

جغرافیا و توسعه شماره ۳۷ زمستان ۱۳۹۳
وصول مقاله : ۱۳۹۱/۹/۱۸
تأیید نهایی : ۱۳۹۳/۴/۸
صفحات : ۱-۱۴

واکنش فصل رشد در برابر خشکسالی و ترسالی اقلیمی مورد مطالعه: منطقه‌ی بلوچستان مرکزی

دکتر صادق کریمی^۱، راضیه جاودانی^۲، دکتر محمود خسروی^۳، دکتر تقی طاوسی^۴

چکیده

منطقه‌ی بلوچستان مرکزی با مساحتی بالغ بر ۴۲۵۱۰ کیلومتر مربع دارای اقلیم گرم و خشک است. تابش عمودی و افزایش میزان جذب تابش، شدت گرمای بسیار زیاد، بارش ناچیز و در نتیجه پوشش گیاهی فقیر از خصوصیات این منطقه می‌باشد. این در حالی است که وقوع بارش‌های ناگهانی تحت تأثیر قرارگیری زبانه کم‌فشار گنگ- پاکستان می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد و توسعه‌ی پوشش گیاهی منطقه داشته باشد. این امر رفتارهای متعارض و چندگانه اقلیمی و در حال نوسان را برای منطقه به ارمغان آورده است. وجود چنین شرایط ویژه‌ای لزوم پرداختن به بررسی رابطه رفتارها (نوسان‌ها و ناهنجاری‌های) بارش و دما با تغییرات پوشش مرتعی بالقوه را با استفاده از معادله اقلیمی Q_{gs} توجیه می‌نماید.

با توجه به اینکه ارزش‌های Q_{gs} به دست آمده برای دوره‌ی اقلیمی ۷۶-۱۳۶۶ (دوره‌ی ترسالی منطقه) پایین‌تر از دوره‌ی اقلیمی ۸۲-۱۳۷۷ (دوره‌ی خشکسالی منطقه) می‌باشد، بنابراین تنش ناشی از خشکسالی در مناطقی که ارزش‌های Q_{gs} بالاتر بوده، بیشتر است و بالعکس در مناطقی که ارزش‌های Q_{gs} پایین‌تر بوده، مراتع منطقه از وضعیت بهتری برخوردار بوده است. بر این اساس در طی سال‌های آماری مورد بررسی، سایت‌های مراتع واقع در محدوده‌ی شهرستان ایرانشهر نسبت به سایت‌هایی که در محدوده‌ی شهرستان نیکشهر واقع شده، با تنش کم‌آبی بیشتری مواجه شده‌اند. در نتیجه طی رفتارهای نامنظم چند سال اخیر بارش، آسیب بیشتری به مراتع شهرستان ایرانشهر وارد شده است. از طرفی به دلیل اختلاف ارتفاع ناچیز بین دو منطقه، عامل ارتفاع نتوانسته مراتع ایرانشهر را از آسیب‌های ناشی از تنش کم‌آبی در مقایسه با مراتع نیکشهر که از ارتفاع کمتری برخوردار است، محافظت نماید. چراکه افزایش میانگین دما در منطقه‌ی ایرانشهر نسبت به منطقه‌ی نیکشهر، اثر افزایش ارتفاع ناچیز را در این منطقه خنثی نموده است. کلیدواژه‌ها: خشکسالی، ترسالی، فصل رشد، معادله طبیعی فصل رشد، پوشش گیاهی بالقوه.

مقدمه

اقلیم و پوشش گیاهی هر دو در طول ۲۳۰۰۰ سال گذشته تغییر کرده و احتمالاً این تغییر در سرتاسر جهان اتفاق افتاده است (Woodward, 2001: 522). بر این اساس تغییرات اقلیمی عمدتاً با دگرگونی و جابجایی توزیع فضایی پوشش گیاهی همراه است. بنابراین اقلیم یکی از پایه‌های اصلی (و البته نه کافی) در مطالعات ناحیه‌ای و تغییرات پوشش گیاهی است (Gates et al, 1993: 2).

شایان ذکر است که نوسانات اقلیمی به هر شکلی از تغییرات سیستماتیک منظم یا نامنظم اطلاق می‌گردد (خشنو، ۱۳۷۸: ۳). ماهیت عناصر اقلیمی خصوصاً دما و بارش که دارای نوسان‌های زیادی هستند، نظامی کمابیش متغیر دارند که در مناطق مختلف جهان مشاهده می‌شود (جاودانی، ۱۳۸۹: ۱).

جوامع گیاهی در برابر نوسانات اقلیمی بسیار حساس هستند. در نواحی ترسالی، نوسان بارندگی سالانه بسیار ناچیز است و برای جامعه گیاهی مشکلات کمی می‌آفریند؛ اما در نواحی خشک، نیمه‌خشک و بیابانی، نوسانات در اکثر مواقع تا حد ایجاد خشکسالی پیش می‌رود و پوشش گیاهی و به تبع آن وضعیت مراتع را دچار آسیب می‌سازد. محدوده‌ی مورد مطالعه که در منطقه تقریباً خشک و نیمه‌خشک واقع شده نیز متأثر از موضوع یاد شده می‌باشد. از آنجایی که اقلیم و عناصر اقلیمی بر پراکنش پوشش گیاهی تأثیرگذار است، رشد و میزان تولید پوشش گیاهی با این عناصر رابطه دارد (پورخیاژ و پورخیاژ، ۱۳۸۱: ۱۱۸). چگونگی توزیع و پراکنندگی پوشش گیاهی بالقوه بر اساس تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف کره زمین می‌تواند به وسیله‌ی مدل‌های مختلف از جمله مدل‌های آماری و در صورت فراهم بودن تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی متعدد در این زمینه نشان داده شود.

قدیمی‌ترین مشاهدات در خصوص اثر تغییرات اقلیمی بر پوشش گیاهی در حوزه‌ی شهرهای بزرگ به ثبت رسیده که مربوط به آثار تشکیل جزیره گرمایی شهر بر پوشش گیاهی داخل شهر و نواحی پیرامون آن بوده است (Sukopp, 2000: 259).

معمولاً برای تشخیص ارتباط بین شاخص‌های اقلیمی با میزان تولید و چگونگی توزیع پوشش گیاهی، رفتار سری‌های زمانی دما و بارش را با استفاده از مدل‌های آماری بر وضعیت پوشش گیاهی می‌سنجند (Bakkenes et al, 2002: 392).

