



اکادمی علوم
معاونیت بخش علوم طبیعی - تخیکی
ریاست مرکز علوم زمین
انستیتیوت هایدرومیتیورولوژی
دیپارتمنت جغرافیه طبیعی

بررسی، تحلیل و ارزیابی خشکسالی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب

جهت ترفیع به رتبه علمی سرمحقق

ارائه کننده: معاون سرمحقق رفیع الله نصرتی

استاد رهنما: پوهاند عبدالغیاث صافی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العلمين و الصلوة و السلام على
سيد المرسلين و على آله و اصحابه اجمعين.

مقدمه: خشکسالی یکی از پیچیده ترین و پرهزینه ترین حوادث طبیعی (قدرتی) بوده، برخلاف سایر مخاطرات طبیعی، آغاز و پایان مشخص نداشته، بصورت تدریجی بر محیط زیست، زراعت، مالداري، منابع آب، مصئونیت غذایی، اقتصاد و اجتماع اثر می گذارد. این پدیده نه تنها باعث کاهش تولیدات زراعتی و ظرفیت منابع آب می گردد، بلکه مهاجرت، فقر، ناامنی غذایی، تخریب ایکوسیستم ها و افزایش آسیب پذیری اجتماعی و اقتصادی را نیز به دنبال دارد.

افغانستان با موقعیت جغرافیایی خاص، توپوگرافی برجسته و پیچیده و وابستگی گسترده به منابع آب سطحی و زیرزمینی، در برابر تغییرات اقلیمی و وقوع خشکسالی، از آسیب پذیرترین کشورهای منطقه و جهان محسوب می گردد. در دهه های اخیر، کاهش بارنده گی، افزایش درجه حرارت هوا، بلند رفتن نرخ تبخیر و تعرق، کاهش ذخایر برفی و یخچالی و بی نظمی در نوع و رژیم بارنده گی، موجب تشدید خشکسالی 1 و کاهش ظرفیت آب در اکثر حوزه های آبی آن گردیده است.

حدود و موقعیت جغرافیایی

هرگاه افغانستان را به دو حصه شمالی و جنوبی تقسیم نماییم، حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب در نیمه شمالی آن موقعیت دارد.

حوزه های آبی متذکره، به طور مشترک میان:

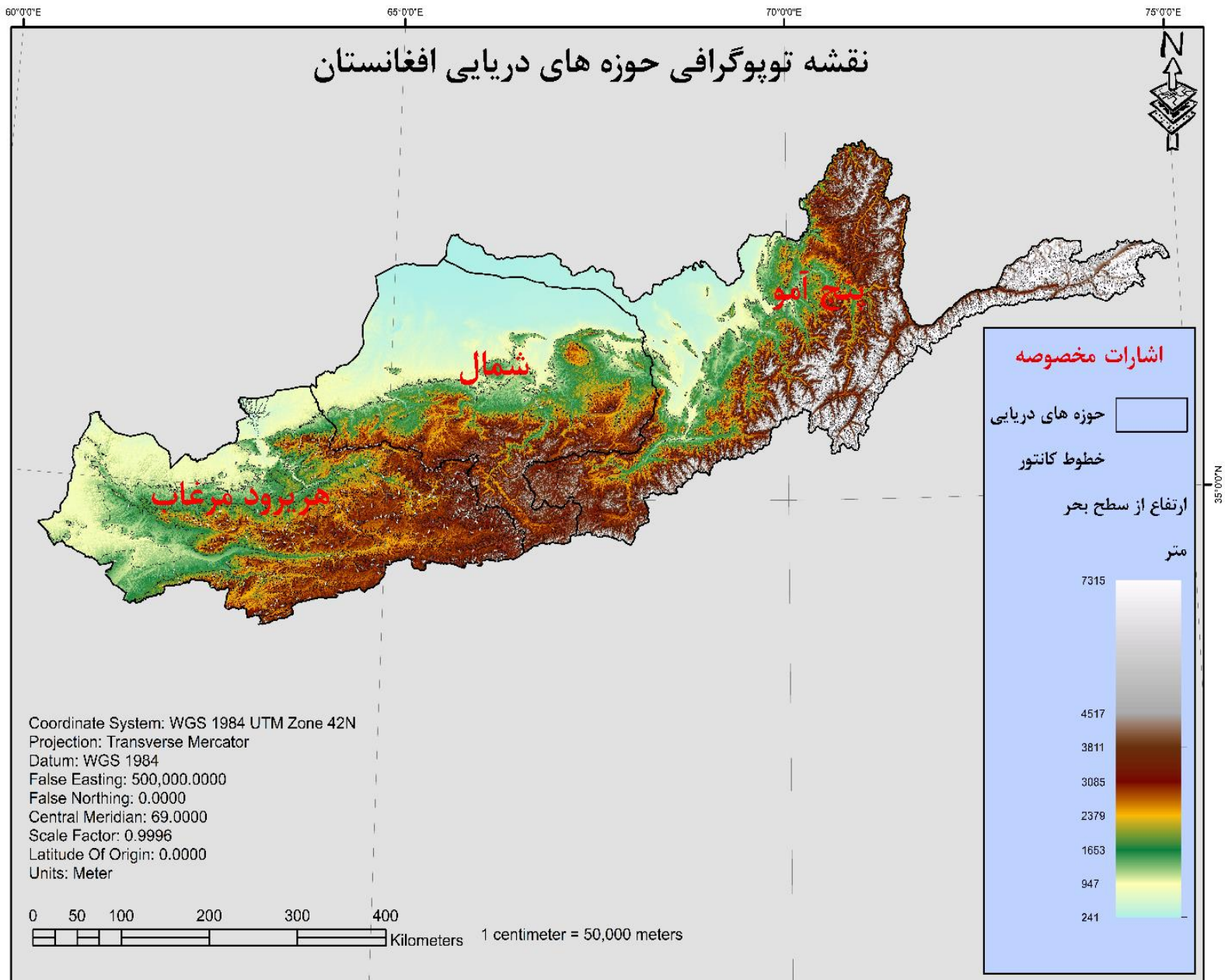
عرض البلد های شمالی: 33 - 39 درجه

طول البلد های شرقی: 60 - 75 درجه

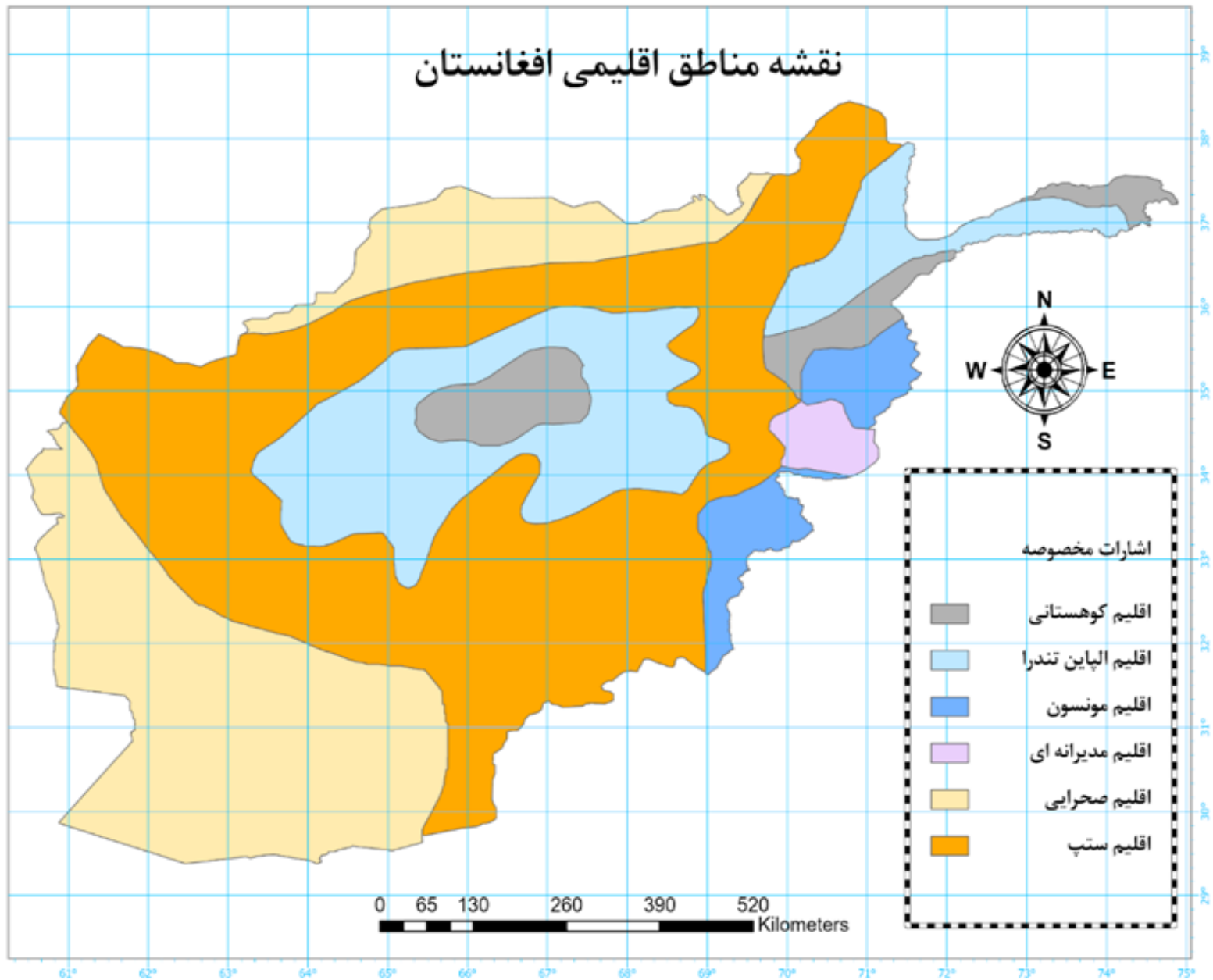
مساحت مجموعی: 245613.4 کیلومتر مربع (37 فیصد مجموع مساحت کشور)

از نگاه تقسیمات سیاسی - اداری، حوزه های آبی متذکره در برگیرنده تمامی ولایات بدخشان، تخار، کندز، بغلان، سمنگان، بلخ، جوزجان، فاریاب و سرپل، نیمه شمالی ولایت های غور و هرات و بخشی از ولایت بامیان اند.

ارتفاع: بین حدود 250 الی 7450 متر از سطح بحر



شکل 1: نقشه توپوگرافیکی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب



شکل 2: تصنیف مناطق اقلیمی افغانستان

از نگاه مقدار بارنده گی، افغانستان در ردیف مناطق نیمه خشک قرار دارد.

زیرا اوسط بارنده گی 44 ساله آن (1979 الی 2022م.) کمتر از 500 میلی متر (به حدود 271 میلی متر) در سال بوده و این مقدار در سطح حوزه های آبی متفاوت است: مثلاً،

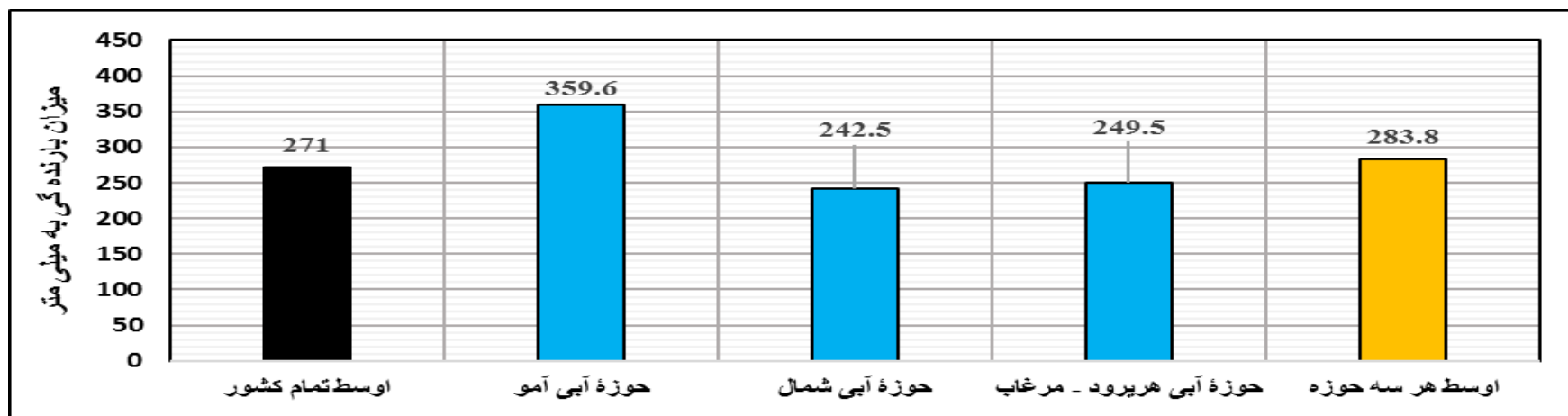
اوسط بارنده گی حوزه آبی آمو به 359.6 میلی متر

اوسط بارنده گی حوزه آبی شمال 249.5 میلی متر

اوسط بارنده گی حوزه آبی هریرود - مرغاب 242.5 میل متر

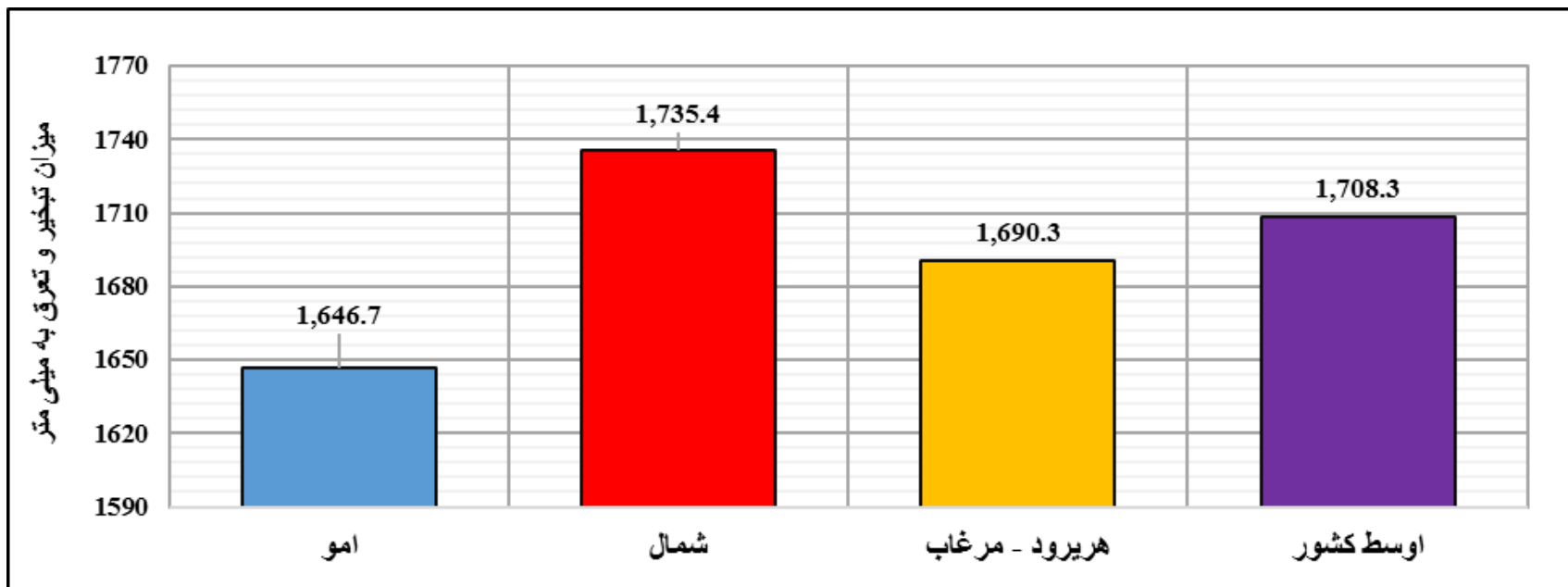
و بطور مشترک از هر سه حوزه به حدود 284 میلی متر در سال می رسد.

پس، حوزه آبی آمو نیمه خشک و شمال و هریرود مرغاب، خشک است.



شکل 3: چارت اوسط بارنده گی حوزه های آبی آمو، شمال، هریرود - مرغاب و تمام کشور (24)

- بارنده گی در هر سه حوزه آبی به مقادیر مختلف (آمو 116 میلی متر، شمال 66 میلی متر و هریرود - مرغاب حدود 81 میلی متر) میل نزولی داشته است.
- اوسط درجه حرارت هوای هر سه حوزه آبی بین 14 - 15 درجه سانتی گرید می باشد.
- درجه حرارت هوا میل افزایشی (آمو 2.1، شمال 2.4 و هریرود - مرغاب 2.12 درجه سانتی گرید) دارد.
- اوسط تبخیر تعرق سالانه نسبت به اوسط بارنده گی کشور 6 مرتبه، در حوزه آمو حدود 5 و در شمال و هریرود - مرغاب 6 شش مرتبه بیشتر است.



