



اکادمی علوم
معاونیت بخش علوم طبیعی تخنیکي
ریاست مرکز علوم زمین
انستیتوت هایدرومیتئورولوژی
دیپارتمنت جغرافیه طبیعی

تصنيف ماه های گرم و سرد سال بر پایه ارقام استیشن های
هواشناسی حوزه آبی آمو

ارائه کننده: معاون سرمحقق رفیع الله نصرتی

1405 / 3 / 3 ه. ش.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

خلاصه

مقدمه

اهمیت تحقیق

مبرمیت تحقیق

هدف تحقیق

سوال تحقیق

میتود تحقیق

نتیجه گیری

پیشنهادها

مآخذ

آمو یکی از مهمترین حوزه های آبی افغانستان بوده که نقش حیاتی در تأمین منابع آب، پایداری اکوسیستم ها، توسعه زراعت، امنیت غذایی و ثبات اقتصادی منطقه ایفا می نماید. در دهه های اخیر، تشدید تغییرات اقلیمی، افزایش درجه حرارت هوا و بی ثباتی رژیم های حرارتی بیشتر در آن رونما شده که در نتیجه باعث افزایش تبخیر و تعرق، تغییر رژیم ذوب برف و یخچالها و تشدید تنش آبی، خاصاً در مناطق پایین دست دریاها و این حوزه گردیده است. این وضعیت اهمیت تحقیق را برجسته ساخته و ایجاب می نماید تا تمایل / و روند درجه حرارت هوا در نقاط مختلف این حوزه تحلیل و ماه های گرم و سرد سال آن تصنیف گردد.

اهمیت تحقیق: دریافت تمایل / روند درجهٔ حرارت هوا و طبقه بندی معیاری علمی، امکان تشخیص مناطق پُرخطر را فراهم ساخته و مبنای تصمیم گیری مبتنی بر شواهد را برای مدیریت پایدار منابع آب، زراعت، مصئونیت غذایی توازن ایکوسیستم و بیلانس آبی ارائه می نماید و یافته های آن می تواند در بهبود برنامه ریزی و ظرفیت سازگاری در سطح حوزه آبی آمو نقش اساسی ایفا کند.

مبرمیت تحقیق: مبرمیت این تحقیق ناشی از آن است که از یکطرف این حوزهٔ بیشترین یخچالهای کشور را در خود جا داده و از سوی دیگر، در زمرهٔ مناطق آسیب پذیر از تغییرات اقلیمی و گرمایش حرارتی قرار داشته و افزایش طول دوره های گرم سال، کاهش شدت فصل سرما و تغییر رژیم حرارتی، پیامدهای گسترده و ویرانگر بر منابع آب، فعالیت های زراعتی، امنیت غذایی، شدت خشکسالی و پایداری محیط زیستی وارد نموده است.

هدف تحقیق: هدف این تحقیق، ضمن تصنیف ماه های گرم و سرد سال، دریافت

تمایل / روند درجه حرارت هوا بر پایه ارقام استیشن های هواشناسی حوزه آبی آمو

سوال تحقیق

1- شیب تغییرات درجه حرارت هوا در نقاط مختلف حوزه آبی آمو از چه قرار

است؟

2 – تمایل / و روند درجه حرارت هوا در حوزه آبی آمو چگونه بوده است؟

2- تفاوت های مکانی و زمانی ماه های گرم و سرد سال در حوزه آبی آمو چگونه

بوده و چه تأثیری بر شرایط اقلیمی، مدیریت منابع آب، زراعت، مالداري و آسیب

پذیری ناشی از تغییرات اقلیمی دارد؟.

روش تحقیق: این تحقیق از نوع کاربردی بوده و با روش کمی - تحلیلی انجام پذیرفته است. جهت تصنیف ماه های گرم و سرد سال، از روشهای معمول سازمان هواشناسی استفاده به عمل آمده، برای دریافت شیب تغییرات و تمایل / روند درجه حرارت هوا از آزمون های سنز اسلوپ (Sen's Slope) و من - کندال (Mann-Kendall) کار گرفته شده و محاسبات آن در محیط R-Studio اجرا شده است.

معلومات عمومی

✓ حدود اربعه

✓ موقعیت جغرافیایی

✓ عرض البلد: میان عرض البلد 34

درجه، 26 دقیقه و 13 ثانیه الی 38

درجه، 30 دقیقه و 30 ثانیه شمالی

✓ طول البلد: میان 66 درجه، 35 دقیقه

و 12 ثانیه الی 74 درجه، 59 دقیقه

و 05 ثانیه شرقی

✓ مساحت: 90692 کیلومتر مربع



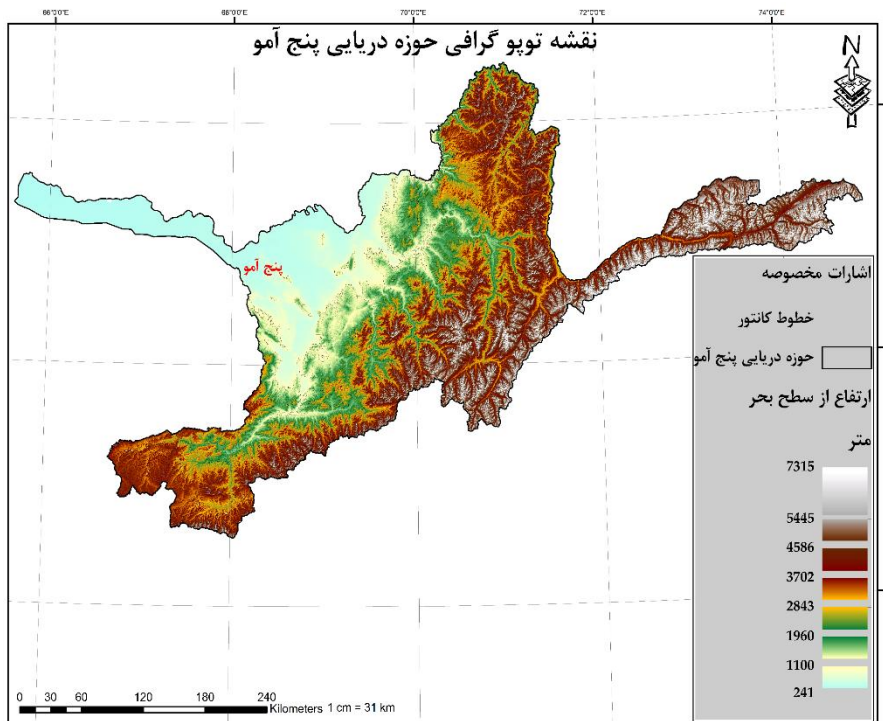
شکل 1. حدود و موقعیت جغرافیایی حوزه آبی آمو

