

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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



اکادمی علوم
معاونیت بخش علوم طبیعی تخریکی
ریاست مرکز علوم زمین
انستیتیوت هایدرومیتیورولوژی
دیپارتمنت جغرافیة طبیعی

طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی در حوزه های
آبی شمال و هریرود - مرغاب

ارائه کننده: معاون سرمحقق رفیع الله نصرتی

مقدمه: حوزه های آبی شمال و هریرود - مرغاب مانند سایر بخش های کشور با داشتن

اقلیم خشک تا نیمه خشک، مستعدترین و آسیب پذیرین حوزه های آبی در مقابل خشکسالی به سطح مملکت بوده و در اثر تغییرات اقلیمی، بویژه افزایش درجه حرارت هوا و کاهش بارنده گی، فراوانی، دوام، شدت و سطح آسیب پذیری از این مخاطره طبیعی تشدید گردیده و اثرات زیانبار، بر تأمین آب، معیشت مردم، زراعت، مالداری، حیات وحش، محیط زیست و در کل فعالیت های اجتماعی و اقتصادی ساحات متذکره از خود بجا گذاشته است.

در چارچوب شیوه های نوین علمی، آسیب پذیری در برابر خشکسالی، تأثیر متقابل سه مؤلفه (مواجهه / Exposure /، حساسیت / Sensitivity / و ظرفیت سازگاری / Adaptive Capacity / می شود که از طرف سازمان هواشناسی جهان (IPCC (WMO تبیین گردیده که به اساس آن، آسیب پذیری زمانی افزایش می یابد که مواجهه و حساسیت بالا و در عین حال ظرفیت سازگاری پایین باشد؛ درحالیکه، حتی در صورت مواجهه بالا، هرگاه ظرفیت سازگاری قوی باشد، می توان اثرات خشکسالی را بطور قابل ملاحظه کاهش داد.

اهمیت تحقیق: این تحقیق با طبقه بندی علمی خشکسالی از نگاه، وقوع، دوام، شدت و دوام + شدت و با استفاده از شاخص های معیاری، امکان تشخیص مناطق پُرخطر را فراهم میکند و مبنای تصمیم گیری مبتنی بر شواهد را برای مدیریت پایدار منابع آب و مصئونیت غذایی ارائه و نتایج آن می تواند در بهبود برنامه ریزی، کاهش خطر خشکسالی و تقویت ظرفیت سازگاری در سطح حوزه های آبی شمال و هریرود - مرغاب نقش اساسی ایفا کند.

مبرمیت تحقیق: با تشدید تغییرات اقلیمی، حوزه آبی شمال و هریرود - مرغاب با افزایش فراوانی، دوام و شدت خشکسالی مواجه شده است که پیامد آن مستقیماً ثبات معیشتی، خاصاً جوامع وابسته به زراعت را تهدید می کند. از اینرو، انجام این تحقیق در راستای طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی نه تنها یک نیاز اکادمیک، بلکه یک ضرورت حیاتی جهت فراهم سازی مبنای اتخاذ تصمیم مبتنی بر شواهد برای کاهش خطرات ناشی از خشکسالی در آینده در سطح حوزه های متدکره و حتی کل کشور محسوب گردیده و مبرمیت موضوع را تشکیل می دهد.

هدف تحقیق: هدف تحقیق هذا، طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی حوزه

های آبی شمال و هریرود - مرغاب بر پایه چهار بُعد اساسی (فراوانی / وقوع، مدت / دوام، شدت و مدت + شدت) می باشد.

سوال تحقیق

- 1- رابطه میان فراوانی، دوام و شدت خشکسالی در حوزه های آبی شمال و هریرود - مرغاب چگونه بوده و کدام یک بیشترین نقش را در تعیین سطح نهایی آسیب پذیری ایفا می کند؟
- 2- کدام مناطق در حوزه های آبی تحت تحقیق، در بیشترین سطح خطر و آسیب پذیری از خشکسالی قرار دارند؟
- 3- تا چه حد طبقه بندی های آسیب پذیری از خشکسالی به طراحی استراتژی های هدفمند برای کاهش خطر ناشی از خشکسالی در سطح محلی و ملی کمک نماید؟

روش تحقیق: این تحقیق از نوع کاربردی بوده و با روش کمی - تحلیلی انجام پذیرفته است. برای محاسبه و سنجش خشکسالی از شاخص SPI و جهت طبقه بندی آسیب پذیری، ضمن سایر روشها از شاخص SVI نیز استفاده به عمل آمده و محاسبات ریاضیکی آن ذریعه DrinC و R-Studio اجرا شده است.



شکل 1: نقشه موقعیت جغرافیایی حوزه آبی شمال

این حوزه در برگیرنده اکثریت قاطع ولایات بلخ، جوزجان، سمنگان، فاریاب، سرپل و بخشی از ولایات بامیان و کندز می باشد.

