نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی
فصلنامه علمی دانشگاه گلستان
سال دوم/ شماره مسلسل پنجم/ بهار ۱۴۰۰ / صفحات: ۸۰-۵۹
DOI: 10.30488/CCR.2020.261823.1032

رفتارشناسی تغییرات زمانی– مکانی پرارتفاع جنب‌حاره و تاثیر آن در تشدید وقوع خشکسالی‌ها؛ با تاکید بر مدیریت واکنش‌های سیستم‌های روستایی

ندا مجیدی راد[1]*، سعید رحیمی هرآبادی[2]

[1]دکتری تغییرات آب و هوایی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[2]دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۳

چکیده

سیستم‌های آب و هوایی، سیستم‌هایی پیچیده و در عین حال سازمان یافته به شمار می‌روند. چرا که تابع رفتاری تصادفی در مکان‌ها و سال‌های مختلف است، در این راستا، سیستم پرارتفاع جنب حاره با جابه جایی در محل قرارگیری خود در سال‌های مختلف، وقایع محیطی گاه منظم و گاه تصادفی (خشکسالی یا ترسالی و...) را در یک منطقه به وجود می‌آورند. این وقایع محیطی، در سطوح مختلفی از تعادل، آستانه و مخاطرات جای می‌گیرند. در این نوشتار در پاسخ به این موضوع، یعنی شناسایی رفتار سیستم‌های پرارتفاع جنب حاره از تعادل تا مخاطرات، تلاش شد در قالب تفکری سیستمی، این روند، شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد. از آنجا که در رفتارشناسی سیستم‌های آب و هوایی، برهم کنش مطالعات کمّی و کیفی ضروری است. بدین منظور روش تحقیق در این مطالعه از دو بخش اصلی تشکیل می‌شود؛ در روش تحقیق آماری، داده‌های دریافت شده سطح فشار ۵۰۰ هکتوپاسکال طی دوره آماری ۱۹۴۸-۲۰۱۸ و داده‌های بارش ماهانه ۸۴ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی، دریافت و مورد تحلیل قرار گرفت. در گام بعد نتایج آماری بدست آمده از سیستم پرارتفاع، براساس مفاهیم تعادل، آستانه‌ها یا فرین، مخاطرات و بلایا در بررسی واکنش‌های نواحی روستایی از نظر سازگاری و کاهش مخاطرات مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طی دوره زمانی مورد مطالعه، بیرونی‌ترین پربند تاثیرگذار بر روی ایران به عنوان معرف گسترش حد شمالی پرارتفاع جنب‌حاره، از چندین سطح تعادل به ویژه تعادل ایستا، یکنواخت لحظه‌ای، دینامیک و فراپایدار پیروی کرده است و در برخی سال‌ها با اثر آستانه‌ای یا فرین، مواجه شده است. این فرین‌ها بیانگر تهدیدی بر شروع مخاطرات محیطی می‌توانند باشد. که در صورت رفتارشناسی آب و هوا همگام با رفتارشناسی سیستم‌های روستایی و به کارگیری شیوه‌های مدیریت فعال می‌توان آسیب‌های احتمالی آن بر نواحی روستایی را کاهش داد و درجه سازگاری نواحی روستایی را ارتقا داد.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های آب و هوایی، خشکسالی، رفتارشناسی، سیستم‌های روستایی، مخاطرات محیطی.

طرح مساله

تغییرات در سیستم‌های آب و هوایی، یکی از چالش برانگیزترین پدیده‌های محیطی به شمار می‌رود که بسته به سیستم‌های کاربردی انسانی در عرصه‌های مختلفی همچون کشاورزی، صنعت و... نمود داشته و دارد. این مقوله، پدیده محیطی فراگیری در تغییرات سیستم‌های آب و هوایی (تغییر اقلیم) است که ویژگی‌های محیط از قبیل میزان تبخیر، خصوصیات بارش، خشکسالی، بالاآمدن سطح آب دریاها، جابه جا شدن زبانه‌های پرارتفاع و ... را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ممکن است موجبات برهم ریختگی نظم آنها را فراهم سازد (Goudie,2006). یکی از ویژگی‌های فرایند تغییر اقلیم بی‌نظم‌تر شدن اقلیم و به تبع آن افزایش فراوانی و شدت فرین‌های اقلیمی مانند سیلاب

*نویسنده مسئول: nedamajidirad@gmail.com

و خشکسالی و توفان گرد و غبار و ... است (از جمله سیلاب‌های فروردین ۱۳۹۸، گرمای شدید تابستان ۹۷و۹۸، یخبندان سال۱۳۸۶، بارش‌های شدید بهار۱۳۹۹ و دوره‌های طولانی خشکسالی کشور) (علیجانی، ۱۳۹۹).

خشکسالی به عنوان یک پدیده اقلیمی تکرار شونده در سیستم‌های آب و هوایی است که اثرات آن در هر نوع آب و هوایی مشاهده می‌شود و صرفاً به نواحی خشک و نیمه خشک محدود نمی‌شود (Dracup et al.,1980). به‌عنوان مثال خشکسالی‌های اقلیمی از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوما خشک نیست حکایت دارد (کاویانی‌راد و علیجانی، ۱۳۸۲). بنابراین خشکسالی یکی از پدیده‌های خزنده محیطی است که ویژگی موقت همه نواحی اقلیمی دنیاست. این پدیده، از جمله مخاطرات محیطی است که پیوند جدایی ناپذیری با تغییرات اقلیمی دارد و ویژگی‌های آن از قبیل شدت، مدت، دوره تناوب و... از محلی به محل دیگر متفاوت است و بنابراین دامنه اثرگذاری نسبی دارد (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱). اثرگذاری پدیده خشکسالی بستگی به مدت، استمرار، شدت و وسعت منطقه تحت تاثیر دارد (کردوانی،۱۳۸۰). این پدیده در صورت عدم مدیریت تبدیل به مخاطره و بی‌نظمی‌های محیطی گسترده می‌شود (محمدی، ۱۳۸۷). از سوی دیگر درجات مختلف خشکسالی نظیر خشکسالی اقلیمی، هیدرولوژیک،کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی، بسته به مدیریت محیط در سطوح مختلفی به وقوع می‌پیوندد (عزیزی و روشنی،۱۳۸۰). بنابراین خشکسالی در صورت استمرار و تاثیرگذاری، یکی از پیچیده ترین مشکلات را نه تنها در مقوله مدیریت منابع آب، بلکه چالش‌های پیچیده تری در مسائل اقتصادی و اجتماعی ایجاد می‌کند. اما تاکنون مسئله تعریف، شناسایی و پیش بینی آن حل و فصل نشده است. علل وقوع پدیده خشکسالی را می‌توان معلول عوامل فیزیکی و مکانی متعددی که عمدتا ریشه در گردش عمومی جو و بیلان انرژی کره زمین دارد، جستجو کرد (حکیم دوست و همکاران، ۱۳۹۳). این پدیدهٔ پیچیده و زیان‌بار اقلیمی، فعالیت‌های مختلف انسانی و فرایندهای زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. واکاوی مکانی و توالی زمانی و پیش بینی آن شاید نقش مؤثری در کاهش خسارات ناشی از آن در بخش‌های مختلف فعالیتی و طبیعی داشته باشد (شمسی‌پور و رودگرصفاری، ۱۳۹۹)

با توجه به اینکه فرایند تغییر اقلیم ریشه همه مخاطرات (خشکسالی و...) است و این مخاطرات هم خود سبب ساز مخاطرات درجه دوم دیگری می‌شوند. پس می‌توان فرایند تغییر اقلیم به ویژه گرمایش هوا را به عنوان ام المخاطرات در نظر گرفت (علیجانی، ۱۳۹۹). توجه به ارتباط میان تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌ها و کنترل نمودن این پدیده در سیستم‌های روستایی، موضوعاتی همچون شناخت رفتار و پیچیدگی سیستم‌های آب و هوایی یا عملکرد فعالیت‌های انسانی، در بروز آشفتگی و دامن زدن به پیچیدگی سیستم و... جزء مواردی است که با ادراک مرز تغییرات، در سیستم‌ها میّسر خواهد شد. زیرا ممکن است در صورت عدم درک آن، منابع محیطی، از روال عادی و تعادل خود خارج شود و به صورت مخاطره جلوه کند (علیجانی، ۱۳۹۰). به همین دلیل شناسایی و ارزیابی این تغییرات به طورکلی گام مهمی در پیش‌بینی روند تغییرات و در نهایت پایداری محیطی در نواحی مختلف انسانی خواهد شد.

بنابراین می‌توان گفت شناسایی رفتار این سیستم‌ها در موضوعاتی چون جابه‌جایی مرز پرارتفاع جنب حاره یا وقوع خشکسالی، ضرورت برهم کنش مطالعات کمّی و کیفی را ضروری می‌سازد. در این مطالعه ضمن بررسی دلایل و منشا خشکسالی‌های کشور از منظر رفتارشناسی تغییرات مکانی- زمانی پرارتفاع جنب‌حاره ناشی از تغییرات آب و هوایی، ضمن واکاوی اثرات خشکسالی‌ها ، کوشش شده است واکنش‌های سیستم‌های روستایی در برابر پدیده خشکسالی به کمک رفتارشناسی تعادلی، آستانه، مخاطرات و بلایا در نواحی روستایی، مورد بررسی قرار گیرد. تا راهبردهای مورد نیاز، برای همگام‌سازی رفتارشناسی خشکسالی‌ها و واکنش‌های سیستم

روستایی برای سازگاری و کاهش این نوع مخاطرات آشکار شود.