این حوزه در برگیرنده تمامی مساحت ولایت بدخشان، تخار و بغلان، اکثریت قاطع ولایت کندز، اندک ساحه ولایت سمنگان، بخشی از ولایت بامیان و به شکل یک نوار شمال ولایت بلخ و جوزجان را احتوا نموده است

توپوگرافی

مرتفع ترین حوزه آبی کشور بوده و دارای توپوگرافی پیچیده می باشد. از جانب غرب، و شمال شرق به طرف مرکز و غرب از ارتفاعات کاسته شده و در قسمت های شمال و شمال غرب آن، خاصاً کرانه های جنوبی دریای آمو، مطلقاً اراضی هموار دشتی را شکل داده است.

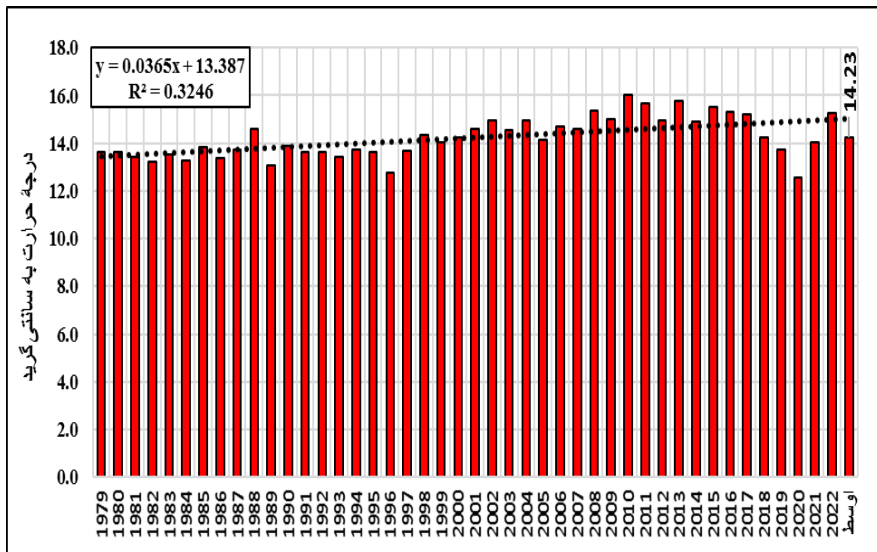
بین این منطقه و ساحات مرتفع آن، اراضی نیمه هموار و تپه ها شکل گرفته که عمده ترین ساحه زراعت للمی این حوزه را در خود جا داده، بلندترین نقطه آن با بیشتر از 7300 متر در شرق و پایین افتاده ترین نقطه آن در غرب و در جنوب دریای آمو حدود 241 متر از سطح بحر ارتفاع دارد.



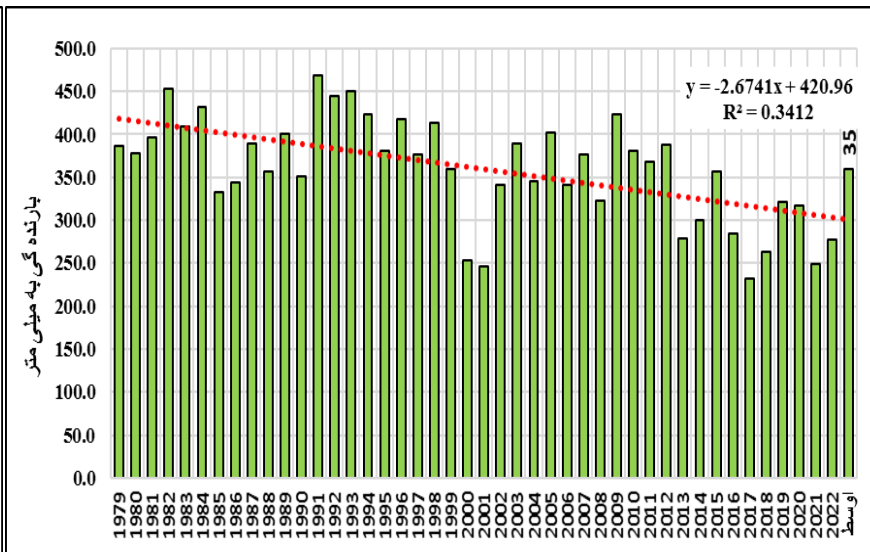
شکل 2. نقشه توپوگرافی حوزه آبی آمو

اقلیم

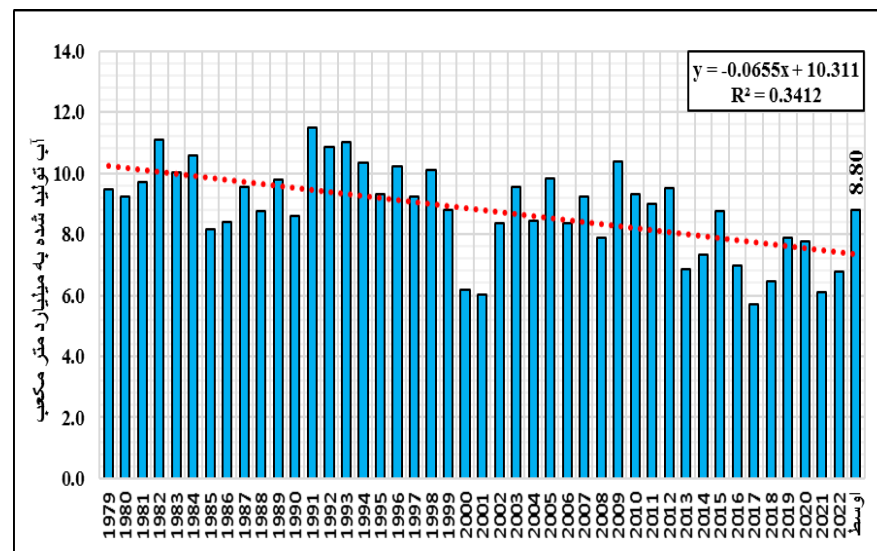
بصورت عموم غرب و شمال غرب این حوزه آبی دارای اقلیم استپ و صحرایی و شرق، شمال شرق، مرکز و جنوب غرب آن اقلیم الپاین و کوهستانی دارد.