معلومات عمومی

حوزه آبی شمال

✓ حدود اربعه

✓ موقعیت جغرافیایی

✓ عرض البلد: 34 درجه، 23 دقیقه و 58

ثانیه الی 37 درجه، 35 دقیقه و 43 ثانیه

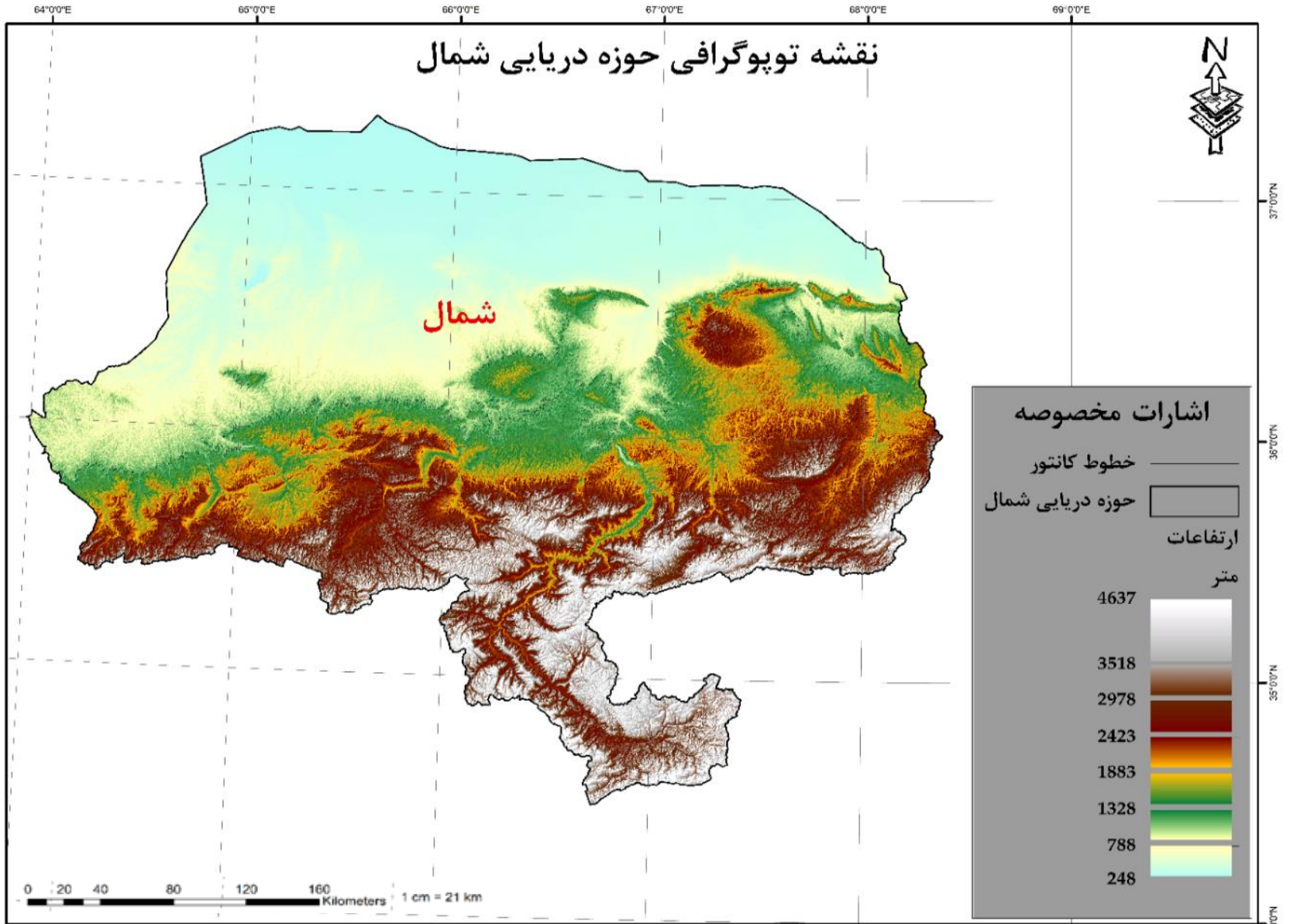
شمالی

✓ طول البلد: 63 درجه، 53 دقیقه و 28

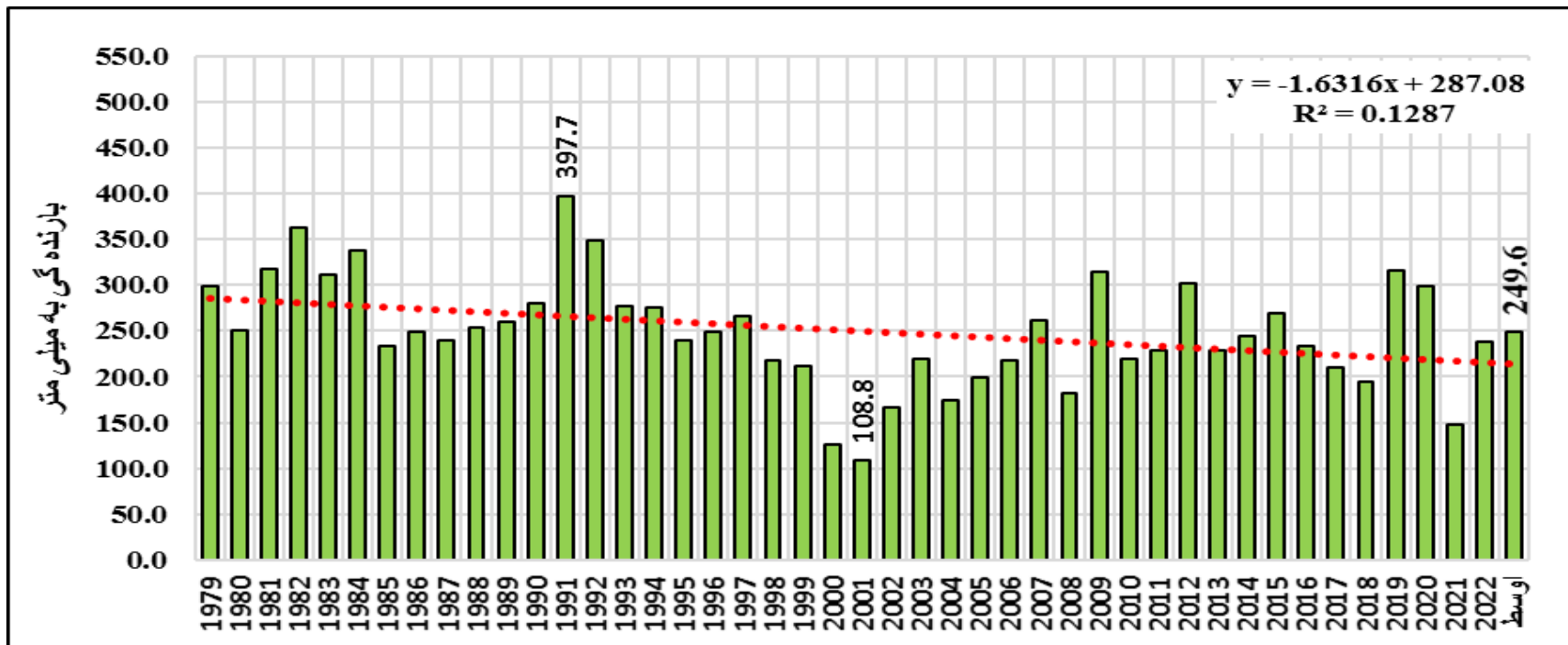
ثانیه الی 68 درجه، 36 دقیقه و 53 ثانیه

شرقی

✓ مساحت: 76860 کیلومتر مربع

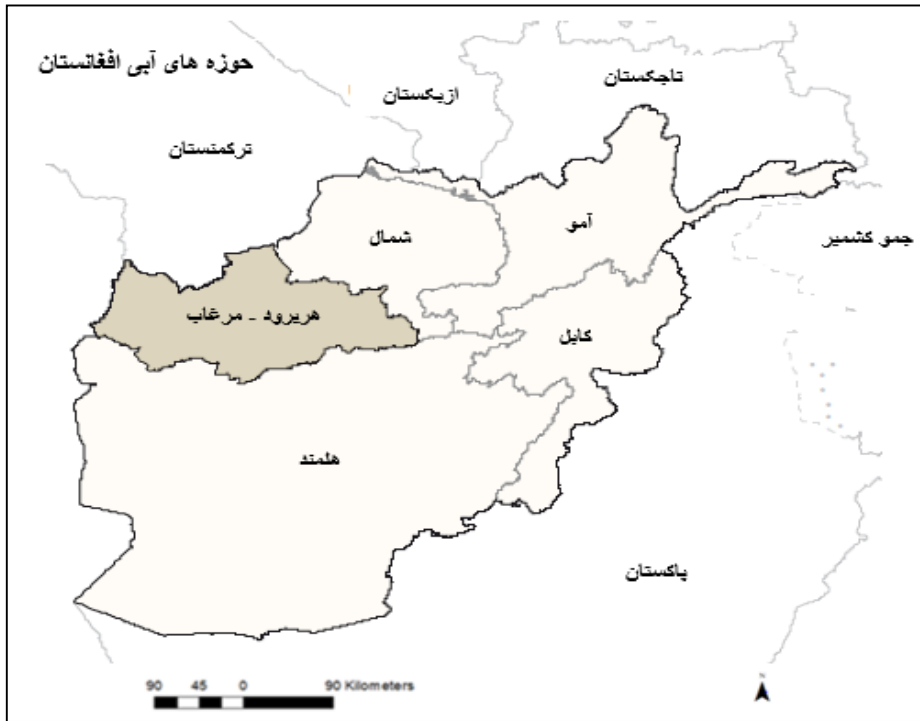


شکل 2: نقشه توپوگرافیکی حوزه آبی شمال



شکل 3: بارنده گی سالانه، اوسط درازمدت و میل آن در حوزه آبی شمال

- تغییرات تجمعی: 66 میلی متر
- سنز اسلوپ: (- 1.5)
- اوسط کاهش سالانه: 1.5 میلی متر
- انحراف معیاری: 59.7
- انحراف مثبت: 21/44
- انحراف منفی: 23/44
- اوسط بارنده گی: 249.6 میلی متر
- بیشترین بارنده گی: 397.7 میلی متر
- کمترین بارنده گی: 108.8 میلی متر
- Z-score: (- 2.36)
- P-value: (0.02)
- میل: نزولی



