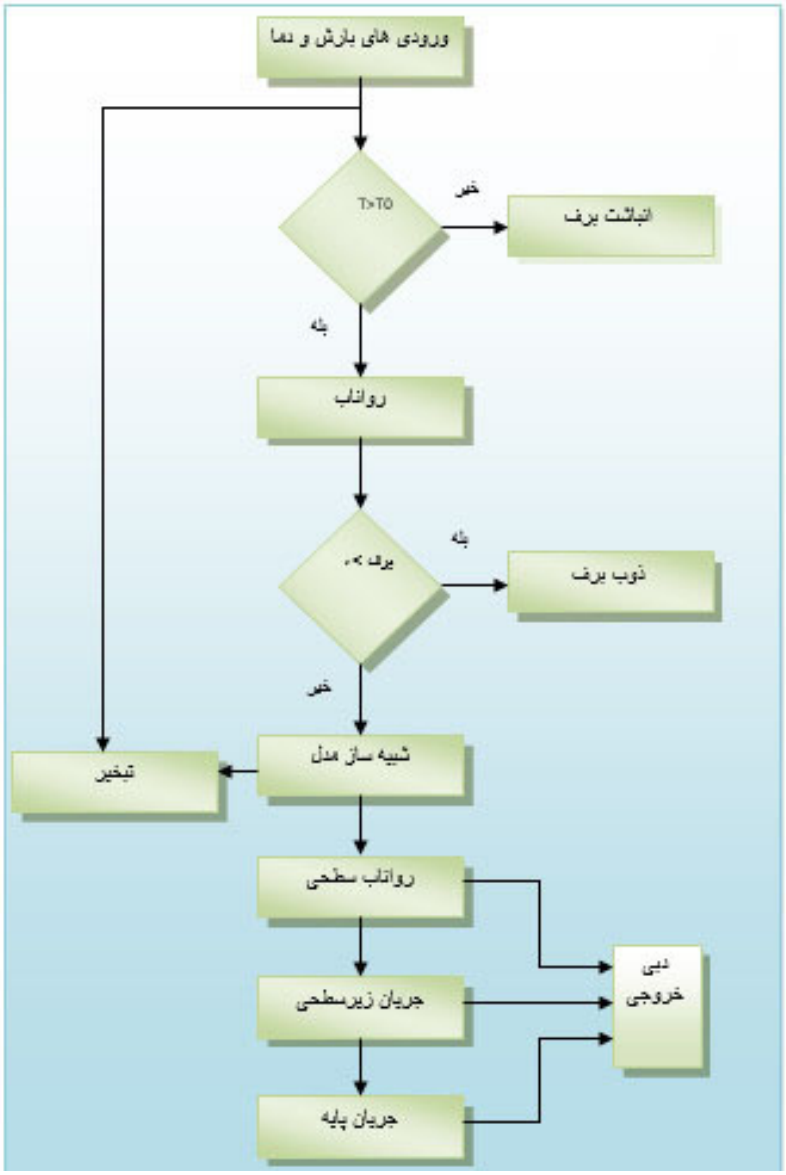
حمایت از تغییر در تمرکز مدیریت آب آسیب شناسی را در مناطق کمبود آب بهره برداري بیش از حد منابع آب مقابله با تنوع طبیعی و اثرات انسان شناسی را کاهش می دهد در حالی که برخی شواهد اولیه نشان می دهد که تغییرات اقلیمی ناشی از انسان بعید به نظر می رسند که باران هاي ناموفق داشته باشند، با این وجود سوالاتی در مورد نقش گرم شدن کره زمین باقی می مانند. [7]

در سال هاي اخیر، محققین توجه زیادي به ارزیابی و مدیریت منابع آبی آب کرده اند. با توجه به آب هاي سبز براي انسان ها و اکوسیستم ها اهمیت دارد. [8]
تغییر آب و هوا نیز فضایی و زمانی را تحت تاثیر قرار می دهد.در واقع، تعامل میان عوامل اقلیمی،فعالیت هاي انسانی و منابع آب وجود دارد، چرخه بخار آب بخش مهمی از سیستم آب و هوا است. [9]

