

Climatic zoning of Khuzestan province based on Litynski Method

Sadatasl, S.L.¹  | Yavari, GH.²  | Ejlali, F.² 

1. **Corresponding Author**, Ph.D. Student, Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran. E-mail: sadatasl2016@gmail.com

2. Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: gr.yavari@gmail.com, farid.ejlali@gmail.com

(Received: 12 Feb 2021, Revised: 07 Sep 2022, Accepted: 18 Sep 2022, Published online: 18 Sep 2022)

Abstract

Implementing sustainable development of regions requires careful planning based on talents and resource constraints, and the climate of each region is one of the most important factors determining the development potential of the place. In this regard, climatic characteristics and its dominant elements that play a decisive role in the dispersal and formation of vital phenomena (plants, animals, and humans) are considered as one of the most important natural-environmental factors. If the guarantee of complete success of most agricultural development plans, industry, irrigation projects, transportation, health, etc. is achieved when it is accompanied by knowledge of the climate and the use of its various potentials. The purpose of this study is to classify the climate of Khuzestan province based on litany-skiing method. The litany-skiing method uses the three basic elements of temperature, precipitation and coefficient. This method uses auxiliary indicators for comprehensive classification, which include three indicators of compliance, dry season duration and solar radiation status.

To calculate meteorological data index including precipitation, minimum temperature, maximum temperature and relative humidity of 13 meteorological stations including Ahvaz, Izeh, Andimeshk, Mahshahr, Behbahan, Dezful, Azadegan, Ramhormoz, Shushtar, Masjed Soleiman, Omidieh, Shadegan and Shousha during 1991. Collected until 1397. Excel and SPSS software were used to calculate and analyze the indicators. The results showed that the climatic situation of Khuzestan cities was divided into 4 groups based on the coefficient of lithium ski index.

Keywords: Climate Zoning, Khuzestan Province, Ski Litner, Temperature, Precipitation.

طبقه بندی اقلیمی استان خوزستان بر اساس روش لیتن اسکی

سیده لاله سادات اصل^۱ | غلامرضا یآوری^۲ | فرید اجلالی^۲

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: sadatasl2016@gmail.com
۲. دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: gr.yavari@gmail.com و farid.ejlali@gmail.com

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷، انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷)

چکیده

اجرای توسعه پایدار مناطق نیازمند برنامه‌ریزی دقیق بر اساس استعدادها و محدودیت‌های منابع است و اقلیم هر منطقه از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده توان توسعه محل می‌باشد. در این راستا ویژگی‌های اقلیمی و عناصر غالب آن که در پراکندگی و شکل‌گیری پدیده‌های حیاتی (نبت، حیوان، انسان) نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند، به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای طبیعی-محیطی ارزیابی می‌شوند. هدف از انجام این پژوهش پهنه‌بندی اقلیمی استان خوزستان بر اساس روش لیتن اسکی می‌باشد. در روش لیتن اسکی سه عنصر اولیه دما، بارش و ضریب بری استفاده می‌شود. این روش برای جامعیت طبقه‌بندی از شاخص‌های کمکی استفاده می‌کند که شامل سه شاخص انطباق، تداوم فصل خشک و وضعیت تابش خورشید می‌باشد.

برای محاسبه شاخص داده‌های هواشناسی شامل بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و رطوبت نسبی ۱۳ ایستگاه هواشناسی شامل شهرستان‌های اهواز، ایذه، اندیشک، ماهشهر، بهبهان، دزفول، آزادگان، رامهرمز، شوشتر، مسجدسلیمان، امیدیه، شادگان و شوش در طی سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که وضعیت اقلیمی شهرستانهای خوزستان بر اساس ضریب بری شاخص لیتن اسکی به ۴ گروه بری خفیف، بری، معتدل نسبتاً بری، معتدل بحری تفکیک شد. همچنین بر اساس شاخص دما همه ایستگاه‌ها دارای اقلیم حاره خشک می‌باشند. طبقات بارش ایستگاه‌های مورد بررسی در بین اقلیم خشک، خشک ضعیف، نیمه خشک و معتدل قرار دارد. از نظر شاخص انطباق ۱۱ ایستگاه دارای شاخص منفی و ۲ ایستگاه از توزیع بارش در تمام ماه‌های سال با تمرکز بارش در پاییز یا بهار برخوردارند. بر اساس شاخص تداوم فصل خشک ۱ ایستگاه در طبقه (۱) و ۱۲ ایستگاه در طبقه (۲) قرار دارند.

کلید واژه‌ها: پهنه بندی اقلیمی، استان خوزستان، لیتن اسکی، دما، بارش.