معلومات عمومی

حوزه آبی هریرود - مرغاب

✓ حدود اربعه

✓ موقعیت جغرافیایی

✓ عرض البلد: 33 درجه، 31 دقیقه و 21

ثانیه الی 36 درجه، 5 دقیقه و 12

ثانیه

✓ طول البلد: 60 درجه، 35 دقیقه و 31

ثانیه الی 66 درجه، 45 دقیقه و 21

ثانیه

✓ مساحت: 78037.19 کیلومتر مربع

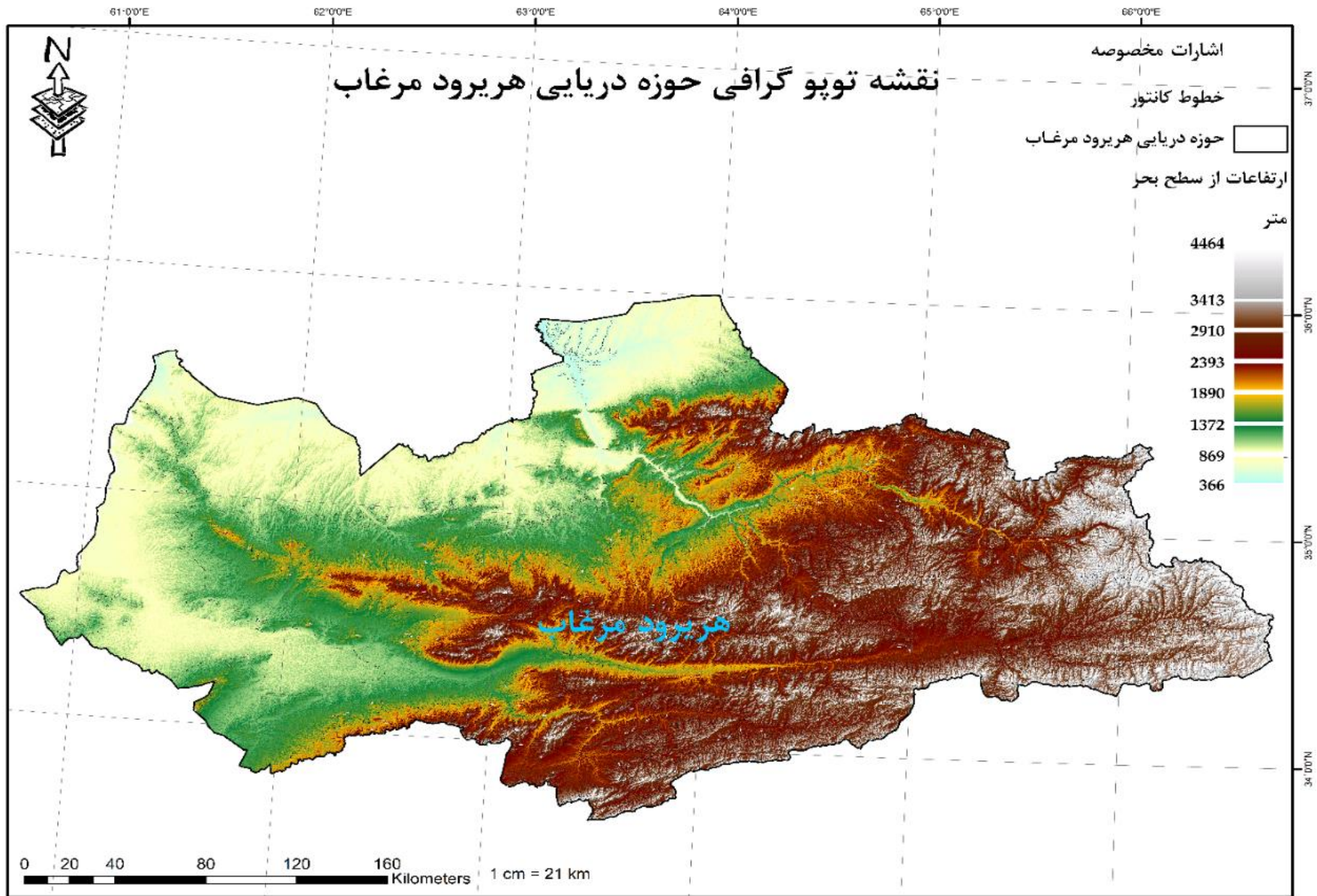
شکل 4: نقشه موقعیت جغرافیایی حوزه آبی هریرود - مرغاب

✓ از نگاه تقسیمات سیاسی کشور، شامل

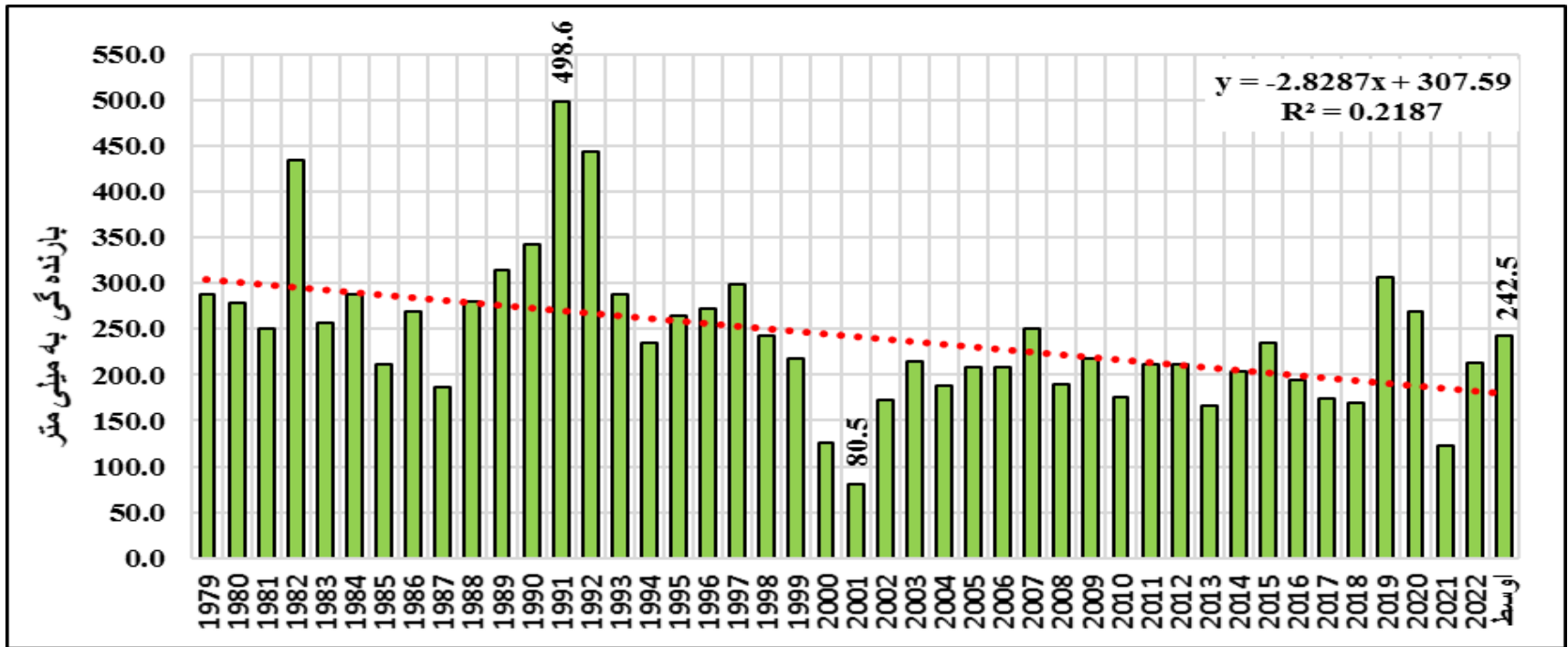
تمام ولایت بادغیس، نیمه شمالی ولایات

غور و هرات و بخش های از ولایات

فاریاب و سرپل می باشد.