در مراتع بیابانی سونوران، رابطه‌ی معناداری بین مقدار بارندگی تابستانه با تولید علوفه^۱ وجود دارد. علت عدم وجود رابطه معنادار بین بارندگی و رشد زمستانه در این منطقه، محدودیت دما بر رشد گیاه در زمستان است (Martin et al, 1995: 4).

نتایج مطالعات انجام شده در آلمان مرکزی بر اساس مدل اقلیمی Q_{gs} (Ellenberg, 1963: 9) نیز نشان‌دهنده‌ی تأثیر جریان‌های قاره‌ای خشک بر فصل رشد به صورت کاهش پتانسیل مکانی است (Franke & Kstner, 2007: 139).

بین نوسان دما و بارش با تغییرات پوشش مرتعی مناطق دشتی شرق دریای مازندران نیز رابطه‌ی معناداری وجود دارد که بر این اساس یک تیپ‌بندی اقلیمی از مراتع صورت گرفته است (حشمتی، ۱۳۸۰: ۴۹). وجود یک رابطه‌ی معنادار با یک ضریب همبستگی بالا بین بارش ماهانه و تولید یونجه در مراتع همدند آبرسد، حاکی از تفاوت میزان تولید علوفه در این منطقه نیمه‌خشک از یک سال به سال دیگر است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۸-۱۶).

در مناطق خشک استان‌های یزد و سیستان و بلوچستان در وضعیت حداکثر بارندگی، ظرفیت مراتع تا سه برابر نسبت به میانگین بارندگی و همچنین در

مهمترین پوشش گیاهی مراتع منطقه‌ی مورد مطالعه عبارتند از: درمنه دشتی، قیچ، انواع گون، تاغ، ترات، اسکمبیل، انواع گز، انواع سالسولا، آکاسیا، کهور، چگرد و داز (سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۸۷).

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی بلوچستان مرکزی با مختصات جغرافیایی بین ۲۶ تا ۲۸ درجه عرض شمالی و ۵۹ تا ۶۱ درجه طول شرقی با مساحتی بالغ بر ۴۲۵۱۰ کیلومتر مربع در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. بارش منطقه ناچیز، دمای آن بالا و پوشش گیاهی آن فقیر می‌باشد. این در حالی است که وقوع بارش‌های ناگهانی در منطقه تحت تأثیر قرارگیری زبانه‌ی کم‌فشار گنگ-پاکستان می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد و توسعه‌ی پوشش گیاهی داشته باشد (سلیقه و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۵). آمار مورد نیاز دما و بارش ماهانه و سالانه ایستگاه‌های نیکشهر و ایرانشهر برای دوره‌ی آماری ۲۰ ساله (۸۶-۱۳۶۶) از طریق اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان دریافت گردید. نمونه بارش و دمای سالانه این ایستگاهها در جدول (۱) آمده است.

حداقل‌های بارندگی، ظرفیت مراتع تا یک سوم میانگین نوسان دارد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۳: ۵۷). در مراتع استپی رود شور نیز در طول نه سال (به خصوص در دوره‌های خشک) با کاهش بارندگی، تراکم و سطح پوشش گیاهی به شدت کاهش یافته است (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۱).

در استان سیستان و بلوچستان رابطه بین میزان تولید پوشش مرتعی و نوسان عناصر اقلیمی دما و بارش طی یک دوره‌ی آماری ۲۰ ساله با استفاده از معادلات تحلیل رگرسیونی و سیستم‌اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن تغییرات معناداری بین این متغیرها را طی دوره‌های نوسان به خوبی نشان داده است (جاودانی، ۱۳۸۹: ۱). وجود شرایط ویژه و رفتارهای متعارض، چندگانه و نوسان اقلیمی منطقه مورد مطالعه باعث گردید تا به بررسی تأثیر این رفتارها بر پوشش بالقوه گیاهی منطقه پرداخته شود. بنابراین در این پژوهش رابطه‌ی رفتارها (نوسان‌ها و ناهنجاری‌های) بارش و دما با تغییرات پوشش مرتعی بالقوه منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱: بارش و دمای ایستگاه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه

متوسط دمای ۱۳۸۶ (درجه سلسیوس)	متوسط دمای ۱۳۷۹ (درجه سلسیوس)	مجموع بارش سال ۱۳۸۶ (میلیمتر)	مجموع بارش سال ۱۳۷۹ (میلیمتر)	ارتفاع ایستگاه (متر)	نام ایستگاه	استان
۲۷/۳	۲۷/۹	۱۱۳	۲۴	۵۰۰	قصرقند	بلوچستان
۲۷/۸	۲۸/۱	۳۱۳/۵	۲۴	۵۱۰	نیکشهر	
۲۷/۵	۲۸	۴۵۰/۵	۰	۲۵۰	چاهان	
۲۵/۵	۲۶	۲۵۴/۸	۵۱	۷۱۱	مسکوتان	سیستان
۲۶/۶	۲۷/۵	۲۶۰/۶	۱۸/۳	۵۹۱	ایرانشهر	
۲۵/۵	۲۶	۱۵۰	۱۸/۷	۳۹۷	بمپور	
۲۷	۲۷/۷	۱۷۵	۰	۳۷۰	گلمورتی	

مأخذ: اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۰

تغییرات اقلیمی بر پوشش مرتعی بالقوه مورد بررسی قرار گرفت.^۳

در مجموع معادله اقلیمی Q_{gs} متکی بر تغییرات دما و بارش در منطقه‌ی مورد مطالعه است. بر طبق این معادله، ابتدا ارزش‌های Q_{yr} ^۴ به صورت زیر به کار برده شد (Ellenberg, 1996:18):

$$Q_{yr} = \frac{T_m}{P_{yr} - corr} \times 1000 \quad \text{رابطه ۲:}$$

که $P_{yr} - corr$ از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:
رابطه ۳:

$$P_{yr} - corr = \sum_{i=1}^j P_m - corr (i=1,2,3,\dots, j=12)$$

در این روابط، (T_m) : دمای متوسط گرم‌ترین ماه سال؛ $(P_{yr} - corr)$: مجموع بارش سالانه به میلی‌متر و $(P_m - corr)$: بارش مشخص شده ماهانه به میلی‌متر است (Enke et al, 2005: 259). در مرحله‌ی بعد صورت می‌گیرد (Ellenberg, 1996:18):

$$Q_{gs} = \frac{T_m}{P_{gs} - corr} \times 1000 \quad \text{رابطه ۴:}$$

در این رابطه، $(P_{gs} - corr)$ همان مجموع بارش در طی دوره‌ی رشد است و از رابطه‌ی ذیل به دست می‌آید (Ellenberg, 1996:18):
رابطه ۵:

$$P_{gs} - corr = \sum_{i=x}^j P_m - corr_i, \\ [i : x = Month(GS_{begin}), x+1, \dots, x = j-1, j = Month(GS_{end})]$$