شکل 4: چارت اوسط تبخیر و تعرق حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب در مقایسه با اوسط کشور

بررسی خشکسالی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب

در این تحقیق، خشکسالی حوزه های مذکور با استفاده از شاخص های SPI و PNPI بررسی، تحلیل و ارزیابی گردیده است. ارقام مورد نیاز از وزارت آب و انرژی بدست آمده و دوره زمانی به جز از چند ستیشن محدود و آن هم در حوزه آبی آمو، 44 ساله (از 1979 الی 2022 م.) می باشد. جهت تثبیت و محاسبه خشکسالی از سافتویر R-Studio، DrinC 1.7 و اکسل، کار گرفته شده است. همینطور، برای دریافت، فراوانی، احتمال وقوع، تناوب، دوره بازگشت و طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی، از شاخص ها و فورمول های مروجۀ سازمان بین المللی هواشناسی WMO و ... استفاده به عمل آمده است.

تعریف: خشکسالی عبارت از کمبود آب و قلت بارنده گی است که ضرورت انسان، حیوان، نبات و خاک را کفایت کرده نتواند و توازن ایکوسیستم را برهم زند.

تعریف: خشکسالی به شرایطی اطلاق می گردد که در آن بارنده گی و آب باران قابل دسترس کمتر از حد نورمال باشد.

$$SPI = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x} \dots\dots (1)$$

در رابطه فوق:

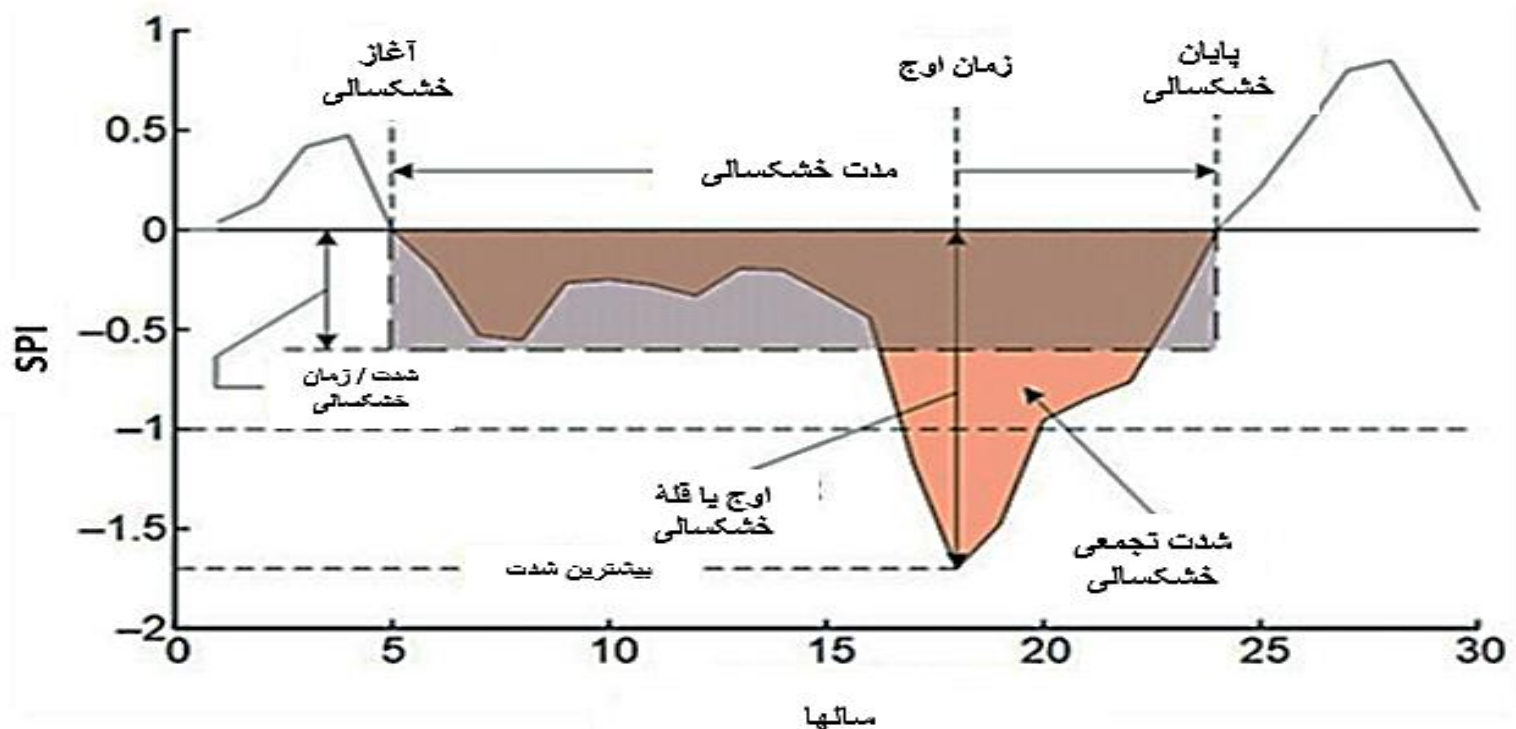
X_i = میزان بارنده گی دوره مورد نظر (از یک الی دوازده ماه)

$\bar{X}$ = اوسط بارنده گی در مقیاس زمانی مورد نظر (از یک الی دوازده ماه)

S_x = انحراف معیاری بارنده گی دوره مورد نظر (از یک الی دوازده ماه).

جدول 1: طبقه بندی شاخص SPI

شماره	مقادیر SPI	طبقه بندی خشکسالی / ترسالی
1	2 تا 3	ترسالی بسیار شدید
2	1.50 تا 1.99	ترسالی شدید
3	1 تا 1.49	ترسالی متوسط
4	-0.99 تا 0.99	خشکسالی / ترسالی ضعیف
5	-1 تا -1.49	خشکسالی متوسط
6	-1.5 تا -1.99	خشکسالی شدید
7	-2 تا -3	خشکسالی بسیار شدید



شکل 5. شرح بعضی از ویژه گی های خشکسالی

نتایج بدست آمده از وقوع خشکسالیها در مقیاسهای زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب به اساس شاخص SPI. در ذیل به طور نمونه به ارائه چند جدول از استیشن های حوزه های آبی متذکره اکتفا شده است:

جدول 2: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه ستیشن تنگشیر به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

سال	جنوری	فبروری	مارچ	زمنستان	اپریل	می	جون	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانه
1979	-0.73	-0.95	-0.43	-1.00	1.24	0.86	0.10	0.96	-1.01	0.81	1.25	-0.54	-1.29	-0.50	-1.56	-0.43
1980	-0.20	0.84	-0.19	0.27	-0.44	-0.27	-0.94	-0.91	-0.72	0.15	0.08	0.40	0.61	-1.30	-0.19	-0.60
1981	0.28	0.95	-0.45	0.38	-0.01	-0.04	1.18	0.53	0.90	1.64	0.57	1.33	0.48	0.37	0.96	1.02
1982	-1.13	-0.70	0.44	-0.52	-0.70	0.41	0.85	0.30	0.11	0.21	1.08	1.32	1.00	-0.64	0.89	0.23
1983	0.03	-0.81	-0.83	-0.85	0.65	1.22	1.66	1.78	2.27	0.27	1.70	-1.67	-0.38	-0.43	-1.35	0.82
1984	-1.11	-0.07	0.74	-0.05	-0.46	0.58	-0.90	-0.34	-1.04	-1.04	0.76	-0.75	0.90	-0.09	0.15	-0.39
1985	0.15	-0.52	-0.53	-0.54	-1.14	0.40	0.71	0.05	-0.98	-1.15	-0.98	-0.25	-0.22	-0.20	-0.63	-0.81
1986	-1.64	-1.33	-1.52	-2.01	-0.27	1.07	0.65	0.74	-0.97	-0.27	0.63	-0.07	0.20	1.19	0.65	-0.34
1987	-3.28	-1.57	-1.58	-2.55	-2.63	-1.83	-1.50	-3.11	-0.52	-0.48	-1.15	0.13	-2.29	-3.12	-2.70	-4.17
1988	0.31	-0.27	1.81	0.81	-1.17	1.38	0.61	0.64	0.82	0.74	0.94	1.14	-1.71	0.65	0.13	0.87
1989	-0.61	-0.27	-0.42	-0.61	0.39	-0.06	0.94	0.53	1.66	1.28	0.31	-0.40	0.34	0.23	-0.02	0.34
1990	0.64	-0.09	-0.90	-0.29	0.48	0.03	0.66	0.44	0.75	1.38	-1.49	-0.12	-0.54	0.07	-0.59	-0.03
1991	0.81	-0.18	0.09	0.15	0.28	0.25	0.82	0.57	0.20	1.04	0.75	0.57	-0.15	1.92	1.26	0.88
1992	1.05	0.11	-0.22	0.25	-0.16	0.88	0.79	0.74	0.36	0.32	0.76	-1.51	0.16	0.56	-0.22	0.40
1993	-0.60	0.25	0.34	0.04	0.31	2.34	0.59	1.79	1.14	1.25	0.40	-0.54	1.42	0.22	0.84	1.47
1994	0.16	0.55	0.45	0.47	0.45	0.06	0.11	0.14	-0.54	-0.88	0.58	1.03	1.35	0.40	1.45	0.68
1995	0.32	-0.32	-0.16	-0.21	0.88	-0.67	0.93	0.47	0.19	-0.08	0.12	0.78	-1.31	-0.13	-0.54	-0.17
1996	0.48	0.74	1.58	1.21	1.65	-0.04	0.44	0.85	0.34	-0.12	-0.30	0.87	-1.14	-1.12	-0.94	0.64
1997	-0.06	0.08	-0.39	-0.23	-2.07	-0.88	0.73	-0.96	-0.40	-0.38	-1.55	0.08	0.50	-0.13	0.08	-0.84
1998	1.09	0.60	0.82	0.97	0.39	0.89	0.14	0.62	0.68	1.49	0.73	-1.57	-0.21	-0.32	-1.13	0.64
1999	0.23	0.70	1.43	1.05	0.63	-1.54	-0.20	-0.65	0.89	0.32	0.87	-0.62	1.26	-2.01	-0.17	0.26
2000	0.55	-1.03	-1.95	-1.18	-0.47	-2.04	-0.84	-1.77	-1.13	-1.02	0.58	-0.82	0.14	0.23	0.45	-1.48
2001	-0.99	0.05	-2.63	-1.39	-1.06	-1.06	-1.33	-1.82	-1.74	0.27	-0.48	-1.01	1.12	1.63	1.37	-1.11
2002	-0.24	-0.01	0.03	-0.15	0.75	0.35	0.02	0.41	0.05	-1.54	-0.66	-1.51	0.27	0.71	-0.02	-0.11
2003	-0.22	1.33	0.43	0.85	0.84	0.06	-0.53	0.06	-0.53	-0.06	0.26	-0.45	0.15	0.63	0.52	0.45
2004	2.05	0.48	0.05	0.96	-0.08	0.11	0.66	0.24	0.98	0.15	0.11	0.58	1.23	0.58	1.25	1.08
2005	0.65	0.24	0.59	0.53	-0.88	1.24	0.89	0.79	0.70	1.13	0.28	-0.19	0.22	-0.02	-0.18	0.68
2006	1.94	1.04	-0.39	1.06	-1.33	0.39	-0.28	-0.57	0.33	-1.13	0.53	-0.01	1.64	0.68	0.86	0.49
2007	-0.63	0.34	1.40	0.62	-0.36	-0.27	1.03	0.18	1.42	0.45	-0.99	-0.44	-0.06	0.96	0.20	0.57
2008	-0.39	-0.05	0.47	0.00	0.82	0.17	-1.13	-0.07	-0.18	-0.53	1.34	1.51	0.89	0.30	1.31	0.42
2009	-0.60	-1.16	0.60	-0.47	1.29	-0.34	-0.53	0.10	-1.95	-0.62	-0.94	-1.95	0.64	0.01	-0.43	-0.60
2010	1.00	1.72	-0.33	1.17	-0.20	-1.39	-1.50	-1.56	0.34	1.20	-1.57	-0.34	0.51	-0.93	-0.48	-0.24
2011	-0.27	-3.03	-0.05	-1.19	0.25	-0.03	-2.69	-0.73	-0.60	-1.57	-1.44	-2.07	0.28	1.90	0.85	-0.87
2012	1.08	2.47	1.73	2.48	2.15	-2.17	-1.82	-0.35	-1.88	-1.57	-0.39	-1.96	-3.04	-0.36	-2.28	0.36
≥ 2.0	1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		≥ - 2.0			
خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی شدید		در سالی متوسط		در سالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		بسیار شدید ترسالی			

جدول 3: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه ستیشن بامیان به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

سال	جنوری	فبروری	مارچ	زمنستان	اپریل	می	جون	بہار	جولای	اگست	سپتمبر	نہبستان	اکتوبر	نومبر	دسمبر	قرآن	سالانہ
1979	-0.31	0.59	0.51	0.34	-0.20	2.06	0.39	1.09	-0.04	1.29	0.35	0.68	-0.25	0.22	0.62	0.27	0.77
1980	0.48	1.00	0.95	1.04	-0.55	0.90	-0.10	0.07	0.08	0.76	-0.71	0.11	1.17	0.51	0.16	0.60	0.66
1981	1.39	0.67	0.34	0.96	-0.22	0.39	1.27	0.53	2.15	-0.80	-1.11	1.14	0.97	-0.14	0.44	0.36	0.88
1982	0.56	1.31	0.62	1.04	0.58	0.61	-0.97	0.30	0.96	-1.00	0.71	0.42	1.34	1.55	0.69	1.57	1.14
1983	0.67	-0.40	1.00	0.62	1.16	0.36	-1.17	0.49	-1.13	1.34	0.09	0.41	-1.35	-0.87	0.53	-0.42	0.38
1984	0.49	-0.29	0.08	0.01	0.68	1.19	-0.69	0.71	1.02	0.06	0.14	0.49	0.72	0.87	0.52	0.84	0.58
1985	0.65	-1.50	-0.58	-0.66	0.70	0.40	1.40	1.02	-1.58	-0.33	-0.78	-1.45	0.40	0.72	0.94	0.93	0.37
1986	-0.51	-0.33	1.51	0.59	-0.82	-0.24	0.43	-0.51	0.68	1.82	1.38	1.62	0.14	0.96	1.34	1.28	0.66
1987	-1.78	0.13	0.79	0.01	-0.33	0.75	0.37	0.22	0.09	0.27	-0.06	-0.08	1.48	-0.85	-0.56	-0.20	-0.06
1988	1.24	0.26	1.44	1.35	0.63	-2.01	-0.14	-0.52	0.47	-0.45	-0.92	-0.32	-1.07	-1.74	1.09	-0.01	0.38
1989	0.35	0.50	1.03	0.83	-0.04	-0.08	-0.31	-0.30	0.84	0.08	-0.12	0.31	-1.28	0.74	0.30	0.24	0.30
1990	1.41	1.14	0.85	1.43	0.26	-0.03	0.96	0.38	-0.58	0.10	-1.30	-0.80	-0.24	-1.97	0.83	-0.17	0.73
1991	1.11	0.79	1.59	1.57	1.23	1.64	0.47	1.47	0.12	-1.00	2.14	0.74	-0.03	0.65	0.76	0.66	1.67
1992	1.27	0.64	0.38	0.91	1.74	1.61	0.23	1.64	0.47	-0.80	0.22	-0.12	-1.21	-0.34	1.00	0.21	1.24
1993	-0.03	0.44	0.71	0.48	0.78	0.61	0.07	0.58	-1.17	-0.86	-1.09	-1.78	-0.91	0.49	-0.11	-0.17	0.28
1994	0.88	0.62	0.10	0.58	-0.02	0.51	-0.50	-0.01	1.24	-0.12	2.12	1.38	2.00	-0.85	0.47	0.70	0.60
1995	-0.11	0.57	0.51	0.39	1.07	-0.08	0.52	0.57	-0.41	-0.84	0.05	-0.81	0.35	-0.71	0.38	-0.14	0.27
1996	0.09	0.79	1.05	0.88	0.48	-0.18	0.06	0.04	-0.08	-1.00	0.36	-0.47	1.42	-0.29	-0.85	-0.16	0.28
1997	-0.10	0.22	1.24	0.71	1.29	0.86	1.46	1.53	-1.35	-0.26	-0.71	-1.30	2.21	0.03	0.91	1.33	1.37
1998	1.32	0.54	-0.02	0.70	1.43	1.52	2.17	2.30	0.40	0.78	0.35	0.51	-1.12	-1.70	-1.28	-2.57	1.20
1999	0.63	0.81	0.68	0.86	-0.10	-0.15	-0.72	-0.44	0.01	0.28	1.86	0.78	-0.42	1.75	-1.14	0.55	0.42
2000	0.72	0.32	-0.33	0.16	-0.64	-1.48	-0.56	-1.33	0.18	-0.54	-0.30	-0.46	0.41	0.59	0.49	0.55	-0.44
	≥ - 2.0		- 1.5 - - 1.99		- 1.0 - - 1.49		- 0.99		0.99		1.0 - 1.49		1.5 - 1.99		≥ 2.0		
	خشکسالی بسیار شدید		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی ضعیف		درسالی ضعیف		درسالی متوسط		ترسالی شدید		بسیار شدید ترسالی		

ادامه جدول 3: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه ستیشن بامیان به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