شکل 5: نقشه توپوگرافیکی حوزه آبی هریرود - مرغاب

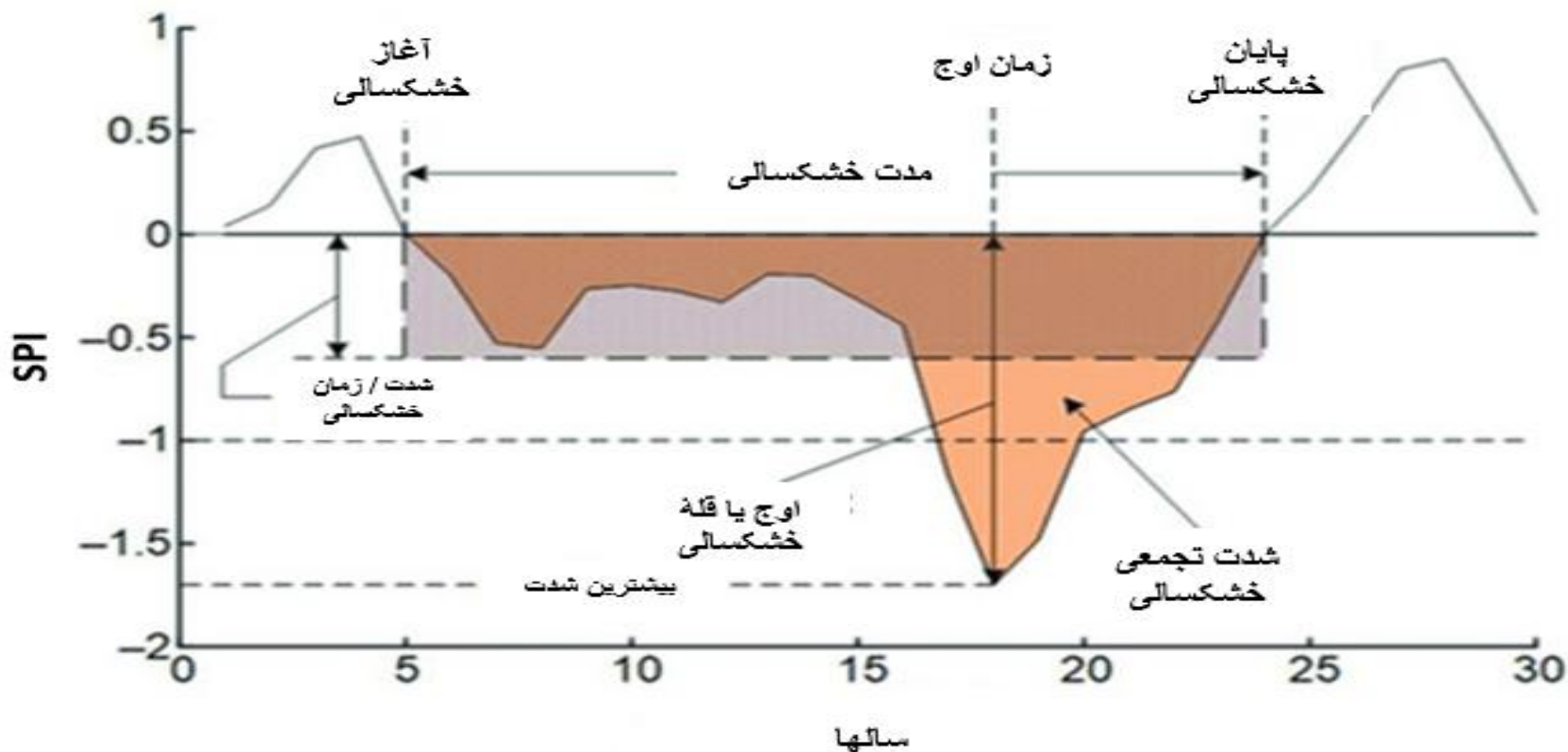


شکل 6: بارنده گی سالانه، اوسط درازمدت و میل آن در حوزه آبی هریرود - مرغاب

- **تغییرات تجمعی: 109 میلی متر**
- **سنز اسلوپ: (- 2.49)**
- **اوسط کاهش سالانه: 2.49 میلی متر**
- **انحراف معیاری: 79.4**
- **انحراف مثبت: 20/44**
- **انحراف منفی: 24/44**
- **اوسط بارنده گی: 242.5 میلی متر**
- **بیشترین بارنده گی: 498.6 میلی متر**
- **کمترین بارنده گی: 80.5 میلی متر**
- **Z-score: (- 3.43)**
- **P-value: (0.0000)**
- **میل: نزولی**

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.

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



شکل 7: شرح بعضی از ویژه گی های خشکسالی

شاخص

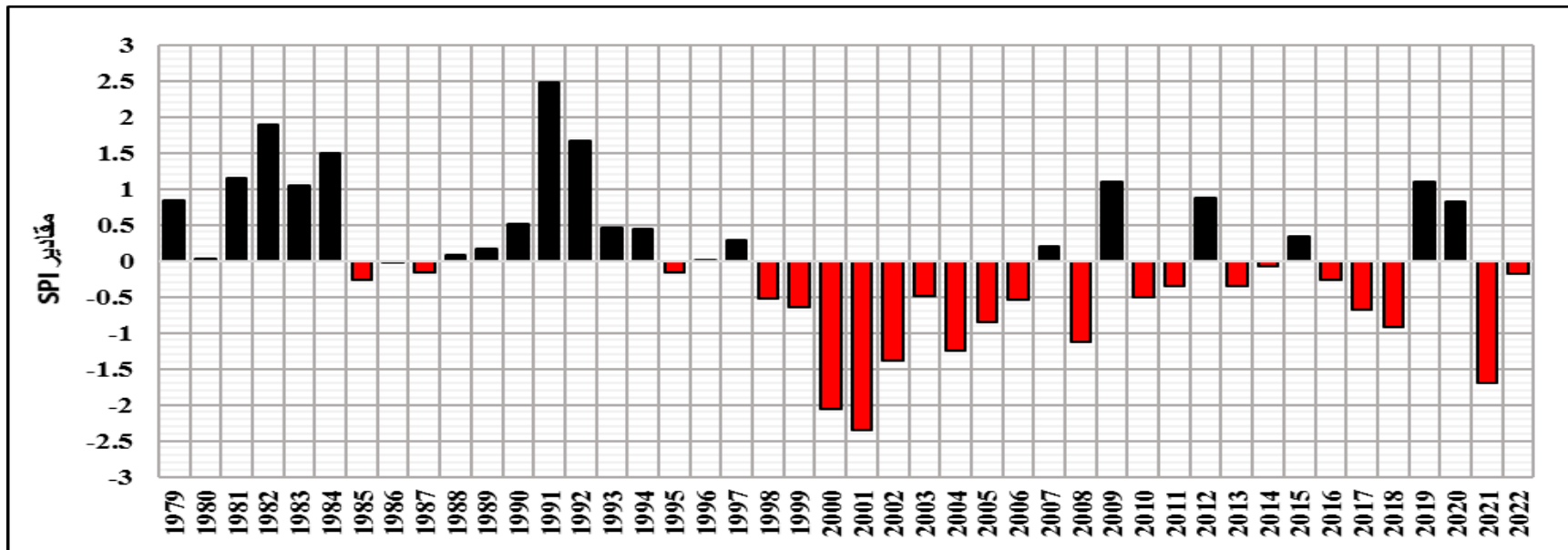
شاخص مورد استفاده این تحقیق SPI (Standardized Precipitation Index) یا

شاخص بارنده گی معیاری می باشد.