مبانی نظری

رفتارشناسی تعادل، آستانه، مخاطرات و بلایا در سیستم آب و هوایی و وقوع خشکسالی:

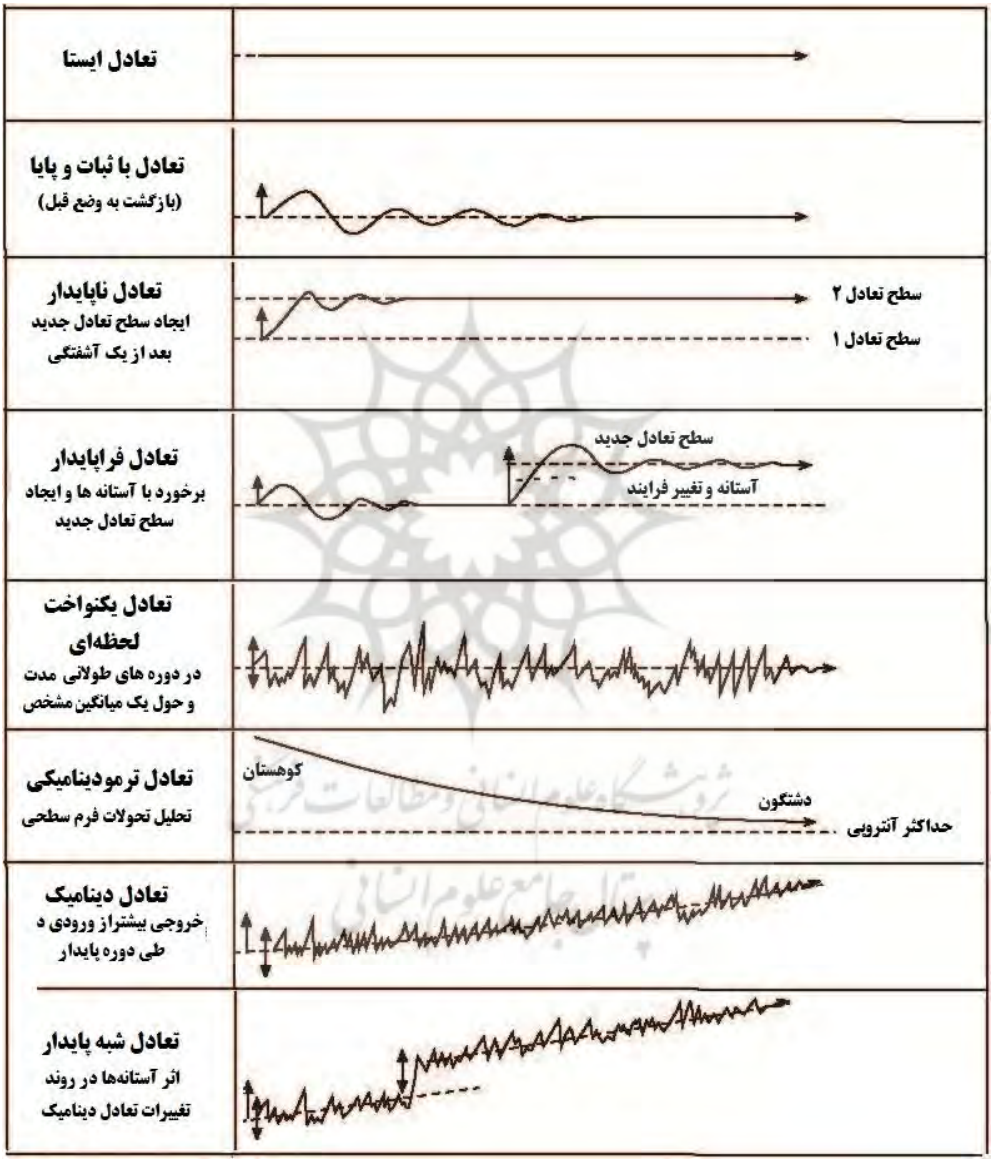
در تبیین ارتباط میان تغییرات آب و هوایی و خشکسالی‌ها، موضوعاتی همچون شناخت رفتار و پیچیدگی سیستم‌های آب و هوایی مطرح می‌شود. سیستم‌ها می‌توانند برحسب پیچیدگی، رفتار و عملکرد آنها به سیستم‌های بسیار سازمان‌یافته و منظم (با دقت بالا)، سیستم‌های غیرسازمان‌یافته (رفتاری تصادفی) و سیستم‌های پیچیده سازمان‌یافته (هر دو رفتار قطعی و تصادفی) طبقه‌بندی شوند (فوکس و همکاران، ۱۳۹۶). سیستم‌های پیچیده سازمان‌یافته به طورکلی رفتارهایی غیرخطی را نشان می‌دهند که می‌تواند به دو صورت عمل کنند، بازخورد منفی (سیستم‌های خودتنظیمی)؛ که تمایل به حفظ تعادل در داخل یک سیستم آب و هوایی دارند. مانند به ثبات رسیدن یا خطی شدن فعالیت‌های مراکز فشار در یک بازه زمانی چندساله و بازخورد مثبت که تمایل به ایجاد دوره‌های فعالیتی شدید مراکز فشار، در دوره‌های کوتاه‌مدت دارند مانند خشکسالی شدید.

به‌دلیل پیچیدگی سیستم، یک عدم قطعیت در رفتار سیستم‌های اقلیمی وجود دارد و نشان می‌دهد که با وجود شناسایی از ساختار و عملکرد سیستم‌ها، باز نمی‌توان به دقت، نسبت به واکنش یک سیستم، اطمینان حاصل نمود. با توجه به پیچیدگی رفتاری موجود در سیستم‌های آب و هوایی تعادل و آستانه‌ها در رفتار سیستم‌های اقلیمی می‌تواند یک هماهنگی کامل میان متغیرهای داخلی (به عنوان مثال، خشکسالی) با شرایط خارجی (به عنوان مثال، پرارتفاع جنب‌حارّه) را به وجود آورد. تعادل به طور کلی حالتی از یک سیستم است که دارای پسخوراند منفی، میان اجزای آن است (رامشت، ۱۳۸۲) و قابلیت پیش‌بینی و مدیریت بهینه را فراهم می‌سازد (الورفلت، ۱۳۹۴). تعادل در اقلیم‌شناسی با مفهوم یکنواختی مرز مشترک دارد. برای درک و پیش‌بینی تعادل ، طبقه‌بندی انواع تعادل در سیستم‌ها و از جمله سیستم‌های اقلیمی نیاز است که در ۸ نوع مختلف طبقه‌بندی می‌شود (شکل-۲)، (Chorley.Kennedy,1971). در جدول زیر ویژگی‌های هشت گانه تعادل مورد بررسی اجمالی قرار گرفته است:

جدول ۱: طبقه بندی انواع تعادل و ویژگی‌های آن در سیستم‌های محیطی

نوع تعادل	ویژگی‌ها
تعادل ایستا Static equilibrium	در این حالت، در یک دوره زمانی ماهانه و سالانه، روند ثابتی مشاهده می‌شود و تغییر چندانی در سیستم، روی نمی‌دهد (Charlton.2008)
تعادل باثبات و پایا Stable equilibrium	این نوع تعادل بعد از یک اختلال مختصر در روند خود، تمایل برگشت به وضع سابق دارد. این نوع تعادل، زمانی رخ می‌دهد که یک سیستم به‌طور دائم، حول یک تعادل میانگین مشخص در سال‌های مختلف، در نوسان بوده و به بیان دیگر برگشت‌پذیر نیز باشند (محمدنژاد، ۱۳۹۰).
تعادل ناپایدار (پایاسازی) Unstable equilibrium	این تعادل وقتی روی می‌دهد که یک آشفتگی کوچک درون یک سیستم روی دهد و سپس به سمت یک سطح تعادل جدید، حرکت کند (Huggett,2007)
تعادل فراپایدار Metastable equilibrium	زمانی روی می‌دهد که یک سیستم با آستانه‌هایی روبرو می‌شود و در نتیجه آن را با حالت جدیدی روبرو می‌کند (محمدنژاد،۱۳۹۰). مثال: وقوع یک بارش سیل‌آسا بیش از حد آستانه بارشی در یک پهنه اقلیمی.
تعادل یکنواخت لحظه‌ای Steady state equilibrium	این تعادل حول مقدار متوسط ثابتی در نوسان است که ناشی از عمل متقابل چرخه‌های پسخوراند در سیستم پیچیده است (چورلی و همکاران، ۱۳۸۰). از این رو این تعادل به طور دائمی در حالت میانگین، در حال نوسان است. مثال: مقایسه تغییرات دائمی پرفشار یک ماه خاص و در طی دوره طولانی مدت اقلیمی ۷۰ ساله؛
تعادل ترمودینامیک Thermodynamic equilibrium	در این نوع تعادل، برخی سیستم‌ها گرایش به حداکثر آنتروپی دارند (Huggett,2007) .مثال:

	تغییرات ارتفاعی پرفشار که منجر به افزایش دمایی و گرمایش بیشتر محیطی می‌شود.
تعادل دینامیک Dynamic equilibrium	این تعادل به عنوان نوسانات متعادل، پیرامون یک میانگین در نظر گرفته می‌شود که در جهت مشخص و قطعی تغییر می‌کنند (محمدنژاد،۱۳۹۰). مثال: واکنش تدریجی یک سیستم به تغییرات آب و هوایی مانند خشکسالی نرمال تا خشکسالی بسیار شدید در برابر جابه جایی‌های زبانه‌های فشار.
تعادل شبه پایدار Dynamic metastable equilibrium	این نوع تعادل به اثر آستانه‌ها در یک سیستم اشاره دارد. به این صورت که اگر تعادل دینامیک با یک آستانه برخورد کند، حالت سیستم تغییر می‌کند و نوسانات سیستم، حول یک میانگین جدید به وجود خواهدآمد (محمدنژاد،۱۳۹۰). مثال: تغییرات در میزان آستانه‌های بارشی.