به شرطی که مقدار LGS بزرگتر از متوسط دمای روزانه باشد (Ellenberg, 1996:19):

$$LGS = \max \sum_{a=y}^b d_a \rangle T_d \quad \text{رابطه ۶:}$$

۳- معادله اقلیمی Q_{gs} برای اولین بار توسط النبرگ در سال ۱۹۶۳ مطرح و در ۱۹۹۶ توسط همین فرد تصحیح و به کارگیری شد (Ellenberg, 1996, 1963). بعدها مدل Q_{gs} در سال ۲۰۰۷ توسط فرانکو و کستنر در سطح وسیعی از آلمان مرکزی به کار گرفته شد (Franke & Kstner, 2007).

4- yr = year

برای نشان دادن تغییرات اقلیمی، ترسالی‌ها و خشکسالی‌های به وقوع پیوسته در سال‌های مورد مطالعه و نشان دادن دوره‌های تر و خشک منطقه‌ی مورد مطالعه از شاخص SPI استفاده شد. این شاخص در واقع متفاوت بودن تأثیر خشکسالی بر مؤلفه‌های مختلف طبیعی را بیان می‌کند.

شاخص مذکور در هر منطقه بر اساس داده‌های بارندگی طولانی‌مدت محاسبه می‌شود. بنابراین به عنوان یکی از شاخص‌های مناسب برای پایش وضعیت فعلی خشکسالی بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است (جاودانی، ۱۳۸۹: ۱۳). همچنین شاخص SPI یکی از روش‌های پیشنهادی سازمان هواشناسی برای تحلیل بارش نیز می‌باشد. این شاخص از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad \text{رابطه ۱:}$$

در این رابطه Z همان نمره شاخص استاندارد بارندگی، X_i : بارش در طول زمان، \bar{X} : میانگین بارش و S : انحراف معیار داده‌هاست (زارع/بیانه و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۱). از نقاط مثبت این شاخص آن است که میانگین و انحراف معیار در آن برابر صفر و یک است که از نظر مقایسه بین ایستگاهها ارزشمند است. از ضعف‌های مدل آن است که برای دوره‌های بلندمدت کارایی بهتری دارد تا کوتاه‌مدت. همچنین به دلیل شرایط اکولوژیکی حساس پوشش مرتعی در منطقه در رابطه با نوسانات عناصر اقلیمی، برای شناخت و بررسی این رابطه بایستی از روش‌های آماری، روابط و مدل‌های رگرسیونی و ضریب همبستگی استفاده کرد (جاودانی، ۱۳۸۹: ۶۶).

بر این اساس دوره‌ی آماری به دوره‌های ترسالی و خشکسالی تقسیم گردید. سپس با استفاده از معادله اقلیمی Q_{gs} ^۱ (معادله اقلیمی فصل رشد)^۲ تأثیر

1-Climate Quotient for Growing Season

۲- در این معادله، منظور از Q_{gs} ، فصل رشد گیاه است.

در طی دوره رشد را ناشی از کاهش بارش نشان می‌دهد. سپس (با شرط وجود رابطه معنادار بین دو ارزش یاد شده)، ارزش‌های Q_{gs} به صورت زیر محاسبه گردید (Ellenberg, 1996: 20):

$$Q_{gs} = 2 \times Q_{yr} \text{ for } Q_{yr} \leq 20 \quad \text{رابطه ۹:}$$

$$Q_{gs} = 1.25 \times Q_{yr} + 15.8 \text{ for } Q_{yr} \geq 20 \quad \text{رابطه ۱۰:}$$

در نهایت ارزش‌های محاسبه شده Q_{gs} هر سه دوره با استفاده از نقشه DEM منطقه نرمال گردید و برای تولید نقشه‌های نهایی به کار گرفته شد. در این پژوهش از میان‌یابی کریجینگ^۲ (با روش Ordinary و مدل Caussion) در نرم‌افزار ArcGIS برای تولید نقشه‌های هم‌ارزش Q_{gs} سه دوره استفاده شد.

روش میان‌یابی کریجینگ برای داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند، به کار می‌رود و روش محلی-احتمالی، رسا، خطی، اریب و با واریانس کمینه در یک نقطه به شمار می‌آید. این روش با شرط احراز صلاحیت‌های اولیه و لازم می‌تواند بهترین میانگین موزون از یک پهنه را ارائه نماید (عساکره، ۱۳۸۷: ۲۷).

مباحث و یافته‌ها

با استفاده از شاخص SPI دوره‌ی آماری به سه ریزدوره تقسیم گردید:

۱- دوره‌ی اول (۷۶-۱۳۶۶) یا همان دوره‌ی ترسالی؛

۲- دوره‌ی دوم (۸۲-۱۳۷۷) یا همان دوره‌ی خشک؛

۳- دوره‌ی سوم (۸۶-۱۳۸۳) یا همان دوره‌ی ترسالی.

جهت تعیین فصل رشد مراتع منطقه، دوره‌ای که دما بین ۱۰ تا ۲۵ درجه بود به عنوان فصل رشد انتخاب گردید. این دوره از اواخر بهمن تا اواسط فروردین بود. علاوه بر بررسی میزان بارش، دما، مشاهدات میدانی وضعیت مراتع منطقه شاهد این ادعا می‌باشد.

که LGS از تفاضل آخرین روز فصل رشد از اولین روز فصل رشد محاسبه می‌گردد (Ellenberg, 1996: 19).

$$\text{رابطه ۷: } LGS = Gs_{end}(d_a) - Gs_{begin}(d_a)$$

البته در شرایطی LGS از معادله فوق محاسبه می‌گردد که متوسط دمای روزانه (T_d)، بیشتر از ۱۰ درجه سلسیوس باشد (Ellenberg, 1966: 19).

$$T_d > 10^{\circ C} \quad \text{and}$$

$$a : y, y + 1, \dots, b - 1, b$$

در این روابط، ($p_m\text{-corr}$): بارش مشخص شده ماهانه به میلی‌متر؛ (Gs_{begin}): شروع فصل رشد؛ (Gs_{end}): پایان فصل رشد؛ (d_a) روز سال و (T_d): متوسط دمای روزانه به درجه سلسیوس است.