-0.44	0.55	0.49	0.59	0.41	-0.46	-0.30	-0.54	0.18	-1.33	-0.56	-1.48	-0.64	0.16	-0.33	0.32	0.72	2000
-0.61	0.29	0.45	0.38	-0.02	0.09	-0.22	0.96	-0.66	-0.39	0.24	-1.50	0.45	-0.90	-0.70	-0.58	-0.33	2001
-0.16	0.81	0.77	1.03	-0.60	-0.35	-0.43	0.07	0.01	-0.12	0.31	-0.33	0.16	-0.53	-1.36	0.09	0.44	2002
0.05	0.69	0.68	0.78	0.03	0.84	1.28	0.32	0.79	-0.80	-0.04	-0.76	-0.50	0.31	0.25	1.08	-0.80	2003
-0.46	0.80	0.96	0.48	0.36	0.72	1.61	0.40	0.11	-0.93	-0.57	-0.44	-0.78	-0.69	-1.35	-0.36	0.54	2004
0.92	-0.82	-1.04	0.42	-1.59	-0.52	-0.11	0.26	-0.84	1.54	1.65	1.28	0.64	0.87	0.25	1.03	0.94	2005
0.70	1.53	1.50	0.84	0.96	1.55	0.55	1.66	1.24	-0.60	-0.04	-0.70	-0.20	0.55	0.58	-0.64	1.23	2006
0.73	-0.29	0.36	-0.43	-0.45	0.54	-0.11	0.94	0.47	0.75	1.66	0.47	-0.40	0.95	0.94	1.29	-0.24	2007
-0.10	-0.05	0.35	-0.09	-0.08	-0.17	0.47	0.11	-0.29	0.68	-1.66	0.06	1.70	-0.71	-1.37	-0.51	0.63	2008
1.41	0.87	0.35	1.35	-0.05	-0.66	0.19	-0.64	-0.36	1.82	2.08	0.24	1.62	0.73	0.40	0.68	0.82	2009
-1.40	-1.75	-1.69	-1.26	0.49	0.55	0.11	1.53	-1.69	-0.61	0.36	0.04	-1.31	-1.31	-1.84	0.40	-1.74	2010
-1.50	0.05	-0.86	1.06	-0.18	-2.00	-1.34	-1.00	-1.69	-0.61	-1.69	-0.93	0.31	-2.24	-1.16	-2.66	-1.24	2011
-1.16	-0.43	-0.74	0.33	0.09	1.44	1.15	1.24	1.20	-1.02	-0.14	-0.58	-1.02	-1.50	-1.00	-0.83	-1.26	2012
-1.35	-0.41	-0.16	-0.14	0.05	0.42	-0.16	0.51	0.72	-1.38	0.10	-2.48	-0.63	-1.08	-2.18	0.66	-1.03	2013
-0.79	-0.67	-1.69	0.33	0.53	-1.41	-0.36	-0.77	-1.16	0.23	0.22	1.02	-0.56	-1.13	0.34	-2.70	-1.54	2014
0.63	0.71	0.41	0.30	1.34	0.76	1.17	-0.45	1.07	0.49	-1.13	0.25	1.23	0.38	0.01	1.19	-0.28	2015
-1.38	-2.82	-1.37	-1.60	-1.69	-0.32	-1.34	-0.19	0.39	-0.94	0.16	-1.16	-0.60	-0.44	0.15	-1.62	0.29	2016
-1.82	-0.87	-0.04	-0.69	-1.20	-0.69	0.05	-1.00	-0.17	-1.69	-1.08	-1.17	-1.33	-1.13	-1.84	0.28	-0.75	2017
-1.98	-0.75	-1.42	0.31	0.06	-1.32	-1.34	-0.29	-0.95	-1.06	-1.69	0.45	-2.16	-2.12	-1.46	-0.97	-2.55	2018
-1.57	-0.63	-1.23	0.10	0.51	-0.80	-0.31	-1.00	-0.12	-1.04	-1.05	0.15	-1.61	-1.38	-1.60	-1.52	0.31	2019
-0.34	1.34	1.29	1.32	-0.74	1.70	0.13	0.34	2.43	-1.08	-1.24	-0.73	-0.62	-1.40	-0.26	-1.42	-1.96	2020
-1.60	-1.65	-0.34	-2.00	-1.69	-1.84	-0.78	-1.00	-1.48	-1.53	-0.11	-1.79	-1.04	-0.43	-0.01	0.13	-1.19	2021
-1.83	-1.83	-1.68	-0.65	-0.14	1.23	-1.34	2.32	-0.57	-1.59	-0.26	-0.43	-2.44	-1.51	-1.12	-1.48	-0.38	2022
≥2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		≥ - 2.0			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

جدول 4: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه رباط بالا به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

سال	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بہار	جولای	اگست	ستمبر	نابستان	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانہ
1979	-0.59	1.43	0.21	0.67	0.09	1.20	0.12	0.61	0.15	0.25	0.26	0.22	-0.29	0.30	0.03	-0.11	0.47
1980	-0.31	0.94	0.22	0.39	-1.65	-0.97	0.17	-1.72	0.11	0.09	0.36	0.16	1.19	-0.41	0.20	0.16	-0.34
1981	0.16	0.55	0.95	0.84	0.72	-0.46	0.15	0.30	1.27	1.96	0.26	1.44	0.85	-0.36	0.32	0.11	1.05
1982	0.78	1.18	0.84	1.33	-0.58	1.86	0.10	0.77	-0.05	1.01	0.28	0.44	2.33	2.62	1.33	2.93	2.11
1983	0.33	-0.37	0.72	0.28	2.64	0.54	0.55	2.35	0.31	1.31	0.41	0.73	-0.31	-0.99	0.65	-0.17	1.33
1984	0.80	1.24	1.21	1.64	-0.18	-0.13	0.13	-0.33	1.79	1.14	0.26	1.48	-0.17	0.93	0.05	0.37	1.45
1985	0.18	-0.67	-1.44	-1.32	0.81	0.92	0.10	0.93	1.68	1.61	0.26	1.55	0.69	-0.74	1.90	1.23	0.72
1986	-0.73	0.83	1.26	1.01	0.47	-0.58	0.36	0.08	-0.20	2.02	0.26	0.90	-0.16	1.74	2.01	2.17	1.52
1987	-0.27	1.35	1.26	1.42	-0.57	0.39	0.20	-0.31	-0.20	-0.10	0.26	-0.09	1.57	-0.90	-0.44	-0.13	0.57
1988	1.27	-0.47	1.06	0.95	-0.63	-0.05	0.24	-0.60	1.23	0.64	0.26	0.99	-0.30	-0.67	0.47	-0.25	0.52
1989	0.40	0.17	0.30	0.24	-0.83	0.82	0.11	-0.15	0.82	0.17	0.26	0.61	-0.24	-0.90	0.68	-0.12	0.04
1990	1.01	0.22	0.23	0.50	-0.67	-0.80	0.11	-0.99	0.51	-0.10	0.29	0.35	-0.04	-0.10	1.57	0.93	0.22
1991	0.78	1.04	0.78	1.22	1.22	0.22	2.57	1.24	-0.15	-0.12	3.36	0.65	-0.20	-0.63	0.84	0.11	1.28
1992	1.65	0.56	0.32	1.06	1.56	0.40	0.10	1.31	-0.22	0.40	0.26	0.10	0.12	1.38	1.21	1.44	1.46
1993	-1.01	-1.12	1.62	0.52	0.82	-0.57	0.14	0.36	0.38	-0.12	0.26	0.25	-0.11	-0.24	-0.48	-0.72	0.13
1994	0.74	1.02	-0.62	0.40	-0.09	0.85	0.89	0.35	2.28	1.26	1.16	1.87	0.95	-0.98	0.93	0.44	1.19
1995	-2.13	-0.29	1.16	0.14	2.03	-0.04	0.97	1.67	1.37	0.92	0.27	1.16	0.74	-0.60	-0.47	-0.53	0.98
1996	0.47	0.31	0.85	0.75	-1.34	1.83	0.88	0.59	0.38	-0.09	0.26	0.26	0.04	-0.08	-0.18	-0.38	0.46
1997	0.23	-1.34	0.94	0.13	1.31	0.63	1.25	1.28	0.58	0.49	0.27	0.55	1.45	-0.12	-0.06	0.25	0.68
1998	1.03	0.96	0.34	0.98	0.19	0.49	2.31	0.56	-0.21	-0.04	0.33	-0.07	-0.32	-0.99	-1.60	-1.85	0.27
1999	0.36	1.36	0.00	0.78	-1.36	-1.02	0.89	-1.36	0.07	-0.07	0.60	0.13	-0.32	0.18	-1.60	-0.99	-0.32
2000	-0.28	-1.48	-1.43	-2.01	-1.23	-0.99	0.12	-1.47	0.50	0.53	0.26	0.52	-0.21	-0.69	0.35	-0.33	-1.77
2001	-1.91	-1.47	-0.03	-1.54	-0.66	-1.02	0.33	-1.01	0.81	0.17	0.30	0.61	-0.32	-0.92	-1.16	-1.58	-1.70
≥ 2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		$\geq - 2.0$			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

ادامه جدول 4: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه رباط بالا به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

-0.88	0.49	0.21	1.01	-0.32	0.15	0.26	0.52	-0.21	-1.22	0.17	-1.00	-0.89	-0.79	-0.55	0.37	-1.34	2002
0.11	-0.14	0.00	0.29	-0.30	1.59	1.10	1.42	1.76	-0.65	0.10	-0.90	-0.22	-0.39	-0.77	0.91	-0.98	2003
-0.90	0.67	0.44	-0.87	2.11	0.50	1.13	0.46	0.31	-1.20	0.11	-0.90	-0.90	-1.27	-2.43	-1.13	0.91	2004
-0.53	1.40	1.53	-0.87	2.11	0.50	1.13	0.46	0.31	-1.20	0.11	-0.90	-0.90	-1.28	-2.43	-1.14	0.91	2005
0.17	-1.16	-1.51	-0.10	-0.19	0.55	0.52	0.33	0.62	-0.28	0.47	0.13	-0.35	0.88	0.51	1.15	0.17	2006
0.58	-0.33	0.18	-0.27	-0.32	-0.05	0.26	0.05	-0.22	-0.89	0.23	-0.60	-0.67	1.68	2.14	0.72	-1.29	2007
-0.79	-0.86	0.12	-2.61	-0.39	-0.71	-0.75	-0.59	-0.49	0.86	-0.99	0.23	1.20	-1.04	-1.65	-1.29	1.06	2008
0.53	0.97	0.65	1.46	-1.69	-0.67	-0.04	-0.74	-0.67	1.55	-1.00	0.19	1.98	-0.39	-0.54	0.67	-0.73	2009
-0.02	-2.71	-2.20	-1.05	-1.69	-0.70	-0.83	-0.91	-0.32	1.12	1.20	1.56	0.38	0.41	-0.15	1.57	-1.35	2010
-0.60	0.83	-0.24	1.79	-1.50	-1.21	-0.83	-0.91	-0.67	-0.45	-1.00	-0.27	-0.06	-0.56	-0.21	0.05	-0.54	2011
0.13	0.40	0.13	1.09	-1.39	-1.21	-0.83	-0.91	-0.67	0.94	-0.98	1.66	0.25	-0.06	-0.27	0.83	-0.54	2012
-1.13	-0.02	0.78	-1.49	0.17	-1.06	-0.83	-0.76	-0.67	-0.88	-0.06	-1.88	-0.26	-0.59	-0.03	-0.52	-0.16	2013
-0.88	-0.72	-0.29	-0.05	-1.46	-1.00	-0.83	-0.85	-0.58	0.52	-1.00	0.98	0.33	-0.83	0.19	-1.24	-0.49	2014
-0.72	-0.06	-1.44	1.19	-0.67	-0.05	0.99	0.12	-0.67	-0.02	-1.00	0.83	-0.36	-0.73	-0.83	-0.17	0.23	2015
-1.00	0.25	0.05	0.40	0.69	-1.09	-0.80	-0.87	-0.67	-0.05	0.14	-0.80	0.42	-1.10	-0.28	-1.92	0.17	2016
-1.17	-0.92	-1.59	0.45	-1.21	-1.06	-0.78	-0.91	-0.65	-1.06	-0.80	-1.37	-0.41	-0.15	-0.80	-0.21	1.23	2017
-1.38	-0.59	-0.91	-0.13	0.62	-1.05	-0.83	-0.75	-0.67	0.23	-0.80	1.04	-0.24	-1.50	-0.52	-1.04	-0.84	2018
0.12	-0.99	-1.02	0.12	-1.06	-1.21	-0.83	-0.91	-0.67	0.00	-0.18	-2.35	0.67	1.11	-0.24	-0.37	2.80	2019
-0.26	0.92	0.82	1.12	-0.50	-1.21	-0.83	-0.91	-0.67	0.74	-1.00	1.10	0.54	-0.99	0.14	-0.97	-1.12	2020
-2.33	-0.40	-0.81	0.61	-0.66	-1.12	-0.80	-0.91	-0.67	-2.08	-1.00	-1.23	-1.50	-1.65	-0.13	-1.80	-1.48	2021
-1.33	-0.05	-1.40	0.70	0.87	-1.21	-0.83	-0.91	-0.67	-0.49	-1.00	0.89	-1.46	-1.11	-1.64	-0.37	0.36	2022
≥2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		≥ - 2.0			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

جدول 5: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه قیصار به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

سال	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بہار	جولای	اگست	ستمبر	نابھتن	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانہ
1979	0.65	0.06	0.20	0.28	0.60	0.71	0.35	0.62	0.60	1.21	0.47	-0.06	0.04	-0.21	0.36	0.05	0.30
1980	0.11	0.56	0.66	0.55	-0.43	0.01	0.35	-0.44	0.60	1.21	0.47	-0.06	1.54	-0.05	0.12	0.40	0.28
1981	1.34	0.93	-0.42	0.68	0.20	0.56	0.35	0.25	0.77	1.21	1.03	0.76	1.62	-0.50	0.63	0.61	0.64
1982	0.80	1.39	1.36	1.54	-0.64	-0.36	1.15	-0.65	0.79	1.21	0.47	0.21	1.86	1.98	0.63	1.63	1.41
1983	0.90	0.17	0.53	0.60	1.89	0.49	0.51	1.64	0.60	1.21	0.53	0.01	-0.91	-0.83	-0.02	-0.52	0.85
1984	0.35	-0.31	1.79	1.07	0.81	0.04	0.35	0.60	0.60	1.21	0.60	0.11	0.89	-0.29	0.22	0.14	0.87
1985	-0.06	-1.63	-0.63	-1.09	1.12	0.10	0.35	0.88	0.60	1.21	0.47	-0.06	-0.26	-0.53	1.12	0.49	-0.20
1986	-0.45	0.32	0.31	0.07	-0.58	-0.94	0.80	-0.79	0.81	1.21	0.47	0.22	0.46	0.15	0.43	0.32	-0.17
1987	-1.28	-0.18	0.03	-0.54	-0.32	-0.20	0.63	-0.41	0.70	1.21	0.88	0.54	0.95	-0.79	-0.79	-0.61	-0.83
1988	0.84	-0.29	0.96	0.68	0.96	-1.00	0.35	0.60	0.60	1.21	0.77	0.35	0.00	-1.19	0.71	0.05	0.57
1989	-0.20	0.20	0.96	0.50	0.36	0.27	0.35	0.28	1.81	1.21	0.47	0.92	-0.53	-0.36	1.50	0.81	0.60
1990	1.70	1.19	-0.21	1.05	0.85	1.17	1.01	1.01	0.60	1.21	0.47	-0.06	0.40	-1.48	0.64	0.02	0.98
1991	1.49	0.49	1.56	1.55	-0.37	2.60	0.35	1.10	0.60	1.21	2.19	2.25	-0.09	0.72	1.17	0.94	1.68
1992	1.48	0.69	0.72	1.15	1.77	1.56	0.54	1.84	0.60	1.30	0.47	0.13	-0.46	0.21	1.24	0.78	1.63
1993	-0.03	-0.03	1.20	0.63	0.84	1.49	1.12	1.14	0.60	1.21	0.63	0.15	-0.42	0.01	-0.53	-0.50	0.62
1994	0.52	-0.50	0.15	-0.02	-0.29	0.22	0.35	-0.25	0.60	1.21	0.47	-0.06	0.17	-0.54	0.40	0.00	-0.22
1995	-0.43	0.98	0.73	0.64	0.64	-0.72	0.41	0.32	0.60	1.21	1.04	0.74	0.89	-1.12	-0.11	-0.31	0.35
1996	-0.58	0.88	1.06	0.76	0.18	0.20	1.20	0.16	0.60	1.21	1.42	1.25	0.63	-0.81	-1.32	-1.08	0.23
1997	-0.25	-0.38	0.76	0.14	0.07	1.35	0.79	0.55	0.60	1.21	0.53	0.01	0.49	1.10	0.37	0.70	0.41
1998	1.08	-0.25	-0.68	-0.06	0.16	0.71	0.35	0.28	0.76	1.38	1.27	1.11	-0.04	-1.57	-1.50	-1.76	-0.48
1999	0.03	-0.47	0.22	-0.16	-1.23	-0.42	0.35	-1.20	1.15	1.21	2.17	2.29	-0.66	1.11	-1.16	-0.17	-0.48
2000	-0.41	-1.12	-0.51	-1.01	-1.61	-1.06	0.35	-1.64	0.60	1.21	0.90	0.54	-0.06	-0.47	0.36	-0.05	-1.23
≥ 2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		$\geq - 2.0$			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

ادامه جدول 5: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه قیصار به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