شکل ۱: طبقه بندی تعادل‌های ۸ گانه بر مبنای نظر چورلی و کندی(۱۹۷۱) به نقل از الوردفلدت[1]،۲۰۱۲

1. Elverfeldt

آستانه‌ها نیز به عنوان گزینه دیگر در پیچیدگی رفتاری موجود در سیستم‌های اقلیمی که می تواند در در دانش آب و هواشناسی از آن تحت عنوان فرین‌ها یاد کرد، بیان‌کننده شرایطی است که یک فرایند درصدد رساندن سیستم به تعادل جدید یا مخاطرات است که این شرایط، از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر در رابطه با ویژگی‌های محلی و نحوه ترکیب عوامل با یکدیگر متفاوت است. که خود می‌تواند شرایط تعادل را از حالت یکنواخت به حالت‌های دیگر تغییر دهد (حسین‌زاده و رحیمی‌هرآبادی، ۱۳۹۲) و یا ممکن است رفتار منظم سیستم در اثر تغییرات ناگهانی و یا تغییراتی با شدت بیشتر از گذشته، دچار تغییر شود. زمان انعکاس این تغییرات در رفتار سیستم، معرف زمان آستانه‌هاست. در واقع آستانه معرف لحظه‌ای است که یک سیستم به عامل بیرونی مانند بروز تغییرات اقلیمی یا فعالیت‌های انسانی واکنش نشان می‌دهد (بیاتی‌خطیبی، ۱۳۸۶). به طور کلی آستانه‌ها جداکننده حالت‌های متفاوت یک سیستم از یکدیگر می‌باشد. در واقع با وقوع آستانه، فرایندهای سیستم‌های اقلیمی تغییر پیدا می‌کند (Huggett,2007). به عبارت دیگر در بحث پیچیدگی رفتار سیستم‌های اقلیمی، شناخت واکنش‌های محیطی سیستم‌ها در برابر متغیرهای بیرونی مانند تغییرات اقلیمی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. اگرچه مطالعات آماری و تصاویر ماهواره‌ای در تعدیل درک بهتر از این سیستم‌ها، نقش مهمی دارد. ولی ارزیابی جامع از واکنش‌های سیستم‌ها نیازمند مطالعه آستانه‌ها است (Schumm,1973). بر این اساس سیستم‌های اقلیمی از حساسیت بالایی نسبت به تغییرات میزان عناصر جوی برخوردار هستند و الگوی تکامل آن‌ها به دقت، توسط حد آستانه‌ها کنترل می‌شود؛ دراین مرحله با توجه به موارد مذکور می‌توان گفت که رمز درک تحول سیستم‌های اقلیمی با تعیین آستانه و بروز تغییرات عمده در ارتباط است. در این مورد می‌توان به بروز اغتشاشات ناشناخته و بی نظمی در گردش عمومی جو اشاره کرد (محمدی، ۱۳۸۷). آنچه بیشتر در ارتباط پایداری محیط مطرح شده است توجه به مقوله‌های تعادل و آستانه‌هاست. زیرا در صورت عدم توجه عمدتا به صورت آستانه‌های بحرانی و مرز وقوع مخاطرات محیطی[1] بروز می‌کند که با توجه به تعریف مخاطرات طبیعی که مبتنی بر ناسازگاری سیستم‌های محیط طبیعی و انسانی است. می‌توان گفت این فرایند به نوعی مفاهیم هشدار قبل از خسارت را معنا می‌کند که شامل تنوع وسیعی از انواع مخاطرات است که رویدادهای طبیعی، حوادث تکنولوژیک (ساخته دست انسان) و وقایع اجتماعی (رفتارهای انسانی) را شامل می‌شود (حسین‌زاده، ۱۳۸۳). از سوی دیگر مخاطرات محیطی می‌تواند تدریجی با منشا عمدتا آب و هوایی و ناگهانی با منشا زمینی مطالعه باشد. پاسخ‌های خطی یک سیستم به تغییرات تدریجی و یا پاسخ‌های غیرخطی به تغییرات ناگهانی، به توانایی سیستم در حفظ پایداری و رسیدن به تعادل بستگی دارد (سپهر، ۱۳۹۰). اما در عمل تفکیک مخاطرات محیطی کار بسیار پیچیده‌ای است. زیرا مخاطرات محیطی، مولفه‌های طبیعی و انسانی را به صورت توامان درخود دارند. به عنوان مثال مخاطرات ناشی از سیلاب می‌تواند نتیجه مولفه‌های طبیعی مانند تغییرات عناصر اقلیمی و افزایش فراوانی طوفان و نیز مولفه‌های انسانی به ویژه زهکشی زمین و یا تخریب و نابودی پوشش گیاهی باشد (اسمیت، ۱۳۸۲). حال با وجود سختی در میزان تفکیک مخاطرات باز اگر اقداماتی برخلاف ظرفیت طبیعی محیط (رشد شهرنشینی سریع، افزایش بی‌رویه جمعیت و...) صورت گیرد سبب ساز وقوع خسارات متعددی ناشی از آن اعم از سلامت انسان، دارایی و محیطی، خواهیم شد. در این فرایند در صورتی که مدیریت صحیح بر آن اعمال نشود ممکن است به صورت وقایع تهدیدکننده نه تنها در لحظه وقوع، بلکه با توجه به عواقب آنها، در بلند مدت به خسارت فیزیکی و اجتماعی منجر می‌شود. بنابراین هنگامی که نتایج وقوع چنین حوادثی بر جامعه یا زیرساخت‌ها زیاد باشد، به صورت بلایای محیطی[2] ظاهرمی‌شوند. با

1. Environmental Hazard
2. Environmental Disaster

توجه به مباحث مطرح شده، شناسایی شاخص‌های ظرفیت تحمل‌پذیری و پایداری محیط در نواحی مختلف انسانی از جمله ارکان مطالعاتی سیستم‌های محیطی است. به طوری که یکی از موضوعات محوری در مطالعات اقلیمی، تفسیر چگونگی روند تغییرات در نوع کنش و واکنش پدیده‌های اقلیمی است. بر این اساس مفهوم خشکسالی در دو جایگاه قابل طبقه بندی است:

الف- خشکسالی طبیعی بدون آنتروپوسفر در هر قلمرو اقلیمی (خشک تا مرطوب) و برگشت پذیر؛

ب- خشکسالی به‌عنوان مخاطره و بلایا تحت تاثیر عملکرد آنتروپوسفر و برگشت‌ناپذیر و فراتر از ظرفیت محیط که می‌تواند مخاطرات و بلایای طبیعی مسلط در نواحی شهری و روستایی را پایه گذاری یا تشدید کند؛

مرزبندی تعادل، آستانه، مخاطرات و بلایا در وقوع مخاطرات خشکسالی در سیستم‌های روستایی: با توجه به مباحث مطرح شده در زمینه تعادل، آستانه‌های بحرانی و مخاطرات محیطی، شناخت پدیده و ویژگی پایداری سیستم‌های جوی یا خاصیت انعطاف‌پذیری سیستم، تا حدی مهم است که هر فعالیت یا اقدامی که بدون شناخت اثر فعالیت در پایداری سیستم، صورت پذیرد، عملا نوعی ناپایداری سیستمی را به دنبال دارد. از طرفی ویژگی سیستم‌های باز که تحمل آشفتگی‌های سیستمی را در خود دارند، موجبات تبدیل به شرایط یکنواخت‌تر را فراهم می‌سازد، و این امکان را می‌دهد تا بتوان بر اساس شناخت این ویژگی‌ها، انعطاف‌پذیری بیشتر یا کمتر را شناسایی و مدیریت پایدار را در سیستم‌ها لحاظ کرد. به طور کلی هر اقدامی برای کاهش خطر، کم هزینه‌تر از اقداماتی است که برای بهبود وضعیت بعد از خطر، صورت می‌گیرد. این بینش هم اکنون در کشورهای توسعه یافته به کار گرفته می‌شود. چرا که پیش بینی و پیش‌گیری، نتایج مطلوب‌تری را به همراه دارد. مقاوم سازی و پایداری ساختاری کاهش مخاطرات بر این نکته تاکید دارد که این اقدامات از ابتدا باید در راستای پایداری محیط باشد تا آثار سوء مخاطرات کاهش یابد و هزینه‌ها کمتر شود (مقیمی، ۱۳۹۳).

شکل ۲: حساسیت به خطر محیطی و درجه تحمل محیطی در سیستم‌های روستایی به عنوان مبنا و اساس، مرحله آستانه‌های زیان، مرحله خطر و بلایا به عنوان مرحله نهایی (منبع: اسمیت و پلتی، ۲۰۰۹).

مطابق با شکل-۲ یک سیستم از جمله یک سیستم روستایی ممکن است در شرایط مختلفی، تحت تاثیرتغییرات محیط (شامل تغییرات اقلیمی، مدیریت انسانی و...) قرار گیرد: در مرحله اول: سیستم‌ها در صورت حالت تعادلی (به عنوان مثال در روند میانگین بارش)، به عنوان منابع محیطی در دسترس سیستم‌های کاربردی انسانی قرار خواهد گرفت. که می‌توان آن را با عنوان پایداری محیط تعریف نمود. در مرحله دوم: تحت عنوان آستانه‌های بحرانی، وضعیت سیستم در مرز حالت تعادل و مخاطرات محیطی قرار خواهد گرفت که هشداری برای جابه جایی مرز منابع محیطی تا مخاطرات محیطی خواهد بود. در مرحله مخاطرات محیطی، تغییرات محیط، ناسازگاری سیستم‌های طبیعی و سیستم‌های انسانی را به دنبال خواهد داشت. در آخرین مرحله یا بلایای محیطی یعنی روی دادن وقایعی همچون سیلاب‌های مخرب (پل‌دختر، آق‌قلا و... در فروردین ۱۳۹۸)، خشکسالی‌های اجتماعی- اقتصادی و ... برآورد خسارات ناشی از آن، قابل توجه خواهد بود. از این رو پیش‌بینی درک حالت تعادلی و پایداری آن در سیستم‌ها، پیش‌بینی حد آستانه‌ها (که در مطالعات آماری کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد) و مدیریت محیطی سیستم‌ها، نگرشی نو در تفسیر پایداری و شناخت ظرفیت‌های محیطی سیستم‌ها محسوب می‌شود که می‌تواند گام مهمی از سوی جغرافیدانان و پژوهشگران عرصه روستایی در راستای تحقق پایداری محیط و مدیریت نواحی روستایی تلقی شود. در تصویر زیر مرزبندی واکنش‌های سیستم‌های روستایی به مخاطرات خشکسالی طبقه بندی شده است.