بر طبق معادله Q_{gs} طولانی‌ترین دوره‌ی متوالی روزهایی که متوسط دمای روزانه آنها بیش از ۱۰ درجه سلسیوس باشد، به عنوان فصل رشد تعریف می‌شود (Ellenberg, 1966: 19). اما منطقه‌ی مورد مطالعه بیشتر ایام سال را در دمای بیش از ۱۰ درجه سبزی می‌کند که تنها در زمستان آن هم طی مدت کوتاهی ممکن است دما زیر ۱۰ درجه بوده و رشد گیاهان را محدود سازد. بنابراین جهت محاسبه‌ی بارش فصل رشد منطقه، بارش دوره‌ای که دما بین ۱۰ تا ۲۵ درجه بود، منظور گردید. این دوره از اول بهمن تا پایان فروردین مشخص گردید.

ارتباط بین ارزش‌های Q_{gs} و Q_{yr} نیز مورد بررسی قرار گرفت که همبستگی پیرسون^۱ این رابطه را نشان می‌دهد. به گونه‌ای که در نواحی پست‌تر منطقه، نسبت معادله Q_{gs} و Q_{yr} کاهش می‌یابد و کاهش بارش و افزایش دما و کاهش پوشش گیاهی بالقوه محسوس است، به خصوص در نیمه‌ی دوم دوره‌ی آماری و در مناطق کم‌ارتفاع‌تر. این مسأله اهمیت افزایش خشکسالی

روند جهت‌دار و مشخصی در میانگین دمای گرمترین ماه سال (تیرماه) در منطقه‌ی مورد مطالعه طی دوره‌های ترسالی و خشکسالی وجود دارد. میانگین حجم بارش سالانه در دوره‌های ترسالی و خشکسالی منطقه نیز طی سال‌های آماری از تفاوت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است.

همبستگی معنادار و قوی بین ارزش‌های Q_{gs} و Q_{yr} طی دوره‌ی آماری انتخاب شده در منطقه‌ی مورد مطالعه مشاهده گردید (جدول ۵).

سپس مقادیر متوسط دمای گرم‌ترین ماه سال، بارش سالانه، بارش فصل رشد، ارزش‌های Q_{gs} و Q_{yr} اولیه و Q_{gs} نهایی شده دو ایستگاه ایرانشهر و نیکشهر استخراج گردید که در جداول ۲ تا ۴ آمده است. بررسی و تجزیه و تحلیل جداول ۲، ۳ و (۴) نشان می‌دهد که ارزش‌های پایین Q_{gs} همواره با مقادیر بالای بارش فصل رشد و کاهش دمای متوسط گرمترین ماه سال همراه است. همچنین ارزش‌های پایین Q_{yr} همواره با مقادیر بالای بارش سالانه و کاهش دمای متوسط گرمترین ماه سال همراه است.

جدول ۲: محاسبات انجام شده برای ایستگاه نیکشهر

سال	T_m به $^{\circ}C$	$P_{yr-corr}$ به mm	$P_{gs-corr}$ به mm	Q_{yr}	Q_{gs}	Q_{gs} نهایی	وضعیت دوره
۱۳۶۶	۳۵/۸	۱۳۰	۴۲/۲	۲۷۵/۴	۸۴۸/۳	۳۲۳/۳	ترسالی
۱۳۶۷	۲۸	۱۸۵	۱۰۱/۵	۱۵۱/۳	۲۷۵/۸		
۱۳۶۸	۳۵	۸۸/۵	۳۷	۳۹۵/۴	۹۴۵/۹		
۱۳۶۹	۳۵/۲	۱۳۴/۵	۲۶/۵	۲۶۱/۷	۱۳۲۸/۳		
۱۳۷۰	۳۴/۸	۱۵۰	۴۱/۵	۲۳۲	۸۳۸/۵		
۱۳۷۱	۳۶/۸	۲۴۲/۵	۱۰۶	۱۵۱/۷	۳۴۷/۱		
۱۳۷۲	۴۰	۹۰	۴۱	۴۴۴/۴	۹۷۵/۶		
۱۳۷۳	۳۶	۱۴۱	۲۴	۲۵۵/۳	۱۵۰۰		
۱۳۷۴	۳۵/۲	۱۶۴/۵	۲۱	۲۱۳/۹	۱۶۷۶/۲		
۱۳۷۵	۳۴/۴	۱۵۵	۱۹	۲۲۱/۹	۱۸۱۰/۵		
۱۳۷۶	۳۵/۵	۳۴۵	۴۸/۵	۱۰۲/۸	۷۳۱/۹	۴۸۷/۵	خشکسالی
۱۳۷۷	۳۶	۱۷۹	۶۸	۲۰۱/۱	۵۲۹/۴		
۱۳۷۸	۳۵/۲	۱۲۶/۵	۶۶/۵	۲۷۸/۲	۵۲۹/۳		
۱۳۷۹	۳۵	۱۲۴	۲۵/۵	۲۸۲/۲	۱۳۴۲/۵		
۱۳۸۰	۳۶/۴	۴۵/۵	۳۱	۸۰۰	۱۱۷۴/۲		
۱۳۸۱	۳۵/۵	۸۹/۵	۱۱/۵	۳۹۶/۶	۳۰۸۶/۹		
۱۳۸۲	۳۷	۱۲۰/۹	۵۱/۵	۳۰۶/۱	۷۱۸/۴	۳۱۶/۵	ترسالی
۱۳۸۳	۳۵/۹	۷۹/۵	۳۲/۹	۴۵۱/۵	۱۰۹/۱		
۱۳۸۴	۳۵/۸	۱۴۷	۱۴۲/۲	۲۴۳/۵	۲۵۱/۷		
۱۳۸۵	۳۵/۶	۲۲۵/۵	۱۲۵	۱۵۷/۸	۲۸۴/۸		
۱۳۸۶	۳۴/۳	۳۱۳	۴۲	۱۰۹/۵	۸۱۶/۶	مجموع	-
	۳۵/۴	۱۵۶	۵۲/۶	۲۸۲/۵	۹۵۸/۱		