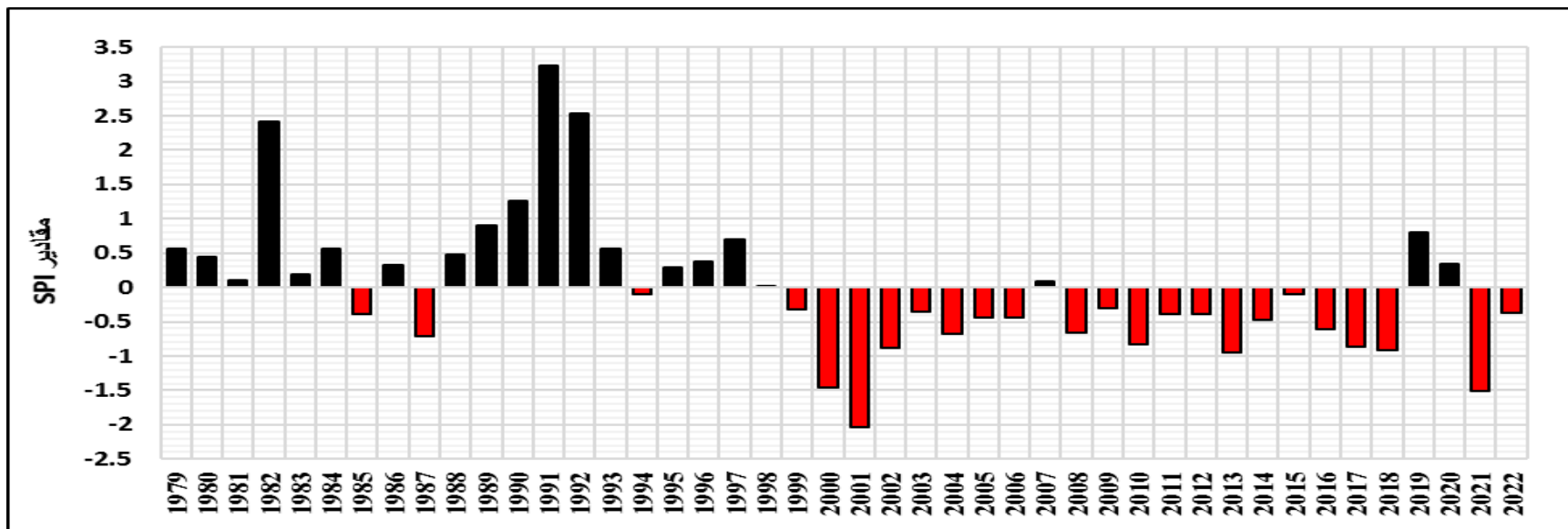
دوره آماری: 44؛

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 8: وقوعات خشکسالی در حوزه آبی شمال به اساس شاخص SPI



شکل 9: وقوعات خشکسالی در حوزه آبی هریرود - مرغاب به اساس شاخص SPI

طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی

در واقعیت، از نگاه علمی، وقوع، دوره بازگشت، شدت و مدت خشکسالی مستقل نبوده، بلکه بصورت ترکیبی اثرگذار هستند؛ بطور مثال، خشکسالی شدید اگر دوام کوتاه هم داشته باشد، سبب شوک ناگهانی می گردد، شدت کم با دوام طولانی باعث فرسایش تدریجی منابع می شود، شدت زیاد همراه با دوام طولانی منجر به فاجعه اقلیمی شده و تکرار بیشتر یا وقوع مکرر خشکسالی منتج به کاهش تاب آوری جامعه می گردد.

چون تحلیل و ارزیابی همزمان وقوع، شدت و مدت، تصویر دقیق تر از ماهیت و خطر خشکسالی نسبت به استفاده از یک شاخص منفرد ارائه می دهد، به همین دلیل هر سه مورد با ازدیاد تناوب و دوره بازگشت در نظر گرفته شد تا آسیب پذیری ناشی از خشکسالی به وجه احسن آن انجام شود و نتیجه واقعی تر و کاربردی تر دریافت گردد.

1- طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه شدت

شدت خشکسالی بیان می کند که کمبود بارنده گی یا آب تا چه اندازه شدید می باشد و به هر پیمانه که تعدد و سهم خشکسالی های شدید و بسیار شدید بیشتر باشد، به همان اندازه سطح آسیب پذیری بلند می رود. بنابراین، خشکسالی ضعیف دارای اثر محدود، خشکسالی متوسط دارای اثر قابل توجه، خشکسالی شدید اثر مخرب و خشکسالی بسیار شدید اثر بحرانی دارد. جهت طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه شدت، از شاخص (Severity Vulnerability Index) SVI استفاده به عمل آمده و فورمول آن قرار ذیل می باشد:

$$SVI = \frac{(P_m \times 1) + (P_{mo} \times 2) + (P_s \times 3) + (P_{vx} \times 4)}{100}$$

در رابطه فوق:

SVI = شاخص آسیب پذیری خشکسالی از نگاه شدت؛

P_m = فیصدی خشکسالی ضعیف؛

P_{mo} = فیصدی خشکسالی متوسط؛

P_s = فیصدی خشکسالی شدید؛

P_{vx} = فیصدی خشکسالی بسیار شدید.

جدول 2: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه شدت به اساس شاخص SVI

شماره	درجه آسیب پذیری	مقدار SVI
1	آسیب پذیر کم	≤ 1.50
2	آسیب پذیر متوسط	1.51 - 2.50
3	آسیب پذیر زیاد	2.51 - 3.50
4	آسیب پذیر بسیار زیاد	> 3.50

جدول 3: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی شمال

تعداد	نام استیشن	تعداد سالها	تعداد خشکسالی	ضعیف	فیصدی	متوسط	فیصدی	شدید	فیصدی	بسیار شدید	فیصدی	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 برق	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	خشت پل	44	21	14	66.67	6	26.09	0	0.00	1	4.76	1.38	کم
5	دره ژوندون	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	رباط بالا	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	10.53	2	10.00	1.71	متوسط
11	نزدیک سرپل	44	19	12	63.16	4	18.18	1	5.26	2	10.53	1.57	متوسط
12	نزدیک کشانده	44	22	16	72.73	2	7.41	2	9.09	2	9.09	1.51	متوسط
13	نزدیک نایک	44	27	22	81.48	3	11.11	0	0.00	2	7.41	1.33	کم

جدول 4: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به اساس شاخص SVI

مقدار SVI	درجه آسیب پذیری	شماره
≤ 1.50	آسیب پذیر کم	1
1.51 - 2.50	آسیب پذیر متوسط	2
2.51 - 3.50	آسیب پذیر زیاد	3
> 3.50	آسیب پذیر بسیار زیاد	4

جدول 5: طبقه بندی آسیب پذیری از خشکسالی از نگاه شدت به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی هریرود - مرغاب