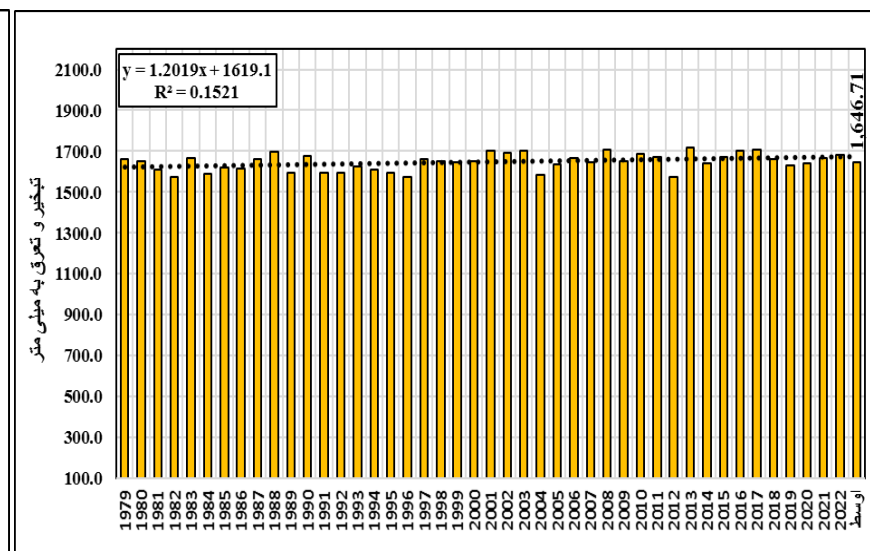
شکل 3. درجه حرارت هو و میل آن در حوزه آمو



شکل 4. بارده گی و میل آن حوزه آمو



شکل 5. آب تولید شده از بارنده گی و میل آن در حوزه آمو



شکل 6. تبخیر و تعرق و میل آن در حوزه آمو

جدول 1: محاسبات احصائیوی حوزة آبی آمو

دوره زمانی / آماری 1979 - 2022 م.	مقدار تغییرات و میل / روند آن	متغیرها	ساحة تحقیق
-2.63	Q_p/mm	بارنده گی	آمو
116	$\Delta P_p/mm$		
-3.92	Z-score		
↓	میل / روند		
0.000	P-value		
0.047	$Q_t/^{\circ}C$	درجة حرارت هوا	
2.08	$\Delta P/^{\circ}C$		
4.58	Z-score		
↑	میل / روند		
0.000	P-value		
1.37	Q_{ev}/mm	تبخیر و تعرق	
60.3	$\Delta P/mm$		
2.48	Z-score		
↑	میل / روند		
0.013	P-value		
-0.072	Q_w/Mm^3	آب تولید شده از باران	
3.18	$\Delta P/Mm^3$		
-4.02	Z-score		
↓	تمایل / روند		
0.000	P-value		

تحلیل و ارزیابی تغییرات درجه حرارت هوا و دریافت شیب و میل آن

جهت اندازه گیری شدت تغییرات و تحلیل و ارزیابی آن از روش ناپارامتریک (Sen's Slope) یا شیب سن استفاده به عمل آمده که به عنوان یکی از روش های معتبر مقاوم در برابر ارقام پرت / پراکنده و نورمال نبودن توزیع ارقام شناخته می شود. در این روش، شیب یا میل تغییرات زمانی از طریق محاسبه میانه / اوسط تمامی شیب ها دو به دو بین اعداد متوالی برآورد می گردد. خروجی یا حاصل آن، میزان تغییرات درجه حرارت هوا را مشخص ساخته و امکان محاسبه تغییر تجمعی در کل دوره مورد نظر (ماه، فصل و سال) را فراهم می سازد. بدین ترتیب، نتایج بدست آمده، تصویر کمی دقیق از شدت تغییرات درجه حرارت هوا را ارائه می نماید.

فرمول Sen's Slope قرار ذیل است:

$$Q_i = \frac{X_j - X_i}{j - i} \dots\dots\dots (1)$$

در رابطه فوق:

Q_i = شیب تغییر بین دو مشاهده؛

X_i = مقدار بارنده گی در زمان i ؛

X_j = مقدار بارنده گی در زمان j ؛

i و j = ترتیب زمانی ارقام (طوری که $j > i$) باشد.

بعد از محاسبه تمامی مقادیر Q_i ، میانه یا اوسط آنها به عنوان شیب نهایی روند (Q) در نظر گرفته می شود:

$$Q = \text{Median } (Q_i)$$

چنانچه مقدار Q مثبت باشد، بیانگر افزایش درجه حرارت هوا و در صورت منفی بودن، نشان دهنده کاهش آن در طول دوره آماری / زمانی مورد نظر (ماه، فصل و سال) می باشد.

همچنان، تغییر تجمعی کل دوره آماری / زمانی ذریعه رابطه ذیل محاسبه می گردد:

$$\Delta T = Q \times n \dots\dots\dots (2)$$

در رابطه فوق:

$$\Delta T = \text{تغییر کل درجه حرارت هوا طی دوره؛}$$

$$Q = \text{مقدار تغییر درجه حرارت هوا در طول دوره آماری / زمانی (ماه، فصل و سال)؛}$$

$$n = \text{تعداد سالهای دوره آماری / زمانی.}$$

نتایج حاصله، شدت تغییرات درجه حرارت هوا را در مقیاس های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه برای هر استیشن مشخص می سازد و مبنای کمی برای تحلیل درجه حرارت هوای حوزه آبی آمو فراهم می نماید. قابل ذکر است که نتایج بدست آمده از تغییرات در مقیاس های مختلف زمانی را با علامت اختصاری ($Q/^\circ\text{C}$) و تغییرات تجمعی را با اختصاری ($\Delta T/^\circ\text{C}$) نشان داده شده است.