روش تحقیق

به منظور ارزیابی رفتار تغییرات سیستم‌های اقلیمی با تاکید بر مخاطرات خشکسالی ناشی از جابه جایی پرارتفاع جنب حارّه، در گام نخست جهت بررسی وضعیت تغییرات زمانی و مکانی پشته جنب حاره، آشکارسازی موقعیت، شناسایی حد شمالی آن و تاثیرات آن بر روی خشکسالی‌های ایران منطقه مطالعه در محدوده عرض جغرافیایی ۰ تا ۴۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۰ تا ۷۰ درجه شرقی انتخاب شد. سپس به استخراج داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از پایگاه داده مرکز ملی پیش بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی[۲] در یک دوره ۷۰ ساله با تفکیک افقی ۲/۵ درجه در طی سال‌های ۱۹۴۸ – ۲۰۱۸ پرداخته شد. علت انتخاب این سطح به دلیل وقوع بیشترین اغتشاشات جوی در این تراز است. سپس داده‌های خروجی فشار برای تطبیق بین داده‌ها و صحت بیشتر نمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار گردس مورد ترسیم و تحلیل قرار گرفت. در گام بعد برای تشکیل پایگاه داده جهت ترسیم نقشه و نمودار از داده‌های استخراج شده ابتدا با استفاده از نرم افزار panoply داده‌های فشار ژئوپتانسیل طی مراحلی تبدیل به فرمت استاندارد برای تحلیل گردید. تا براساس آن روند تغییرات زمانی و مکانی پشته جنب حاره، شدت (هر چقدر منحنی میزان مرکزی سیستم پرارتفاع جنب حاره ارتفاع بیشتری داشته باشد، معرف شدت پرارتفاع جنب حاره است. به عنوان مثال اگر مرکز آن با منحنی ۵۸۸ ژئوپتانسیل بسته شود. با سیستمی که مرکز آن با منحنی ۵۹۲ ژئوپتانسیل بسته شود تفاوت خواهد داشت و دومی از شدت بیشتری برخوردار خواهد بود (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹) و سطح تحت پوشش شمال‌سو و شرق‌سو (تعداد شبکه‌هایی که در زیر یک پربند هم ارتفاع ۵۸۴ ژئوپتانسیل و بالاتر از آن قرار دارند نشانه منطقه سطح پوشش این سیستم پرارتفاع هستند. هر اندازه تعداد شبکه‌های زیر پوشش سطح این پرارتفاع، بیشتر باشد شاخص سطح بالاتر بوده و مساحت بیشتری از منطقه مورد مطالعه تحت سیطره پرارتفاع جنب حاره است و پربند تاثیرگذار که شامل بیرونی‌ترین منحنی میزان پرارتفاع موثر بر ایران با قدرت بیشتر از ۵۸۴ هکتوپاسکال است) ماه‌های گرم سال، مورد بررسی کمّی قرار گیرد. همچنین به دلیل استیلای بیرونی‌ترین پربند بسته در چهار ماه ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر بر روی محدوده

سرزمینی ایران، این محدوده زمانی برای تحلیل و تفسیر، انتخاب شد. در مرحله بعد با تحلیل داده‌های خروجی فشار و تطابق آن با نقشه‌های سینوپتیک؛ همچنین خروجی نرم افزار گردس و تبدیل داده‌های فشار به نمودارهای اقلیمی، برآن شدیم جهت مطالعه دقیق‌تر، دوره آماری سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۸ را به دو دوره ۳۵ ساله (دوره اول ۱۹۴۸-۱۹۸۲ و دوم ۱۹۸۲-۲۰۱۸) تقسیم کنیم.

جدول ۲- طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI

درجه خشکسالی	ارزش SPI	درجه ترسالی	ارزش SPI
خشکسالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹ -	ترسالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-	ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
خشکسالی شدید	۱/۵۰- تا ۱/۹۹-	ترسالی شدید	۱/۵۰ تا ۱/۹۹
درجه خشکسالی	ارزش SPI	درجه ترسالی	ارزش SPI

شکل ۳- فلوچارت مراحل انجام کار در فرایند تحقیق (منبع مجیدی راد. ۱۳۹۸)

تا براساس آن روند تشدید گرمایش جهانی و خشکسالی را با دیدگاه کمّی- کیفی مورد بررسی قرار دهیم. از این رو داده‌های بارشی ۸۴ ایستگاه هواشناسی ایران طی دوره مطالعاتی ۳۱ ساله[1] (۱۹۸۷- ۲۰۱۸)، با استفاده از شاخص SPI (این روش از جامع‌ترین و در عین‌حال ساده‌ترین روش مطالعه خشکسالی و ترسالی و خصوصیات آنها محسوب می‌شود). که اساس آن انحراف از میانگین نسبت به انحراف معیار داده‌های آماری است (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹). معادله آن به صورت زیر می‌باشد. که در آن P_i بارندگی سال i و SD انحراف معیار بارش در طول دوره آماری، $\overline{P}$ میانگین بارندگی بلندمدت می‌باشد.) مورد تجزیه تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا میزان روند (افزایشی یا کاهشی) خشکسالی‌ها در این ۳۱ سال مشخص شود.

$$SPI = \frac{P_i - \overline{P}}{SD}$$

رابطه ۱:

در ادامه به کمک مطالعات کتابخانه‌ای، به تحلیل کیفی رفتارشناسی سیستم آب و هوایی در سطوح مختلف تعادلی، آستانه، مخاطرات و بلایا پرداخته شد و همگام با رفتارشناسی سیستم‌های اقلیمی،

۱. به دلیل فراگیر بودن تعداد ایستگاه‌ها و کمبود داده مناسب، مجبور به کوتاه کردن دوره مطالعاتی خشکسالی شدیم.

واکنش‌های سیستم‌های روستایی در سطوح رفتاری فوق در راستای کاهش این نوع مخاطرات و سازگاری آن با نواحی روستایی مورد بررسی قرار گرفت.

بحث و یافته‌ها

رفتارشناسی سیستم‌های اقلیمی؛ اثرات تغییرات زمانی - مکانی پرارتفاع جنب حاره بر خشکسالی:

بررسی و مقایسه بین میانگین حرکت شمال‌سوی بیرونی ترین پربند بسته تاثیرگذار بر روی ایران که در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر طبق جدول (۳) در دو دوره مطالعاتی مورد محاسبه قرار گرفته است، نشان می‌دهد در تمامی ماه‌های گرم، میانگین ارتفاعی بیرونی‌ترین پربند از ۵۸۴۰ بالاتر بوده است و این ارتفاع جدید خود مبنای محاسبات قرار گرفت.

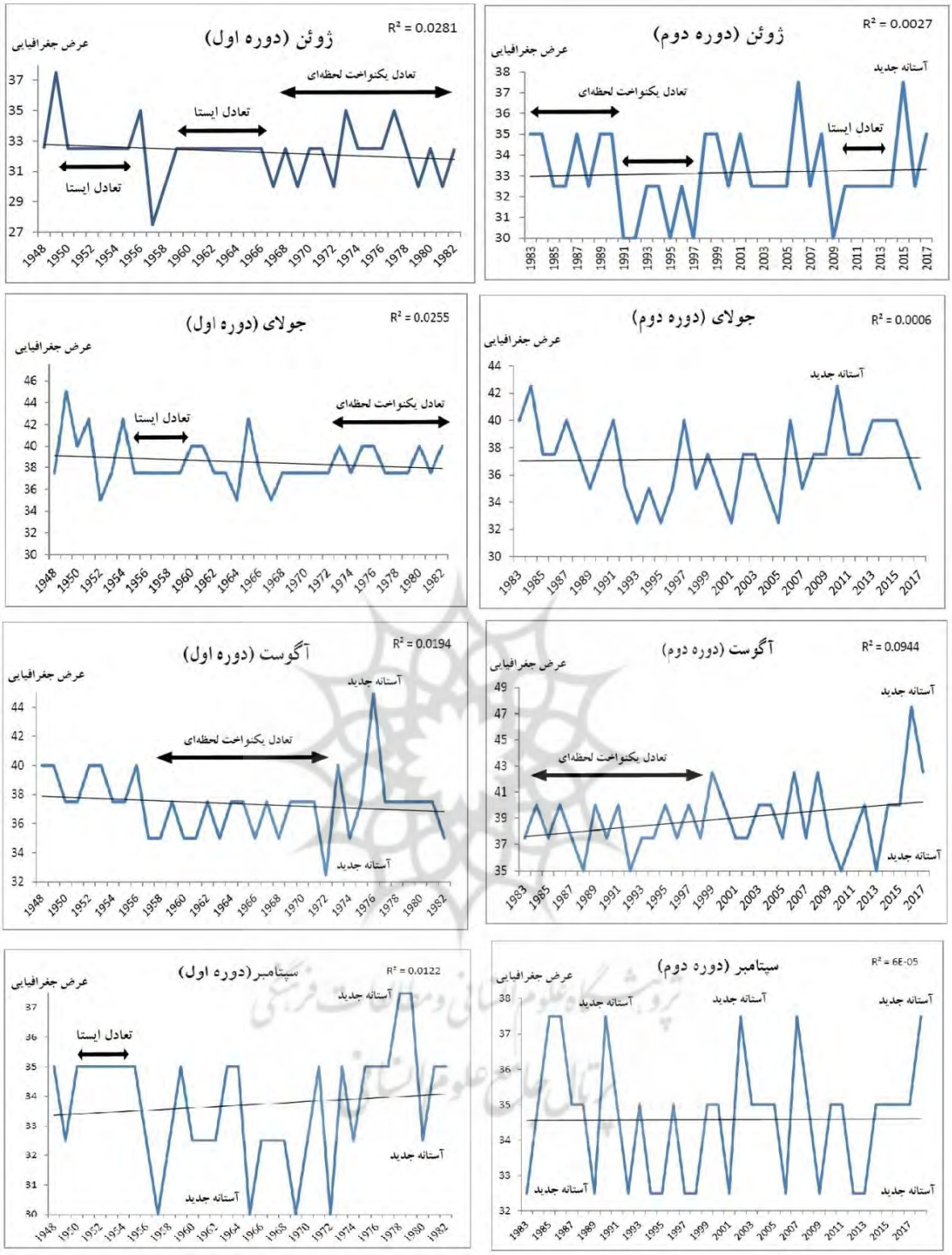
جدول ۳: میانگین ارتفاعی بیرونی‌ترین پربند (منبع: نگارندگان)