ردیف	نام استینش	تعداد سالها	خشکسالی	ضعیف	فیصدی	متوسط	فیصدی	شدید	فیصدی	بسیار شدید	فیصدی	مقدار SVI	درجه آسیب پذیری
1	پُل هاشمی	44	19	13	68.42	2	10.53	3	15.79	1	5.26	1.58	متوسط
2	تکاب غزه	44	21	12	57.14	6	28.57	1	4.76	2	9.52	1.67	متوسط
3	تورخندی	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	چغچران	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 رباط	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	رباط آخند	44	24	16	66.67	7	29.17	1	4.17	0	0.00	1.38	ر کم
10	شنیه	44	21	14	66.67	4	19.05	0	0.00	3	14.29	1.62	متوسط
11	نزدیک هرات	44	20	16	80.00	0	0.00	3	15.00	1	5.00	1.45	کم

2- طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه وقوع

وقوع خشکسالی نشان می دهد که خشکسالی طی چه مدت یا هرچند وقت یکبار رخ می دهد یا خشکسالی چند بار در یک دوره زمانی مشخص واقع می شود. این مفهوم معمولاً با احتمال وقوع، فراوانی / فریکوینسی، تناوب و دوره بازگشت و اکثراً با کاربرد شاخص SPI صورت می گیرد. در سطح جهان، وقوع خشکسالی طبق معمول با معیارهای زیر سنجیده می شود:

جدول 6: طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه 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 7: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی شمال

ردیف	نام استیشن	تعداد سالها	تعداد وقوع خشکسالی	خشکسالی اتواع	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	زیاد بسیار	بسیار زیاد	تفسیر علمی		
1	آسیا آباد	44	22	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر	
				متوسط									خشکسالی کم وقوع
				شدید									خشکسالی تادر
				بسیار شدید									خشکسالی تادر
2	پل نرزق	44	22	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر	
				متوسط									خشکسالی تادر
				شدید									خشکسالی تادر
				بسیار شدید									خشکسالی تادر
3	تنگی تاشقرغان	44	22	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر	
				متوسط									خشکسالی کم وقوع
				شدید									خشکسالی کم وقوع
				بسیار شدید									خشکسالی تادر
4	جست پل	44	21	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر	
				متوسط									خشکسالی دوره بی
				شدید									رُخ نداده است.
				بسیار شدید									خشکسالی تادر
5	دره ژوندون	44	23	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر/ شدید	
				متوسط									خشکسالی تادر
				شدید									خشکسالی تادر
				بسیار شدید									خشکسالی تادر
6	دولت آباد	44	27	در مجموع							خشکسالی مُکزر/ شدید		
				ضعیف								خشکسالی مُکزر/ شدید	
				متوسط									خشکسالی دوره بی
				شدید									خشکسالی تادر
				بسیار شدید									رُخ نداده است.

جدول 8: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی شمال

شماره	نام استیشن	تعداد سالها	تعداد وقوع خشکسالی	انواع خشکسالی	کم	متوسط	زیاد	زیاد	تفسیر علمی
7	دوش قدم	44	18	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی دوره بی
				متوسط					خشکسالی دوره بی
				شدید					خشکسالی کم وقوع
								رُخ داده است.	
8	زیاط بالا	44	19	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی دوره بی
				شدید					خشکسالی تادر
								خشکسالی تادر	
9	سید	44	19	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					خشکسالی تادر
								خشکسالی تادر	
10	قیصار	44	20	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی تادر
				شدید					خشکسالی کم وقوع
								خشکسالی تادر	
11	تزدیک سرین	44	19	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					خشکسالی تادر
								خشکسالی تادر	
12	تزدیک گشتاده	44	22	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی تادر
				شدید					خشکسالی تادر
								خشکسالی تادر	
13	تزدیک تایک	44	27	بسیار شدید					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ داده است.
								خشکسالی تادر	

جدول 9: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی هریرود - مرغاب

ردیف	تام استیشن	تعداد سالها	تعداد وقوع خشکسالی	انواع خشکسالی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	زیاد بسیار	بسیار زیاد	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 بی
				شدید								خشکسالی نادر
				بسیار شدید								خشکسالی نادر
3	تورغندی	44	21	در مجموع							خشکسالی مکرر/ شدید	
				ضعیف								خشکسالی مکرر
				متوسط								خشکسالی کم وقوع
				شدید								رُخ نداده است.
				بسیار شدید								خشکسالی نادر
4	جیجک تو	44	19	در مجموع							خشکسالی مکرر/ شدید	
				ضعیف								خشکسالی مکرر
				متوسط								خشکسالی کم وقوع
				شدید								خشکسالی نادر
				بسیار شدید								خشکسالی نادر
5	جعفران	44	23	در مجموع							خشکسالی مُزمن / بیوسنه	
				ضعیف								خشکسالی مکرر
				متوسط								خشکسالی دوره بی
				شدید								رُخ نداده است.
				بسیار شدید								خشکسالی نادر

جدول 10: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه وقوع به اساس شاخص SPI در حوزه آبی هریرود - مرغاب

ردیف	نام استیشن	تعداد سالها	تعداد وقوع خشکسالی	انواع خشکسالی	بسیار شدید	شدید	متوسط	ضعیف	تفسیر علمی
6	چهل دختران	44	22	در مجموع					خشکسالی مکرر/ شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی نادر
				شدید					خشکسالی نادر
7	خوش زیاط	44	24	در مجموع					خشکسالی مکرر/ بسیار شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر/ شدید
				متوسط					خشکسالی نادر
				شدید					خشکسالی نادر
8	دولت یار	44	23	در مجموع					خشکسالی مکرر/ بسیار شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر/ شدید
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ نداده است.
9	زیاط آخند	44	24	در مجموع					خشکسالی مکرر/ بسیار شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی دوره بی
				شدید					خشکسالی نادر
10	شقیه	44	21	در مجموع					خشکسالی مکرر/ بسیار شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					خشکسالی کم وقوع
				شدید					رُخ نداده است.
11	تزدیگت هرات	44	20	در مجموع					خشکسالی مکرر/ بسیار شدید
				ضعیف					خشکسالی مکرر
				متوسط					رُخ نداده است.
				شدید					خشکسالی کم وقوع
				بسیار شدید					خشکسالی نادر

3 - طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه مدت / دوام

دوام خشکسالی؛ یعنی مدتی که خشکسالی بدون وقفه (ماه، فصل، سال و ...) ادامه دارد. دوام خشکسالی تنها طول زمان نیست، بلکه شدت آنرا در طول زمان نیز نشان می دهد. در بحث اقلیم شناسی، مدت / دوام خشکسالی معمولاً با استفاده از شاخص های خشکسالی محاسبه می گردد، نه با یک فورمول ساده. رایج ترین و علمی ترین روش، عبارت از شاخص SPI می باشد. در حقیقت، در شاخص SPI، شدت یک نمره استاندارد آماری است؛ یعنی هرچه مقدار آن منفی تر باشد، به همان اندازه کمبود بارنده گی بیشتر و شدیدتر بوده و فشار بر سیستم های طبیعی انسانی بیشتر می شود.