-2.18	-0.90	-0.66	-0.60	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	-1.63	0.35	-1.14	-1.58	-1.78	-0.87	-1.83	-1.20	2001
-0.66	-0.13	0.45	-0.84	-0.51	-0.06	0.47	1.21	0.60	0.59	0.35	0.06	0.80	-1.19	-1.43	-0.41	-0.41	2002
0.08	0.36	0.45	0.54	-0.46	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.34	0.42	-0.14	-0.24	0.27	0.62	0.53	-0.86	2003
-0.64	0.55	1.09	-0.15	-0.51	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.62	0.35	-0.28	-0.53	-0.85	-1.50	-1.37	0.95	2004
-0.43	-0.49	-0.64	0.21	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.64	0.35	0.60	-1.29	0.06	0.29	-0.26	0.28	2005
-0.18	1.06	0.94	1.41	-0.58	0.11	0.47	1.21	0.70	-0.08	0.35	-1.21	0.25	-0.77	-1.46	-0.82	0.77	2006
0.03	-0.21	0.17	-0.36	-0.76	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.76	0.69	-0.02	-0.88	0.57	0.84	0.45	-0.02	2007
-1.07	-0.08	0.45	-0.59	-0.91	0.93	0.47	2.01	1.59	-0.12	0.35	-0.37	0.10	-1.41	-1.97	-0.48	-0.15	2008
0.63	1.09	1.49	0.65	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	0.23	0.35	-1.21	0.57	0.42	0.56	0.82	-0.61	2009
-1.97	-2.00	-1.69	-1.69	-0.45	1.13	0.47	1.35	2.13	-1.69	0.35	-1.21	-1.69	-0.96	-2.00	0.21	0.14	2010
-1.50	-2.00	-1.69	-1.69	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	-1.69	0.35	-1.21	-1.69	-0.39	-0.26	0.76	-3.12	2011
1.29	1.30	0.95	1.41	1.10	-0.06	0.47	1.21	0.60	1.75	2.63	1.46	1.53	0.32	0.06	1.27	-0.91	2012
1.21	1.26	1.23	1.11	0.73	1.59	1.58	2.41	0.60	-0.02	0.84	-0.83	0.26	1.23	0.51	1.98	0.27	2013
-0.42	0.45	-0.75	1.73	-0.18	-0.06	0.47	1.21	0.60	0.05	0.35	-1.21	0.38	-0.75	-0.11	-0.97	-0.56	2014
-0.37	0.53	-1.30	1.24	1.85	-0.06	0.47	1.21	0.60	-1.02	0.35	-0.39	-0.99	-0.28	-0.49	-0.04	0.27	2015
0.30	-0.46	-0.60	0.22	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	0.51	1.08	-0.25	0.73	0.54	0.28	0.89	0.28	2016
-0.66	-1.47	-1.66	-0.27	-0.91	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.59	0.35	-0.11	-0.57	0.05	-0.98	0.75	0.61	2017
-1.68	0.48	-1.01	0.27	2.44	-0.06	0.47	1.21	0.60	-0.75	0.35	0.05	-0.89	-2.82	-1.73	-1.81	-2.44	2018
1.59	0.30	-0.61	1.20	0.58	0.87	0.47	1.21	1.73	0.97	2.22	0.00	1.09	1.83	0.63	2.11	1.67	2019
0.92	1.61	1.21	2.10	0.05	-0.06	0.47	1.21	0.60	1.57	0.35	1.94	1.21	-0.49	0.23	-0.84	-0.60	2020
-2.37	-0.76	-0.83	-0.09	-0.70	0.83	0.47	1.21	1.66	-1.07	0.35	-0.19	-1.19	-2.50	-1.21	-2.63	-1.85	2021
0.35	0.16	0.20	0.18	0.35	-0.06	0.47	1.21	0.60	0.98	0.35	0.76	1.03	0.05	0.57	-0.90	0.33	2022
≥2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		≥ - 2.0			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

جدول 6: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه رباط آخذ به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

سال	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جین	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	نابستان	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانه
1979	0.89	0.41	-0.07	0.33	-0.35	1.18	0.35	0.09	0.67	1.00	0.62	0.09	0.51	0.14	1.50	1.20	0.58
1980	0.27	1.27	0.78	1.10	-0.11	0.52	0.35	-0.09	0.67	1.26	0.47	0.39	2.42	-0.69	0.31	0.78	0.89
1981	1.04	0.60	-0.16	0.45	0.30	-0.40	0.35	0.01	0.67	1.00	0.65	0.13	1.83	-0.53	-0.17	0.17	0.25
1982	1.24	1.63	1.54	2.21	0.41	-0.21	0.35	0.17	0.67	1.00	0.47	-0.11	2.06	2.03	0.87	2.00	2.14
1983	0.26	0.17	0.70	0.47	1.44	-0.47	0.40	1.24	0.67	1.00	1.06	0.74	-0.41	-1.66	-0.13	-0.80	0.52
1984	0.48	-1.04	1.01	0.46	0.77	-0.04	0.35	0.58	1.08	1.00	0.47	0.25	-0.20	-0.59	-0.06	-0.56	0.26
1985	-0.21	-0.56	-0.39	-0.89	0.87	0.20	0.35	0.72	0.67	1.00	0.47	-0.11	-0.15	0.79	0.80	0.76	-0.09
1986	-0.60	1.12	1.03	0.96	0.11	-0.93	1.32	-0.16	0.67	1.00	0.47	-0.11	0.15	0.70	1.57	1.39	1.00
1987	-1.59	-0.76	0.57	-0.61	-0.48	1.09	0.90	0.00	1.05	1.00	0.87	0.53	1.34	-0.62	-0.38	-0.28	-0.61
1988	0.40	0.20	0.77	0.60	0.16	-0.85	0.35	-0.21	0.67	1.42	0.59	0.52	-0.41	-1.21	1.00	0.40	0.38
1989	0.03	0.56	1.12	0.93	0.96	-0.68	0.64	0.70	0.67	1.00	0.47	-0.11	-0.41	-0.28	1.21	0.73	0.97
1990	2.08	0.87	-0.43	1.07	1.02	0.85	2.45	1.23	0.67	1.00	0.47	-0.11	0.43	-0.38	1.16	0.75	1.26
1991	1.31	1.28	1.85	2.32	1.60	2.01	0.35	2.00	0.67	1.00	1.10	0.81	-0.26	0.97	0.54	0.64	2.37
1992	1.98	0.46	0.24	1.13	2.47	1.88	1.57	2.82	0.67	1.01	0.47	0.04	1.22	-0.92	2.37	1.99	2.46
1993	-0.07	0.67	0.54	0.46	0.93	2.39	1.40	1.68	0.67	1.00	0.47	-0.11	-0.41	0.25	-0.74	-0.75	0.75
1994	0.32	-0.10	0.25	0.03	0.16	-0.47	0.35	-0.15	0.67	1.00	0.79	0.34	0.35	-0.53	0.37	-0.03	-0.14
1995	-1.08	0.38	0.65	0.12	1.05	-1.08	0.53	0.78	0.67	1.00	0.96	0.60	0.96	-1.27	0.33	0.02	0.26
1996	-0.26	0.88	1.55	1.39	0.05	-0.77	1.02	-0.25	0.67	1.00	0.47	-0.11	0.53	-1.00	-0.84	-1.15	0.62
1997	0.14	-0.10	1.41	0.98	1.37	0.63	0.97	1.37	0.67	1.00	0.62	0.09	0.61	1.11	0.65	0.92	1.32
1998	1.06	0.72	-0.12	0.54	0.95	0.61	0.35	0.91	0.76	1.00	0.47	0.00	-0.09	-1.63	-1.32	-1.89	0.26
1999	0.48	0.42	0.30	0.37	-1.46	-1.07	0.35	-2.00	0.80	1.00	3.17	3.66	-0.24	0.16	-0.87	-0.90	-0.09
2000	-0.38	-0.59	-0.71	-1.19	-2.59	-1.07	0.35	-2.78	0.67	1.00	0.47	-0.11	0.04	0.35	0.85	0.61	-1.04
≥ 2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		$\geq - 2.0$			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

ادامه جدول 6: وقوع خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه رباط آخذ به اساس شاخص SPI به تفکیک شدت

-1.98	-0.58	-0.35	-0.25	0.37	-0.11	0.47	1.00	0.67	-1.88	0.35	-0.81	-1.47	-1.62	-0.45	-1.38	-1.19	2001
-0.34	0.22	0.53	0.11	-0.18	-0.11	0.47	1.00	0.67	0.04	0.35	-0.72	0.37	-0.47	-1.37	0.07	0.81	2002
-0.10	-0.05	-0.29	0.81	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.44	0.35	-1.18	-0.02	0.21	0.17	0.44	0.30	2003
-0.62	0.93	1.28	0.13	0.06	0.74	1.06	1.00	0.67	-0.81	0.35	-0.68	-0.42	-1.11	-1.18	-1.69	0.83	2004
0.30	-0.71	-0.76	0.32	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.47	0.35	0.95	-1.26	0.96	0.99	0.94	-0.15	2005
-0.15	1.16	1.04	1.20	-0.12	0.27	0.73	1.00	0.80	-0.76	0.35	-1.49	-0.29	-0.53	-0.87	-0.40	0.79	2006
0.32	-0.14	0.07	0.22	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.47	0.35	0.95	-1.26	0.82	0.99	0.94	-0.68	2007
-1.36	-2.00	-1.49	-1.69	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.25	0.45	-1.49	0.15	-0.88	-1.98	-1.53	1.35	2008
-1.38	1.10	0.79	1.40	-0.03	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.10	0.55	1.24	-0.86	-2.00	-2.00	-1.69	-1.69	2009
-1.47	-1.18	-0.49	-1.69	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.66	0.35	-0.21	-0.41	-1.10	-1.10	0.40	-1.15	2010
-0.43	-0.30	-1.49	1.22	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-1.04	0.35	-0.39	-0.74	0.02	-0.08	1.04	-0.83	2011
-0.86	-0.20	-0.37	0.26	0.79	-0.11	0.47	1.00	0.67	0.10	0.35	-0.52	0.40	-1.08	-1.51	0.10	-0.20	2012
-1.30	-0.51	-0.90	0.64	-0.10	-0.11	0.47	1.00	0.67	-1.31	0.35	-0.39	-1.05	-0.96	-1.23	0.82	-1.57	2013
-0.77	0.22	-0.94	1.50	-0.23	1.42	0.97	1.69	2.87	0.19	0.35	0.61	0.18	-1.34	-0.41	-0.84	-1.00	2014
-0.34	0.09	-1.32	1.09	1.20	0.59	0.47	1.00	1.70	-0.07	0.35	0.23	0.06	-0.36	-0.66	0.53	0.00	2015
-0.59	-1.71	-1.14	-0.94	-0.41	0.25	0.47	1.00	1.08	0.26	1.10	-1.49	0.56	-0.28	0.64	-1.69	0.05	2016
-0.85	-1.82	-1.49	-0.41	-0.41	-0.11	0.47	1.00	0.67	-0.44	0.59	-0.72	-0.08	-0.25	-0.57	0.17	0.57	2017
-1.17	-0.56	-1.17	0.20	1.07	0.57	0.47	1.51	0.67	0.17	0.52	0.74	0.09	-1.41	-0.56	-0.42	-1.44	2018
0.50	0.54	0.33	0.73	0.87	0.77	1.07	1.00	0.67	-0.22	0.35	0.31	-0.15	0.70	0.72	0.85	-0.11	2019
-0.23	0.03	-0.06	0.70	-0.41	0.25	0.47	1.00	1.08	0.50	0.35	0.69	0.49	-0.47	-0.23	-0.46	0.31	2020
-1.14	-0.55	-0.38	0.16	-0.41	1.03	0.47	2.29	1.29	-0.48	0.35	1.10	-2.70	-1.03	0.49	-1.52	-1.69	2021
-0.50	0.94	0.78	1.18	-0.41	0.64	0.47	1.57	0.99	-0.54	1.92	-0.10	-0.69	-1.00	-1.01	-0.54	0.22	2022
≥2.0		1.5 - 1.99		1.0 - 1.49		0.99		- 0.99		-1.0 - -1.49		- 1.5 - - 1.99		≥ - 2.0			
ترسالی بسیار شدید		ترسالی شدید		درسالی متوسط		درسالی ضعیف		خشکسالی ضعیف		خشکسالی متوسط		خشکسالی شدید		خشکسالی بسیار شدید			

شدت، مدت و دوام خشکسالی به اساس شاخص SPI به تفکیک ستایشن های هواشناسی

جدول 7: شدت، مدت و دوام خشکسالی به اساس شاخص SPI به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی آمو در مقیاس سالانه

ردیف	نام ستیشن	تعداد سالها	تعداد خشکسالی	تعداد ترسالی	شدت، مدت و دوام خشکسالی در مقیاس سالانه						مدت و دوام در تمام دوره			
					ضعیف	مدت و دوام	متوسط	مدت و دوام	شدید	مدت و دوام	بسیار شدید	مدت و دوام	روز	بیشترین
1	آنجنمن	43	13	30	7	2-1	1	1	1	1	4	2-1	10	1
2	آهنگران	44	22	22	12	3-1	9	4-1	1	1	0	0	13	1
3	بالای کیله غی	44	22	22	14	4-1	4	4-1	3	1	1	1	10	1
4	یامیان	44	18	26	8	3-1	4	3-1	6	2-1	0	0	7	1
5	یغلان	44	17	27	7	2-1	7	2-1	2	2-1	1	2-1	7	1
6	یهازک	44	22	22	16	3-1	3	3-1	1	1	2	1	6	1
7	پل آلجین	44	22	22	15	1-1	5	1-1	0	0	2	0	6	1
8	پل بنگی	44	22	22	13	3-1	7	3-1	2	1	0	0	3	1
9	پل تشکان	44	22	22	13	4-1	8	4-1	0	2-1	1	0	4	1
10	پل چوغه	44	22	22	15	3-1	5	3-1	2	1	0	0	3	1
11	پل کنده سنگ	44	19	25	13	4-1	3	4-1	1	1	2	2	7	1
12	پل مستان	40	19	21	11	2-1	6	2-1	0	3-1	2	0	8	1
13	تاق آرچه	43	24	19	20	3-1	1	3-1	2	1	1	1	4	1
14	تنگشبی	34	15	19	12	3-1	2	3-1	0	2	1	0	3	1
15	تنگی تهرین	44	20	24	14	3-1	3	3-1	1	1	2	1	3	1
16	چهار دره	44	19	25	11	3-1	4	3-1	2	1	2	1	3	1
17	خواجه غار	44	17	27	10	2-1	3	2-1	0	1	4	0	3	1
18	دشت سفید	44	13	31	5	1	2	1	3	1	3	1	10	1
19	دو آب	44	19	25	10	3-1	6	3-1	1	1	2	1	6	1
20	دوشی	44	21	23	15	2-1	3	2-1	1	1	2	1	5	1
21	سست	41	14	27	6	2-1	1	2-1	5	1	2	2-1	11	1
22	سم دره	44	20	24	14	4-1	3	4-1	1	2-1	2	1	5	1
23	شنش پل	44	17	27	8	2-1	5	2-1	2	2-1	2	1	7	1
24	فیض آباد	44	19	25	10	1	7	1	0	1	2	0	4	1
25	کشم	44	16	28	8	2-1	3	2-1	2	2-1	3	1	3	1
26	کوف آب	37	16	21	9	3-1	2	3-1	4	1	1	2-1	6	1
27	گرداب	44	23	21	18	3-1	3	3-1	0	1	2	0	4	1
28	تزدیک یهازک	44	21	23	15	4-1	4	4-1	0	2-1	2	0	6	1
29	تزدیک تالقان	44	17	27	9	2-1	3	2-1	3	2	3	3	3	1
30	تزدیک خرم	44	20	24	11	4-1	5	4-1	1	2-1	3	1	6	1
31	تزدیک کشم	42	20	22	14	4-1	3	4-1	1	2-1	2	1	5	1

بررسی خشکسالی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب ذریعۀ شاخص PNPI به تفکیک ستیشن های هواشناسی شاخص بارنده گی فیصدی از نورمال PNPI (Percentage of Normal Precipitation Index)، در سال 1994م. توسط ویلیکی (Willeke) و همکارانش ارائه شده و مفهوم اساسی آن تقسیم بارنده گی واقعی بر بارنده گی نورمال می باشد. تنها فکتور هواشناسی مورد نیاز آن بارنده گی است.

جدول 8: طبقه بندی شاخص PNPI، (14 : صص. 1 - 8).