سپتامبر	آگوست	جولای	ژوئن	سال‌های مورد مطالعه
۵۸۵۰	۵۸۵۰	۵۸۵۰	۵۸۵۰	۱۹۴۸-۱۹۸۲
۵۸۶۰	۵۸۷۰	۵۸۶۰	۵۸۷۰	۱۹۸۳-۲۰۱۸

بر این اساس مطابق با جدول (۳) و نتایج جدول (۴) و نمودار مربوط به شکل (۴) می‌توان گفت که در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر، حرکت و جابه‌جایی در عرض‌های جغرافیایی، بازه گسترش (شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین عرض‌جغرافیایی تحت تاثیر در دو دوره)، پائین‌ترین عرض جغرافیایی با عدد ارتفاعی متفاوت پربند در هر ماه گرم (که اختلاف بین جنوبی‌ترین نقطه قرارگیری پربند در دوره دوم نسبت به دوره اول) و بالاترین عرض‌جغرافیایی (اختلاف بین شمالی‌ترین نقطه قرارگیری پربند در دوره دوم نسبت به دوره اول) و قدرت ارتفاعی (اختلاف بین میانگین ارتفاعی پربندها در دوره دوم نسبت به دوره اول)، روند مثبت و افزایشی داشته است و بیشترین میزان روند صعودی به سمت عرض‌های بالا در ماه‌های آگوست و جولای، دیده می‌شود. اختلاف قدرت ارتفاعی پربند در تمام ماه‌ها از جولای تا آگوست، روند افزایشی داشته و افزایش ارتفاع را ثبت کرده است. با مقایسه میانگین دو دوره ۱۹۴۸-۱۹۸۲ و ۱۹۸۳-۲۰۱۸ مشخص شد. پائین ترین عرض قرارگیری پربند در دوره دوم مطالعاتی، ۲/۵ درجه بالاتر از قراگیری پائین‌ترین عرض قرارگیری پربند در دوره اول بوده است و ۲/۵ درجه حرکت شمال سو را نشان می‌دهد. همچنین در دو ماه جولای وآگوست بالاترین عرض قرارگیری این پربند ۲/۵ درجه، حرکت شمال‌سو داشته است و از نظر قدرت ارتفاعی در تمام چهارماه گرم سال دوره دوم، افزایش قدرت ارتفاعی را به خصوص در ماه آگوست با ۱۶/۹۱ متر نشان می‌دهد و با محاسبه میانگین عرض جغرافیایی در دوره اول ۳۵ ساله، در مقایسه با دوره دوم، در تمام ۴ماه گرم سال، به عرض جغرافیایی قرارگیری پربند، افزوده شده و در جدول با عنوان اختلاف عرض‌جغرافیایی دوره‌ها لحاظ شده که نشان‌گر حرکت شمال‌سو و گسترش پرارتفاع جنب‌حاره است (جدول-۴).

جدول۴: مقایسه بازه گسترش و قدرت ارتفاعی بیرونی‌ترین پربند سیستم پرارتفاع جنب حاره (منبع: نگارندگان)

قدرت ارتفاعی	بیشترین بازه گسترش	کمترین بازه گسترش	اختلاف عرض جغرافیایی	ماه‌ها
۱۳/۴۱	۰	۲/۵	۲/۸۵	جون (ژوئن)
۱۳/۰۸۵	۲/۵	۲/۵	۱/۳۲	جولای (ژوئیه)
۱۶/۹۱	۲/۵	۲/۵	۱/۵۷	اوت (آگوست)
۱۶/۱۶	۰	۲/۵	۰/۷۸۵	سپتامبر

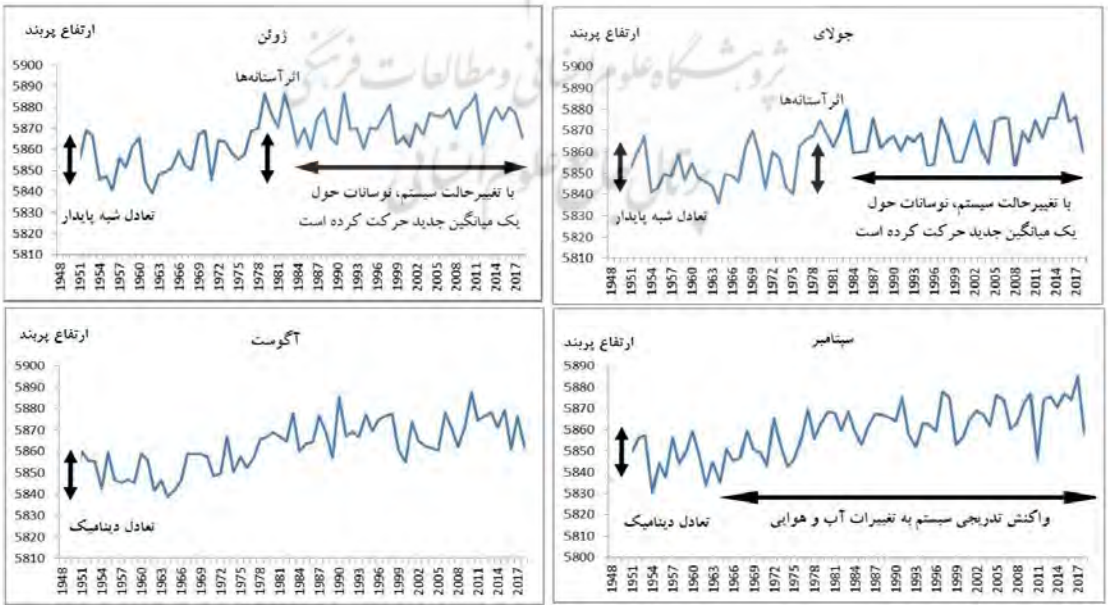


شکل۴: مقایسه حرکت شمال‌سوی بیرونی‌ترین پربند پرفشار جنب حاره در دو دوره ۱۹۴۸-۱۹۸۲ و ۱۹۸۳-۲۰۱۸ در دوره گرم سال

با مشاهده نمودارهای مربوط به حرکت شمال‌سوی بیرونی‌ترین پربند پرارتفاع جنب‌حاره در دو دوره زمانی ۱۹۴۸-۱۹۸۲ و ۱۹۸۳-۲۰۱۸ در دوره گرم سال می‌توان گفت انواعی از ترکیب تعادل، آستانه و مخاطرات در روندهای موجود بین سال‌های مختلف مشاهده می‌شود. در رفتار شناسی این سیستم‌ها این موارد قابل برداشت است: در شکل-۴ ، براساس تحلیل‌هایی که در توضیحات شکل ارائه شد، مطابق با ویژگی‌های تعادل ایستا تغییرپذیری چندانی در جابه جایی پرارتفاع جنب‌حاره مشاهده نشده است. به