۱. مقدمه

پهنه‌بندی اقلیمی یعنی شناسایی پهنه‌هایی که دارای آب و هوای یکسانی باشند (بذرافشان دریا سوری و همکاران، ۱۳۹۴). اولین طبقه‌بندی اقلیمی توسط یونانیها صورت گرفت که با استفاده از مدارهای مهم از قبیل استوا، رأس السرطان و مدار قطبی، کره زمین را به سه منطقه آب و هوایی یعنی استوایی، معتدل و قطبی تقسیم نمودند. با گذشت زمان بتدریج روش‌های دیگر با توجه به نیازهای کاربردی متفاوت ابداع گشت (رئیس دهکردی، ۱۳۹۶). جغرافیدانان اسلامی به پیروی

اقلیم یا آب و هوا به متوسط شرایط فصلی و زمانی گفته می‌شود و معمولاً به وسیله مجموع تغییراتی نظیر دما، میزان بارش، میزان وزش باد، رطوبت، ابری بودن، رطوبت خاک، دمای سطح آب دریا و غلظت و ضخامت لایه‌های یخ در آب دریا و غیره تعیین می‌شود. مجموعه این شرایط اقلیم هر منطقه را مشخص می‌کند (ایسا، ۲۰۱۳). براساس شناسایی اقلیم، از مجموعه قواعدی استفاده می‌کنند که پارامترهای اقلیمی را طبقه‌بندی و به آنها پهنه‌بندی اقلیمی گفته می‌شود.

استناد: سادات اصل، سیده لاله؛ یآوری، غلامرضا و اجلالی، فرید. (۱۴۰۱). طبقه بندی اقلیمی استان خوزستان بر اساس روش لیتن اسکی، مجله نیوار، ۴۶ (۱۱۶-۱۱۷)، ۱۲۸-۱۳۸.

DOI: <https://doi.org/10.30467/nivar.2022.273051.1181>



گرم، خشک خفیف، تداوم فصل خشک ۵ ماه ۳- معتدل نسبتاً بری، مجاور حاره گرم، خشک، تداوم فصل خشک بین ۴ تا ۷ ماه ۴- معتدل بحری، حاره نیمه گرم، خشک، تداوم فصل خشک - ۸ ماه) تفکیک نمودند. گل کار حمزی یزد و همکاران (۱۳۹۵) به پهنه بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی با روش تحلیل عاملی و خوشه‌ای پرداختند و ۶ ناحیه آب و هوایی را تفکیک نمودند. روش لیتن اسکی برای تهیه نقشه اقلیمی و پهنه بندی اقلیمی جهت دستیابی به توسعه همه جانبه در ابعاد مختلف زمانی-مکانی کاربرد بیشتری داشته است (کیخسروی، ۱۳۹۴). اسکویی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با عنوان نقشه برداری مناطق اقلیمی ایران با استفاده از روش های درون یابی ترکیبی به پهنه بندی اقلیم ایران از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۶ پرداختند. نتایج میانگین دمای سالانه و میانگین بارندگی سالانه داده‌های ۳۸۲۵ ایستگاه هواشناسی ایران با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره ۲۴ نوع پهنه اقلیمی را نشان داد.

طبقات آب و هوای گرم تا خیلی گرم و خشک تا خیلی خشک بیشترین قسمت را به خود اختصاص می‌دهند که در جنوب شرقی و جنوب قرار دارند. همچنین نتایج نشان داد که دما از شرق به غرب و شمال غرب در مناطق مرتفع، روند کاهشی دارد و بیشترین بارش نیز مربوط به این مناطق می‌باشد. عباسی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به طبقه‌بندی اقلیم ایران با استفاده از روش خوشه‌ای در طی سالهای ۲۰۱۵-۱۹۶۶ پرداختند. داده‌های هواشناسی شامل حداکثر و حداقل دما و بارندگی ۳۵۶ ایستگاه هواشناسی می‌باشد. نتایج مطالعه نشان داد که روشهای Mather و Thornthwaite شناخت دقیق تری از طبقات اقلیمی در ایران به ویژه در مناطق کوهستانی را فراهم می‌کنند. با توجه به اهمیت استان خوزستان در تامین نیازهای محصولات کشاورزی کشور، وجود پدیده خشکسالی و اهمیت منابع آبی به عنوان نهاده کشاورزی لازم است که الگوی کشت مناسبی جهت استفاده بهینه این منبع مهم اتخاذ گردد که همه این تصمیمات نیازمند این است که

از دانشمندان یونانی، اقلیم‌های جهان را به هفت اقلیم تقسیم‌بندی کردند که به اقلیم سبعة معروف است. اساس این تقسیم‌بندی به این صورت بود که زمین را به هفت منطقه تقریباً موازی بین خط استوا و نواحی قطبی تقسیم نمودند و هر منطقه را دارای مشخصات آب و هوا و نباتات و حیوانات و تمدن خاصی می‌دانسته‌اند. پهنه‌بندی اقلیمی از قرن هیجدهم به بعد بیشتر بر اساس بکارگیری فاکتورهای جوی از قبیل دما، بارش و پوشش گیاهی ارائه شد (رئیس دهکردی، ۱۳۹۶).