شماره	PNI	طبقه بندی شدت خشکسالی
1	70 تا 80 فیصد	خشکسالی ضعیف
2	55 تا 70 فیصد	خشکسالی متوسط
3	40 تا 55 فیصد	خشکسالی شدید
4	کمتر از 40 فیصد	خشکسالی بسیار شدید
آگاهی: برخی دانشمندان به این عقیده اند، سال هایی که از 80 - 120 فیصد بارنده گی داشته باشد، سال های نورمال و سال هایی که بیشتر از 120 فیصد بارنده گی دارند، سال های مرطوب یا ترسالی را نشان می دهد.		

$$PNPI = \frac{P^I}{\bar{P}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

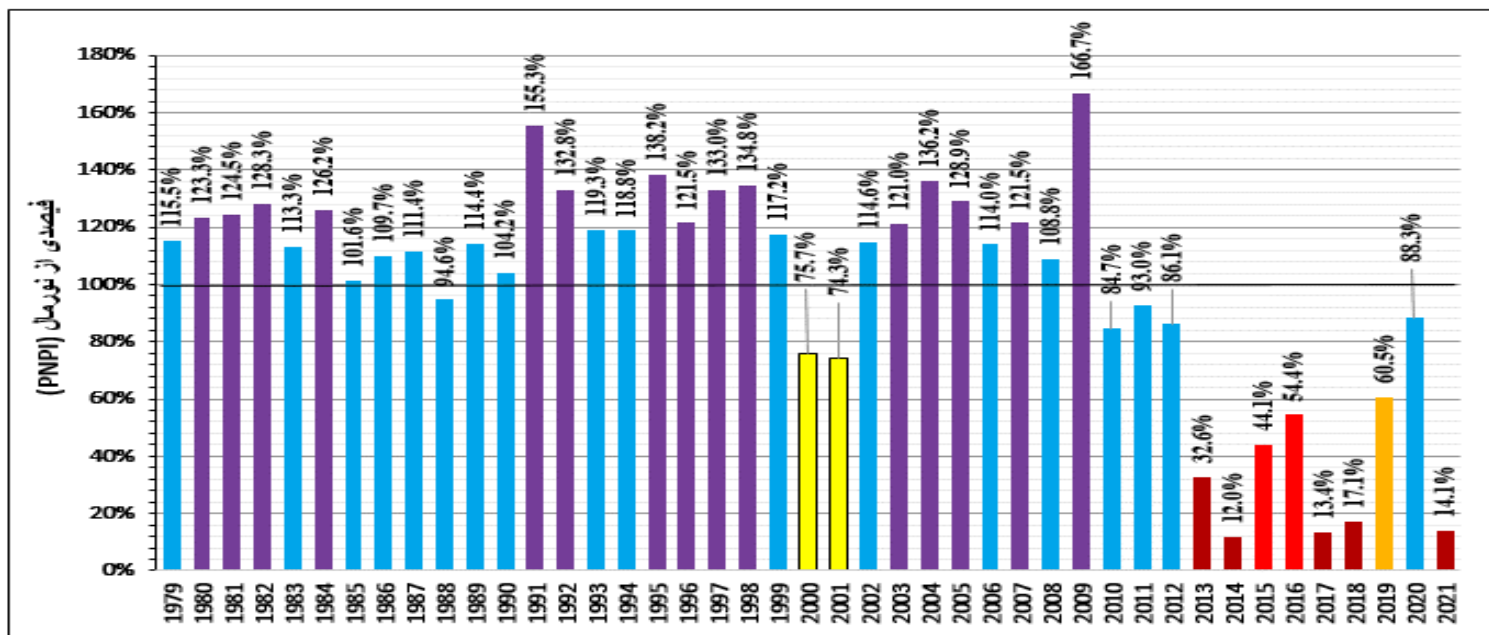
در رابطه فوق،

P^1 = مقدار بارنده گی دوره مورد نظر؛

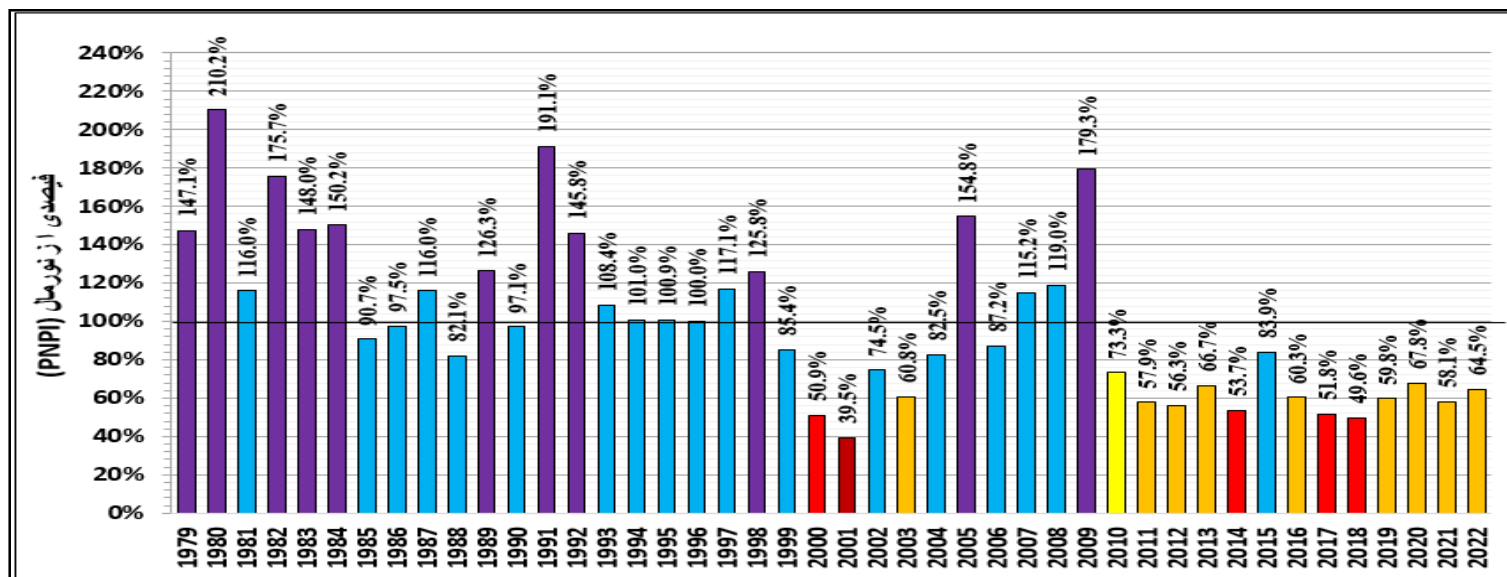
$\bar{P}$ = اوسط بارنده گی درازمدت همان دوره؛

و (Percentage of Normal Precipitation Index) PNPI نام شاخص می باشد (14 : صص. 1 - 8).

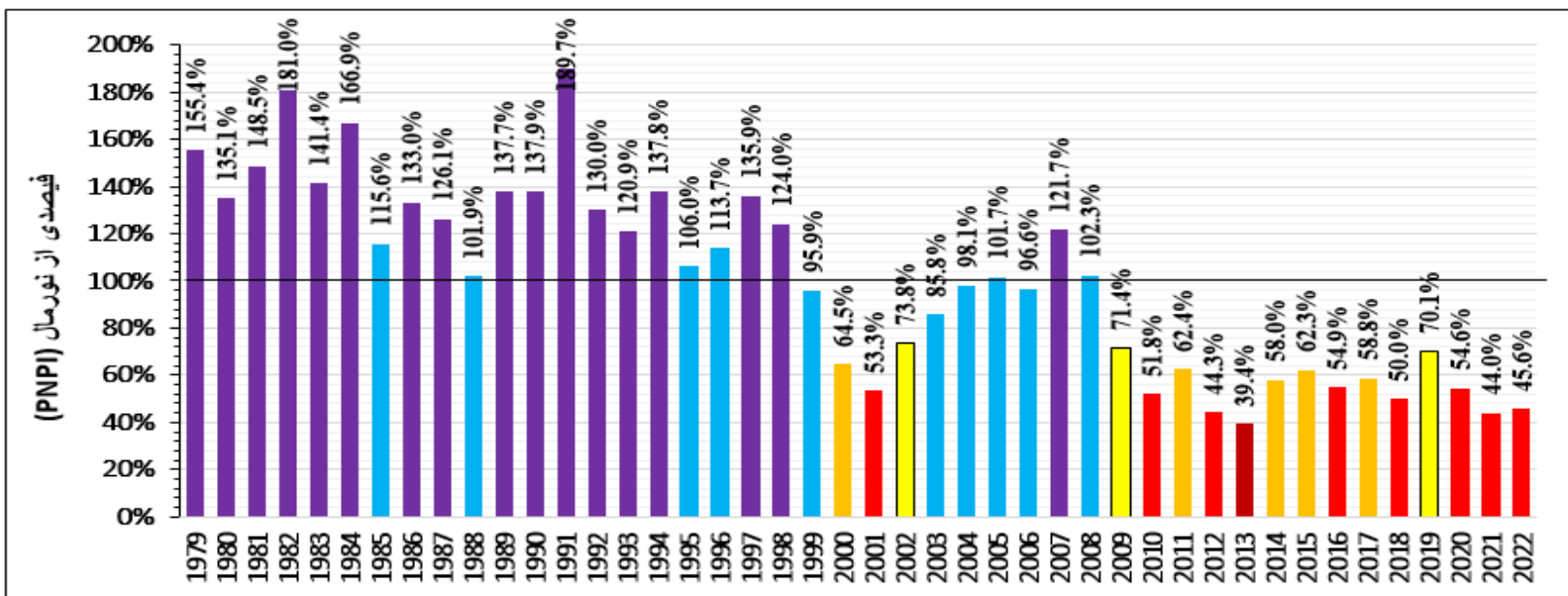
نتایج بدست آمده از وقوع خشکسالیها در مقیاس زمانی سالانه در حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب به اساس شاخص PNPI. در ذیل به طور نمونه به ارائه چند گراف از چند استیشن مختلف حوزه های آبی متذکره اکتفا شده است:



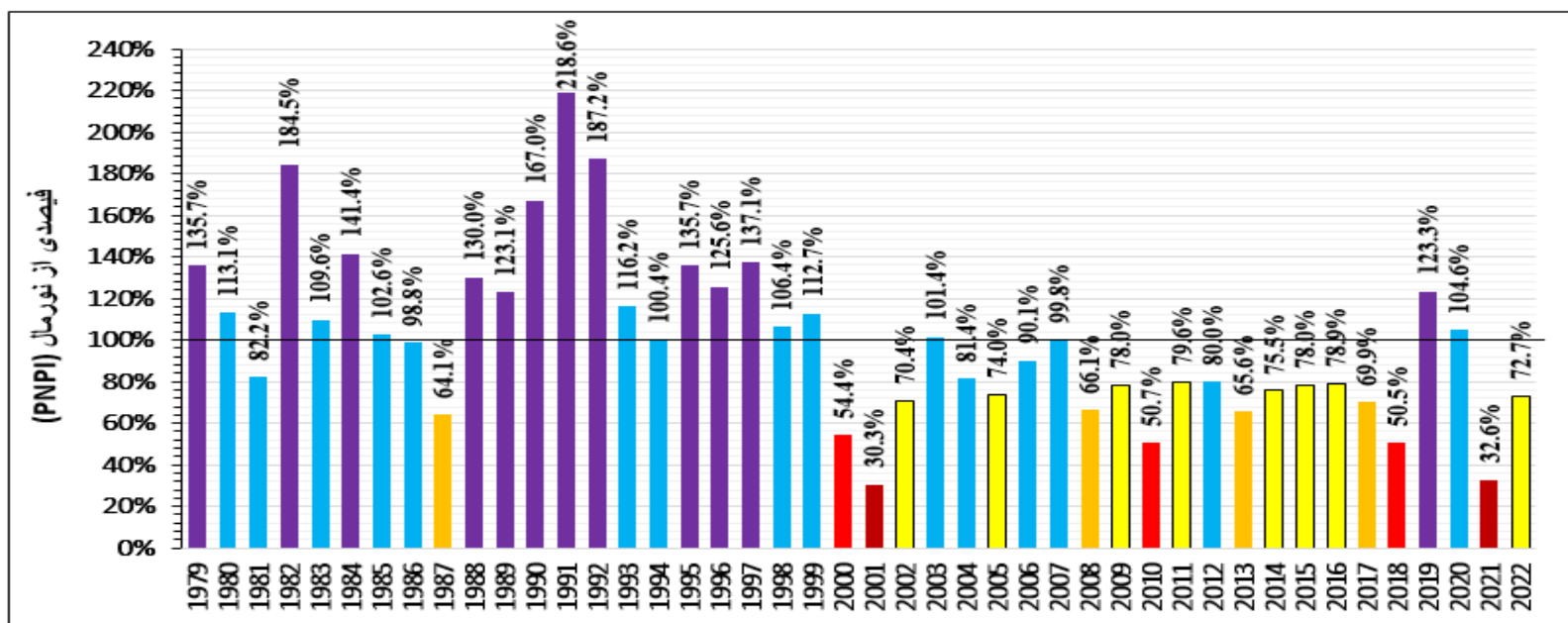
شکل 6: وضعیت خشکسالی ستیشن انجمن به اساس شاخص PNPI در مقیاس زمانی سالانه به تفکیک شدت



شکل 7: وضعیت خشکسالی ستیشن بالای کله گی به اساس شاخص PNPI در مقیاس زمانی سالانه به تفکیک شدت



شکل 8: وضعیت خشکسالی ستیشن دوش قَدَم به اساس شاخص PNPI در مقیاس زمانی سالانه به تفکیک شدت



شکل 9: وضعیت خشکسالی ستیشن تورغندی به اساس شاخص PNPI در مقیاس زمانی سالانه به تفکیک شدت

شدت، مدت و دوام خشکسالی به اساس شاخص PNPI به تفکیک ستایش های هواشناسی

جدول 9: شدت، مدت و دوام خشکسالی به اساس شاخص PNPI به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی شمال

شماره	نام ستیشن	پیشتر از حد معمول	کمتر از حد معمول	مطابق به نرم	تعداد سالها	سالهای نورمال	خشکسالی	نرسالی	شدت، مدت و دوام خشکسالی در مقیاس سالانه						مدت و دوام در تمام دوره		
									ضعیف	مدت و دوام	متوسط	مدت و دوام	شدید	مدت و دوام	بسیار شدید	مدت و دوام	کمترین
1	آسیا آباد	22	22	0	44	21	12	11	6	2- 1	3	1	3	2- 1	0	1	3
2	پل بَرَق	20	24	0	44	27	8	9	3	1	3	1	3	1	0	1	3
3	تنگی تاشقرغان	21	23	0	44	20	14	10	6	2- 1	4	2- 2	3	2- 1	1	1	3
4	خشت پل	20	24	0	44	27	8	9	3	1	3	1	3	2	0	1	3
5	دره ژوندون	20	24	0	44	23	11	10	6	2- 1	3	1	3	2	0	1	3
6	دولت آباد	16	28	0	44	8	22	14	6	1	7	4- 1	7	2- 1	2	1	15
7	دوش قدم	23	21	0	44	10	17	17	3	1	5	2- 1	8	3- 1	1	3	14
8	رابط پالا	23	20	1	44	19	14	11	5	2- 1	6	3- 1	2	2	1	1	6
9	سید	22	22	0	44	24	11	9	5	1	3	1	3	2- 1	0	1	3
10	قیصار	22	22	0	44	15	15	14	8	2- 1	2	1	2	1	1	1	5
11	نزدیک سرپل	24	19	1	44	20	13	11	8	3- 1	2	1	2	2- 1	0	1	3
12	نزدیک کشانده	20	24	0	44	25	8	11	3	1	3	2- 1	2	2	0	1	4
13	نزدیک نایک	16	28	0	44	20	13	11	5	3- 1	5	2- 1	1	1	2	1	5

جدول 10: شدت، مدت و دوام خشکسالی به اساس شاخص PNPI به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی هریرود - مرغاب

شماره	نام ستیشن	بیشتر از حد معمول	کمتر از حد معمول	مطابق به نرم	تعداد سالها	سالهای نورمال	خشکسالی	نرسالی	شدت، مدت و دوام خشکسالی در مقیاس سالانه						مدت و دوام در تمام دوره		
									ضعیف	مدت و دوام	متوسط	شدید	مدت و دوام	بسیار شدید	مدت و دوام	کمترین	بیشترین
1	پل هاشمی	20	24	0	44	21	13	10	4	1	4	1	4	1	1	1	4
2	تکاب غزه	16	28	0	44	22	11	11	2	1	5	2-1	4	1	0	2	3
3	تورغندی	21	23	0	44	15	17	12	8	3-1	4	1	4	1	2	1	6
4	چیچک تو	24	20	0	44	15	17	12	2	1	9	2-1	4	2	1	1	7
5	چغچران	21	23	0	44	25	10	9	4	1	4	1	4	2	0	1	4
6	چهل دختران	21	23	0	44	24	12	8	5	1	4	1	4	2	1	1	3
7	خوش رُباط	18	26	0	44	20	13	11	7	3-1	1	1	4	1	1	1	5
8	دولت یار	19	24	1	44	28	9	7	5	2-1	2	1	2	2	0	1	4
9	رُباط آخند	20	24	0	44	17	16	11	5	1	4	1	7	3-1	0	1	7
10	شنیه	20	24	0	44	26	9	9	3	2-1	3	1	3	2-1	0	1	4
11	نزدیک هرات	20	24	1	44	22	13	9	3	1	6	1	3	1	1	1	4

مقایسه وضعیت خشکسالی میان حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب

(الف) به اساس شاخص SPI

جدول 11: فیصدی انواع مختلف خشکسالی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب

اسم حوزه آبی	مجموع سالها	خشکسالی	فیصدی	ترسالی	فیصدی	ضعیف	فیصدی	متوسط	فیصدی	شدید	فیصدی	بسیار شدید	فیصدی
آمو	1336	591	44.24	745	55.76	363	61.42	125	21.15	48	8.12	55	9.31
شمال	572	281	49	292	51	191	67.97	49	17.44	22	7.83	19	6.76
هریرود - مرغاب	484	237	49	248	51	170	71.73	37	15.61	14	5.91	16	6.75

(ب) به اساس شاخص PNPI

جدول 12: مقایسه وضعیت انواع مختلف خشکسالی به اساس PNPI میان حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب شاخص