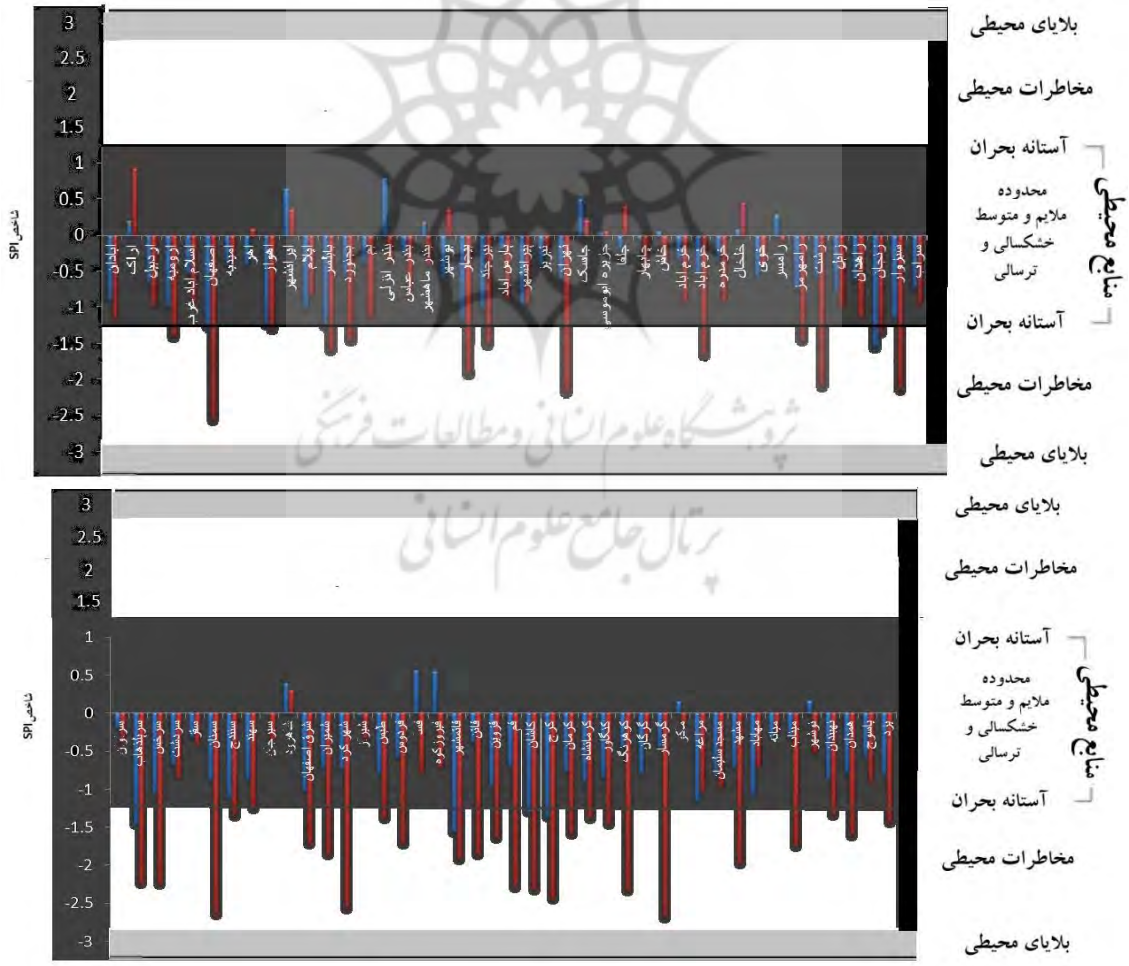
طوری کـه در دوره اول مـورد مطالعـه یعنـی دو دوره زمـانی ۱۹۵۰-۱۹۵۵ و ۱۹۵۹-۱۹۶۶ در مـاه ژوئـن، بیشـترین میـزان تعـادل ایسـتا مشـاهده شـده اسـت. بنابراین تعادل ایستا در دوره اول، بیشتر قابـل ردیـابی است. که این موضوع بیـانگر ثبـوت دوره‌ای بیشـتر در این زمان اسـت. در ایـن رونـد تعـادل باثبـات و پایـا و تعادل ناپایدار (که سـطح جدیـدی از تعـادل را بعـد از یک آشفتگی مقطعی تعریف می‌کند،) دیده نمی‌شـود. اما سطح تعـادل فراپایـدار (کـه خبـر از سـطح تعـادل جدید و برخورد با آستانه‌ها دارد) مشاهده می‌شـود. بـا این تفاوت که در این سطح جابه‌جایی پربند در صورت شمال‌سو شدن، تا حدودی به سطح تعادل پیشین بـاز می‌گـردد، نکتـه قابـل ذکـر دیگـر مربـوط بـه اثـر آستانه‌هاست.که این روند در بعضی سال‌ها به ویـژه در دوره دوم، نوسانات بیشتری را داشته و بـا آسـتانه‌های جدیدی مواجه شده است (آگوسـت ۲۰۱۶، سـپتامبر ۲۰۱۷، جـولای ۲۰۱۱ و...). کـه ایـن نوسـانات بازگوکننده تغییرات اقلیمی در سیستم پرارتفاع جنـب حاره است.

به طوری که قرارگیری پربند بیرونی تاثیرگـذار بـر روی محـدوده مـورد مطالعـه در دوره دوم مطالعـاتی بسیار متغیر بوده و از سطح تعـادل در مـواردی خـارج شده است. همچنین تعادل یکنواخت لحظـه‌ای یعنـی حرکـت حـول یـک میـانگین مشـخص در سـال‌های مختلف، مشاهده می‌شود و در طول دوره‌های مشـاهده شده، از کمترین نوسانات برخـوردار اسـت (بـه عنـوان مثال دوره اول آگوسـت سـال‌های ۱۹۵۷-۱۹۷۰ و...). پـس از بررسـی تغییـرات پربنـدها در عرض‌هـای جغرافیایی، قدرت ارتفاعی آنها نیز مـورد بررسـی قـرار گرفـت. بـا توجـه بـه نمودارهـای خروجـی حاصـل از داده‌های سال‌های ۱۹۴۸- ۲۰۱۸ می‌توان اثرات تعادل دینامیک و شبه پایدار را در چهارماه گرم سال در ایـن پربند بیرونی، مشـاهده نمـود. بـه طـوری کـه تعـادل دینامیـک در رونـدهای موجـود ماه‌هـای آگوسـت و سپتامبر قابل تشخیص است و قدرت ارتفاعی پربند در جهتی مشخص رو به افزایش است. اما در تعادل شـبه پایدار روند فوق با اثر آستانه‌ها (افزایش ارتفاعی جدیـد و بدون بازگشت)، مواجه می‌شود و میانگین تغییـرات، حول یک محور جدید، شکل می‌گیرد. به عنوان مثـال در ماه‌هـای ژوئـن و جـولای، تعـادل شـبه‌پایدار و اثـر آستانه جدید بـه وضـوح بیشـتری، آشکارسـازی شـده است. به طور کلی این افزایش ارتفاع، شـواهدی مبنـی بر گرمایش جهانی و شدت گرفتن درجات خشکسـالی از نرمال به سمت شدید (مخاطرات) است (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار افزایش قدرت ارتفاعی بیرونی‌ترین پربند پرارتفاع جنب حاره در دوره مطالعاتی ۱۹۴۸- ۲۰۱۸ بر واحد ژئوپتانسیل

اثرات تغییرات آب و هوایی بر روی منابع بارشی نیز خود را نشان داده است و اثراتش به صورت آستانه ها ملموس است .مطابق با شکل (۶) که با استفاده از شاخص SPI و با رویکرد کمّی-کیفی ترسیم شده است، حساسیت منطقه مورد مطالعه به خطر محیطی خشکسالی یا ترسالی، آشکار شده است. که گذشتن از حد آستانه‌های بحرانی (به طور معمول خشکسالی یا ترسالی متوسط) و رسیدن به محدوده مخاطرات محیطی (خشکسالی شدید و بسیار شدید) را در بیش از یک سوم ایستگاه‌های مورد بررسی، نشان می‌دهد. این روند خشکسالی تقریبا بین ۳ تا ۵ سال با تداوم ۲ ساله تکرار شده و فرین‌ها را افزایش داده است. برای ملموس‌تر شدن محدوده آستانه‌های بحران تا بلایای محیطی، خروجی SPI مربوط به ماه دسامبر ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به عنوان یکی از پربارش‌ترین ماه‌های سال در ایران، به دلیل نزدیک بودن به زمان حال و فراگیری خشکسالی در این ماه، در بیش از ۵۰ درصد ایستگاه‌ها، انتخاب شد.که خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید در یک دوره ۳۱ ساله، نشان می‌دهد. این روند کمّی- کیفی نشانگر نوعی تغییرات در تعادل سیستم برای برای رسیدن به آستانه‌های جدید است و واکنش‌های گسترده‌ای را در موضوعاتی همچون منابع آب، محیط، سلامتی انسان، کشاورزی، زندگی شهری و روستایی به همراه خواهد داشت که در صورت سازمان نیافتن دیدگاه‌های مدیریتی سیل، خشکسالی و...، ممکن است، مرحله نهایی یا بلایای محیطی از عرصه‌های فوق، تحقق یابد. به‌طورکلی تحقق بلایای طبیعی در صورت عدم مدیریت یا مدیریت سازمان نیافته، با موضوع خسارات گسترده همراه خواهد بود.



شکل ۶: حساسیت به مخاطرات سیلاب و خشکسالی در ماه دسامبر (۱۰ آذر- ۱۰ دی) در سال نمونه ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ در ایستگاه‌های مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

جدول ۴: خروجی SPI ماه دسامبر (۲۰۱۶-۲۰۱۷) ایستگاه‌های مطالعاتی

نام ایستگاه	۲۰۱۶	۲۰۱۷	نام ایستگاه	۲۰۱۶	۲۰۱۷
ابادان	-1.14	-0.88	سراوان	-0.39	-0.19
اراک	0.93	0.2	سرپلذهاب	-2.23	-1.45
اردبیل	-0.97	-0.67	سرخس	-2.24	-1.05
ارومیه	-1.38	-0.99	سردشت	-0.85	-0.67
اسلام ابادغرب	-0.91	-0.52	سقز	-0.41	-0.31
اصفهان	-2.54	-1.24	سمنان	-2.64	-0.88
امیدیه	-0.33	-0.39	سنندج	-1.34	-1.11
اهر	0.09	-0.41	سهند	-1.25	-0.87
اهواز	-1.27	-1.23	سیرجان	-0.35	-0.01
ایرانشهر	0.36	0.65	شاهرود	0.31	0.4
ایلام	-0.83	-1	شرق اصفهان	-1.71	-1.02
بابلسر	-1.58	-1.25	شمیران	-1.85	-0.73
بجنورد	-1.44	-0.55	شهر کرد	-2.56	-0.73
بم	-1.13	-0.37	شیراز	-0.32	-0.04
بندر انزلی	-0.38	0.79	طبس	-1.37	-0.79
بندر عباس	-0.83	-0.24	فردوس	-1.71	-0.59
بندر ماهشهر	-0.41	0.19	فسا	-0.79	0.56
بوشهر	0.36	-0.59	فیروزکوه	-0.71	0.56
بیجار	-1.9	-1.18	قائمشهر	-1.91	-1.56
بیرجند	-1.49	-0.99	قائن	-1.85	-0.38
پارس اباد	-0.88	-0.19	قزوین	-1.63	-0.95
پیرانشهر	-0.93	-0.96	قم	-2.28	-0.7
تبریز	-0.18	-0.41	کاشان	-2.31	-1.29
تهران	-2.15	-0.61	کرج	-2.43	-1.35
جاسک	0.21	0.5	کرمان	-1.58	-0.76
ابوموسی	0.06	0.03	کرمانشاه	-1.37	-0.91
جلفا	0.4	-0.18	کنگاور	-1.45	-0.84
چابهار	-0.44	-0.05	کوهرنگ	-2.32	-0.45
خاش	-0.38	0.05	گرگان	-0.33	-0.79
خرم اباد	-0.91	-0.33	گرمسار	-2.68	-0.44
خرم اباد	-1.65	-0.54	ماکو	-0.13	0.16
خرمدره	-0.91	-0.33	مراغه	-1.02	-1.16
خلخال	0.44	0.08	مسجد سلیمان	-0.97	-0.79
خوی	-0.4	-0.58	مشهد	-1.97	-0.72
رامسر	-0.07	0.28	مهاباد	-0.71	-1.08
رامهرمز	-1.44	-0.73	میانه	-0.25	-0.32
رشت	-2.07	-0.57	میناب	-1.74	-0.3
زابل	-0.99	-0.77	نوشهر	-0.52	0.16
زاهدان	-1.13	-0.62	نهبندان	-1.33	-0.86
زنجان	-1.33	-1.53	همدان	-1.6	-0.78
سبزوار	-2.12	-1.14	یاسوج	-0.91	-0.57
سراب	-0.94	-0.73	یزد	-1.43	-0.81