جدول 2: تغییرات ماهانه درجه حرارت هوا به تفکیک استیشن های هواشناسی در حوزه آبی آمو

ردیف	نام استیشن	تغییرات درجه حرارت هوا	ژانویه (جادی)	فوروری (دلو)	مارچ (حوت)	اپریل (حمل)	می (ثور)	جون (جوزا)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتمبر (سنبله)	اکتوبر (میزان)	نومبر (عقرب)	دسامبر (قوس)
1	آنجمن	Q/°C	-0.010	0.034	0.070	0.064	0.090	0.10	0.11	0.081	0.068	0.013	0.086	0.027
		ΔT/°C	0.4	1.5	3.0	2.8	3.9	4.3	4.7	3.5	2.9	0.6	3.7	1.2
2	آهنگران	Q/°C	-0.060	0.009	0.080	0.064	0.39	0.007	0.006	-0.12	-0.005	-0.017	-0.16	0.04
		ΔT/°C	2.6	0.4	3.5	2.8	1.5	0.3	0.3	5.3	0.2	0.7	7	1.8
3	کیله کئی	Q/°C	0.04	0.090	0.16	0.12	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.12	0.024	0.007
		ΔT/°C	1.8	4.0	7	5.3	7.6	6.8	6.5	6.5	5.7	5.5	1.0	0.3
4	یامیان	Q/°C	-0.13	-0.05	0.02	0.04	0.036	0.032	0.037	0.025	0.006	-0.03	-0.06	0.11
		ΔT/°C	0.6	2.2	0.8	1.8	1.6	1.4	1.6	1.1	0.3	1.3	2.6	4.7
5	یغلان	Q/°C	0.090	0.16	0.26	0.24	0.16	0.10	0.08	0.062	0.071	0.070	-0.004	0.005
		ΔT/°C	4.0	6.8	11.2	10.6	7.2	4.6	3.5	2.7	3.1	3.1	3.1	0.2
6	یهازک	Q/°C	-0.03	0.04	0.092	0.04	0.043	0.03	0.036	0.046	0.05	0.031	-0.026	-0.054
		ΔT/°C	1.3	1.8	4.0	1.9	1.9	1.6	1.3	2.0	2.2	1.4	1.4	2.4
7	پل انجین	Q/°C	0.054	0.087	0.13	0.096	0.093	0.015	-0.02	-0.03	0.019	0.056	-0.02	-0.01
		ΔT/°C	2.4	3.8	5.5	4.2	4.1	0.7	0.7	1.2	0.8	2.5	0.9	0.5
8	پل ینگی	Q/°C	0.040	0.069	0.11	0.079	0.07	0.015	-0.03	-0.04	-0.00	0.02	-0.02	-0.02
		ΔT/°C	1.8	3.0	4.6	3.5	2.9	0.7	1.4	1.8	0.1	1.0	1.0	1.0
9	پل تشکان	Q/°C	-0.03	0.03	0.08	0.03	0.012	-0.00	-0.01	-0.02	0.000	-0.00	0.09	-0.08
		ΔT/°C	1.3	1.3	3.5	1.2	0.5	0.1	0.5	0.7	0.5	0.5	3.8	3.7
10	پل جوشه	Q/°C	0.13	0.17	0.23	0.23	0.25	0.18	0.16	0.17	0.18	0.19	0.10	0.07
		ΔT/°C	5.8	7.4	9.9	9.9	11.2	7.9	7.2	7.3	7.9	8.4	4.4	3.0
11	پل کنده سنگ	Q/°C	0.11	0.17	0.26	0.27	0.24	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.08	0.11
		ΔT/°C	5.0	7.3	11.6	11.8	10.5	8.0	7.4	6.9	7.0	6.4	3.6	4.8
12	طاق آرچه	Q/°C	0.10	0.006	0.05	0.012	0.044	0.005	-0.01	0.04	0.06	0.10	0.03	-0.08
		ΔT/°C	4.1	0.3	2.4	0.5	1.9	0.2	0.5	1.5	2.5	4.6	1.2	3.5
13	تاقچه خانه	Q/°C	-0.05	-0.03	0.00	-0.07	-0.09	-0.11	-0.13	-0.12	-0.09	-0.06	-0.16	-0.12
		ΔT/°C	2.2	1.3	0.02	3.0	3.9	4.7	5.7	5.3	4.0	2.8	6.9	5.2
14	تنگی نهرین	Q/°C	0.02	0.04	0.14	0.11	0.03	-0.01	-0.02	-0.02	0.02	-0.01	-0.07	-0.05
		ΔT/°C	0.9	1.8	6.2	4.7	1.3	0.4	0.8	0.7	0.7	0.4	3.1	2.3
15	چهار دره	Q/°C	0.05	0.08	0.13	0.10	0.11	0.03	-0.00	-0.01	0.02	0.05	-0.02	-0.02
		ΔT/°C	2.2	3.5	5.7	4.4	4.8	1.5	0.2	0.6	0.8	2.2	0.9	0.9

ادامه جدول شماره 2:

ردیف	نام استیشن	تغییرات درجه حرارت هوا	جنوری (جدی)	فیروزی (دلو)	مارچ (حوت)	اپریل (حمل)	می (ثور)	جون (جوزا)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتمبر (سنبله)	اکتوبر (میزان)	نومبر (عقرب)	دسمبر (قوس)
16	خواجه غار	Q/°C	0.016	0.04	0.08	0.05	0.05	-0.00	-0.02	0.00	0.03	0.012	0.06	-0.03
		ΔT/°C	0.7	1.7	3.6	2.3	2.5	0.1	0.7	0.1	1.1	1.0	2.6	1.2
17	ختجان	Q/°C	-0.14	-0.11	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.06	-0.05	-0.10	-0.19	-0.17
		ΔT/°C	6.2	4.8	1.3	1.8	1.8	1.9	1.5	2.4	2.2	4.8	8.4	7.6
18	ذشت سفید	Q/°C	0.04	0.11	0.18	0.16	0.15	0.15	0.18	0.13	0.12	0.09	0.06	0.04
		ΔT/°C	1.8	4.7	8.0	7.0	6.5	6.5	7.9	5.5	5.2	3.8	2.5	1.8
19	دو آب	Q/°C	-0.03	0.008	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.031	-0.00	-0.07	-0.07
		ΔT/°C	1.2	0.4	3.6	2.7	2.7	2.7	2.7	1.6	1.3	0.1	3.0	3.0
20	دوشی	Q/°C	0.09	0.13	0.24	0.18	0.09	0.05	0.026	0.02	0.03	0.03	-0.05	-0.00
		ΔT/°C	4.0	5.8	10.4	7.8	4.0	2.1	1.1	0.7	1.4	1.5	2.3	0.2
21	سنست	Q/°C	-0.12	-0.05	0.02	-0.00	0.006	0.02	0.03	0.02	0.05	0.001	0.05	-0.14
		ΔT/°C	4.9	2.0	0.7	0.01	0.2	1.0	1.2	1.1	2.2	0.4	2.2	5.5
22	منم دره	Q/°C	-0.02	0.05	0.096	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	-0.03	-0.04
		ΔT/°C	0.8	2.0	4.2	2.1	1.4	0.5	1.0	1.6	1.5	1.2	1.2	1.7
23	شنش یل	Q/°C	0.18	0.25	0.32	0.29	0.32	0.31	0.33	0.34	0.32	0.25	0.20	0.18
		ΔT/°C	7.8	11	14	12.7	13.9	13.6	14.5	15	14.2	11.9	8.8	7.8
24	قیض آید	Q/°C	0.11	0.20	0.27	0.27	0.28	0.26	0.27	0.25	0.25	0.23	0.15	0.15
		ΔT/°C	4.8	8.8	11.7	11.9	12.4	11.4	11.8	11.1	11.1	10.1	6.8	6.5
25	کشم	Q/°C	0.004	0.06	0.13	0.08	0.07	0.04	0.03	0.025	0.03	0.04	-0.04	-0.03
		ΔT/°C	0.2	2.6	5.6	3.5	3.0	1.8	1.4	1.1	1.3	1.9	1.8	1.3
26	کوف آب	Q/°C	-0.06	-0.01	0.03	0.03	0.02	0.002	0.008	0.017	0.05	0.043	-0.05	-0.07
		ΔT/°C	2.2	0.5	1.3	1.0	0.6	0.1	0.3	0.6	1.7	1.6	1.9	2.7
27	کرداب	Q/°C	0.08	0.12	0.17	0.14	0.11	0.05	0.03	0.012	0.04	0.07	-0.02	0.008
		ΔT/°C	3.5	5.3	7.5	6.2	4.9	2.0	1.2	0.5	1.8	3.2	0.7	0.4
28	تزدیک بهاژک	Q/°C	-0.00	0.07	0.12	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	-0.01	-0.03
		ΔT/°C	0.2	3.0	5.3	2.6	2.8	1.3	0.7	0.8	1.3	1.4	1.4	1.4
29	تزدیک تالقان	Q/°C	0.05	0.07	0.11	0.06	0.05	0.02	-0.00	-0.01	0.022	0.06	-0.04	0.004
		ΔT/°C	2.0	3.0	4.8	2.6	2.3	0.9	0.3	0.6	1.0	2.4	1.8	0.2
30	تزدیک خرم	Q/°C	0.05	0.12	0.17	0.12	0.31	0.32	0.34	0.36	0.34	0.24	0.17	0.15
		ΔT/°C	2.1	5.2	7.5	5.4	13.7	14.2	15.2	15.7	14.9	10.6	7.5	6.5
31	تزدیک کشم	Q/°C	0.17	0.23	0.29	0.24	0.27	0.24	0.24	0.23	0.23	0.21	0.14	0.15
		ΔT/°C	7.0	9.5	12.0	10.1	11.2	10.2	10.0	9.7	9.6	9.0	5.8	6.3

تمایل درجه حرارت هوا

دریافت تمایل / روند (Trend) درجه حرارت هوا یکی از مهمترین روشهای علمی در بررسی تغییرات اقلیمی و نوسانات میتئورولوژیکی به شمار می رود. برخلاف تغییرات مقداری که صرفاً بالای اندازه تغییر تمرکز دارد، بررسی تمایل به دنبال تعیین جهت روند (افزایشی / کاهش) و ارزیابی معناداری آماری آن در طول زمان می باشد.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(X_j - X_i) \quad (1)$$

در رابطه فوق:

X_i = مقدار ارقام در زمان (مثلاً درجه حرارت سال i)

X_j = مقدار ارقام در زمان j

n = تعداد کل ارقام (مثلاً 44 سال)

i و j = شماره زمان یا سال

\sum = جمع تمام مقایسه ها

تمام مقایسه های ممکن بین سالها انجام می شود و نتیجه آن S است.

$$\text{sign}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1, & X_j > X_i \\ 0 & X_j = X_i \\ -1 & X_j < X_i \end{cases} \quad (2)$$

مفهوم رابطه فوق چنین خلاصه می شود:

+1 (اگر مقدار سال بعد بیشتر باشد)

-1 (اگر مقدار سال بعد کمتر باشد)

0 (اگر مقدار سال بعد مساوی باشد)

در اخیر تمام این مقادیر با هم جمع می شوند و S بدست می آید

$$\text{Var}(S) = \frac{[nx(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m tx(t-1)x(2t+5)]}{18} \quad (3)$$

مفهوم رابطه فوق چنین خلاصه می شود:

=n تعداد ارقام

=t تعداد ارقام مساوی

=∑ جمع

این فورمول، وریانس آماره S را محاسبه می کند که برای محاسبه Z-score لازم است.

$$z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

مفهوم رابطه فوق چنین است:
 Z مقدار استندرد شده S است.
 Z مثبت روند افزایشی را نشان می دهد.
 Z منفی روند کاهش را بیان می کند.