روش های طبقه بندی اقلیمی سنتی بسیار متنوع هستند. این روش ها با وجود اهمیت داشتن از لحاظ تاریخی، دارای نقاط ضعف می باشند که از کارایی جامع و بهتر این سیستم ها می کاهد (ندژ و رضازاده، ۲۰۱۸). در سال های اخیر از شیوه های طبقه بندی جدید مانند تکنیک های آماری چندمتغیره استفاده می شود که اثرات متقابل تعداد زیادی از مولفه های اقلیمی را ملاک تقسیم بندی قرار می دهند. این شیوه اولین بار توسط استایلر (۱۹۹۵) بکار گرفته شد (یو و همکاران، ۲۰۱۱، ژاؤ و همکاران، ۲۰۱۲).

در ایران استفاده از تکنیک های آماری در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (گل کار حمزی یزد و همکاران، ۱۳۹۵ و حاتمی بیگلو و همکاران، ۱۳۹۰). روش لیتن اسکی اولین بار در سال ۱۹۸۳ توسط پروفیسور جوزف لیتن اسکی مورد استفاده قرار گرفت. با این وجود مطالعات چندانی در داخل دیده نمی شود (کیخسروی، ۱۳۹۴، داودی و همکاران، ۱۳۹۳).

داودی و همکاران (۱۳۹۳) به طبقه بندی اقلیمی استان مازندران بر اساس روش لیتن اسکی پرداختند. نتایج نشان داد که ۱۰ ایستگاه دارای طبقه اقلیمی معتدل بحری هستند و در همه ایستگاه‌ها فصل خشک وجود ندارد. کیخسروی (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان طبقه بندی اقلیمی شمال شرق و شرق ایران به روش لیتن اسکی در جهت برنامه ریزی محیطی ۴ گروه اقلیمی (۱- بحری معتدل، نسبتاً گرم، نیمه خشک نسبتاً خشک، تداوم فصل خشک ۵ ماه ۲- معتدل، مجاور حاره، نسبتاً

$$IC = \frac{1.7A_T}{\sin(\varphi + 10) - 14} \quad (1)$$

در این فرمول:

A_T : دامنه نوسان دما

φ : عرض جغرافیایی

- نام گذاری طبقات بر اساس سه عنصر اصلی دما، بارش و ضریب بری

لیتین اسکی بر اساس متوسط دما و مجموع بارش سالیانه مشاهده شده در ایستگاه‌های منتخب سطح زمین، دما و بارش را به پنج طبقه اصلی تقسیم می‌کند. سپس هر طبقه اصلی را با توجه به محدوده‌های فرعی دما و بارش، به ۳ زیر طبقه تقسیم نموده و برای هر زیر طبقه یا طبقه فرعی، یک اندیس مشخص می‌کند. در این تقسیم‌بندی، حد پایین سردترین طبقه دمایی و کم باران ترین طبقه بارش با اندیس (-) و حد بالای گرم ترین طبقه دمایی و پر باران ترین طبقه بارشی با اندیس (+) نمایش داده می‌شود. جزئیات تقسیم‌بندی دما و بارش در جدول (۱) آمده است (کیخسروی، ۱۳۹۴). وی همچنین بر اساس ضرایب بری محاسبه شده برای هر یک از ایستگاه‌ها، ضریب مذکور را در ۳ طبقه اصلی و هر طبقه اصلی را به ۳ طبقه فرعی تقسیم‌بندی نموده است.

در اینجا نیز مبنای اندیس‌گذاری شبیه عملیاتی است که بدین منظور برای دما و بارش انجام شده است (جدول ۱). این روش برای جامعیت طبقه‌بندی در ادامه از شاخص‌های کمکی استفاده می‌کند که شامل ۳ شاخص می‌باشد: شاخص انطباق، تداوم فصل خشک و وضعیت تابش خورشید. شاخص انطباق به نحوه تطابق بین تغییرات سالانه دما با تغییرات سالانه بارش می‌پردازد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$W = \frac{A_p}{P_{max}} * R(T, P) \quad (2)$$

در این فرمول:

وضعیت اقلیمی مناطق مختلف استان مشخص گردد. بنابراین در این پژوهش به کمک روش لیتن اسکی که در آن از پنج شاخص استفاده شده است، به پهنه‌بندی اقلیمی استان خوزستان (شامل ۱۳ ایستگاه هواشناسی) پرداخته شده است.

۲. روش‌شناسی

استان خوزستان در جنوب غرب ایران قرار دارد. مساحت استان خوزستان ۶۴۰۵۷ کیلومتر مربع است و با جمعیتی حدود ۵ میلیون نفر (بر اساس سرشماری ۱۳۹۵)، پنجمین استان پرجمعیت ایران محسوب می‌شود.

پهنه‌بندی اقلیمی و شناخت مهمترین عوامل و عناصر تأثیرگذار بر هر منطقه یکی از راه‌های شناخت شناسنامه اقلیمی نواحی است. برای دریافت شناخت صحیح و جامع اقلیم استان خوزستان، پهنه‌بندی اقلیمی با روش لیتن اسکی انجام گرفت. برای محاسبه شاخص مذکور، داده‌های هواشناسی شامل بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و رطوبت نسبی ۱۳ ایستگاه هواشناسی شامل شهرستان‌های اهواز، ایذه، اندیمشک، ماهشهر، بهبهان، دزفول، آزادگان، رامهرمز، شوشتر، مسجد سلیمان، امیدیه، شادگان و شوش در طی سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ جمع‌آوری گردید. برای محاسبه و تحلیل شاخص‌ها از دو نرم افزار Excel و SPSS استفاده شده است.