تأثیرات فعالیت انسانی و عوامل محیطی ممکن است کمبود آب یا بحران آب را به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد کند. به تازگی، چندین مطالعه تأثیرات بر منابع آب از فعالیت هاي انسان، از جمله تغییر کاربري زمین، را مورد بررسی قرار داده است. [10]
با این حال، چگونه فعالیت هاي انسانی و عوامل محیطی به طور همزمان بر روي جریان آب هاي سبز و آبی تاثیر می گذارند و توزیع فضایی آنها یک مسئله کمیاب مورد مطالعه قرار می گیرد. علاوه بر این، مطالعات بسیاري بر روي تاثیرات جهانی تغییرات در منابع آب در آینده با ایجاد سناریوهایی تأکید دارند. [11]

۲- مواد و روش ها

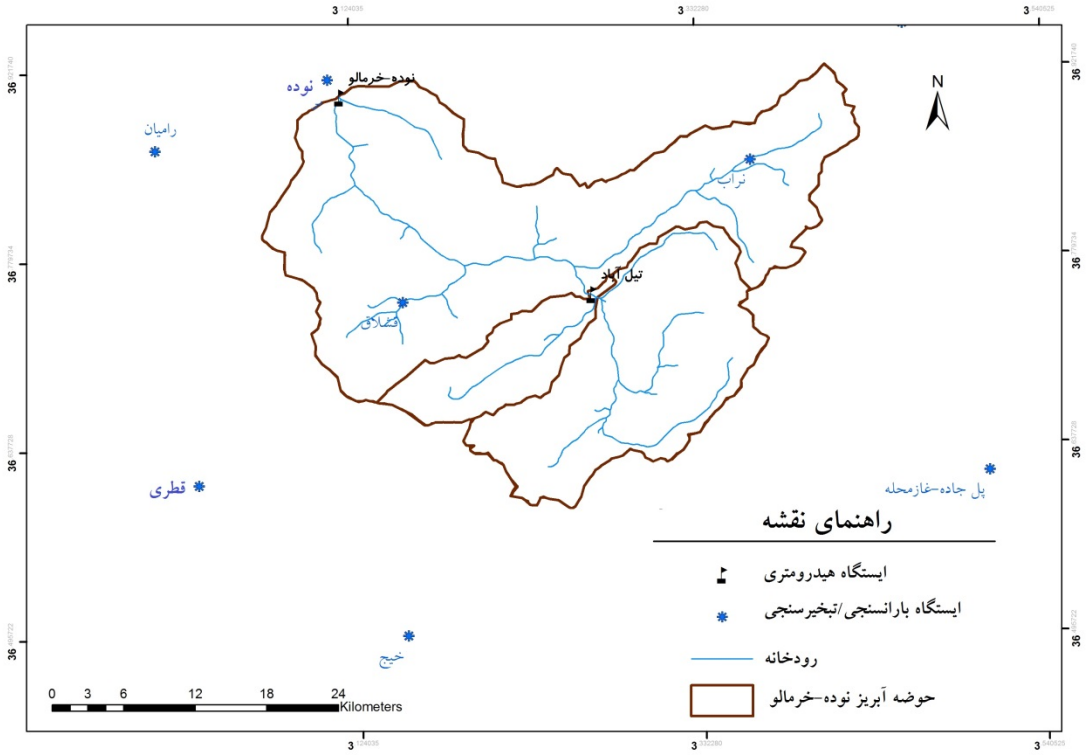
نام HBV با حروف ابتدایی HYDROLOGISKA BYRANS VATTENBALANSAVDELNING در ابتدا توسط موسسه هیدرولوژیکی و متالوروژیکی سوییدن طراحی شده است. نسخه هاي مختلف این مدل در حال حاضر در دسترس می باشد که در پیچیدگی و ویژگی هاي ابزار است. مدل HBV-Ensemble نسخه اصلاح شده مورد استفاده در HBV متفاوت هیدرولوژیکی
ارائه شده توسط Hundecha و B'ardsi وAghaKouchak و Habib می باشد.
مدل هیدرولوژیکی ارائه شده را می توان به راحتی در یک صفحه گسترده اکسل ساخت و یا به یک برنامه MATLAB برنامه ریزی کرد. پارامتر ها با استفاده از صفحه گسترده اکسل نشان داده می شود به این دلیل که محققان بیشتر با برنامه های صفحه گسترده آشنا هستند و به راحتی می توانند پارامترها را تغییر داده و اثرات آنها را به سرعت مشاهده کنند. محققان می توانند با یک صفحه گسترده اکسل با داده های ورودی لازم همراه با مقادیر اولیه برای پارامترهای مدل ارائه دهند.