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۰

جدول ۳: محاسبات انجام شده برای ایستگاه ایرانشهر

وضعیت دوره	Q _{gs} نهایی	Q _{gs}	Q _{yr}	P _{gs-corr} mm به	P _{yr-corr} mm به	T _m به o ^c	سال
ترسالی	۴۲۰/۲	۱۶۶۳/۶	۲۷۸/۹	۲۲	۱۳۱/۲	۳۶/۶	۱۳۶۶
		۱۶۵۱/۹	۲۶۹/۳	۲۲/۷	۱۳۹/۲	۳۷/۵	۱۳۶۷
		۵۲۶/۳	۱۷۱/۱	۷۰/۳	۲۱۶/۲	۳۷	۱۳۶۸
		۳۹۲/۴	۳۲۳/۸	۹۵/۳	۱۱۵/۵	۳۷/۴	۱۳۶۹
		۴۳۵/۱	۶۳۹/۵	۵۷/۷	۸۴/۸	۳۶/۹	۱۳۷۰
		۵۵۵/۲	۲۰۴/۸	۶۷	۱۸۱/۶	۳۷/۲	۱۳۷۱
		۱۳۲۰/۲	۷۶۱/۸	۲۸/۱	۴۸/۷	۳۷/۱	۱۳۷۲
		۱۱۳۸/۸	۲۸۱/۲	۳۲/۴	۱۳۱/۲	۳۶/۹	۱۳۷۳
		۹۱۳/۲	۱۶۷/۹	۴۱/۵	۲۲۵/۶	۳۷/۹	۱۳۷۴
		۳۱۱/۲	۳۰۶/۲	۱۱۷/۳	۱۱۹/۲	۳۶/۵	۱۳۷۵
۴۶۱/۲	۱۵۴/۴	۸۱/۳	۲۴۲/۸	۳۷/۵	۱۳۷۶		
خشکسالی	۱۴۰۳/۲	۵۲۰/۶	۳۹۴/۳	۷۲/۸	۹۶/۱	۳۷/۹	۱۳۷۷
		۲۷۸۵/۲	۶۴۸/۲	۱۳/۵	۵۸	۳۷/۶	۱۳۷۸
		۹۳۵۰	۲۰۳۲/۶	۴	۱۸/۴	۳۷/۴	۱۳۷۹
		۳۲۰۸۳/۲	۱۸۷۸	۱/۲	۲۰/۵	۳۸/۵	۱۳۸۰
		۲۰۳۶/۸	۱۰۴۸/۷	۱۹	۳۶/۹	۳۸/۷	۱۳۸۱
		۱۱۳۰/۹	۶۵۷/۴	۳۳/۶	۵۷/۸	۳۸	۱۳۸۲
ترسالی	۴۱۱/۸	۷۸۷۵	۲۶۶/۲	۴/۸	۱۴۲	۳۷/۸	۱۳۸۳
		۱۰۷۴/۳	۴۲۰/۳	۳۶/۳	۹۰/۴	۳۸	۱۳۸۴
		۲۷۲۷/۲	۴۱۵/۳	۱۴/۳	۹۱/۵	۳۸	۱۳۸۵
		۸۶۱/۷	۱۴۳/۵	۴۳/۴	۲۶۰/۶	۳۷/۴	۱۳۸۶
-	-	۳۳۲۴/۴	۵۴۶/۹	۴۱/۸	۱۱۹/۴	۳۷/۶	مجموع

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۰

جدول ۴: ارزش‌های محاسبه شده Q_{gs} و Q_{yr} برای ایستگاه‌های نیکشهر و ایرانشهر

نام ایستگاه	وضعیت دوره	میانگین T _m به o ^c	میانگین P _{yr-corr} mm به	میانگین P _{gs-corr} mm به	میانگین Q _{yr}	میانگین Q _{gs}	میانگین Q _{gs} نهایی*
نیکشهر	دوره اول (ترسالی)	۳۵/۱	۱۶۶	۴۶/۲	۲۴۶	۱۰۲۵/۳	۳۲۳/۳
	دوره دوم (خشکسالی)	۳۵/۸	۱۱۴/۲	۴۲/۳	۳۷۷/۴	۱۲۳۰/۱	۴۸۷/۵
	دوره سوم (ترسالی)	۳۵/۴	۱۹۱/۳	۸۵/۵	۲۴۰/۶	۳۶۵/۵	۳۱۶/۵
ایرانشهر	دوره اول (ترسالی)	۳۷/۱	۱۴۸/۷	۵۷/۷	۳۲۳/۵	۸۵۱/۷	۴۲۰/۲
	دوره دوم (خشکسالی)	۳۸	۴۸	۲۴	۱۱۰۹/۹	۷۹۸۴/۵	۱۴۰۳/۲
	دوره سوم (ترسالی)	۳۷/۸	۱۴۶/۱	۲۴/۷	۳۱۶/۸	۳۱۳۴/۶	۴۱۱/۸

* نکته: با توجه به برقراری شرط $Q_{yr} \geq 20 \cdot Q_{gs}$ از معادله $Q_{gs} = 1.25 \cdot Q_{yr} + 15.8$ برای محاسبه Q_{gs} نهایی استفاده شده است.

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۰

اساس داده‌های توپوگرافی موجود، نقشه DEM منطقه‌ی مورد مطالعه جهت مقایسه تأثیرات کاهش دمای ناشی از افزایش ارتفاع در منطقه تهیه گردید (شکل ۴).

از آنجایی که تنش ناشی از خشکسالی در مناطقی که ارزش‌های Q_{gs} بالاتر بوده (یعنی مناطقی که از حجم بارش فصل رشد خوبی برخوردار نبوده‌اند) بیشتر است و بالعکس در مناطقی که ارزش‌های Q_{gs} پایین‌تر بوده (یعنی مناطقی که از حجم بارش فصل رشد خوبی برخوردار بوده‌اند)، مراتع از وضعیت بهتری برخوردار بوده است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت در دوره‌ی اول ۷۶-۱۳۶۶ (دوره ترسالی) هر دو منطقه‌ی ایران‌شهر و نیکشهر با ارزش‌های پایین‌تر Q_{gs} و در نتیجه تنش کمتر کم‌آبی مراتع روبرو بودند. اما در منطقه‌ی ایران‌شهر به دلیل اینکه بارش فصل رشد، مقدار کمتری از کل حجم بارش سالانه را نسبت به منطقه‌ی نیکشهر دربرگرفته، در نتیجه مراتع نیکشهر در این دوره از وضعیت بهتری برخوردار بوده است (شکل ۱).