۲-۱. طبقه‌بندی لیتن اسکی (Litynski)

در روش لیتن اسکی از سه عنصر اولیه دما، بارش و ضریب بری استفاده می‌شود. انتخاب بارش سالانه و میانگین دمای سالانه بر این مبنا استوار بوده است که اولاً این دو عنصر از مهم‌ترین عناصر تمیز دهنده اقلیم کره زمین هستند و همینطور ضریب همبستگی آنها معادل ۰/۳ است. یعنی عدم وابستگی زیاد بین آنها وجود دارد. ضریب بری نیز که به نقش دامنه نوسان دما و عرض جغرافیایی در تفاوت اقلیم‌های مختلف بر می‌گردد. برای تعیین ضریب بری از فرمول کنراد استفاده شده است:

طبقه (۰): مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.

طبقه (+۱): مقدار ساعات آفتابی ایستگاه به طور مشخصی بیشتر از مقداری است که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود (کیخسروی، ۱۳۹۴).

۲-۲. یافته‌ها

در شاخص لیتن اسکی از سه عنصر اولیه دما، بارش و ضریب بری استفاده شده است. برای تعیین اقلیم بر اساس شاخص لیتن اسکی لازم است چند شاخص محاسبه شود. اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد. در جدول (۳) تقسیمات اصلی و فرعی طبقات اقلیمی بر اساس دما و بارش به روش لیتن اسکی بدست آمده است.

شاخص انطباق برای شهرستان‌ها محاسبه و در جدول (۵) نشان داده شده است.

بنابراین اقلیم شهرستانها با استفاده از شاخص لیتن اسکی به صورت خیلی دقیق‌تر محاسبه می‌شود که نتایج حاصل از چهار شاخص محاسبه شده بر اساس کدهای بدست آمده در جدول (۷) وارد شده است.

Ap دامنه نوسان بارش سالانه و P_{max} بارش مرطوب‌ترین ماه و $R(T, P)$ ضریب همبستگی بین دما و بارش ماهانه می‌باشد (کیخسروی، ۱۳۹۴).

مقدار شاخص انطباق بین +۱ تا -۱ متغیر است و در یکی از سه طبقه (-)، (±) و یا (+) قرار می‌گیرد. طبقه (-) به معنای دریافت عمده بارش در دوره سرد سال می‌باشد و طبقه (±) بدین معناست که بارش کم و بیش در سراسر ماه‌های سال توزیع می‌شود و قرار گرفتن در طبقه (+) نشان دهنده توزیع بارش در دوره گرم سال می‌باشد.

دومین شاخص کمکی تداوم فصل خشک است. در این مورد چهار طبقه در نظر گرفته شده است:

طبقه (۰): بدون فصل خشک

طبقه ۱: بین ۱ تا ۳ ماه خشک

طبقه ۲: بین ۴ تا ۷ ماه خشک

طبقه ۳: بین ۸ تا ۱۲ ماه خشک

و بالاخره سومین شاخص کمکی در طبقه بندی لیتن اسکی وضعیت تابش خورشید است که با توجه به نسبت ساعات آفتابی و مقدار دما مشخص می‌شود:

طبقه (-۱): مقدار ساعات آفتابی ایستگاه به طور مشخصی کمتر از مقداری است که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود.



شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه



شکل ۱. موقعیت استان خوزستان

جدول ۱. جزئیات تقسیمات اصلی و فرعی طبقات دما و بارش به روش لیتین اسکی

عناصر	نام طبقه	محدوده طبقه اصلی	نمایه طبقه	محدوده طبقه فرعی	اندیس	ترکیب	تعریف
دما به سلیوس	قطبی	$T < -6$	0	-44 - (-31)	-	0 ₋	قطبی سرد
				-31 - (-18)	0	0 ₀	قطبی
				-18 - (-6)	1	0 ₁	قطبی نسبتاً گرم
	مجاور	$-6 \leq T < 4.5$	1	-6 - (-2.5)	0	1 ₀	مجاور قطبی سرد
				-2.5 - 1	1	1 ₁	مجاور قطبی
	معتدل	$4.5 \leq T < 14$	2	1 - 4.5	2	1 ₂	مجاور قطبی نسبتاً گرم
				4.5 - 7.7	1	2 ₁	معتدل سرد
				7.7 - 10.9	2	2 ₂	معتدل
	مجاور	$14 \leq T < 20$	3	10.9 - 14	3	2 ₃	معتدل نسبتاً گرم
				14 - 16	2	3 ₃	مجاور حاره نسبتاً معتدل
				16 - 18	3	3 ₃	مجاور حاره
	حاره	$T \geq 20$	4	18 - 20	4	3 ₄	مجاور حاره گرم
				20 - 24	3	4 ₃	حاره نیمه گرم
				24 - 28	4	4 ₄	حاره گرم
				28 - 32	+	4 ₊	حاره خیلی گرم
بارش به میلی متر	خشک	$P < 250$	0	0 - 80	-	0 ₋	خیلی خشک
				80 - 170	0	0 ₀	خشک
				170 - 250	1	0 ₁	خشک ضعیف
	نیمه خشک	$250 \leq P < 450$	1	250 - 315	0	1 ₀	نیمه خشک نسبتاً خشک
				315 - 385	1	1 ₁	نیمه خشک
	معتدل	$450 \leq P < 800$	2	385 - 450	2	1 ₂	نیمه خشک معتدل
				450 - 565	1	2 ₁	معتدل نیمه خشک
				565 - 685	2	2 ₂	معتدل
	نیمه مرطوب	$800 \leq P < 1350$	3	685 - 800	3	2 ₃	معتدل نیمه مرطوب
				800 - 980	2	3 ₂	نیمه مرطوب خفیف
				980 - 1165	3	3 ₃	نیمه مرطوب
	مرطوب	$P \geq 1350$	4	1165 - 1350	4	3 ₄	نیمه مرطوب نسبتاً مرطوب
				1350 - 2100	3	4 ₃	مرطوب خفیف
				2100 - 2850	4	4 ₄	مرطوب
				2850 - 3600	+	4 ₊	خیلی مرطوب

مأخذ: نگارندگان

جدول ۲. تقسیمات اصلی و فرعی طبقات ضریب بری با روش لیتین اسکی

عناصر	نام طبقه	محدوده طبقه اصلی	نمایه طبقه	محدوده طبقه فرعی	اندیس	ترکیب	تعریف
ضریب بری	بحری	$IC < 27$	1	0 - 9	-	1 ₋	خیلی بحری
				9 - 18	1	1 ₁	بحری
				18 - 27	2	1 ₂	بحری معتدل
	معتدل	$27 \leq IC \leq 50$	2	27 - 35	1	2 ₁	معتدل بحری
				35 - 43	2	2 ₂	معتدل
				43 - 50	3	2 ₃	معتدل نسبتاً بری

بری خفیف	3 ₂	2	50 – 66	3	IC > 50	بری
بری	3 ₃	3	66 – 83			
خیلی بری	3 ₊	+	83 – 100			

جدول ۳. وضعیت اقلیمی ایستگاه‌های استان خوزستان بر اساس دما و بارش شاخص لیتن اسکی

ردیف	نام ایستگاه	میانگین دمای سالانه (T)	میانگین بارش سالانه (P)	کد اقلیم	نوع اقلیم
۱	اهواز	۲۷/۶۹	۱۹۲/۸۷	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف
۲	ایذه	۲۳/۹۰	۵۸۷/۰۸	۴۳۲۲	حاره نیمه گرم، معتدل
۳	اندیمشک	۲۷/۰۸	۳۰۷/۶۶	۴۴۱	حاره گرم، نیمه خشک
۴	ماهشهر	۲۷/۷۹	۱۷۱/۰۲	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف
۵	بهبهان	۲۷/۰۶	۲۹۲/۱۱	۴۴۱	حاره گرم، نیمه خشک
۶	دزفول	۲۴/۵۷	۳۱۵/۳	۴۴۱	حاره گرم، نیمه خشک
۷	آزادگان	۲۴/۳۰	۱۹۹/۵۲	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف
۸	رامهرمز	۲۶/۳۲	۲۴۸/۰۸	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف
۹	شوشتر	۲۶/۴۲	۲۵۷/۱	۴۴۱	حاره گرم، نیمه خشک
۱۰	مسجد سلیمان	۲۵/۶۸	۳۶۰/۵۹	۴۴۱	حاره گرم، نیمه خشک حاره گرم، نیمه خشک
۱۱	امیدیه	۲۷/۰۹	۲۰۴/۴۰	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف
۱۲	شادگان	۲۶/۳	۱۲۳/۵	۴۴۰	حاره گرم، خشک
۱۳	شوش	۲۵/۸	۲۰۱/۶۹	۴۴۰۱	حاره گرم، خشک ضعیف