دیاگرام 1: ماژولهای مدل HBV و ارتباط اجزای آن

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.
در این حوضه آبریز، یک ایستگاه هیدرومتری دیگر به نام تیل‌آباد وجود دارد که در سرشاخه تیل‌آباد قرار دارد و از نوع درجه 4 است و فقط اشل دارد. ایستگاه هیدرومتری نوده دارای آماری نسبتاً طولانی و از نوع درجه دو است و مجهز به لیمنوگراف، اشل و پل تلفریک است.
ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد نظر شامل نراب، قشلاق و نوده هستند که در حوضه آبریز نوده-خرمالو هستند. در اطراف حوضه نیز تعداد دیگری ایستگاه وجود دارد که عبارتند از رامیان، قطری، خیج، پل جاده- غازمحله.

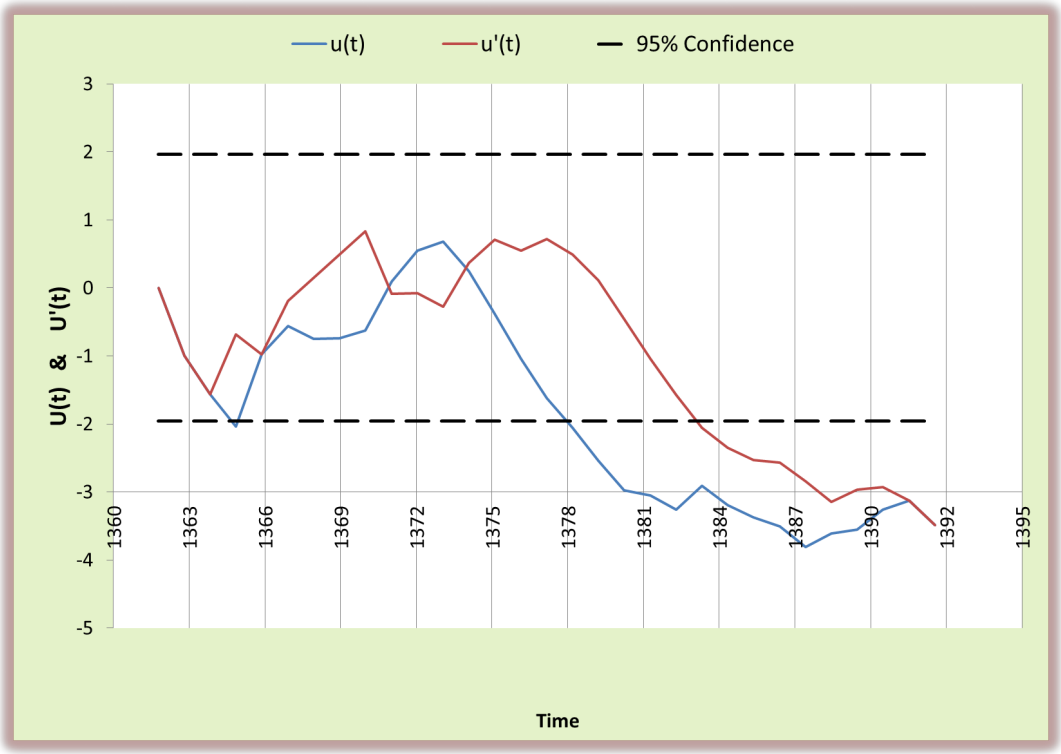


شکل 2: موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری و هواشناسی منطقه مورد مطالعه