در دوره‌ی دوم ۸۲-۱۳۷۷ (دوره‌ی خشک) در سرتاسر منطقه‌ی بلوچستان مرکزی با ارزش‌های بالاتر Q_{gs} و در نتیجه تنش بیشتر کم‌آبی مراتع روبرو بودند. اما در منطقه‌ی ایران‌شهر به دلیل اینکه بارش فصل رشد، مقدار بسیار کمتری از کل حجم بارش سالانه را نسبت به منطقه‌ی نیکشهر در بر گرفته، در نتیجه مراتع نیکشهر در این دوره باز هم از وضعیت بهتری برخوردار بوده است (شکل ۲).

در دوره‌ی سوم ۸۶-۱۳۷۳ (دوره ترسالی) در سرتاسر منطقه‌ی بلوچستان مرکزی با ارزش‌های پایین‌تر Q_{gs} و در نتیجه تنش کمتر کم‌آبی مراتع روبرو بودند. اما در منطقه‌ی ایران‌شهر به دلیل اینکه بارش فصل رشد، مقدار بسیار کمتری از کل حجم بارش سالانه را نسبت به منطقه نیکشهر در بر گرفته، در نتیجه مراتع نیکشهر

جدول ۵: همبستگی بین Q_{gs} و Q_{yr} در منطقه‌ی مورد مطالعه

Q_{yr}	ارزش
Sig= 0.004** Pearson: 0.950	Q_{gs}

** نوع رابطه: معنادار در سطح ۹۹ درصد

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۰

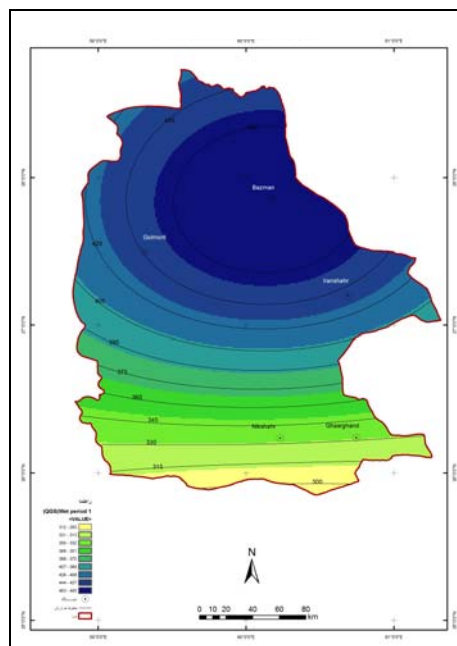
از طرفی با بررسی همبستگی بین ارزش‌های Q_{gs} و Q_{yr} جداول (۲) و (۳) یعنی نیکشهر و ایران‌شهر به طور جداگانه، این معناداری برای ایران‌شهر قوی‌تر از نیکشهر است. لذا شرط لازم برای محاسبه Q_{gs} نهایی نیز فراهم است. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که در این منطقه افزایش حجم بارش سالانه می‌تواند در بهبود شرایط آبی فصل رشد مراتع اثرگذار باشد. به این معنا که افزایش بارش سالانه در این منطقه با افزایش بارش فصل رشد همراه است (البته در این میان نقش تغییرات دما را نیز باید در نظر داشت).

به استناد جدول (۴) می‌توان چنین استنباط کرد: طی دوره ۷۶-۱۳۶۶ و ۸۶-۱۳۸۳ که بر اساس شاخص SPI یک وضعیت ترسالی بر منطقه حاکم بوده، به نسبت دوره ۸۲-۱۳۷۷ که وضعیت خشکسالی بر منطقه حاکم بوده، مقادیر Q_{gs} از ارزش‌های پایین‌تری برخوردار است. به علاوه اینکه در دوره‌ی اول (ترسالی) منطقه‌ی نیکشهر، حجم بیشتری از بارش سالانه طی فصل رشد مراتع، نسبت به دوره‌ی اول (ترسالی) منطقه‌ی ایران‌شهر ریزش داشته است. بنابراین در محدوده‌ی ایستگاه نیکشهر، ارزش برآورد شده Q_{gs} در دوره‌ی اول (ترسالی) برابر با ۳۲۳ بوده در حالی که همین ارزش برای ایستگاه ایران‌شهر در دوره‌ی اول (ترسالی)، ۴۲۰ بوده و نشان می‌دهد که وضعیت مراتع نیکشهر در مقایسه با وضعیت مراتع ایران‌شهر بهتر بوده است. در ادامه نقشه‌ی ارزش‌های Q_{gs} نهایی (جداول ۲ و ۳) برای منطقه‌ی مورد مطالعه در دوره‌های ترسالی و خشکسالی طراحی شد (اشکال ۱، ۲ و ۳). همچنین بر

اقلیمی دما و بارش (سالانه، ماهانه و فصلی) وجود ارتباط معنادار بین دما و میزان تولید در منطقه نیکشهر با ضریب همبستگی $-0/692$ و ضریب خطای $0/006$ تأیید شده است. برای شهرستان ایرانشهر ضریب همبستگی بین این دو متغیر $-0/570$ و ضریب خطا برابر با $0/033$ و نامعنادار بوده است. قابل ذکر است که میزان همبستگی مقدار تولید با متوسط دمای سالانه در این منطقه بالاتر از منطقه ایرانشهر به دست آمد. بنابراین مدل رگرسیون چند متغیره با روش گام به گام^۱ بهترین و مؤثرترین زمان بارش بر میزان تولید را بارش سالانه معرفی می‌نماید که برای شهرستان ایرانشهر، رابطه‌ی بارش سالانه و میزان تولید مرتع با ضریب همبستگی $0/704$ و ضریب خطای نزدیک به صفر و برای منطقه‌ی مورد مطالعه نیکشهر، رابطه‌ی بارش سالانه و میزان تولید مرتع با ضریب همبستگی $0/812$ و ضریب خطای نزدیک به صفر معنادار می‌باشد.