جدول ۴. وضعیت اقلیمی ایستگاه‌های استان خوزستان بر اساس ضریب بری شاخص لیتن اسکی

ردیف	نام ایستگاه	دامنه نوسان دما (AT)	عرض جغرافیایی	ضریب بری (Ic)	کد اقلیم	نوع اقلیم
۱	اهواز	۲۶/۴۷	۳۱,۲۰,۴۴	۵۴/۵۸	۳ _۲	بری خفیف
۲	ایذه	۱۸/۵۹	۳۱,۵۰,۵۹	۳۴/۶۲	۲ _۱	معتدل بحری
۳	اندیمشک	۱۴/۱۶	۳۲,۴۰,۱۱	۲۲/۴۷	۱ _۲	معتدل بحری
۴	ماهشهر	۳۱/۷۶	۳۰,۳۳,۴۰	۷۰/۳۶	۳ _۳	بری
۵	بهبهان	۲۹/۳۹	۳۰,۳۶,۲۰	۶۴/۰۶	۳ _۲	بری خفیف
۶	دزفول	۳۷/۶۲	۳۲,۱۵,۱۲	۸۲/۹	۳ _۲	بری
۷	آزادگان	۲۷/۵۳	۳۲,۴۰,۱۱	۵۶/۹۱	۳ _۲	بری خفیف
۸	رامهرمز	۲۴/۱۸	۳۱,۱۶,۲۲	۴۹/۲۴	۲ _۳	معتدل نسبتاً بری
۹	شوشتر	۲۴/۶۳	۳۲,۰۱,۵۹	۴۹/۴۴	۲ _۳	معتدل نسبتاً بری
۱۰	مسجد سلیمان	۲۲/۵۱	۳۲,۰۰,۰۳	۴۳/۹۸	۲ _۳	معتدل نسبتاً بری
۱۱	امیدیه	۲۴/۱۲	۳۰,۴۴,۳۲	۵۰/۰۶	۲ _۳	معتدل نسبتاً بری
۱۲	شادگان	۲۲/۸۶	۳۰,۳۹,۲۶	۴۹/۷۲	۳ _۲	بری خفیف
۱۳	شوش	۱۷/۷۸	۳۲,۱۱,۴۰	۳۱/۷۹	۲ _۱	معتدل بحری

جدول ۵. وضعیت اقلیمی ایستگاه‌های استان خوزستان بر اساس شاخص انطباق لیتین‌اسکی

ردیف	نام ایستگاه	دامنه نوسان بارش سالانه (AP)	بارش مرطوبترین ماه (P _{max})	ضریب همبستگی بین بارش و دما (R(T,P))	شاخص انطباق (W)	کد طبقه
۱	اهواز	۳۸/۱	۴/۵	-۰/۰۳۵	-۰/۲۹	-
۲	ایذه	۶۶/۶	۲۰/۳۱	-۰/۰۸۵	-۰/۲۷	-
۳	اندیمشک	۸۳/۱	۱۰/۱۳	-۰/۳۹	-۳/۱۹	-
۴	ماهشهر	۲۳/۴	۷/۰۸	-۰/۱۸	-۰/۵۹	-
۵	بهبهان	۲۸/۲	۱۶/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۲۱	-
۶	دزفول	۳۷/۰۵	۸/۳۵	-۰/۱۷	-۰/۷۵	-
۷	آزادگان	۲۹/۷	۳/۶۴	-۰/۱۳	-۱/۰۶	-
۸	رامهرمز	۵۵/۲	۲۶/۵	-۰/۳۴	-۰/۷۰	-
۹	شوشتر	۵۱/۳	۶/۱۲	-۰/۱۲	-۱/۰۰	-
۱۰	مسجدسلیمان	۳۵/۱	۲۰/۶۱	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-
۱۱	امیدیه	۲۴/۳	۸/۵۲	۰/۰۶	۰/۱۷	+
۱۲	شادگان	۱۷/۴	۹/۰۷	۰/۱۵	۰/۲۸	+
۱۳	شوش	۴۰/۲	۱۲/۷۸	-۰/۰۴۵	-۰/۱۴	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶. وضعیت اقلیمی ایستگاه‌های استان خوزستان بر اساس شاخص تداوم فصل خشک لیتین‌اسکی

ردیف	نام ایستگاه	تعداد ماههای خشک سال	کد طبقه
۱	اهواز	۴	۲
۲	ایذه	۳	۱
۳	اندیمشک	۴	۲
۴	ماهشهر	۴	۲
۵	بهبهان	۴	۲
۶	دزفول	۴	۲
۷	آزادگان	۴	۲
۸	رامهرمز	۴	۲
۹	شوشتر	۴	۲
۱۰	مسجدسلیمان	۳	۱
۱۱	امیدیه	۴	۲
۱۲	شادگان	۴	۲
۱۳	شوش	۴	۲

جدول ۷. وضعیت اقلیمی ایستگاه‌های استان خوزستان بر اساس شاخص لیتن اسکی

ردیف	نام ایستگاه	کد اقلیم	نوع اقلیم
۱	اهواز	۴۴۰۱۳۲ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، بری خفیف، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۲	ایذه	۴۳۲۲۱ (-) ۱	حاره نیمه گرم، معتدل، معتدل بحری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۱ تا ۳ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۳	اندیمشک	۴۱۰۱۲ (-) ۲	حاره گرم، نیمه خشک نسبتاً خشک، بحری معتدل، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۴	ماهشهر	۴۴۰۱۳۳ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، بری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۵	بهبهان	۴۴۰۱۳۲ (-) ۲	حاره گرم، نیمه خشک، بری خفیف، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک
۶	دزفول	۴۴۰۱۳۳ (-) ۲	حاره گرم، نیمه خشک نسبتاً خشک، بری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۷	آزادگان	۴۴۰۱۳۲ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، بری خفیف، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۸	رامهرمز	۴۴۰۱۲۳ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، معتدل نسبتاً بری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۹	شوشر	۴۴۰۱۲۳ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، معتدل نسبتاً بری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک
۱۰	مسجد سلیمان	۴۴۰۱۲۳ (-) ۱	حاره گرم، نیمه خشک، معتدل نسبتاً بری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۱ تا ۳ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۱۱	امیدیه	۴۴۰۱۲۳ (+) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، معتدل نسبتاً بری، دریافت عمده بارش در فصل گرم، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۱۲	شادگان	۴۴۰۱۳۲ (+) ۲	حاره گرم، خشک، بری خفیف، دریافت عمده بارش در فصل گرم، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.
۱۳	شوش	۴۴۰۱۲۱ (-) ۲	حاره گرم، خشک ضعیف، معتدل بحری، دریافت عمده بارش در فصل سرد، بین ۴ تا ۷ ماه خشک، مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.