2-2-نقطه شکست با روش من-کندال

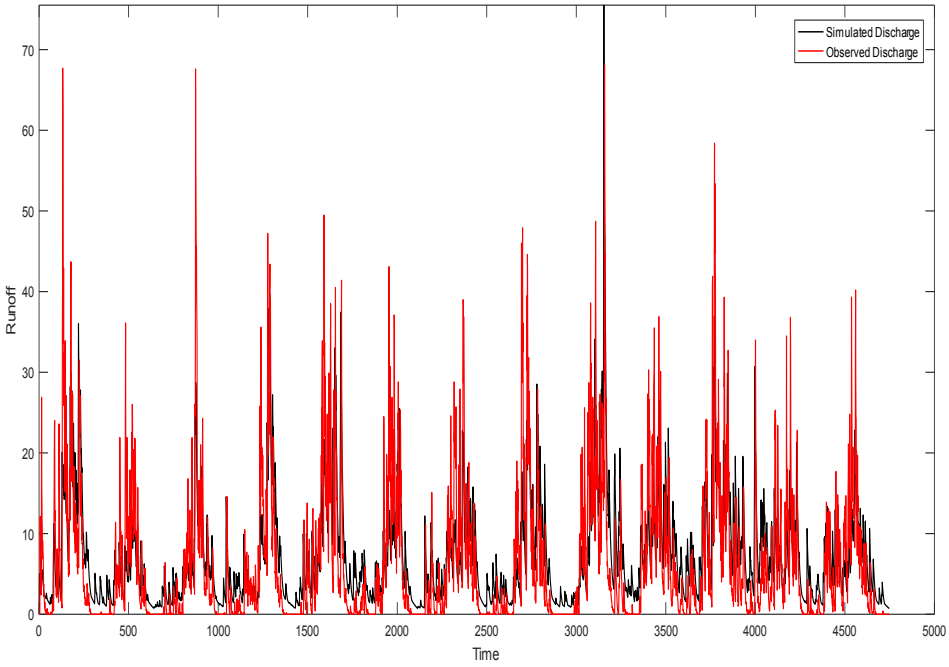
در ابتدا باید به این جمع‌بندی رسید که دبی در ایستگاه نوده بر اثر عواملی که فعلا نامعلوم است دچار کاهش شده است. برای این منظور همانطور که در فصل سوم بیان شد از روش

آماری گرافیکی من-کندال استفاده شد. با استفاده از این روش مشخص گردید که سری زمانی داده‌های آبدهی (دبی) در ایستگاه مذکور با روند کاهشی مواجه شده است. در شکل زیر نمودار مذکور ترسیم شده است. همانطور که شکل نشان می‌دهد آماره های U و U’ در 4 نقطه در داخل حدود اطمینان یکدیگر را قطع کرده‌اند که نشان از وقوع جهش در این سری زمانی است. اما در سال‌های انتهایی، دو آماره مذکور در خارج از محدوده اطمینان 95% یکدیگر را قطع کرده‌اند، بنابراین روند کاهشی در ایستگاه محرز گشته است. برای یافتن شروع این کاهش مناسب است که از روش جرم مضاعف استفاده کرد.



نمودار 1: نمودار گرافیکی من-کندال برای آشکارسازی روند در سری زمانی دبی ایستگاه هیدرومتری خرمالو