جدول 3: کتگوری / طبقه بندی Z-score

مقدار Z	معنای تمایل / روند	شماره
$Z > 2.58$	روند بسیار معنادار (99%)	1
$1.96 < Z \leq 2.58$	روند معنادار (95%)	2
$1.65 < Z \leq 1.96$	روند نسبتاً معنادار (90%)	3
$-1.65 < Z < 1.65$	روند معنادار نیست	4
$Z \leq -1.65$	روند کاهشی معنادار	5
نوت: علامت مثبت یا منفی جهت روند را نشان می دهد.		

رابطه Z-score با P-value: این دو در واقع یک چیز را نشان می دهد، البته بشکل متفاوت. Z-score، شدت روند را در قالب انحراف معیاری نشان داده و P-value، احتمال تصادفی بودن روند را نشان می دهد. و رابطه ریاضیکی آن طوری است که P-value از Z-score محاسبه می شود؛ یعنی هرچه (Z) بزرگتر باشد، (P) کوچکتر می شود. جهت وضاحت بیشتر به جدول ذیل نظر انداخته شود:

جدول 4: رابطه Z-score را با P-value نشان می دهد.

شماره	معنی	P-value	Z-score
1	معناداری 90 %	0.10	1.65
2	معناداری 95 %	0.05	1.96
3	معناداری 99 %	0.01	2.58

جدول 5: تمایل درجه حرارت هوای ماهانه حوزه آبی آمو به تفکیک استیشن های هواشناسی از 1979 - 2022م.

شماره	نام استیشن	تمایل درجه حرارت هوا	ژانویه (ژان)	فوریه (فبر)	مارچ (مار)	آوریل (اپریل)	مئی (مئ)	ژوئن (جون)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتمبر (ستمبر)	اکتوبر (میزان)	نومبر (نومبر)	دسامبر (دسامبر)
1	آنجنمن	Z-score	-0.92	3.52	4.46	4.56	4.40	4.37	3.66	3.68	2.60	2.85	1.38	-0.42
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓
		P-value	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
2	آهنگران	Z-score	-1.45	-3.57	-1.07	-0.52	-1.06	0.56	0.76	2.19	2.84	3.14	-0.41	-2.58
		میل	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.15	0.00	0.28	0.61	0.29	0.58	0.45	0.03	0.004	0.002	0.68	0.01
3	بالای کيله نگی	Z-score	0.30	1.11	4.97	5.90	5.64	4.79	5.12	4.35	4.7	5.2	2.65	1.63
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.76	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.008	0.10
4	یامیان	Z-score	-3.78	-2.64	2.09	0.46	2.52	2.60	2.26	2.03	2.05	0.79	-2.22	-4.97
		میل	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.00	0.008	0.04	0.65	0.01	0.09	0.024	0.04	0.04	0.43	0.027	0.00
5	یغلان	Z-score	0.17	-0.07	0.72	4.44	3.70	4.38	5.29	5.13	5.7	6.28	4.26	3.37
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.86	0.94	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	یهازک	Z-score	-2.62	-1.93	1.79	4.10	2.96	2.68	1.73	1.73	2.66	3.79	1.71	-1.61
		میل	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓
		P-value	0.009	0.05	0.07	0.000	0.003	0.007	0.08	0.08	0.008	0.000	0.09	0.11
7	پل الجین	Z-score	-0.41	-0.90	2.32	1.43	-1.99	-1.57	1.26	3.93	4.60	4.58	2.46	2.27
		میل	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.68	0.37	0.02	0.15	0.05	0.12	0.21	0.000	0.000	0.000	0.014	0.02
8	پل بنگی	Z-score	-1.14	1.0	1.04	-0.36	-2.87	-3.03	1.24	2.73	3.48	3.88	2.28	1.87
		میل	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.25	0.32	0.30	0.72	0.004	0.002	0.21	0.006	0.000	0.000	0.02	0.06

ادامه جدول شماره 5:

شماره	نام استیشن	تمایل درجه حرارت هوا	ژانویه (جدی)	فبروری (دلو)	مارچ (حوت)	اپریل (حمل)	می (ثور)	ژوئن (جوزا)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتامبر (سنبله)	اکتوبر (میزان)	نوامبر (عقرب)	دسامبر (قوس)
9	یل پشیمان	Z-score	-1.26	1.20	3.15	1.06	0.60	-0.19	-0.80	-0.96	0.001	-0.11	-2.74	-2.70
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓
		P-value	0.21	0.23	0.002	0.30	0.55	0.85	0.42	0.34	0.99	0.91	0.006	0.007
10	یل چوغه	Z-score	4.74	4.36	6.38	5.90	5.04	4.10	3.70	4.26	5.09	5.38	4.43	2.29
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	یل کنده سنگ	Z-score	4.14	4.46	6.52	6.32	5.67	5.69	5.0	4.90	5.53	4.97	3.61	3.77
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	تاقچه خانه	Z-score	2.17-	-0.84	0.000	-1.73	-2.42	-2.76	-3.99	-3.47	-2.70	-1.61	-3.79	-3.21
		میل	↓	↓	-	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
		P-value	0.03	0.40	1.00	0.08	0.016	0.006	0.000	0.000	0.000	0.007	0.11	0.000
13	تاق آرچه	Z-score	-3.14	0.25	1.90	0.40	1.78	0.25	-0.65	1.80	4.23	4.0	1.0	-2.47
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓
		P-value	0.002	0.80	0.05	0.69	0.08	0.80	0.52	0.07	0.000	0.000	0.000	0.32
14	تنگی نهرین	Z-score	0.56	1.01	3.16	2.16	1.05	-0.75	-1.19	-0.99	0.91	-0.34	-2.12	-1.64
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓
		P-value	0.58	0.31	0.02	0.03	0.29	-0.45	0.23	0.32	0.36	0.73	0.03	0.19
15	چهار دره	Z-score	2.30	2.28	4.70	4.72	4.16	2.52	-0.37	-1.04	1.75	2.28	-0.82	-0.82
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.02	0.02	0.000	0.000	0.000	0.01	0.71	0.30	0.08	0.02	0.41	0.41
16	ختجان	Z-score	-3.21	-2.24	-0.96	-1.73	-1.41	-2.76	-3.85	-3.91	-2.96	-3.05	-4.29	-3.69
		میل	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
		P-value	0.001	0.03	0.34	0.08	0.16	0.06	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000