شده است. شاخص تداوم فصل خشک در جدول (۶) برای تمام شهرستانهای استان محاسبه شده است.

ضریب بری لیتن اسکی که از فرمول کنراد استفاده شده بود نیز برای شهرستانهای استان محاسبه شده و در جدول (۴) آورده

۳. نتیجه گیری

در این پژوهش به کمک روش لیتن اسکی به پهنه‌بندی اقلیمی استان خوزستان (شامل ۱۳ ایستگاه هواشناسی شامل شهرستان‌های اهواز، ایذه، اندیمشک، ماهشهر، بهبهان، دزفول، آزادگان، رامهرمز، شوشتر، مسجد سلیمان، امیدیه، شادگان و شوش) در طی سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ پرداخته شده است. بر اساس شاخص دما ۱۲ ایستگاه دارای اقلیم حاره گرم و ۱ ایستگاه (ایذه) دارای حاره نیمه گرم می‌باشند. طبقات بارش ایستگاه‌های مورد بررسی از تنوع بیشتری برخوردارند و شامل خشک، خشک ضعیف، نیمه خشک و معتدل می‌باشند (جدول ۳). توزیع ضریب بری بصورت معتدل بحری (ایذه، اندیمشک و شوش)، معتدل نسبتاً بری (رامهرمز، شوشتر، مسجد سلیمان و امیدیه)، بری خفیف (اهواز، بهبهان، آزادگان و شادگان) و بری (ماهشهر و دزفول) می‌باشد (جدول ۴). از نظر شاخص انطباق ۱۱ ایستگاه دارای شاخص منفی (یعنی عدم انطباق دوره افزایش بارش و دوره افزایش دما) و ۲ ایستگاه امیدیه و شادگان از توزیع بارش در تمام ماه‌های سال با تمرکز بارش در پاییز یا بهار برخوردارند (جدول ۵). بر اساس شاخص تداوم فصل خشک ۲ ایستگاه (ایذه و مسجد سلیمان) در طبقه (۱) و ۱۱ ایستگاه دیگر در طبقه (۲) قرار دارند (جدول ۶) و در نهایت یافته‌های حاصل از روش لیتن اسکی بر اساس پنج شاخص محاسبه شده براساس کدهای بدست آمده در جدول (۷) ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده از شاخص لیتن اسکی مشاهده می‌شود با در نظر گرفتن تمام فاکتورهای آب و هوایی، هیچ یک از شهرستانهای استان از نظر اقلیم کاملاً شبیه هم نمی‌باشند و حداقل در یک مورد از چهار شاخص با هم متفاوت هستند. که نشان از دقیق بودن این شاخص برای شناخت وضعیت اقلیمی مناطق مختلف استان می‌باشد. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات گل کار حمزی یزد و همکاران (۱۳۹۵)، کیخسروی (۱۳۹۴) و داودی و همکاران (۱۳۹۳) سازگار می‌باشد.

۴. منابع

۱. ذرافشان دریاسری، م.، م. مفتاح‌هلقی، خ. قربانی و ن. قهرمان، ۱۳۹۴، مطالعه تطبیقی پهنه‌های اقلیمی استان گلستان تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و دوم، شماره پنجم، سال ۱۳۹۴.
۲. پرون.ص.، غ. یآوری، م. رضازاده، ۱۳۹۸، طبقه‌بندی اقلیمی استان هرمزگان بر اساس روش لیتن اسکی، نشریه جغرافیای طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۶، صفحات ۴۵ تا ۵۹.
۳. حاتمی بیگلر، خ.ک.، ر. مستمند و ک. الف. زارع، ۱۳۹۰، پهنه‌بندی اقلیمی استان فارس، رشد آموزش جغرافیا، ۲۵ (۴)، ۵۱-۴۶.
۴. داودی، م.، ن. بای، و الف. ابراهیمی، (۱۳۹۳)، طبقه‌بندی اقلیمی استان مازندران بر اساس روش لیتن اسکی، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر، دوره ۲۲، شماره ۸۸، صفحات ۱۰۰ تا ۱۰۵.
۵. رئیسی دهکردی، الف.، ۱۳۹۶، بررسی جایگاه حیاط در معماری اقلیمی بناهای مسکونی شهری با تأکید بر اقلیم سرد و خشک ایران، فصلنامه مدیریت شهری. شماره ۴۸، پاییز ۹۶.
۶. کیخسروی، ق.، ۱۳۹۴، طبقه‌بندی اقلیمی شمال شرق و شرق ایران به روش لیتن اسکی در جهت برنامه‌ریزی محیطی، دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی محیط‌زیست، سال ۱۳۹۴.
۷. گل کار حمزی یزد، ح.، م. رضایی و م. طاوسی، ۱۳۹۵، پهنه بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی با نرم افزار GLS، نشریه حفاظت منابع آب و خاک. دوره ۶، شماره ۶، صفحات ۴۷ تا ۵۹.
۸. گودرزی، م.، ۱۳۹۵، آینده‌نگری و ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم بر رواناب حوضه قره سو. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دوره ۱۰، شماره ۳۴.