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



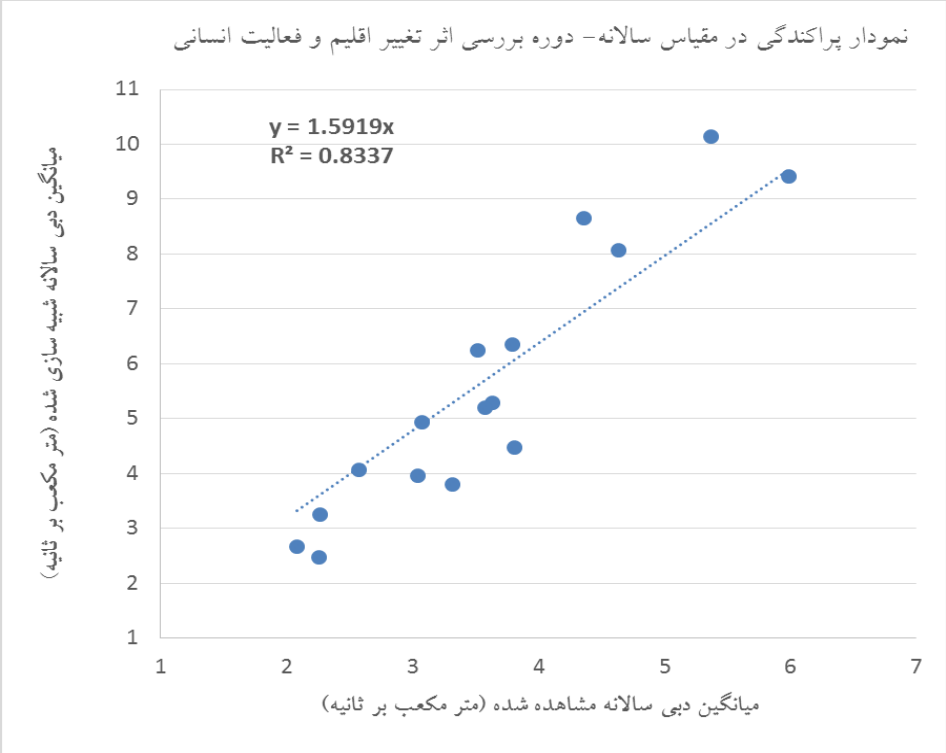
دوره بررسی اثرات انسانی 4-2-

دبی شبیه سازی شده در دوره صحت سنجی 1376تا1392 در واقع نشان دهنده شرایط طبیعی حوضه با ادامه روند قبل از سال 1376 می باشد، یعنی اگر در این سال ها هیچ دخل و تصرف انسانی صورت نمی گرفت دبی مورد نظر در ایستگاه هیدرومتری مانند دبی شبیه ساز شده از مدل **می بود، ولی با توجه به دبی** مشاهداتی در ایستگاه هیدرومتری منطقه مطالعاتی در طول سال های 1376 به بعد می توان دریافت که اختلاف آن با روند شبیه سازی شده ناشی از شرایط اقلیمی و یا دخل و تصرفات انسانی خواهد بود.

2-5- پراکندگی دبی سالانه مشاهداتی

در این شکل، هر دو دوره با هم ترسیم شده است تا تغییرات دبی اندازه‌گیری شده (مشاهداتی) با آنچه که در اثر تغییر اقلیم و نیز اثرات انسانی روی داده است، بهتر دیده شود. در این نمودار، فاصله بین دو نمودار در واقع بیانگر اثرات است.

نمودار3: نمودار پراکندگی دبی سالانه مشاهداتی در برابر دبی سالانه شبیه‌سازی در دوره بررسی اثرات تغییرات اقلیمی و اثرات انسان



3-نتایج و بحث

بر اساس محاسبات انجام شده، بعد از سال 1375 حدود یک میلیارد متر مکعب از جریان رودخانه کاسته شده است. این مقدار حدود 45% از کل جریان است که حجم قابل توجهی میباشد ، دبی متناظر آن از اختلاف دو جریان شبیه سازی شده و طبیعی شده بدست می‌آید. همچنین در جدول 4-11، احجام مذکور برای هر سال آبی ارائه شده است.

جدول 2: **مقادیر دبی مشاهده‌ای و طبیعی شده در خلال سالهای آماری**

سال	آورد رودخانه (میلیون متر مکعب)	آورد طبیعی(میلیون متر مکعب)
1376	114.4588	166.5659
1377	95.82125	124.9418
1378	112.6825	163.6758
1379	71.3825	102.5564
1380	65.70375	84.07738
1381	120.05	140.8682
1382	110.7663	197.008
1383	188.615	296.7507
1384	81.2525	128.1488
1385	96.99375	155.7056
1386	104.5713	119.6738
1387	71.2075	78.02461
1388	146.1075	254.3543
1389	119.6038	199.9426
1390	169.3038	319.1945
1391	137.41	272.5451
جمع آورد	1805.93	2804.033