نام حوزه آبی	بیشتر از حد معمول	کمتر از حد معمول	مطابق به نورم (نورمال)	مجموع سالها	سالهای نورمال	خشکسالی	مرطوب (ترسالی)	ضعیف	متوسط	شدید	بسیار شدید
حوزه آبی آمو	709	622	5	1336	826	265	245	109	101	37	18
	53.1%	46.56%	0.37%	100%	61.82%	19.84%	18.34%	41.13%	38.1%	13.96%	6.8%
حوزه آبی شمال	269	301	2	572	259	166	147	67	49	40	10
	47.03%	52.6%	0.35%	100%	45.3%	29%	25.7%	40.4%	29.5%	24.1%	6%
حوزه آبی هریرود - مرغاب	220	264	2	484	235	140	109	48	46	38	8
	45.46%	54.54%	0.4%	100%	48.35%	28.92%	22.52%	34.3%	32.9%	27.15%	5.7%

فراوانی، احتمال وقوع، تناوب و دوره بازگشت خشکسالی / ترسالی حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب به تفکیک ستیشن های هواشناسی

در این قسمت بطور نمونه نتایج بدست آمده از فراوانی، احتمال وقوع، تناوب و دوره بازگشت خشکسالی / ترسالی از ستیشن هوا شناسی نزدیک نایک در ذیل ارائه شده است:

جدول 13: فراوانی، احتمال وقوع، تناوب و دوره بازگشت خشکسالی ماهانه، فصلی و سالانه ستیشن هواشناسی نزدیک نایک به اساس شاخص SPI

مشخصات	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	تایستان	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانه
مجموع سالها	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
خشکسالی	22	22	19	22	20	18	21	22	26	23	25	27	22	22	16	23	27
فراوانی / احتمال وقوع	50.00	50.00	43.18	50.00	45.45	40.91	47.73	50.00	59.09	52.27	56.82	61.36	50.00	50.00	36.36	52.27	61.36
تناوب / دوره بازگشت	2.00	2.00	2.32	2.00	2.20	2.44	2.10	2.00	1.69	1.91	1.76	1.63	2.00	2.00	2.75	1.91	1.63
ضعیف	17	15	10	15	12	12	14	15	21	23	25	22	14	14	10	18	22
فراوانی / احتمال وقوع	38.64	34.09	22.73	34.09	27.27	27.27	31.82	34.09	47.73	52.27	56.82	50.00	31.82	31.82	22.73	40.91	50.00
تناوب / دوره بازگشت	2.59	2.93	4.40	2.93	3.67	3.67	3.14	2.93	2.10	1.91	1.76	2.00	3.14	3.14	4.40	2.44	2.00
متوسط	2	5	4	4	6	2	2	3	5	0	0	3	8	5	2	3	3
فراوانی / احتمال وقوع	4.55	11.36	9.09	9.09	13.64	4.55	4.55	6.82	11.36	0.00	0.00	6.82	18.18	11.36	4.55	6.82	6.82
تناوب / دوره بازگشت	22.00	8.80	11.00	11.00	7.33	22.00	22.00	14.67	8.80	0.00	0.00	14.67	5.50	8.80	22.00	14.67	14.67
شدید	2	2	5	2	2	1	4	2	0	0	0	2	0	1	4	0	0
فراوانی / احتمال وقوع	4.55	4.55	11.36	4.55	4.55	2.27	9.09	4.55	0.00	0.00	0.00	4.55	0.00	2.27	9.09	0.00	0.00
تناوب / دوره بازگشت	22	22	9	22	22	44	11	22	0	0	0	22	0	44	11	0	0
بسیار شدید	1	0	0	0	1	3	1	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2
فراوانی / احتمال وقوع	2.27	0.00	0.00	2.27	0.00	6.82	2.27	4.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	0.00	4.55	4.55
تناوب / دوره بازگشت	44	0	0	44	0	15	44	22	0	0	0	0	0	22	0	22	22

جدول 14: فراوانی، احتمال وقوع، تناوب و دوره بازگشت ترسالی ماهانه، فصلی و سالانه ستیشن هواشناسی نزدیک نایک به اساس شاخص SPI

مشخصات	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	تایستان	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	سالانه
مجموع سالها	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
ترسالی	22	22	25	22	24	26	23	22	18	21	19	17	22	22	28	21	17
فراوانی / احتمال وقوع	50.00	50.00	56.82	50.00	54.55	59.09	52.27	50.00	40.91	47.73	43.18	38.64	50.00	50.00	63.64	47.73	38.64
تناوب / دوره بازگشت	2.00	2.00	1.76	2.00	1.83	1.69	1.91	2.00	2.44	2.10	2.32	2.59	2.00	2.00	1.57	2.10	2.59
ضعیف	15	18	20	15	16	21	17	15	14	16	15	12	13	15	24	14	8
فراوانی / احتمال وقوع	34.09	40.91	45.45	34.09	36.36	47.73	38.64	34.09	31.82	36.36	34.09	27.27	29.55	34.09	54.55	31.82	18.18
تناوب / دوره بازگشت	2.93	2.44	2.20	2.93	2.75	2.10	2.59	2.93	3.14	2.75	2.93	3.67	3.38	2.93	1.83	3.14	5.50
متوسط	3	2	1	4	4	2	2	7	0	3	2	3	4	4	2	4	4
فراوانی / احتمال وقوع	6.82	4.55	2.27	9.09	9.09	4.55	4.55	15.91	0.00	6.82	4.55	6.82	9.09	9.09	4.55	9.09	9.09
تناوب / دوره بازگشت	14.67	22.00	44.00	11.00	11.00	22.00	22.00	6.29	0.00	14.67	22.00	14.67	11.00	11.00	22.00	11.00	11.00
شدید	2	0	2	2	3	3	3	0	3	0	0	1	5	2	2	2	4
فراوانی / احتمال وقوع	4.55	0.00	4.55	4.55	6.82	6.82	6.82	0.00	6.82	0.00	0.00	2.27	11.36	4.55	4.55	4.55	9.09
تناوب / دوره بازگشت	22.00	0.00	22.00	22.00	14.67	14.67	14.67	0.00	14.67	0.00	0.00	44.00	8.80	22.00	22.00	22.00	11.00
بسیار شدید	1	2	2	1	1	0	1	0	1	2	2	1	0	1	0	1	1
فراوانی / احتمال وقوع	2.27	4.55	4.55	2.27	2.27	0.00	2.27	0.00	2.27	4.55	2.27	2.27	0.00	2.27	0.00	2.27	2.27
تناوب / دوره بازگشت	44	22	22	44	44	0	44	0	44	22	22	44	0	44	0	44	44

طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی به تفکیک ستیشن های هواشناسی

جدول 15: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به تفکیک استیشن های هواشناسی در حوزه آبی آمو

ردیف	نام ستیشن	تعداد سالها	تعداد خشکسالی	ضعیف	قیصدی	متوسط	قیصدی	شدید	قیصدی	بسیار شدید	قیصدی	مقدار SVI	درجه آسیب پذیری
1	آنجمن	43	13	7	53.85	1	7.69	1	7.69	4	30.77	2.15	متوسط
2	آهنگران	44	22	12	54.55	9	40.91	1	4.55	0	0.00	1.50	کم
3	بالای کیله گی	44	22	14	63.64	4	18.18	3	13.64	1	4.55	1.59	متوسط
4	یامیان	44	18	8	44.44	4	22.22	6	33.33	0	0.00	1.89	متوسط
5	یقلاق	44	17	7	41.18	7	41.18	2	11.76	1	5.88	1.82	متوسط
6	یهازک	44	22	16	72.73	3	13.64	1	4.55	2	9.09	1.50	کم
7	یل الجین	44	22	15	68.18	5	22.73	0	0.00	2	9.09	1.50	کم
8	یل ینگ	44	22	13	59.09	7	31.82	2	9.09	0	0.00	1.50	کم
9	یل تشکان	44	22	13	59.09	8	36.36	0	0.00	1	4.55	1.50	کم
10	یل جوغه	44	22	15	68.18	5	22.73	2	9.09	0	0.00	1.41	کم
11	یل کنده سنگ	44	19	13	68.42	3	15.79	1	5.26	2	10.53	1.58	متوسط
12	یل مستان	40	19	11	57.89	6	31.58	0	0.00	2	10.53	1.63	متوسط
13	تاق آرجه	43	24	20	83.33	1	4.17	2	8.33	1	4.17	1.33	کم
14	تنگتیبو	34	15	12	80.00	2	13.33	0	0.00	1	6.67	1.33	کم
15	تنگی نهرین	44	20	14	70.00	3	15.00	1	5.00	2	10.00	1.55	متوسط
16	چهار دره	44	19	11	57.89	4	21.05	2	10.53	2	10.53	1.74	متوسط
17	خواجه غار	44	17	10	58.82	3	17.65	0	0.00	4	23.53	1.88	متوسط
18	ذشت سفید	44	13	5	38.46	2	15.38	3	23.08	3	23.08	2.31	متوسط
19	دو آب	44	19	10	52.63	6	31.58	1	5.26	2	10.53	1.74	متوسط
20	دوشی	44	21	15	71.43	3	14.29	1	4.76	2	9.52	1.52	متوسط
21	سست	41	14	6	42.86	1	7.14	5	35.71	2	14.29	2.21	متوسط
22	سم دره	44	20	14	70.00	3	15.00	1	5.00	2	10.00	1.55	متوسط
23	شنن یل	44	17	8	47.06	5	29.41	2	11.76	2	11.76	1.88	متوسط
24	قیض آباد	44	19	10	52.63	7	36.84	0	0.00	2	10.53	1.68	متوسط
25	کشم	44	16	8	50.00	3	18.75	2	12.50	3	18.75	2.00	متوسط
26	کوف آب	37	16	9	56.25	2	12.50	4	25.00	1	6.25	1.81	متوسط
27	گرداب	44	23	18	78.26	3	13.04	0	0.00	2	8.70	1.39	کم
28	تزدیک یهازک	44	21	15	71.43	4	19.05	0	0.00	2	9.52	1.48	کم
29	تزدیک تالقان	44	17	9	52.94	3	17.65	3	17.65	2	11.76	1.88	متوسط
30	تزدیک جرم	44	20	11	55.00	5	25.00	1	5.00	3	15.00	1.80	متوسط
31	تزدیک کشم	42	20	14	70.00	3	15.00	1	5.00	2	10.00	1.55	متوسط

جدول 16: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی شمال

ردیف	نام ستیشن	تعداد سالها	تعداد خشکسالی	ضعیف	قیصدی	متوسط	قیصدی	شدید	قیصدی	بسیار شدید	قیصدی	مقدار SVI	درجه آسیب پذیری
1	آسیا آباد	44	22	16	72.73	3	13.64	1	4.55	2	9.09	1.50	کم
2	پل بزق	44	22	16	72.73	2	9.09	2	9.09	2	9.09	1.55	متوسط
3	تنگی تاشقرغان	44	22	15	68.18	3	14.29	3	13.64	1	4.55	1.56	متوسط
4	جست پل	44	21	14	66.67	6	26.09	0	0.00	1	4.76	1.38	کم
5	دره زوندون	44	23	18	78.26	2	7.41	1	4.35	2	8.70	1.41	کم
6	دولت آباد	44	27	19	70.37	7	38.89	1	3.70	0	0.00	1.59	متوسط
7	دوش قدم	44	18	7	38.89	7	36.84	4	22.22	0	0.00	1.79	متوسط
8	ریاط یالا	44	19	11	57.89	5	26.32	2	10.53	1	5.26	1.63	متوسط
9	سید	44	19	12	63.16	3	15.00	2	10.53	2	10.53	1.67	متوسط
10	قیصار	44	20	13	65.00	2	10.53	3	15.00	2	10.00	1.71	متوسط
11	تزدیک سرپل	44	19	12	63.16	4	18.18	1	5.26	2	10.53	1.57	متوسط
12	تزدیک کشتانده	44	22	16	72.73	2	7.41	2	9.09	2	9.09	1.51	متوسط
13	تزدیک تانیک	44	27	22	81.48	3	11.11	0	0.00	2	7.41	1.33	کم

جدول 17: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی هریرود - مرغاب

ردیف	نام ستیشن	تعداد سالها	تعداد خشکسالی	ضعیف	قیصدی	متوسط	قیصدی	شدید	قیصدی	بسیار شدید	قیصدی	مقدار SVI	درجه آسیب پذیری
1	پل هاشمی	44	19	13	68.42	2	10.53	3	15.79	1	5.26	1.58	متوسط
2	تگاب غزه	44	21	12	57.14	6	28.57	1	4.76	2	9.52	1.67	متوسط
3	تورغندی	44	21	16	76.19	3	14.29	0	0.00	2	9.52	1.43	کم
4	چیچک تو	44	19	13	68.42	3	15.79	2	10.53	1	5.26	1.53	متوسط
5	چقچران	44	23	16	69.57	5	21.74	0	0.00	2	8.70	1.48	کم
6	چهل دختران	44	22	17	77.27	2	9.09	2	9.09	1	4.55	1.41	کم
7	خوش ریاط	44	24	19	79.17	2	8.33	2	8.33	1	4.17	1.38	کم
8	دولت یار	44	23	18	78.26	3	13.04	0	0.00	2	8.70	1.39	کم
9	ریاط آخند	44	24	16	66.67	7	29.17	1	4.17	0	0.00	1.38	ر کم
10	شتیه	44	21	14	66.67	4	19.05	0	0.00	3	14.29	1.62	متوسط
11	تزدیک هرات	44	20	16	80.00	0	0.00	3	15.00	1	5.00	1.45	کم

تثبیت و طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع

جدول 18: طبقه بندی آسیب پذیری به اساس وقوع

شماره	سطح آسیب پذیری	احتمال وقوع به فیصد	دوره بازگشت به سال	تفسیر علمی
1	بسیار کم	< 5	> 20	خشکسالی نادر
2	کم	$5 - 10$	$10 - 20$	خشکسالی کم وقوع
3	متوسط	$10 - 20$	$5 - 10$	خشکسالی دوره یی
4	زیاد	$20 - 30$	$3 - 5$	خشکسالی مکرر
5	بسیار زیاد	$30 - 50$	$2 - 3$	خشکسالی مکرر / شدید
6	حاد / بحرانی	> 50	< 2	خشکسالی مزمن / پیوسته

جدول 19: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی هریرود - مرغاب

ردیف	نام ستیشن	تعداد سالها	تعداد وقوع خشکسالی	انواع خشکسالی	بسیار شدید	شدید	متوسط	ضعیف	تفسیر علمی
1	پل هاشمی	44	19	در مجموع					خشکسالی مکرر / شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی نادر
				شدید					خشکسالی کم وقوع
				بسیار شدید					خشکسالی نادر
2	تگاب غزه	44	21	در مجموع					خشکسالی مکرر / شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی دوره یی
				شدید					خشکسالی نادر
				بسیار شدید					خشکسالی نادر
3	تور غندی	44	21	در مجموع					خشکسالی مکرر / شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ نداده است.
				بسیار شدید					خشکسالی نادر
4	چیچک تو	44	19	در مجموع					خشکسالی مکرر / شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					خشکسالی نادر
				بسیار شدید					خشکسالی نادر

ادامه جدول 19: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی هریرود - مرغاب

5	چغچران	44	23	در مجموع					خشکسالی مزمین / پیوسته
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی دوره بی
				شدید					رُخ نداده است.
				بسیار شدید					خشکسالی تادر
				در مجموع					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی تادر
				شدید					خشکسالی تادر
				بسیار شدید					خشکسالی تادر
				در مجموع					خشکسالی مزمین / پیوسته
				ضعیف					خشکسالی مکرر/ شدید
				متوسط					خشکسالی تادر
				شدید					خشکسالی تادر
				بسیار شدید					خشکسالی تادر
				در مجموع					خشکسالی مزمین / پیوسته
				ضعیف					خشکسالی مکرر/ شدید
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ نداده است.
				بسیار شدید					خشکسالی تادر
				در مجموع					خشکسالی مزمین / پیوسته
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی دوره بی
				شدید					خشکسالی تادر
				بسیار شدید					رُخ نداده است.
				در مجموع					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ نداده است.
				بسیار شدید					خشکسالی کم وقوع
				در مجموع					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					رُخ نداده است.
				شدید					خشکسالی کم وقوع
				بسیار شدید					خشکسالی تادر

طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه مدت و دوام

جدول 20: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه مدت و دوام + شدت در استینش های هواشناسی حوزه آبی شمال

شماره	نام ستیشن	تعداد سالها	خشکسالیها	مدت و دوام خشکسالی در مقیاس سالانه								کمترین دوام در کل	بیشترین دوام در کل	اساس آسیب پذیری به دوام	V	آسیب پذیری به اساس مدت و دوام + شدت
				ضعیف	مدت و دوام	متوسط	تشدید	مدت و دوام	بسیار تشدید	مدت و دوام						
1	آسیا آباد	44	22	16	3 - 1	3	1	1	1	2	1	1	9	متوسط	33	زیاد
2	یل بزی	44	22	16	3 - 1	2	1	2	1	2	2	2	9	متوسط	34	زیاد
3	تنگی تاشقرغان	44	22	15	3 - 1	3	2 - 1	3	2 - 1	1	1	1	10	متوسط	34	زیاد
4	جست یل	44	21	14	4 - 1	6	1	0	0	1	1	1	15	متوسط	30	کم
5	دره ژوندون	44	23	18	3 - 1	2	1	1	1	2	2	2	9	زیاد	33	زیاد
6	دولت آباد	44	27	19	5 - 1	7	3 - 1	1	1	0	0	1	16	بسیار زیاد	36	بسیار زیاد
7	دوش قدم	44	18	7	4 - 1	7	3 - 1	4	2 - 2	0	0	1	14	کم	33	زیاد
8	ریاض بالا	44	19	11	2 - 1	5	3 - 1	2	2	1	1	1	6	کم	31	کم
9	سید	44	19	12	2 - 1	3	1	2	2	2	2	1	6	کم	32	متوسط
10	قیصار	44	20	13	3 - 1	2	1	3	2 - 1	2	2	1	5	کم	34	زیاد
11	نزدیک سریل	44	19	12	4 - 1	4	1	1	1	2	2	1	9	کم	31	کم
12	نزدیک کشاده	44	22	16	2 - 1	2	1	2	2	2	2	1	9	متوسط	34	زیاد
13	نزدیک تانک	44	27	22	5 - 1	3	3	0	0	2	2	2	16	بسیار زیاد	36	بسیار زیاد

بررسی اثرات خشکسالی هایدرولوژیکی، ارائه راهکارها جهت کاهش خطرات و مدیریت منابع آبی

خشکسالی هایدرولوژیکی نوعی از خشکسالی است که به ادامه خشکسالی هواشناسی رخ داده و به کاهش منابع آبهای سطحی و زیرزمینی اشاره دارد. یا به عبارت دیگر، این نوع خشکسالی زمانی واقع می گردد که جریان آب دریاها، ذخیره بندها، سطح آب زیرزمینی و سایر منابع آبهای سطحی و زیرزمینی پایین تر از حد نورمال قرار گیرد. قسمیکه که در فوق نیز اشاره شد، خشکسالی هایدرولوژیکی به دو بخش عمده (خشکسالی آبهای سطحی و زیرزمینی) تقسیم می شود.