اساسا آنچه در راستای مدیریت مخاطرات خشکسالی و کاهش آسیب پذیری محیط ضروری است، اتخاذ نوع رویکرد در مدیریت محیط است. در حال حاضر یکی از دلایل اساسی بالابودن تلفات (بلایا)

ناشی از مخاطرات طبیعی در کشور، نحوه مدیریت و آسیب پذیری‌های سیستم‌های کاربردی انسانی در واکنش به آن است. که در آخرین سیل‌های فروردین ۹۸، ضعف‌های اساسی مدیریتی آن در کشور کاملا آشکار گردید. این موضوع و خسارات گسترده آن نیز در خشکسالی‌های متعدد سراسرکشور مشاهده شده و می‌شود. مطابق با تصویر، مدیریت مخاطرات طبیعی را به سه دسته فعال، انفعالی و آشفته تقسیم می‌کنند.

الف- در روش انفعالی برای به کنترل در آوردن و جلوگیری از وقوع بلایا هیچ اقدامی انجام نمی‌گیرد و در حقیقت با قبول خطر، تمام اقدامات به بعد از وقوع مخاطره موکول می‌شود (حسین زاده، ۱۳۸۳). این اقدامات شامل نجات جان افراد، امدادرسانی و تامین خسارات است. این روش که مرحله بعد از وقوع بحران نام‌گذاری می شود در مرحله بلایای طبیعی قابل اجراست.

ب- در نوع دوم یعنی از نوع آشفته در هیچ یک از زمینه‌های پیشگیری و یا امداد و نجات برنامه‌های پایدار ارائه و اجرا نمی‌شود و اصولا به طور مقطعی و روزمره تلاش‌هایی آغاز و بی پایان رها می‌شود و به هنگام وقوع حادثه سردرگمی حاکم می‌شود.

ج- در روش مدیریت فعال قبل از هر چیز تلاش می‌شود اندازه خطر و میزان آسیب پذیری تعیین شود (حسین‌زاده، ۱۳۸۳) و سپس اقدامات در دو قلمرو زیرساختی و اقدامات آموزشی به مرحله اجرا در می‌آید. در این نوع مدیریت بهتر است تمام اقدامات لازم قبل از وقوع، اتخاذ شوند تا مقاومت در برابر آینده را افزایش دهند. با این وجود جهت کاهش خسارات بیشتر در یک محدوده و جلوگیری از تکرار بلایا در محیط های دیگر، لزوم مطالعه مدیریت پسابحران نیز قابل توجه است. در شکل (۷) کلیاتی از مدیریت فعال به نمایش در آمده است. در حال حاضر دولت‌ها برای مقابله با خشکسالی‌ها، معمولا به صورت شیوه آشفته و گاهی انفعالی عمل می‌کنند و با صرف اعتبارات هنگفت، به جبران بخش کوچکی از این خسارات می‌پردازند (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹) به طورکلی برای ارائه شیوه مدیریتی به روش مدیریت فعال ضروری است هریک از سطوح ۸ گانه تعادلی در جابه‌جایی مسیر پربندها، زمان آستانه‌ها و حتی مخاطرات و بلایای محیطی، که بازگوکننده رفتار سیستم آب و هوایی ناشی از جابه جایی پرارتفاع جنب حاره است (که خود اصل پراکندگی پدیده‌های جوی را نمایان می‌سازد)، مشخص شود تا بتوان بر اساس آن، ارزیابی و برآورد خسارات احتمالی را انجام داد. به طوری که مطالعات کمّی تغییرات سیستم‌ها نشان داد، دوره‌های ثبات و یکنواختی بیشتر در دوره اول مطالعاتی و تکرار بیشتر آستانه یا فرین‌ها در دوره دوم مطالعاتی، بیانگر این است که سیستم آب و هوایی در جهت حفظ شرایط پایداری به دنبال یک خودسازماندهی است. در این راستا نوع نگاه مدیریتی و رویکرد آن، می‌تواند این خودسازماندهی را با اثرگذاری مثبت به سمت حفظ منابع محیطی هدایت کند و یا با نقش آفرینی منفی خود این رفتار سیستم را به سمت مخاطرات و بلایای محیطی سوق دهد.

رفتارشناسی سیستم‌های روستایی در واکنش به تشدید خشکسالی‌ها: به‌طورکلی موضوع رفتارشناسی مخاطرات خشکسالی در سیستم‌های روستایی، پیوندی بنیادی گام‌های اساسی مدیریت این نوع مخاطرات آب و هوایی دارد. به طوری که پیاده‌سازی گام‌های مدیریتی می‌تواند منطبق با ظرفیت روستاها و پایداری آسیب‌های این نواحی در برابر خزش مخاطرات خشکسالی باشد. گام‌های اساسی در ادامه مورد بررسی اجمالی قرار گرفته است. شایان ذکر است که سیستم‌های روستایی در مراحل نخستین با کمترین زیان‌ها مواجه خواهد شد و هرچه به مراحل بعدی وارد شویم وضعیت ناسازگارتر و زیان‌بارتر خواهد شد (شکل ۷):

مرحله اول: پیشگیری و آگاهی از رفتار مخاطرات خشکسالی به کمک پیش‌بینی رفتار آب و هوایی خشکسالی می‌تواند مناسب‌ترین راهبرد باشد (تعادل)؛

مرحله دوم: در صورت عدم پیشگیری، با ظرفیت‌سازی کوششی مبتنی بر هشدارهایی برای کاهش آسیب‌های احتمالی صورت می‌گیرد (آستانه زیان)؛

مرحله سوم: آمادگی در برابر خشکسالی‌هایی که به طور خزنده رشد نموده و اقدامی برای سازگاری آن صورت نگرفته است (مخاطرات)؛

مرحله چهارم: وقوع خسارات و آسیب‌های آن و ضرورت بازسازی اضطراری و احیای آسیب‌های آن و همچنین استفاده از تجارب آن در سایر نواحی روستایی (بلایا)؛

شکل ۷: گام‌های اساسی مدیریت و رفتارشناسی مخاطرات خشکسالی در سیستم‌های روستایی (منبع: صادقلو و همکاران، ۱۳۹۶).

واکنش روستاها به خشکسالی در سطح تعادل و وضع عادی (سازگاری درازمدت): به‌طورکلی واژه تعادل بیانگر دو حالت تعادلی در فرایندهای محیطی است. تعادل دینامیک و تعادل ایستایی (سپهر، ۱۳۹۴). اساسا گرایش به سمت تعادل دینامیک در همه سیستم‌ها، به نوعی بازخورد منفی بین فرایندها در جهت جبران شرایط به سمت حالت پایداری است. پاسخ‌های خطی و غیرخطی سیستم‌ها در مقیاس زمانی، دگرگونی محیط را در چشم‌اندازهای جغرافیایی به همراه دارد. چنین دگرگونی‌هایی که بازتاب واکنش سیستم‌ها به سمت حفظ پایداری است. واکنش سیستم‌های روستایی در برابر فرایند خشکسالی در حالت تعادلی به نوعی ایمن‌سازی و مقاوم‌کردن نظام سکونتگاهی روستایی به همراه مشارکت روستاییان در سازگاری دراز مدت است. به طور کلی هر اقدامی برای کاهش خطر، کم هزینه‌تر از اقداماتی است که برای بهبود وضعیت بعد از خطر صورت می‌گیرد. این بینش هم اکنون در کشورهای توسعه‌یافته به کار گرفته می‌شود. چرا که پیش‌بینی و پیش‌گیری، نتایج مطلوب‌تری را به همراه دارد. در مقابل افزایش هزینه بهبود وضعیت محیط یا افزایش هزینه بهبود آسیب‌دیدگی افراد و جوامع، به شکست برنامه‌ها و به دنبال آن نیز افزایش خسارات زراعی و دامی منجر می‌شود (نصیری، ۱۳۹۵). بینش مقاوم‌سازی همراه با پیش‌بینی و پیش‌گیری در خصوص آسیب‌های محیطی، کالبدی و جمعیتی فرایند خشکسالی به شرط شناسایی مکانیزم خشکسالی و پیش‌بینی احتمالی رفتار آن در آینده، نتایج مطلوبی دارد. (وارد شدن به مرحله آستانه‌های خطر تا بلایا). زمانی که منطقه‌ای در معرض مخاطرات و سپس بلایای طبیعی قرار می‌گیرد، تصمیم برای بازیابی هر نوع مخاطراتی مانند بازسازی سکونتگاه‌های آسیب‌دیده با تردیدها و شکست‌های فراوانی روبرو می‌شود. به‌دلیل این که مناطق تحت تاثیر بلایای طبیعی با آسیب‌های اساسی

و پایداری ساختاری روبرو شده است و شیوه مدیریتی آن نیز انفعالی و یا آشفته می‌شود. ساختار مقاومت و پایداری دو معنا دارد: یکی تاب آوری در برابر رویدادها و دیگری مقاوم‌سازی سازه‌ها و روابط. بنابراین پایدارسازی در سکونتگاه‌ها و سازه‌های روستایی و فعالیت‌های این نواحی، از آن جهت مفید است که به کارگیری آن موثرتر، سریع‌تر و کم هزینه‌تر از دیگر اقدامات است. از سوی دیگر توجه به نوع زراعت، باغداری و دامپروری که موضوعی نسبی است و در هر ناحیه روستایی شکل ویژه‌ای دارد، بستگی به وضعیت خطرپذیری منطقه دارد، بدین‌ترتیب آسیب‌های انسانی ناشی از مخاطرات محیطی به خصوص چالش‌های خشکسالی به سمت فعالیت‌های روستایی را می‌توان با مطالعه و ارزیابی جامع آن با روش‌های اصولی، کنترل و مهار نمود (نصیری، ۱۳۹۵). ایجاد مراکز ایمنی در مراکز روستایی و آگاهی از نحوه کار با تجهیزات و همچنین آگاهی از تدارک امکانات کافی برای ارائه خدمات مناسب به هنگام بروز مخاطرات طبیعی می‌تواند موفقیت سیستم مدیریت بحران را در پی داشته باشد (سلمانی و ایمانی، ۱۳۸۷).