4 - طبقه بندی آسیب پذیری از نگاه مدت + شدت

آسیب پذیری خشکسالی بر اساس مدت (Duration) و شدت (Severity / Intensity) معمولاً با استفاده از شاخص های چون SPI تعیین می شود. فورمول کلی آسیب پذیری (V) بصورت تابعی از شدت (S) و مدت (D) خشکسالی تعریف می گردد:

$$V = \int (S.D) = \sum_{i=1}^n S_i \times D_i \dots \dots \dots (9 - 4)$$

در رابطه فوق:

S_i = شدت؛ یعنی کمبود بارنده گی در دوره i (مثلاً انحراف از اوسط)؛

D_i = مدت / دوام؛ یعنی طول دوره خشکسالی؛

V = آسیب پذیری؛ یعنی حاصل ضرب شدت در مدت که نشان دهنده گل کمبود آب در یک دوره زمانی خاص است.

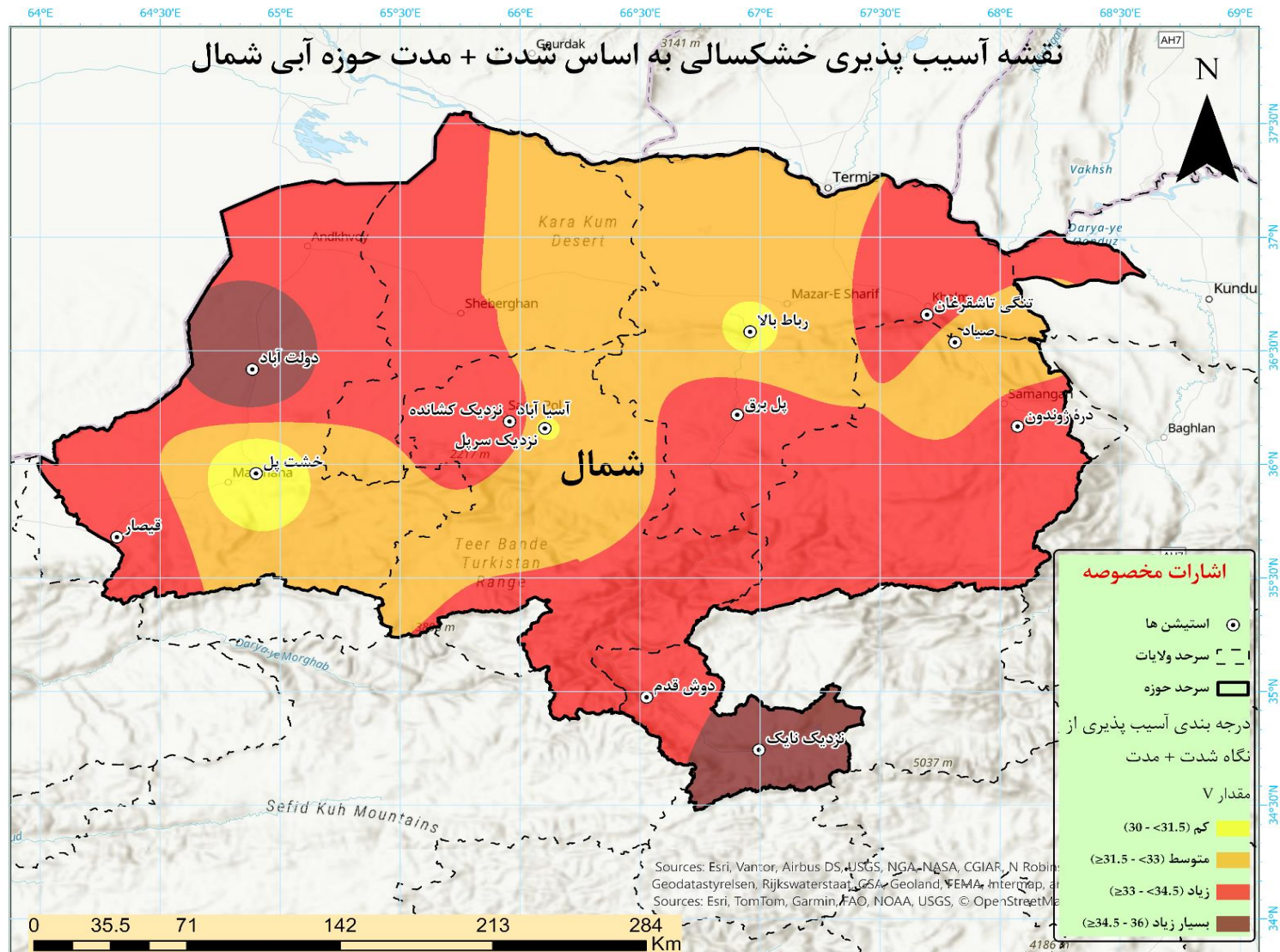
فورمول فوق بیان میدارد اینکه آسیب پذیری خشکسالی (V) وابسته به دو چیز، شدت خشکسالی (S) و مدت خشکسالی (D) است؛ یعنی شدت خشکسالی نشان می دهد که کمبود بارنده گی یا آب چقدر زیاد است و مدت آن نمایانگر این بوده که کمبود بارنده گی یا آب چه مدت زمان (چند ماه و چند سال) دوام کرده است. هرگاه شدت زیاد باشد و دوام کم، آسیب پذیری کمتر بوده، اگر شدت متوسط باشد، ولی زیاد ادامه یابد، آسیب پذیری زیاد می شود و اگر هم شدت زیاد باشد و هم زمان یا مدت آن طولانی، پس آسیب پذیری خیلی زیاد خواهد بود. در حقیقت این شاخص نشان می دهد که حجم تجمعی کمبود بارنده گی یا آب در طول زمان چقدر بوده است.

جدول 11: درجه بندی آسیب پذیری از نگاه مدت و شدت در حوزه آبی شمال

شماره	درجه آسیب پذیری	مقدار V
1	کم	30 < - 31.5
2	متوسط	≥ 31.5 - < 33
3	زیاد	≥ 33 - < 34.5
4	بسیار زیاد	≥ 34.5 - 36

جدول 12: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه مدت و شدت به تفکیک استیشن های هواشناسی در حوزه آبی