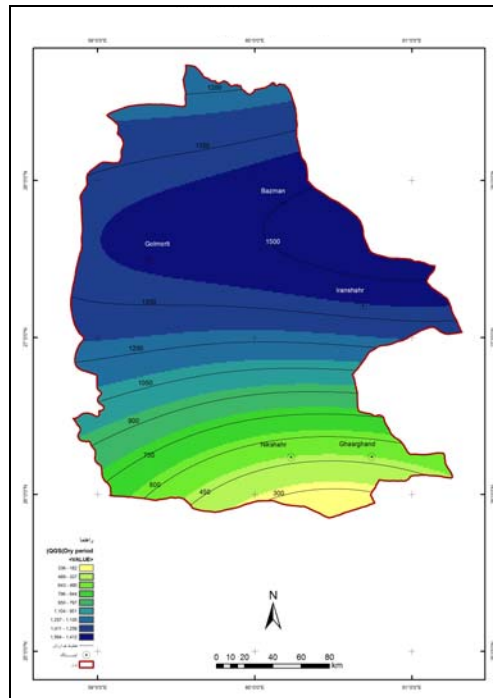
در این دوره باز هم از وضعیت بهتری برخوردار بوده است (شکل ۳). از طرفی به دلیل اختلاف ناچیز ارتفاع (حدود ۸۰ متری) بین دو منطقه ایرانشهر با ارتفاع ۵۹۱ متر و نیکشهر با ارتفاع ۵۱۰ متر) عامل ارتفاع نتوانسته مراتع ایرانشهر را از آسیب‌های ناشی از تنش کم‌آبی در مقایسه با مراتع نیکشهر که از ارتفاع کمتری برخوردار است محافظت نماید. چراکه افزایش میانگین دما در منطقه ایرانشهر نسبت به منطقه نیکشهر، اثر افزایش ارتفاع را در این منطقه خنثی نموده است (مقایسه شکل ۴ و جدول ۲).

ارزش‌های Q_{gs} در هر سه دوره از جنوب به شمال در همه نقشه‌ها افزایش می‌یابد. این امر نشان می‌دهد که به طور کلی تنش ناشی از کم‌آبی در بخش‌های مختلف شهرستان نیکشهر که در نیمه‌جنوبی نقشه قرار دارند نسبت به بخش‌های شهرستان ایرانشهر کمتر بوده است. بر اساس نتایج حاصل از مدل رگرسیون چند متغیره بین داده‌های میزان تولید و پارامترهای

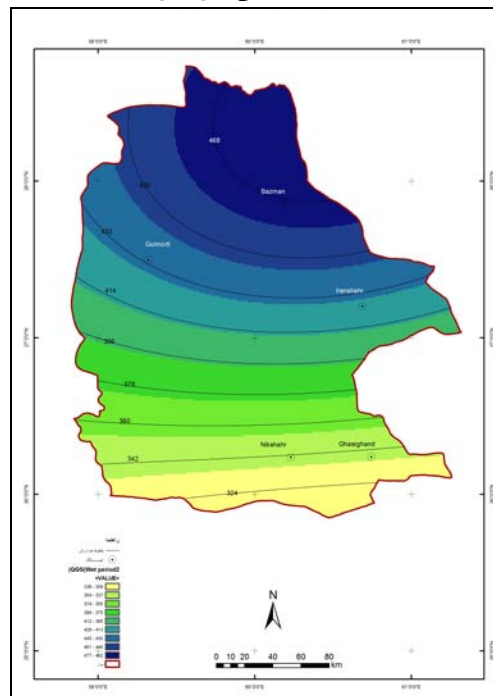


شکل ۱: نقشه ارزش‌های Q_{gs} دوره‌ی اول (ترسالی)

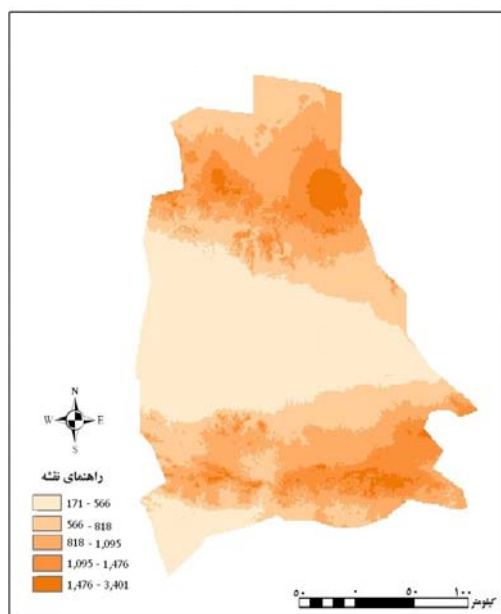
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۲: نقشه ارزش‌های Q_{gs} دوره‌ی دوم (خشکسالی)
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۳: نقشه ارزش‌های Q_{gs} دوره‌ی سوم (ترسالی)
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۴: نقشه DEM منطقه بلوچستان مرکزی

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

نتیجه

نتایج کلی پژوهش نشان می‌دهد که افزایش حجم بارش سالانه می‌تواند در بهبود شرایط آبی فصل رشد مراتع اثرگذار باشد. به این معنا که در منطقه‌ی مورد مطالعه، افزایش بارش سالانه با افزایش بارش فصل رشد همراه است که البته در این میان نقش تغییرات دما را نباید از نظر دور داشت. بر اساس شاخص SPI، منطقه‌ی مورد مطالعه در دوره‌ی ۱۳۶۶-۷۶ و ۱۳۸۳-۸۶ وضعیت ترسالی داشت، در حالی که بر اساس همین شاخص در دوره‌ی ۸۲-۱۳۷۷ وضعیت خشکسالی بر منطقه حاکم بوده است. با توجه به اینکه ارزش‌های Q_{gs} به دست آمده برای دوره‌ی اقلیمی ۱۳۶۶-۷۶ (دوره‌ی ترسالی منطقه) پایین‌تر از دوره‌ی اقلیمی ۸۲-۱۳۷۷ (دوره‌ی خشکسالی منطقه) بود بنابراین تنش ناشی از خشکسالی در بخش‌هایی از این مناطق که ارزش‌های Q_{gs} بالاتر بوده (یعنی بخش‌هایی که از حجم بارش فصل رشد خوبی برخوردار نبوده‌اند) بیشتر

و بالعکس در بخش‌هایی که ارزش‌های Q_{gs} پایین‌تر بوده (یعنی بخش‌هایی که از حجم بارش فصل رشد خوبی برخوردار بوده‌اند)، مراتع از وضعیت بهتری برخوردار بوده است.