سال	آورد رودخانه (میلیون متر مکعب)	آورد شبیه سازی شده (میلیون متر مکعب)
1363	195.6763	210.649
1364	147.6475	124.406
1365	124.7488	117.5167
1366	252.8663	257.257
1367	208.9588	222.5782
1368	165.4713	146.5231
1369	182.5775	162.6098
1370	189.9713	187.3749
1371	285.8975	303.8616
1372	255.4038	280.6934
1373	210.9363	252.7177
1374	180.7838	162.024
1375	136.8413	166.612
جمع آورد	2537.78	2594.823

۴- نتیجه گیری

با استفاده مدل هیدرولوژیکی HBV در محیط MATLAB اقدام به تهیه سری زمانی طبیعی شده گردید و نتایج زیر در این حوضه بدست آمد:

1. 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.
2. آزمون جرم مضاعف نشان داد که سری زمانی از همگنی برخوردار نیست و در نتیجه میتوان نقطه شکستی برای آن پیدا کرد. نقطه شکست در این ایستگاه در سال 1375 تخمین زده شد که میتواند ناشی از اقبال عمومی در توسعه فعالیتهای کشاورزی در منطقه به خصوص طرح خودکفایی کشور در تولید گندم باشد.
3. حوضه آبریز مذکور بر اثر عوامل اقلیمی و انسانی، 45% از تولید رواناب خود را به طرز قابل توجهی از دست داده است. این موضوع میتواند در آینده منجر به بروز خشکسالی هیدرولوژیکی در حوضه گردد. کاهش حقابه های مناطق پایین دست و در نتیجه نارضایتیهای اجتماعی، حداقل تبعات قابل پیش بینی میتواند باشد. کاهش جریانهای این رودخانه اگرچه هم اکنون نیاز زیست-محیطی رودخانه را برطرف می نماید، لکن ادامه این روند می تواند منجر به کاهش کیفیت آب رودخانه به دلیل استفاده کشاورزان از سموم کشاورزی و ورود زهاب به داخل رودخانه گردد.

مراجع

[۱]-Moafimadani, F.,M.Mosavibaygani and H. Ansari. 2012.Prediction of Khorasan Razavi Province drought condition at 2011-2030 with LARS-WG downscaling model. Geography and Natural Hazards, 3:21-37(in Persian).

[2]- 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.

[3]- Van Loon A F, Van Lanen H A J (2013) Making the distinction between water scarcity and drought using an observation-modeling framework. Water Resources Research 49:1483–1502.

[4]- Wang, B., H. J. Kim, K. Kikuchi and A. Kitoh. 2011. Diagnostic metrics for evaluation of annual and diurnal cycles. Clim. Dyn. 37:941-955.

[5]- Van Loon A F, Van Lanen H A J (2013) Making the distinction between water scarcity and drought using an observation-modeling framework. Water Resources Research 49:1483–1502

[6]- J. Alcamo, P. Döll, T. Henrichs, F. Kaspar, B. Lehner, T. Rösch, S. Siebert (2003). Development and testing of the Water. GAP 2 global model of water use and availability. Hydrological Sciences, *48*(3), pp. 317-337.

[7]-Wang, H., and S. Schubert, 2014: Causes of the extreme dry conditions over California during early 2013 [in "Explaining Extremes of 2013 from a Climate Perspective"]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 95, S7–S10

[8]- Falkenmark, M.: Freshwater as shared between society and ecosystems: from divided approaches to integrated challenges, Philos. T. R. Soc. Lond. B, 358, 2037–2049, 2003.

[9]- Chen, Y. M., Li, W. H., Xu, C. C., and Hao, X. M.: Effects of climate change on water resources in Tarim River Basin, Northwest China, J. Environ. Sci., 19, 488–493, 2007.

[10]- Allen, R. G., Periera, L. S., and Smith, M.: Crops Evapotranspiration Guidelines for Computing5 Crop Water Requirements, Paper 56, FAO Irrigation and Drainage, Roma, 1998.

[11]- Xu, Y., Ding, Y. H., and Zhao, Z. C.: A scenario of seasonal climate change of the 21st century in Northwest China, Clim. Environ. Res., 8, 19–26, 2003.