در این تحقیق از شاخص SDI (Streamflow Drought Index) یا شاخص خشکسالی جریان آب دریا استفاده به عمل آمده است. این شاخص برای اولین بار توسط (Ioannis Nalbantis) آیونیس نالبانتیس و (George Tsakiris) جورج تساکیریس در سال 2008م. مطرح و در سال 2009م.

$$SDI = \frac{Q_{obs} - Q}{\sigma_Q} \dots (1-5)$$

در رابطه فوق:

SDI = شاخص خشکسالی جریان آب دریا؛

Q_{obs} = جریان ثبت شده یا مشاهده شده در دوره مورد بررسی؛

Q = اوسط جریان دوره آماری؛

σ_Q = انحراف معیاری جریان دوره مورد بررسی.

جدول 21: طبقه بندی خشکسالی هایدرولوژیکی به اساس شاخص SDI

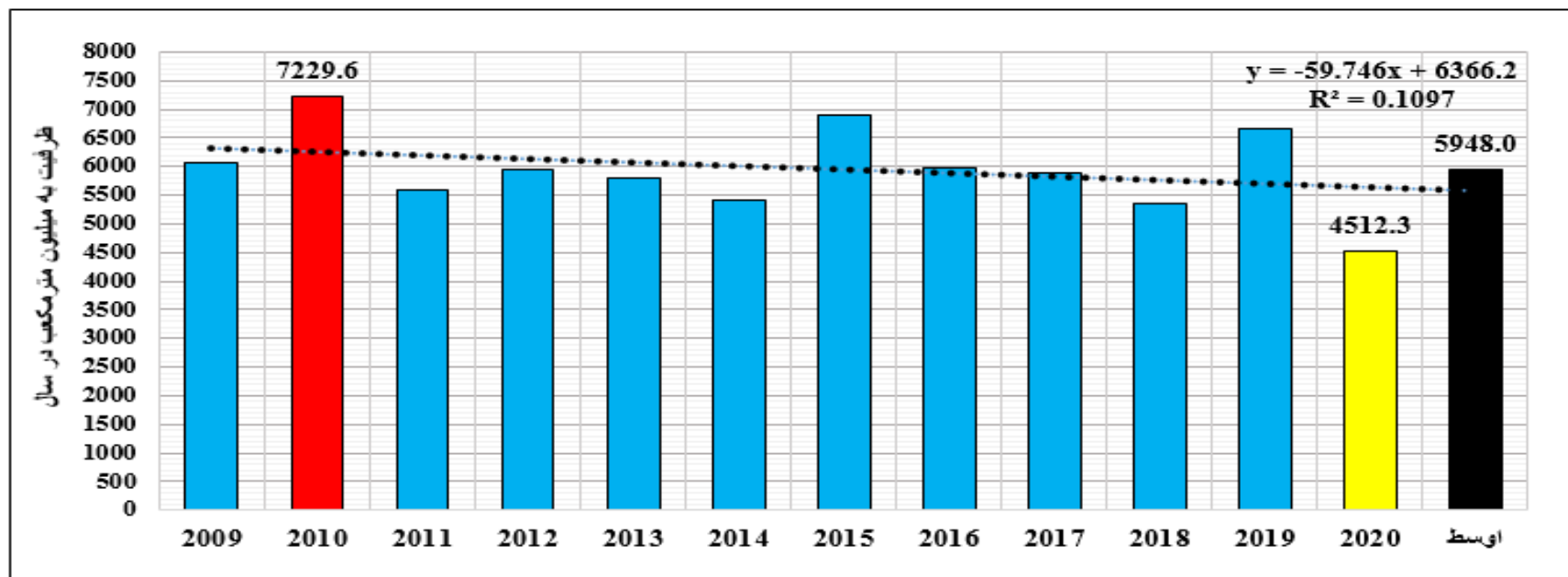
شماره	خشکسالی / ترسالی	مقادیر SDI
1	ترسالی بسیار شدید	≥ 2.0
2	ترسالی شدید	1.5 - 1.99
3	ترسالی متوسط	1.0 - 1.49
4	ترسالی ضعیف	0.99
5	خشکسالی ضعیف	- 0.99
6	خشکسالی متوسط	- 1.0 - - 1.49
7	خشکسالی شدید	- 1.5 - - 1.99
8	خشکسالی بسیار شدید	$\geq - 2.0$

جدول 22: خشکسالی هایدرولوژیکی ستیشن خواجه غار واقع دریای کوچه در مقیاس های زمانی، ماهانه، فصلی، سالانه و شش ماهه ذریعة شاخص SDI طی سال های آبی 1966 الی 1979م.

سال	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	تابستان	سالانه	نیمة اول سال آبی	نیمة دوم سال آبی
1965	-0.09	-0.79	-0.37	-0.41	0.35	1.46	0.10	0.64	-0.42	-1.05	-0.80	-0.90	-0.77	-1.37	-1.32	-1.17	-1.06	0.09	-1.12
1966	-0.25	0.54	0.49	0.23	0.52	1.14	0.31	0.68	-0.53	-0.37	0.20	-0.12	-0.24	0.37	0.16	-0.01	-0.01	0.49	-0.08
1967	0.76	0.25	0.38	0.51	0.40	0.35	-0.51	-0.01	-0.71	-0.78	-0.12	-0.47	0.52	1.64	1.69	1.14	0.40	0.29	0.38
1968	1.55	1.26	0.85	1.31	0.32	0.31	0.27	0.32	0.07	-0.09	1.20	0.70	1.12	1.16	0.23	1.14	1.09	0.95	0.98
1969	0.81	0.82	1.09	0.93	1.52	1.24	2.89	2.41	1.16	1.76	0.99	1.36	1.31	1.21	-0.20	1.23	1.66	1.85	1.39
1970	0.67	1.42	1.68	1.27	1.84	1.53	-0.08	1.12	-0.37	-0.14	-0.94	-0.68	-1.70	-0.57	0.79	-1.09	-0.63	1.34	-0.96
1971	-0.82	-1.30	-1.39	-1.19	-1.47	-1.35	-0.79	-1.36	-0.74	-0.23	-0.37	-0.46	-1.44	-0.04	-0.87	-1.01	-1.05	-1.44	-0.80
1972	-1.59	-0.93	-0.75	-1.19	-0.68	-1.12	0.09	-0.55	-0.49	-0.78	-0.86	-0.86	-1.46	-2.02	-2.00	-1.93	-1.63	-1.01	-1.50
1973	-1.41	-0.90	-1.58	-1.35	-1.57	-1.01	0.34	-0.66	1.11	1.18	1.46	1.43	0.60	0.04	1.24	0.56	0.86	-1.17	1.10
1974	0.17	-0.13	-0.08	-0.01	0.12	-0.36	-0.21	-0.20	-1.47	-1.70	-1.68	-1.84	-1.03	-1.25	-1.09	-1.26	-1.60	-0.12	-1.67
1975	-0.96	-1.37	-0.86	-1.11	-0.74	-0.87	-0.86	-0.99	1.01	0.97	0.42	0.75	-0.06	0.38	0.36	0.13	0.24	-1.20	0.48
1976	0.81	0.74	0.16	0.63	0.36	0.59	0.34	0.45	0.90	0.15	-1.29	-0.44	0.68	-0.06	1.06	0.55	0.15	0.60	0.06
1977	1.09	0.70	-0.04	0.68	-0.63	-1.35	-2.12	-1.67	-1.92	-1.22	-0.18	-0.83	0.86	-0.55	-0.76	0.26	-0.38	-0.38	-0.30
1978	-1.50	-1.47	-1.19	-1.47	-1.28	-0.59	0.22	-0.51	1.27	1.30	1.81	1.71	1.01	1.04	0.58	1.07	1.28	-1.16	1.51
1979	0.76	1.15	1.61	1.19	0.94	0.02	-0.01	0.32	1.14	0.98	0.14	0.63	0.62	0.02	0.13	0.40	0.67	0.88	0.55

جدول 23: خشکسالی هایدرولوژیکی ستیشن خواجه غار واقع دریای کوچه در مقیاس های زمانی، ماهانه، فصلی، سالانه و شش ماهه ذریعة شاخص SDI طی سالهای 2009 الی 2020م.

سال	اکتوبر	نومبر	دسمبر	خزان	جنوری	فبروری	مارچ	زمستان	اپریل	می	جون	بهار	جولای	اگست	سپتمبر	تابستان	سالانه	نیمة اول سال آبی	نیمة دوم سال آبی
2009	-0.69	-0.59	-0.85	-1.00	-0.56	0.05	0.03	-0.15	0.56	0.79	-0.66	0.25	0.39	0.41	0.92	0.53	0.21	-0.54	0.45
2010	0.33	-0.53	1.77	0.90	1.27	1.44	2.31	1.78	1.08	1.74	1.27	1.78	0.50	1.31	1.63	1.00	1.78	1.60	1.47
2011	-0.03	-0.13	-0.10	-0.15	0.75	0.55	0.24	0.51	-1.41	-1.48	-1.08	-1.77	0.22	0.51	-0.64	0.19	-0.48	0.27	-0.64
2012	-2.16	0.42	0.46	-0.46	0.75	0.46	0.29	0.50	-0.15	0.26	-0.38	-0.18	-0.40	1.25	0.17	0.15	0.03	0.14	0.01
2013	0.34	0.83	0.44	0.66	0.11	0.23	0.04	0.12	0.83	-0.88	0.25	0.12	-0.40	-1.81	1.68	-0.52	-0.16	0.34	-0.30
2014	1.72	-0.47	-0.70	0.24	-1.19	-1.54	-0.75	-1.17	0.61	-0.28	-0.87	-0.28	-0.40	-0.83	-0.40	-0.63	-0.71	-0.65	-0.55
2015	0.85	-0.82	-1.37	-0.61	-1.60	-1.33	-1.27	-1.43	-0.94	1.23	2.54	1.39	2.12	0.70	-0.24	1.74	1.23	-1.20	1.78
2016	0.45	1.37	1.13	1.29	0.93	0.47	0.09	0.49	-0.26	0.90	0.63	0.53	-0.45	-0.85	-0.69	-0.72	0.08	0.86	-0.23
2017	0.09	1.68	0.68	1.04	0.62	0.53	0.36	0.51	0.76	0.51	-0.23	0.41	-0.90	-0.47	0.25	-0.74	-0.01	0.76	-0.30
2018	0.90	0.51	0.61	0.86	0.19	0.65	0.35	0.40	-0.74	-1.00	-0.70	-1.12	-1.00	-0.74	-0.48	-1.03	-0.82	0.62	-1.20
2019	-0.51	-0.10	-0.29	-0.44	0.56	0.50	0.30	0.45	1.46	-1.04	-0.12	0.23	1.65	1.32	-0.15	1.57	1.04	0.11	1.16
2020	-1.29	-2.15	-1.77	-2.32	-1.83	-2.01	-2.00	-2.00	-1.79	-0.75	-0.65	-1.37	-1.35	-0.80	-2.05	-1.54	-2.19	-2.32	-1.65



شکل 10: ظرفیت آبی دریای کوچک در ستیشن خواجه غار طی سال های 2009 - 2020م.

به بر بنیاد چارت فوق و بر پایه ارقام 12 ساله هایدرولوژیکی ستیشن خواجه غار طی سالهای 2009 الی 2020م. اوسط ظرفیت آبی دریای کوچک به حدود 5948 میلیون متر مکعب در سال می رسید. در این دوره زمانی، بیشترین ظرفیت آبی 7229.6 میلیون مترمکعب بوده که مربوط به سال 2010م. و کمترین ظرفیت آن 4512.3 میلیون مترمکعب در سال 2010م. ثبت شده است. به اساس آزمون های من - کندال و سنز اسلوپ، به شکل کلی در این دوره زمانی روند با Z-score (-1.3) و P-value یا معنی داری (0.19) قسماً با قوت کاهشی بوده و سبب شده که به شکل تجمعی حدود 1119 و به اساس Sen's Slope (-67.93) سالانه بطور اوسط 67.93 میلیون مترمکعب آب کاهش یابد و علت عمده آن تغییرات اقلیمی و خشکسالی های پیهم 1998 الی 2020م. است.

یافته های تحقیقات انجام شده در زمینه نشان می دهد که حوادث اقلیمی در کنار تلفات جانی، خسارات هنگفت مالی به اقتصاد افغانستان وارد نموده است. زراعت که ستون فقرات اقتصاد کشور را تشکیل می دهد، بارها در اثر وقوع انواع خشکسالیها و سایر حوادث اقلیمی، شدیداً آسیب دیده و ناامنی و عدم مسئولیت غذایی را تشدید نموده، نرخ بیکاری و فقر را بیشتر ساخته و در نهایت باعث مهاجرت های گروهی شده است.

خسارات اقتصادی مرتبط با اقلیم در افغانستان در سال عادی 550 میلیون دالر امریکایی بوده است. در زمان خشکسالی های شدید از 3.3 میلیارد دالر امریکایی فراتر می رود. در همین حال، برنامه مشارکت ملی افغانستان (NDC) تخمین زده است که سالانه 1.7 میلیارد دالر امریکایی برای سازگاری و کاهش اثرات تغییر اقلیم بین سالهای 2021 الی 2030م. نیاز خواهد بود. به علت اینکه اقتصاد و معیشت حدود بیشتر از دو ثلث نفوس کشور بطور مستقیم و غیرمستقیم به زراعت و مالداري و امور مرتبط به آن وابسته است، بناءً هرگاه اثرات وارده ناشی از این حادثه طبیعی مدیریت نگردد و یا با آن سازگاری صورت نگیرد، همه سالانه به ارزش صدها میلیارد افغانی به اقتصاد مملکت زیان وارد شده، کشور و مردم را به بحران جدی مواجه خواهد کرد.

1. خشکسالی پدیده و حادثه متعلق به عصر حاضر نبوده، با تاریخچه و پیشینه طولانی از دیرزمانی بدینسو همواره اتفاق افتاده، اما با این تفاوت که طی سالهای اخیر فراوانی، تکرار و دوره بازگشت آن در حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب بیشتر شده است.
2. بر پایه یافته های آزمون سنز سلوپ (Sen's Slope)، شیب تغییرات بارنده گی در مقیاس های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در هر سه حوزه آبی به تفکیک استیشن های هواشناسی، کاهشی بوده که به شکل تجمعی هم کسر- قابل ملاحظه داشته و منجر به کسر بیلانس آبی گردیده است.
3. در حوزه آبی آمو در طول یک سال، به طور اوسط شش ماه سال خشک و شش ماه باقی مانده در کتگوری مرطوب قرار می گیرد. در شمال و هریرود - مرغاب، بطور اوسط هفت ماه سال خشک و پنج آن مرطوب می باشد.
- 4 - در مقیاس زمانی فصلی، در حوزه آبی آمو عمدتاً فصول تابستان و خزان خشک و زمستان و بهار مرطوب بوده، در حوزه آبی شمال و هریرود - مرغاب سه فصل آن (بهار، تابستان و خزان) خشک و صرف زمستان مرطوب می باشد.
5. به استناد یافته های تحقیق، در حوزه آبی آمو از مجموع سالهای مورد تحلیل، حدود 53 فیصد آن مرطوب و متباقی تقریباً 47 فیصد آن خشک، در شمال حدود 47 فیصد آن مرطوب و تقریباً 53 فیصد آن خشک و در هریرود - مرغاب حدود 45.5 فیصد آن مرطوب و تقریباً 54.5 فیصد آن خشک بوده است.
6. یافته های آزمون سنز سلوپ (Sen's Slope) نشان می دهد که شیب تغییرات درجه حرارت هوا در مقیاس های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در هر سه حوزه آبی به تفکیک استیشن های هواشناسی، افزایشی و از بارنده گی کاهشی بوده است.
7. بر پایه یافته های آزمون من - کندال (Mann-Kendall)، در طول دوره آماری مورد تحقیق، درجه حرارت هوای اکثریت استیشن های هواشناسی در هر سه حوزه آبی، تمایل / روند افزایشی و برعکس بارنده گی تمایل / روند کاهشی را با معنی داری بالای 97 فیصد نشان می دهد.