بر این اساس طی سال‌های آماری مورد مطالعه، سایت‌های مراتع واقع در محدوده‌ی شهرستان ایرانشهر، نسبت به سایت‌های واقع در محدوده‌ی شهرستان نیکشهر با تنش کم‌آبی بیشتری مواجه بودند. در نتیجه طی رفتارهای نامنظم چند سال اخیر بارش، آسیب بیشتری به مراتع شهرستان ایرانشهر وارد گردید. از طرفی به دلیل اختلاف ارتفاع ناچیز بین دو منطقه، عامل ارتفاع نتوانسته مراتع ایرانشهر را از آسیب‌های ناشی از تنش کم‌آبی در مقایسه با مراتع نیکشهر که از ارتفاع کمتری برخوردار است محافظت نماید. چراکه افزایش میانگین دما در منطقه‌ی ایرانشهر نسبت به منطقه‌ی نیکشهر، اثر افزایش ارتفاع را در این منطقه خنثی نموده است.

- حسینی، زین‌العابدین؛ سیدتقی میرحاجی؛ علیرضا صفری (۱۳۸۰). رابطه بارندگی با تولید یونجه دیم (مطالعه موردی ایستگاه تحقیقات مراتع همدان آبرسد)، مجموعه مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتعداری. ایران. ۱۸-۱۶ بهمن ۸۰. دانشگاه تهران.

- حشمتی، غلامعلی (۱۳۸۰). تأثیر اقلیم بر پوشش مرتعی مناطق دشتی شرق دریای مازندران، علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۸.

- خشنو، احمد (۱۳۷۸). بررسی تغییرات اقلیمی جنوب ایران (دما و بارش)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آب و هواشناسی. تهران. دانشگاه تربیت معلم.

- زارع‌ایبانه، حمید؛ علی‌اکبر محبوبی؛ مهران حیدری (۱۳۸۰). بررسی شاخص‌های خشکسالی غرب کشور، اولین کارگاه آموزشی هواشناسی کشاورزی. همدان.

- سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۸۷). گزارش بررسی تأثیر نوسان بارندگی بر میزان تولید و ظرفیت مراتع استان سیستان و بلوچستان، تهران. کمیته کاهش اثرات و بلایای طبیعی.

- سلیقه، محمد؛ فرامرز بریمانی (۱۳۸۶). اثرات سیستم‌های آب و هوایی موسمی بر کشاورزی بلوچستان، فصلنامه جغرافیا و توسعه. شماره ۹.

- عساکره، حسین (۱۳۸۷). کاربرد روش کریجینگ در میانبایی بارش مطالعه موردی: میانبایی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین، فصلنامه جغرافیا و توسعه. شماره ۱۲.

- علیزاده، عسکر؛ فاطمه مهدوی (۱۳۸۳). بررسی تأثیر نوسانات بارندگی بر وضعیت و ظرفیت مراتع در مناطق خشک مورد استان سیستان و بلوچستان و یزد، مجله جنگل و مرتع. شماره ۹۳.

- Bakkenes, M, J. R.M Alkemade, F. Ihle, R. Leemans, J.B Latour (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology*, Volume 8, Issue 4.

نتایج حاصل از بررسی آماری با مدل رگرسیون چندمتغیره نیز بین داده‌های میزان تولید مرتع، دما و بارش برای محدوده‌ی مورد مطالعه نیکشهر نشان- دهنده‌ی همبستگی بیشتر دما، زمان بندی‌های آن و بارش با میزان تولید مرتع نسبت به شهرستان ایرانشهر بوده است. این نتیجه می‌تواند به دلیل حساسیت بیشتر گونه‌های موجود در منطقه‌ی نیکشهر باشد. از آنجایی که گونه‌های یکساله در نیکشهر نسبت به ایرانشهر بیشتر است و یکساله‌ها به نوسانات اقلیمی حساس‌ترند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که پوشش گیاهی در شهرستان ایرانشهر در عین واکنش به نوسانات دما، به دلیل اینکه در بیشتر ایام سال دماهای بالاتر از صفر درجه سلسیوس را تجربه کرده، خود را با شرایط اقلیمی و محیطی منطقه تطبیق داده و واکنش منفی به شرایط دمایی ندارد. بطوری که اکثر گونه‌های این شهرستان از نوع سازگار با محیط هستند.

منابع

- اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۰.
- اکبرزاده، مرتضی و سیدتقی میرحاجی (۱۳۸۵). تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر بارندگی در مراتع استپی رود شور، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان. سال ۱۳. شماره ۳.
- پورخباز، علیرضا؛ حمیدرضا پورخباز (۱۳۸۱). عمده‌ترین آشفته‌گی‌های زیست‌محیطی قرن حاضر (باران اسیدی، لایه ازون و گرمایش جهانی)، مشهد. انتشارات آستان قدس رضوی.

- جاودانی، راضیه (۱۳۸۹). بررسی تأثیر نوسانات اقلیمی بر تغییرات زیست‌محیطی پوشش گیاهی، مطالعه موردی محدوده شهرستان‌های ایرانشهر و نیکشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی به راهنمایی دکتر غلامرضا نوری. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- Gates, D. M (1993). *Climate Change and Its Biological Consequences*. Publisher: Sinauer Associate, 280pages.
- Martin, R., M. H., J. R. Cox and F. Ibarra. F (1995). Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert *Journal of Range Management*, Volume 48, Number 1.
- Sukopp, H and Wurzel, A (2000). Changing climate and the effect on vegetation in Central European cities. *Arboric J* 24.
- Woodward, F.I, Lomas M.R, and Lee S.E (2001). Predicting the future productivity and distribution of global terrestrial vegetation. In: Roy, J, Saugier, B, Mooney H.A(eds) *Terrestrial global productivity*. Academic Press, San Diego.
- Ellenberg. H (1963). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer and historischer sicht*. Eugen Ulmer, Stuttgart (Reprinted by Ellenberg and Leuschner (2010).
- Ellenberg. H (1996). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in okologischer, dynamischer and historischer Sicht*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Enke, W., Deutschlander, T., Schneider, F. and Kuchler, W (2005). Results of five regional climate studies applying a weather pattern based downscaling method to ECHAM4 climate simulations, *Meteorol Z* 12.
- Franke, J. and B, Kstner (2007). Effects of recent climate trends on the distribution of potential natural vegetation in Central Germany. *International Journal of Biometeorology*, Volume 52, No 2.