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



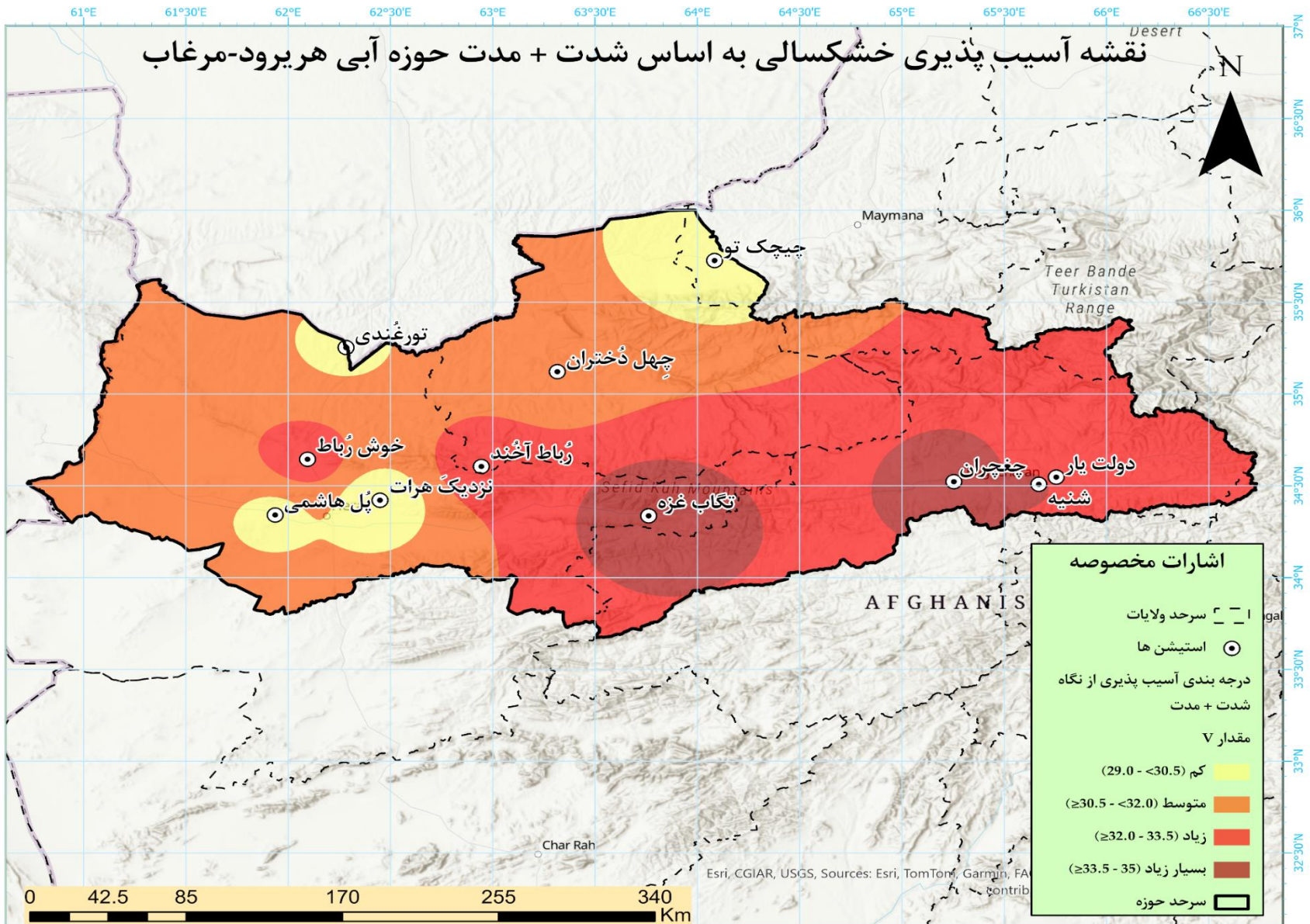
شکل 10: نقشه آسیب پذیری خشکسالی به اساس شدت به علاوه مدت در حوزه آبی شمال

جدول 13: درجه بندی آسیب پذیری از نگاه مدت و شدت در حوزه آبی هریرود - مرغاب

شماره	درجه آسیب پذیری	مقدار V
1	کم	30 < - 31.5
2	متوسط	≥ 31.5 - < 33
3	زیاد	≥ 33 - < 34.5
4	بسیار زیاد	≥ 34.5 - 36

جدول 14: طبقه بندی آسیب پذیری خشکسالی از نگاه مدت و شدت به تفکیک استینش های هواشناسی در حوزه آبی هریرود - مرغاب

شماره	نام استینش	تعداد سالها	خشکسالیها	مدت و دوام خشکسالی در مقیاس سالانه								V	آسیب پذیری به اساس مدت و دوام + شدت	
				بسیار کم	مدت و دوام	پایه	مدت و دوام	متوسط	مدت و دوام	بسیار زیاد	مدت و دوام			
1	پل هاشمی	44	19	13	4-1	2	1	3	1	1	1	1	30	کم
2	تگاب غزه	44	21	12	3-1	6	2-1	1	1	2	1	1	35	بسیار زیاد
3	تور غندی	44	21	16	7-1	3	1	0	0	2	1	1	30	کم
4	چیچک تو	44	19	13	3-1	3	1	2	1	1	1	1	29	کم
5	چغچران	44	23	16	7-1	5	1	0	0	2	2	2	34	بسیار زیاد
6	چهل دختران	44	22	17	6-1	2	1	2	1	1	1	1	31	متوسط
7	خوش رباط	44	24	19	8-1	2	1	2	1	1	1	1	33	زیاد
8	دولت یار	44	23	18	10-1	3	2-1	0	0	2	2	2	32	زیاد
9	رباط آخند	44	24	16	4-1	7	3-1	1	1	0	0	0	33	زیاد
10	شنیه	44	21	14	5-1	4	1	0	0	3	2-1	3	34	بسیار زیاد
11	نزدیک هرات	44	20	16	5-1	0	0	3	0	1	1	1	29	کم



شکل 11: نقشه آسیب پذیری خشکسالی به اساس شدت به علاوه مدت در حوزه آبی هریرود - مرغاب

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان می دهد که خشکسالی در حوزه های آبی شمال و هریرود - مرغاب دارای ناهمگونی قابل توجه بوده، ترکیب شدت بالا، تداوم طولانی و تکرار مکرر خشکسالی، نقش تعیین کننده در افزایش سطح آسیب پذیری ناشی از آن دارد. این تحقیق با ارائه یک چارچوب علمی برای طبقه بندی آسیب پذیری، زمینه را برای تصمیم گیری مبتنی بر شواهد، اولویت بندی مناطق پُرخطر را جهت مدیریت پایدار منابع آب و مصئونیت غذایی فراهم ساخته که می تواند در بهبود برنامه ریزی جهت کاهش خطر خشکسالی و تقویت ظرفیت سازگاری با آن در سطح حوزه های آبی نقش اساسی ایفا کند.

1. به ادارهٔ محترم مبارزه با حوادث طبیعی پیشنهاد می‌گردد تا با استقرار و نصب سیستم هشدار دهی پیش‌هنگام خشکسالی با ددر نظر داشت فریکوینسی خشکسالی مبتنی بر شاخص SPI، اطلاعات آنرا به شکل منظم در اختیار نهادهای تصمیم‌گیرنده قرار دهد.

2. به وزارت زراعت، آبیاری و مالداري پیشنهاد می‌شود تا از طریق مدیریت تقاضای آب، در مناطقی که شدت خشکسالی بالا تشخیص گردیده، در جهت تطبیق روش‌های مؤثر؛ چون:

➤ آبیاری قطره‌یی و باران

➤ کاهش تلفات آب در شبکهٔ آبیاری

➤ و تغییر نوع کشت به محصولات کم‌مصرف به شکل جدی اقدام نمایند.

3. به وزارت محترم آب و انرژی پیشنهاد می‌گردد تا جهت افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی آب برای کاهش اثر دوام خشکسالی، در مناطقی با دوام بلند خشکسالی، ایجاد و تقویت زیرساخت‌های ذخیرهٔ آب چون بندهای کوچک، آبگیرها و تغذیهٔ مصنوعی آبهای زیرزمینی اقدام جدی نمایند تا کمبود آب در دوره‌های طولانی مدت، جبران گردد.

4. به نهادهای مربوطه پیشنهاد می گردد تا با اولویت بندی مناطقی که 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.

5. به وزارت محترم زراعت، آبیاری و مالداري پیشنهاد می گردد ذریعۀ 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 توسعه 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 عرضه 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
- توسعه علوفه مقاوم در برابر خشکسالی (جو، الفالفا و نباتات بومی)
- ذخیره سازی علوفه
- تقویت سیستم آبرسانی و تغذیه مواشی
- اصلاح نژاد مواشی

مآخذ

- 1- نصرتی، رفیع الله، بررسی خشکسالی نیم قرن اخیر در کشور، انتشارات اکادمی علوم، مطبعة شمشاد، 1397.
- 2- وزارت آب و انرژی، دیتاهای بارنده گی، 1979 الی 2022م.
- 3- نصرتی، رفیع الله. تحلیل و ارزیابی خشکسالی حوزه های آبی کابل - آندوس و هلمند. اثر اماده چاپ، سال 1389م.

و من الله التوفيق