ادامه جدول شماره 5:

شماره	استیشن نام	تمایل درجه حرارت هوا	ژانوری (جدی)	فبروری (ثلث)	مارچ (حوت)	اپریل (حمل)	می (ثور)	ژوئن (جوزا)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتامبر (سنبله)	اکتوبر (میزان)	نومبر (عقرب)	دسامبر (قوس)
17	خواجه غار	Z-score	0.84	1.18	3.1	2.25	2.06	-0.14	-1.54	0.02	1.98	0.95	-2.16	-0.97
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.40	0.24	0.002	0.02	0.04	0.89	0.12	0.098	0.05	0.34	0.03	0.33
18	نشت سقید	Z-score	1.65	3.27	4.06	4.16	5.07	5.25	4.56	4.36	5.05	3.85	3.35	1.81
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.10	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.07
19	دو آب	Z-score	-1.2	0.36	2.59	2.39	2.47	3.50	3.40	2.97	2.47	-0.24	-3.16	-2.59
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓
		P-value	0.22	0.72	0.01	0.017	0.14	0.000	0.000	0.003	0.014	0.81	0.02	0.01
20	دوشی	Z-score	3.77	3.79	5.57	3.71	2.68	2.66	1.95	0.90	2.26	1.49	-1.63	-0.09
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.008	0.05	0.37	0.02	0.1	0.10	0.93
21	بشت	Z-score	-4.07	-1.80	0.80	-0.04	0.17	1.06	1.63	0.91	3.42	0.13	-3.14	-4.50
		میل	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.000	0.07	0.42	0.97	0.86	0.29	0.10	0.36	0.000	0.90	0.002	0.000
22	سّم دره	Z-score	-0.72	1.44	3.82	2.14	1.40	0.77	1.66	2.29	3.05	1.44	-1.44	-1.68
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.47	0.15	0.000	0.03	0.16	0.44	0.10	0.02	0.02	0.002	0.15	0.09
23	نشتن یل	Z-score	3.43	4.64	5.43	4.42	4.78	4.93	4.50	5.65	5.84	4.70	4.46	3.45
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	قیض آباد	Z-score	2.95	4.29	5.56	5.24	5.04	5.14	4.79	5.38	5.58	5.67	4.39	4.13
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.03	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ادامه جدول شماره 5:

ردیف	نام استیشن	تمایل درجه حرارت هوا	جنوری (جدی)	فبروری (شلو)	مارچ (حوت)	اپریل (حمل)	می (ثور)	جون (جوزا)	جولای (سرطان)	اگست (اسد)	سپتمبر (سنبله)	اکتوبر (میزان)	نومبر (عقرب)	دسامبر (قوس)
25	بشم	Z-score	0.25	2.03	4.72	3.97	2.70	2.74	2.19	1.87	2.42	2.26	-1.59	-1.13
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓
		P-value	0.80	0.04	0.000	0.000	0.007	0.006	0.03	0.06	0.015	0.02	0.11	0.18
26	کوف آب	Z-score	-2.60	-0.50	1.49	1.63	0.90	0.042	0.72	1.19	3.58	2.40	-2.74	-3.29
		میل	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0009	0.61	0.14	0.10	0.39	0.97	0.48	0.23	0.000	0.016	0.006	0.001
27	گرداب	Z-score	3.0	3.27	5.37	5.51	4.04	3.27	2.07	0.84	2.96	2.78	-0.82	0.18
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑
		P-value	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.04	0.40	0.003	0.005	0.41	0.86
28	تزدیک بهازک	Z-score	-0.29	2.81	4.48	3.47	2.60	1.70	1.49	1.30	2.58	1.85	-1.0	-1.77
		میل	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
		P-value	0.77	0.005	0.000	0.000	0.009	0.09	0.14	0.19	0.01	0.06	0.32	0.077
29	تزدیک تالقان	Z-score	1.83	2.01	3.97	2.69	2.06	1.25	-0.45	0.77	1.80	1.80	-1.60	0.14
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑
		P-value	0.067	0.044	0.000	0.007	0.04	0.21	0.66	0.44	0.07	0.07	0.11	0.89
30	تزدیک جرم	Z-score	2.01	3.51	5.15	4.42	4.84	4.24	3.65	5.15	5.13	4.72	4.32	3.27
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	تزدیک بشم	Z-score	3.38	3.92	5.48	5.07	4.57	4.69	4.16	5.39	5.50	5.39	3.75	3.19
		میل	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
		P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

تصنيف ماه های گرم و سرد سال

الف - استیشن هایی که اوسط درجه حرارت هوای سالانه آنها کمتر از 15 درجه سانتی

گرید است:

جدول 6: تصنيف ماه ها و فصل های گرم و سرد سال

شماره	اوسط درجه حرارت ماه / فصل به سانتی گرید	کتگوری
1	≥ 20	خیلی گرم
2	15 - 19.99	گرم
3	10 - 14.99	نیمه گرم
4	5 - 9.99	نیمه سرد
5	0 - 4.99	سرد
6	> -0	خیلی سرد

ب - استیشن هایی که اوسط درجه حرارت هوای سالانه آنها بیشتر از 15 درجه سانتی
گرید است:

جدول 7: تصنیف ماهها و فصل های گرم و سرد

شماره	اوسط درجه حرارت ماه و فصل به سانتی گرید	کتگوری
1	≥ 25	خیلی گرم
2	20 - 24.99	گرم
3	15 - 19.99	نیمه گرم
4	10 - 14.99	نیمه سرد
5	5 - 9.99	سرد
6	< 5	خیلی سرد

جدول 8: تصنیف ماه های گرم و سرد و زیرمجموعه های آن به تفکیک استیشن های هواشناسی در حوزه آبی آمو