18. Kottek, M., J. Grieser, CH. Beck, B. Rudolf, & F. Rubel, 2006, World Map Of The Koppen-Geiger Climate Classification Updated, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, No. 3, PP. 259-263.
19. Jayatilleke, S., and C. Yiyong, 2014, The impact of climate change on food crop productivity, food prices and food security in South Asia Economic Analysis and Policy, VoL. 44, No.4, PP. 451-465.
20. Marshall, N., 2010, Understanding social resilience to climate variability in primary enterprises and industries. Global Environmental Change 20. PP.36-43. www.elsevier.com/locate/gloenvcha.
21. Nodej, T., & M. Rezazadeh, 2018, the spatial distribution of critical wind erosion centers according to the dust event in Hormozgan province (south of Iran). Catena, NO. 167, PP. 340-352.
22. Oliveria Aparecido, L., E. Souza Rolim, G., Richetti, J., Souza, & J.A. Johann, 2016, Koppen,
23. Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Parana.
24. Singh, V. Sh., Pandey, D.N., Gupta, & N. Ravindranath, 2010, Climate Change Impacts, Mitigation and Adaptation : Science for Generating Policy Options in Rajasthan, India. Rajasthan State Pollution Control Board Jaipur, Rajasthan, India. www.rpcb.nic.in
25. Yu, G., Z. Schwartz, J. Walsh, 2011, A Weather- Resolving Index For Assessing The Impact Of Climate Change On Tourism Related Climate Resources. Climatic Change, NO. 95, PP.55-65.
26. Zhao, C., W. Wang, And W. Xing, 2012, Regional Analysis Of Extreme Temperature Indices For The Haihe River Basin From 1960 To 2009. International Conference On Modern Hydraulic Engineering. NO.28 , PP. 604-607.
27. Zheng, J., Y. Yin, , B. Li, 2010, A new scheme for climate regionalization in China, Acta Geographica Sinica Vol. 65, PP. 3-13.
۹. نیکمقدم، ن، س.م. مفیدی شمیرانی وم. طاهباز، ۱۳۹۴، مقایسه تحلیلی بهنه بندی اقلیمی مناطق جنوبی ایران با روش کوپن- تراورتا و معیارهای آسایش گیونی، معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۱۵، صفحات ۱۱۹ تا ۱۳۰.
۱۰. هدایتی دزفولی، الف. و ر. کاکاوند، ۱۳۹۱، بهنه بندی اقلیمی استان قزوین، مجله علمی و فنی نیوار، شماره ۷۶، ۷۷. بهار و تابستان ۱۳۹۱. (دو فصلنامه).
11. Abbasi, F., S. Bazgeer, P. Rezazadeh Kalehbasti, E. Asadi Oskouei, M. Haghghat & P. Rezazadeh Kalehbasti, 2022, New Climatic Zones in Iran: A Comparative Study of Different Empirical Methods and Clustering Technique, Theoretical and Applied Climatology vol. 147, PP.47-61 .
12. Asadi Oskouei, E., B. Delsouz Khaki , S. Kouzegaran , M. Navidi , M. Haghghatd , N. Davatgar & E. Lopez-Baeza, 2022, Mapping Climate Zones of Iran Using Hybrid Interpolation Methods, Remote Sensing, Vol. 14, No. 2632, PP. 1-20.
13. Ben Zaied, Y. 2013. Long run versus short run analysis of climate change impacts on agriculture.
14. Dayan U., A. Tubi, I. Levy, 2012, On The Importance Of Synoptic Classification Methods With Respect To Environmental Phenomena. Int. J. Collimator. NO.32, PP. 681-694.
15. IPCC, 2013, Summary for policymakers. Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker ,T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A ,.Xia, Y., Bex, V. Midgley, P.M. (Eds.)] Cambridge University Press ,Cambridge, United Kingdom and New York.
16. Isah, Y., 2013, Green House Gases, Climate Change and Environmental Conservation for Sustainable Development. Department of Chemistry, Federal College of Education, Okene, Kogi State, Nigeria.
17. Khatibi, R., & Saberi.M., 2020, Bio-climatic classification of Iran by multivariate statistical methods, Research Article, Published: 13.