8. یافته های تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که از چند دهه بدینسو هیچ ساحه از حوزه های آبی مذکور، از وقوع پدیده خشکسالی در امان نمانده، صرف با این تفاوت که در برخی استیشن ها شدت، مدت، دوام خشکسالی بیشتر و در برخی دیگر کمتر می باشد.

9. طبق نتایج تحقیق، شدت، مدت و دوام خشکسالی در هر سه حوزه آبی و به تفکیک استیشن های هواشناسی متفاوت بوده و طی سالهای اخیر در اثر تغییرات اقلیمی تکرار، شدت و دوام آن بیشتر شده است.

10. در حوزه آبی آمو، از مجموع سالهای مورد تحقیق، در 44.24 فیصد آن انواع مختلف خشکسالی و در 55.76 فیصد باقی مانده آن انواع مختلف ترسالی اتفاق افتاده است. همینطور، در حوزه های آبی شمال و هریرود - مرغاب 49 فیصد سالهای آنها خشکسالی متفاوت و 51 فیصد سالهای باقی مانده آنها ترسالی های متنوع را شاهد بوده اند.

11. از نظر آسیب پذیری خشکسالی از نگاه شدت، حدود 68 فیصد ساحه حوزه آبی آمو در کتگوری آسیب پذیر متوسط و تقریباً 22 فیصد دیگر آن در کتگوری آسیب پذیر کم قرار دارد. همینطور، 69 فیصد ساحه حوزه آبی شمال، شامل طبقه آسیب پذیر متوسط و 21 فیصد دیگر آن شامل طبقه آسیب پذیر کم می گردد. به عین شکل، حدود 36 فیصد ساحه حوزه آبی هریرود - مرغاب در معرض آسیب پذیری متوسط و باقی مانده حدود 64 فیصد اراضی آن در خطر آسیب پذیری کم واقع شده است که غالب بودن خشکسالی های نوع ضعیف و متوسط را در مقایسه با نوع شدید و بسیارشدید در حوزه های آبی متذکره نشان می دهد.

12. از نقطه نظر آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع، به صورت کل، 22.5 فیصد حوزه آبی آمو در معرض آسیب پذیری زیاد، حدود 71 فیصد آن در معرض آسیب پذیری بسیارزیاد و باقی مانده حدود 6.5 فیصد ساحه آن در معرض آسیب پذیری حاد / بحرانی قرار دارد. همینطور، تقریباً 77 فیصد حوزه آبی شمال در خطر آسیب پذیری بسیارزیاد و 23 فیصد ساحه باقی مانده آن در خطر آسیب پذیری حاد / بحرانی واقع است. به عین شکل با این تفاوت که در حوزه آبی هریرود - مرغاب وضعیت نسبت به دو حوزه دیگر در شرایط بدتر قرار دارد؛ یعنی 63.6 فیصد مساحت آن شامل کتگوری آسیب پذیر بسیارزیاد و باقی مانده 36.4 فیصد آن شامل کتگوری آسیب پذیر حاد / بحرانی می باشد.

13. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که خشکسالی‌های هواشناسی و هایدرولوژیکی اثرات قابل ملاحظه بر ظرفیت های آبی دریا‌های آمو، کوکچه، کندز، مرغاب و هریرود از خود بجا گذاشته؛ طوریکه ظرفیت آبی آنها بطور قابل توجه کاهش یافته است.

14- بطور خلاصه، در اثر خشکسالی های چند دهه اخیر به ارزش میلیارد‌ها دالر به زراعت، مالداري، جنگلات، محیط زیست، حیات وحش، منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، صحت، اجتماع و سایر عرصه های حیاتی آسیب رسیده است و هرگاه روشها و راهکارهایی که جهت کاهش خطرات وارده از خشکسالی در نتیجه این تحقیق ارائه شده، در نظر گرفته نشود، در اثر خشکسالی آینده حتی بیشتر از موارد ذکر شده، به پیکر اقتصاد کشور آسیب خواهد رسید.

1. به وزارت محترم آب و انرژی احتراماً پیشنهاد می گردد تا در موارد ذیل اقدامات جدی نمایند:
مدیریت منابع آب: شناسایی منابع آبی، ذخیره سازی آب، مدیریت آبریزه و توسعه زیرساخت ها به منظور استفاده مؤثر و جلوگیری از اتلاف آب اقدامات جدی مبذول نمایند.
تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی (Artificial Recharge): نفوذ کنترل شده آب سطحی به طرق ذیل افزایش یابد:
پخش سیلاب در دشتهای؛
ایجاد حوضچه های تغذیه؛
حفر چاههای تزریقی.
پاککاری کاسه بندهای ذخیره آب از ترسباب تا ظرفیت ذخیره آب در دوره ها و سال های مرطوب و ترسالی افزایش یابد.
مهار و مدیریت آبهای جاری کشور تا سرانه آب ذخیره حد اقل به میزان کشورهای منطقه افزایش یابد.
توسعه و احداث بندهای کوچک و متوسط برای ذخیره آب باران و سیلاب.
کنترل حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق و در ضمن تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی.
جمع آوری و ذخیره آب باران (Rainwater Harvesting): این روش برای مناطق خشک و نیمه خشک کم هزینه می باشد؛ بطورمثال، جمع آوری آب پشت بام ها، مخازن ذخیره محلی و سیستم های زراعت کوچک؛
همچنان پیشنهاد می گردد تا جهت افزایش ظرفیت ذخیره سازی آب برای کاهش اثر دوام خشکسالی، در مناطقی با دوام بلند خشکسالی، ایجاد و تقویت زیرساخت های ذخیره آب چون بندهای کوچک، آبیگرها و تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی اقدام جدی نمایند تا کمبود آب در دوره های طولانی مدت، جبران گردد.
2. به وزارت محترم زراعت، آبیاری و مالداری:
زراعت پایدار: استفاده از روش های آبیاری عصری؛ چون قطره یی و بارانی و استفاده از حسگرهای رطوبت خاک جهت صرفه جویی در مصرف آب اقدامات جدی نمایند.
مدیریت منابع طبیعی: حفاظت از خاک و مراتع برای جلوگیری از گسترش صحراها و بیابانها با استفاده از انواع مالچ در زمین های زراعتی، ایجاد بادشکن ها، کمربندهای سبز.

استفاده از فناوریهای نوین (SWM (Smart Water Management): استفاده از تکنالوژی های دیجیتال برای مدیریت دقیق تر آب؛ مثلاً:

حسگرهای IoT؛

مودل سازی هایدرولوژیکی (آبی)؛
استفاده از GIS و RS و غیره.

قسمیکه که یافته های تحقیق نشان می دهد، در اکثر ساحات حوزه های آبی فیصدی سالهای خشک بیشتر از سالهای مرطوب می باشد، پس زراعت للمی ما نسبت به زراعت آبی بیشتر در معرض خطر قرار دارد، پس وزارت زراعت، آبیاری و مالدری کشور قبل از وقوع حادثه به دهاقین اطلاع رسانی نمایند تا توانسته باشد آسیب های وارده را کاهش دهند.

چون حدود دو ثلث چراگاه های کشور در حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب موقعیت دارد و در اثر تغییرات اقلیمی و خشکسالی های متواتر متضرر گردیده اند، بناءً پیشنهاد می گردد تا از چرای مفرط جداً جلوگیری به عمل آورد تا این منبع طبیعی به کلی از بین نرود و نیز در قسمت احیای مجدد آن اقدامات جدی و فوری را روی دست گیرند.

همچنان پیشنهاد می شود تا از طریق مدیریت تقاضای آب، در مناطقی که شدت خشکسالی بالا تشخیص گردیده، در

جهت تطبیق روش های مؤثر؛ چون:

- آبیاری قطره یی و باران
- کاهش تلفات آب در شبکه آبیاری
- و تغییر نوع کشت به محصولات کم مصرف به شکل جدی اقدام نمایند.

به عین شکل پیشنهاد می گردد ذریعه تقویت ظرفیت سازگاری جوامع محلی با توجه به نقش متقابل عواملی چون افزایش آگاهی دهاقین، آموزش روش های سازگاری با خشکسالی و دسترسی به تکنالوژی های نوین، سطح آسیب پذیری را کاهش دهد.

همچنان، در قسمت توسعهٔ زراعت مقاوم به خشکسالی (استفاده از تخم های اصلاح شده و مقاوم در مقابل خشکسالی همراه با روش های زراعت حفاظت شده چون حفظ رطوبت خاک، اثرات شدت و مدت خشکسالی را کاهش دهد. و نیز، با ایجاد ذخایر استراتیژیک مواد غذایی (سیلوها و ذخایر محلی مواد غذایی) در مناطقی که خشکسالی دوام و شدت بیشتر دارد، می تواند از بروز بحران های فوری غذایی جلوگیری کرده و ثبات عرضهٔ مواد غذایی را تضمین نماید. به عین شکل، با راهکارهای ذیل نیز می تواند اثرات خشکسالی را کاهش دهد:

- حمایت از معیشت بدیل و کاهش وابستگی به زراعت للمی
- مدیریت پایدار چراگاه ها و مراتع
- توسعهٔ علوفهٔ مقاوم در برابر خشکسالی (جو، الفالفا و نباتات بومی)
- ذخیره سازی علوفه و ایجاد
- تقویت سیستم آبرسانی و تغذیهٔ مواشی
- اصلاح نژاد مواشی

3. به ادارهٔ ملی آماده گی مبارزه با حوادث:

در مناطق آسیب پذیر از خشکسالی، از قبل برای مردم و احشام مواد غذایی، آذوقه ذخیره و در ضمن منبع ثانوی آب آشامیدنی را نیز در نظر داشته باشند تا مردم به قحطی و کمبود آب مواجه نشده و مواشی تلف نگردد. با استقرار و نصب سیستم هشدار دهی پیش هنگام خشکسالی با در نظر داشت فریکوینسی خشکسالی مبتنی بر شاخص SPI، اطلاعات آنرا به شکل منظم در اختیار نهادهای تصمیم گیرنده قرار دهد.

آماده گی جوامع: افزایش آگاهی دهی عمومی، آموزش جوامع محلی برای آماده گی در برابر خشکسالی و پیامد های اجتماعی آن اقدام نمایند.

4. به وزارت های محترم اطلاعات و فرهنگ و حج و اوقاف:

احتراماً پیشنهاد می گردد تا از طریق وسایل اطلاعات جمعی، منابر مساجد و تکایا در قسمت ارزش و اهمیت صرفه جوی آب از نگاه علمی و دینی به مردم آگاهی دهی نمایند

5. به وزارت های محترم ترانسپورت و هوانوردی ملکی / انرژی و آب:

در کنار نبود ارقام درازمدت و مسلسل پارامترهای اقلیمی، تعداد استیشن های فعال هواشناسی در حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب کافی نبوده و اینکار محققین را با مشکلات زیادی مواجه ساخته است، بناءً به نهادهای مربوطه احتراماً پیشنهاد می شود تا از یکطرف وقفه های موجود را بازسازی و از جانب دیگر در جاهایی که ایجاب می نماید، استیشن های جدید عصری هواشناسی را نصب و فعال نمایند تا باشد تحقیقات منتج به دریافت نتایج هرچه حقیقی تر و واقعی تر گردد.

6. به نهادهای ذیربط پیشنهاد می گردد:

در مناطقی که از نگاه آسیب پذیری به سطح بلند قرار دارند، از قبل اقدامات کاهش خطرات وارده از خشکسالی روی دست گرفته شود تا از وقوع حادثات ثانوی جلوگیری به عمل آید.

بانک اطلاعات هایدرومیتورولوژیکی را در کشور تأسیس نماید، خلاهای موجود میان ارقام به شکل معیاری و علمی آن برطرف و دسترسی محقق را به ارقام مورد نیاز سهل نمایند تا باشد جهت بیرون رفت از معضلات بوجود آمده در نتیجه تغییرات اقلیمی و پیامد های آن (خشکسالیها و سایر حوادث طبیعی) تحقیقات همه جانبه صورت گرفته و طرحها و پلانهای جامع مدیریتی جهت کاهش خطرات بوجود آمده ترتیب گردد.

همینطور پیشنهاد می گردد تا با اولویت بندی مناطق به اساس آسیب پذیری (از کم تا بسیار زیاد)، مستقیماً در تخصیص منابع و برنامه ریزی ملی استفاده صورت گیرد؛ قسمیکه مناطقی با آسیب پذیری زیاد و بسیار زیاد، در اولویت اقدامات عاجل قرار گیرند.

7. به وزارت محترم صحت عامه:

به علتی که در جریان و بعد از خشکسالی امراض متخلف ساری انسانی، حیوانی و نباتی شیوع می یابد، بناءً وزارت های صحت عامه، زراعت، آبیاری و مالداري و سایر نهادهای مربوطه از قبل برای وقایه، جلوگیری و یا کاهش خطرات متوقعه آن آماده گی کامل داشته باشند.

8. در جریان خشکسالی تعدادی دهاقین حوزه های آبی آمو، شمال و هریرود - مرغاب جهت آبیاری زمینهای زراعتی شان اقدام به حفر چاه های عمیق زده اند، خاصتا حومه شهرهای بزرگ که اینکار سبب شده تا سطح آب های زیرزمینی ساحات متذکره، به شدت و بیشتر از پیش پایین رود، بناءً نهادهای ذیربط هرچه عاجل جلو این کار را بگیرند.

- 1- قرانکریم.
- 2- آ.ک. لاریونف. سرگرمیه‌های هایدروجیولوجی، انتشارات میرمسکو، سال 1984 م.
- 3- اداره منابع آب. ستراتیژی انکشاف ملی، جلد دوم، سال 1389-1390 ه. ش.
- 4- الزمخشری، العلامة جلال الله ابوالقاسم محمود بن عمر. الکشاف عن حقائق غوامض التنزیل، جلد سوم، ناشر: دارالکتاب العربی، سال 1407 ه. ق.
- 5- جداری عیوضی، جمشید. جغرافیای آبها، چاپ سیزدهم، انتشارات: دانشگاه تهران، سال 1386 ه. ش.
- 6- حسینی، سید علی. هریرود (مروی بر آبریز)، هرات، سال 1397 ه. ش.
- 7- عارض، غلام جیلانی. جغرافیای طبیعی افغانستان، بُنگاه انتشارات: میوند، کابل، سال 1386 ه. ش.
- 8- عارض، پوهاند غلام جیلانی و دتمن، داکتر اندریش. جغرافیة اقلیم شناسی جهان، چاپ اول، بنگاه انتشارات: میوند، کابل، سال 1388 ه. ش.
- 9- فیص، خلیل الله. قران و ساینس جدید (از خلقت تا به عدم کائنات) چاپ دوم، انتشارات: خاور، کابل، سال 1386 ه. ش.
- 10- کردوانی، داکتر پرویز. خشکسالی و راه های مقابله با آن در ایران، انتشارات: دانشگاه تهران، 1380 ه. ش.
- 11- محمدی، داکتر حسین. آب و هواشناسی مناطق خشک، چاپ اول، انتشارات: دانشگاه تهران، 1390 ه. ش.
- 12- محمد سعید. جغرافیای تحلیلی، انتشارات: پوهنتون کابل، سال 1361 ه. ش.
- 13- نریوال، رازقی. لرغونی او اوسنی کونړ، مطبعة أردو، سال 1384 ه. ش.
- 14- نصرتی، رفیع الله. بررسی خشکسالی نیم قرن اخیر در کشور، انتشارات: اکادمی علوم افغانستان، مطبعة شمشاد، کابل، 1397 ه. ش.
- 15- نصرتی، رفیع الله. تحلیل و ارزیابی خشکسالی حوزه های آبی کابل - آندوس و هلمند، (رساله علمی - تحقیقی آماده چاپ) کابل، 1399 ه. ش.

16- نورستاني، محمد اکبر شورماچ. جغرافیای عمومی افغانستان، چاپ اول، انتشارات: زروری، سال 1350 هـ .ش.

17- هاردی، جان تی. مترجمین (لیلی خزانه داری، منصوره کوهی، شهزاد قندهاری و مهدی آسیایی) تغییر اقلیم (علل، اثرات و راه حل ها)، چاپ اول، انتشارات: پایلی، سال 1387 هـ .ش. کتب خارجی:

18- Brown, Oli. Climate-Fragility Risk Brief Afghanistan Published by: adelphi research gGmbH Alt-Moabit 91 Germany Date: 30 October 2019.

19- CLIMATE CHANGE IN AFGHANISTAN, WHAT DOES IT MEAN FOR RURAL LIVELIHOODS AND FOOD SECURITY? UNDP. WFP.

20 - Maselli, Daniel (SDC), Thomas Kohler (CDE). Mountains and Climate Change from Understanding to Action Second edition, Published by: The Centre for Development and Environment (CDE), Institute of Geography, University of Bern, with the support of the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC).

21- The Near East Drought Planning Manual, National Drought Mitigation Center University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, Publishing: F. A. O USA, September 2008.

22- UNDP Climate Change Country Profiles Afghanistan, C. McSweeney¹, M. New^{1,2} and G. Lizcano¹.

23- Watershed Atlas of Afghanistan, Part I, (Working Document for Planners) First Edition, Kabul, 2004.

راپور ها:

24- راپور احصائیوی بارنده گی، درجۀ حرارت هوا و جریان (1979 - 2022)، وزارت آب و انرژی، کابل، افغانستان.

و من الله التوفيق
از توجه تان جهان سپاس