ردیف	نام استیشن	جنوری	فبروری	مارچ	اپریل	می	جون	جولای	اگست	سپتمبر	اکتوبر	نومبر	دسامبر
		جدی	دلو	حوت	حمل	ثور	جوزا	سرطان	اسد	سنبله	میزان	عقرب	قوس
1	انجمن	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد
2	آهنگران	خیلی سرد	خیلی سرد	نیمه سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	نیمه سرد	خیلی سرد
3	بالای کیله گی	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
4	یامیان	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه گرم	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	سرد	خیلی سرد
5	یغلان	خیلی سرد	خیلی سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
6	بهازک	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
7	پل آلچین	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
8	پل یتگی	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	سرد	سرد
9	پل تشکان	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
10	پل چوغه	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
11	پل کنده سنگ	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
12	تاق آرچه	خیلی سرد	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	سرد	نیمه گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	سرد	خیلی سرد	خیلی سرد
13	تاقچه خاتاه	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
14	تتگی تهرین	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
15	چهار دره	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
16	ختجان	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	خیلی گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
17	خواجه غار	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
18	ذشت سفید	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	نیمه سرد	نیمه سرد
19	دی آب	سرد	نیمه سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
20	دوشی	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
21	سست	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد
22	سئم دره	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	نیمه گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد
23	شش پل	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد
24	قیض آباد	خیلی سرد	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	سرد
25	کشم	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
26	کوف آب	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
27	گرداب	خیلی سرد	خیلی سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	سرد	خیلی سرد
28	تزدیک بهازک	سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد
29	تزدیک تالقان	خیلی سرد	خیلی سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	خیلی گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	سرد	سرد
30	تزدیک جرم	خیلی سرد	خیلی سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد
31	تزدیک کتتم	خیلی سرد	خیلی سرد	سرد	نیمه سرد	نیمه گرم	نیمه گرم	گرم	گرم	نیمه گرم	نیمه سرد	سرد	خیلی سرد

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان می دهد که در سطح حوزه آبی آمو درجه حرارت هوا طی 44 سال (از 1979 – 2022م.) اندکی بیش از 2 درجه سانتی گرید افزایش یافته و به تفکیک استیشن های هواشناسی هم در اکثریت ساحات درجه حرارت هوا در مقیاس زمانی ماهانه، روند افزایشی را نشان میدهد. این وضعیت باعث تشدید ذوب ذخایر برفی و یخچالی گردیده، بیلانس آبی را متضرر ساخته، نرخ تبخیر و تعرق بلند بلند برده، نیاز آبی نباتات افزایش یافته و خطر سیلاب های ناگهانی و مخرب، شکستن جهیل های یخچالی، آتیش سوزی جنگلات و بسا موارد دیگر بیش از پیش گردیده است. بدین اساس، تصنیف ماه های گرم و سرد سال و زیرمجموعه آن، زمینه را جهت مدیریت منابع آب، زراعت (تعیین نیاز آبی نبات)، مصئونیت غذایی و حوادث ناشی از افزایش درجه حرارت هوا، محیا می سازد. چنین تصانیف در شرایط کنونی کشور که در این زمینه تا حال کارهای قابل توجه صورت نگرفته، جهت مرفوع ساختن این خلا نهایت ضروری بوده و شرایط را برای تحقیقات بعدی فراهم می سازد.

1. به ادارهٔ محترم مبارزه با حوادث طبیعی پیشنهاد می‌گردد تا در روشنایی با یافته‌های تحقیقات دانشمندان، در رابطه به ساحات آسیب‌پذیر از سیلاب‌های ناگهانی، شکستن جهیل‌های یخچالی، وقوعات خشکسالی، موج‌های گرمایشی و سایر حوادث متوقعه، به مردم محل در زمینهٔ آگاهی‌دهی قبل از وقت، دهند.

2. به وزارت زراعت، آبیاری و مالداري پیشنهاد می‌شود تا جهت جلوگیری از اتلاف آب

روش‌های مؤثر؛ چون:

- آبیاری قطره‌یی و باران
- کاهش تلفات آب در شبکهٔ آبیاری توجه جدی مبذول نمایند. در ضمن، به استناد جداول حرارت طرح شده، تقویم زراعتی را ترتیب، نیاز آبی نباتات مختلف را تعیین و در مطابقت به آن جهت تعیین نوع محصول و رساندن آب به مزارع بیشتر زراعتی اقدام نمایند.
- همچنان، با در نظر داشت درجهٔ حرارت هوا، برای هر منطقه نباتات را مطابق به شرایط حرارتی آن مشخص نموده، با دهاقین شریک سازد.

3. به وزارت محترم آب و انرژی پیشنهاد می گردد تا در قسمت مهار آب های ناشی از ذوب زون هنگام برفهای دایمی و یخچالها و مدیریت همه جانبه آن توجه جدی نمایند.
4. به نهاد های مربوطه پیشنهاد می شود تا به منظور کاهش آسیب پذیری ناشی از افزایش درجه حرارت هوا، برنامه های سازگاری اقلیمی و مدیریت خطرات طبیعی در مناطق گرم حوزه آبی آمو پیاده نمایند.
5. به نهادهای علمی و اکادمیک پیشنهاد می گردد تا تحقیقات مشابه را در سایر حوزه های آبی کشور انجام دهند تا یک سیستم ملی طبقه بندی حرارتی و اقلیمی ایجاد گردد.

مآخذ

- 1- نصرتی، رفیع الله. تحلیل و ارزیابی خشکسالی حوزه های آبی کابل - آندوس و هلمند، اثر علمی - تحقیق (آماده چاپ)، سال 1399 ه.ش.
- 2- وزارت انرژی و آب، ارقام بارنده گی، سالهای 1979 - 2022م.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. (2021).
- World Meteorological Organization. State of the Global Climate 2020. Geneva, Switzerland (2020).
4. Food and Agriculture Organization. Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. (2012).
5. Thornthwaite, C. W. (1948). "An Approach toward a Rational Classification of Climate." Geographical Review, 38(1), 55-94.
6. Köppen Climate Classification, W. Köppen. Das geographische System der Klimate. Berlin (1936).
7. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M.. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Paper 56 (1998).
8. Bonan, G. B. Ecological Climatology: Concepts and Applications. Cambridge University Press (2016).

و من الله التوفيق