در زمینه مشارکت جوامع روستایی می‌توان گفت، گروه‌های مردمی منابع ارزشمندی برای اجرای فازهای مدیریت بحران هستند. همچنین نقش تسهیل‌گرایانه دولت در زمینه‌های فرهنگ‌سازی در شرایط بحران، در کنار مشارکت آگاهانه روستاییان منطقه می‌تواند به مناسب‌ترین شکل ممکن به مقابله با مخاطرات خشکسالی و آسیب‌های ناشی از آن در اراضی زراعی، باغی و... منجر شود. اگر این مشارکت اتفاق بیفتد، روستاییان مبادرت به اقدامات پیش‌گیرانه چون تشکیل صندوق‌های هم‌یاری بحران‌ها و بیمه و در نهایت واکنشی در سطح تعادل و پایداری سازی محیط خواهند داشت (صادقلو و همکاران، ۱۳۹۶). این رویه، می‌تواند پیش از تحقق مخاطرات و بلایا، مقاوم‌سازی سکونتگاه‌های روستایی در منطقه مورد مطالعه نهادینه کرد.

واکنش سیستم‌های روستایی در سطح آستانه‌های بحرانی (مرز تغییرات بحران و نقطه اوج): آستانه‌های محیط را می‌توان در دو بخش اصلی مطالعه نمود (رحیمی‌هرآبادی و هدائی‌آرانی، ۱۳۹۳):

۱- آستانه‌های تغییر: که در مطالعات تعادل و طبقه بندی انواع تعادل استفاده می‌شد. به‌طورکلی به مفهوم تغییر حالت یک فرایند تعادلی به فرایند تعادلی دیگر بیان می‌شود.

۲- آستانه‌های بحرانی: که در حال حاضر به دلیل اغتشاشات محیطی حاصل از عامل آنتروپوژنیک و مداخلات ناشی از تغییرات انسانی سبب ساز ظهور تغییر فرایند یک حالت تعادلی به فرایندهای مخاطره‌زا و به عبارت دیگر از منابع محیطی به سمت مخاطرات محیطی می‌شود.

آنچه بیشتر در ارتباط پایداری محیط مطرح شده است عمدتا مربوط به آستانه‌های بحرانی و مرز وقوع مخاطرات محیطی است. به طور کلی فرایندهای طبیعی و تغییرات ناشی از مداخلات ناآگاهانه انسان در محیط‌های انسانی نظیر روستاها که به گذر از حد تعادل در سیستم‌ها می‌انجامد و بحران‌های محیطی یا حوادث ناگوار غیر مترقبه‌ای را به وجود می‌آورد. بررسی و تحلیل آستانه‌های بحرانی به درک بیشتر مخاطرات محیطی در سیستم‌ها کمک فراوانی می‌کند (صفاری و همکاران، ۱۳۹۳)

شناسایی سطح کلی ظرفیت سازگاری سکونتگاه‌های روستایی منطقه مورد مطالعه نسبت به مخاطرات محیطی از جمله خشکسالی به منظور مدیریت اثربخش روستاها از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است، چرا که با شناسایی و رتبه‌بندی توان سازگاری دهستان‌ها، اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی متناسب جهت کاهش آسیب‌های ناشی از خشکسالی میسر می‌شود (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرفی کارکرد نهادهای متولی مدیریت محلی روستاها نظیر دهیاری‌ها در کاهش اثرات و آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات خشکسالی نیز، نقش مهمی در تحقق اهداف توسعه پایدار روستاها ایفا می‌کند. این امر به واسطه عملکرد و کارایی دهیاری‌ها و شوراهای اسلامی در فرایند مدیریت توسعه روستایی در چهار بعد پایداری اجتماعی، اقتصادی، محیطی و کالبدی اهمیتی

مضاعف می‌یابد (فراهانی و آیین مقدم، ۱۳۹۱). چرا که روستاها به منزله مکان‌هایی خاص با شیوه زندگی متفاوت نسبت به شهرها، نیازمند الگوی مدیریتی مجزا و منطبق با شرایط اقتصادی، اجتماعی و بوم شناختی خود در حوزه مدیریت مخاطرات خشکسالی هستند. از این رو اعمال راهبردهای سازگاری نسبت به خشکسالی، با جلب مشارکت و همکاری شوراهای اسلامی روستاها و دهیاری‌ها، بستر سازش و انطباق روستاییان را با مخاطرات طبیعی مذکور هموارتر می‌نماید. ظرفیت سازگاری در واقع، توانایی برنامه‌ریزی و استفاده از راهبردهای سازگاری، برای تعدیل اثرات نامطلوب ناشی از رفتارهای تغییرات آب و هوایی است (Corney,1998).

بنابراین در مدیریت آستانه‌های بحران، تحکیم ظرفیت سازگاری اراضی زراعی و مراکز دامی روستایی منطقه در واکنش به مخاطرات خشکسالی اقلیمی، می‌تواند در مانع شدن از ورود به مرحله مخاطرات ثانویه بعدی به ویژه مخاطرات خشکسالی زراعی موثر باشد. بدین منظور لازم است با شناخت بیشتر رفتارهای خشکسالی ناشی از تغییرات آب و هوایی، شرایط مناسب را برای سازگاری ظرفیت‌های سکونتگاه‌های روستایی سازگار شود و نگرش مقاوم‌سازی و محافظت از سازه‌های انسانی را ارتقا دهند. در غیر این صورت و تسلط مخاطرات خشکسالی ممکن است مهاجرت‌های اجباری و تحمیل خسارات باغی و دامی متعددی را برای نواحی روستایی به همراه داشته باشد.

واکنش سیستم‌های روستایی در سطح مخاطرات (ناسازگاری روستاها و بحران نزدیک): وقوع مخاطرات محیطی به درجه آسیب‌پذیری کشورها و واکنش انسان‌ها نسبت به مخاطرات محیطی بستگی دارد (کرم و همکاران، ۱۳۹۴) اصولا هدف از کاهش خطر تلاش به منظور ایجاد روندی در کاهش یافتن دوره‌های بلندمدت مخاطرات بر سیستم‌های انسانی و نیز رسیدن به توانایی پیش‌گیری معقولانه مخاطرات است (Smith, Petley,2009).

با توجه به روحیه خودکفایی در جامعه روستایی، آگاهی داشتن و برخورداری از دانش لازم در هنگام وقوع بحران‌ها و بلایای مختلف می‌تواند نقش موثری در کاهش خسارات ناشی از وقوع مخاطرات داشته باشد و باعث موفقیت سیستم مدیریت بحران شود (افراخته و همکاران، ۱۳۹۴). روستاییان منطقه براساس آموزش و دانش، راهبردهای جمع‌آوری آب، کاهش تبخیر آب، کاهش هدر رفت آب، مدیریت زمین و الگوی کشت و... را با هدف کلان مدیریت بهینهٔ آب به منظور کاهش خسارت‌های محیطی مانند فرسایش، کاهش حاصل‌خیزی خاک، کاهش پوشش گیاهی و کاهش خسارت‌های اقتصادی شامل کنترل تلفات دامی و مقدار محصولات کشاورزی و... به کار برده‌اند (آیالا، ۱۳۸۹) و (فاضل‌نیا و رکن‌الدین‌افتخاری، ۱۳۸۲). اولین گام برای مقابله با بحران‌های مذکور در نواحی روستایی و تعدیل اثرات آن، اگاهی، شناخت و درک واقعیت مخاطرات، به ویژه علل وقوع و اثرات متقابل پیامدها و علل چندگانه آن است و گام بعدی، اتخاذ راهبردها و انتخاب راهکارهایی است که بر اساس آن بتواند با پیامدهای این پدیده، مقابله و اثرات زیان بار آن را مهار نموده و یا کاهش داد. بنابراین استفاده از آموزش و دانش بومی جوامع روستایی برای کاهش آسیب پذیری نظام سکونتگاه‌های روستایی در چارچوب مخاطره شناسی می‌تواند از مهمترین راهبردهای کاهش خطر قلمداد شود (عزمی و همکاران، ۱۳۹۴). از این رو می‌توان گفت با توجه به راهبردهای مدیریت مخاطرات محیطی، لازم است به کمک دانش بومی ساکنان منطقه و حمایت مالی و اختصاص بودجه بخش دولتی به ویژه در اقدامات سخت افزاری، فرایند درجه کاهش مخاطرات را مورد بررسی قرار داد و از تحقق درجه بلایای طبیعی خشکسالی‌های زراعی و اقتصادی- اجتماعی جلوگیری به عمل آورد.

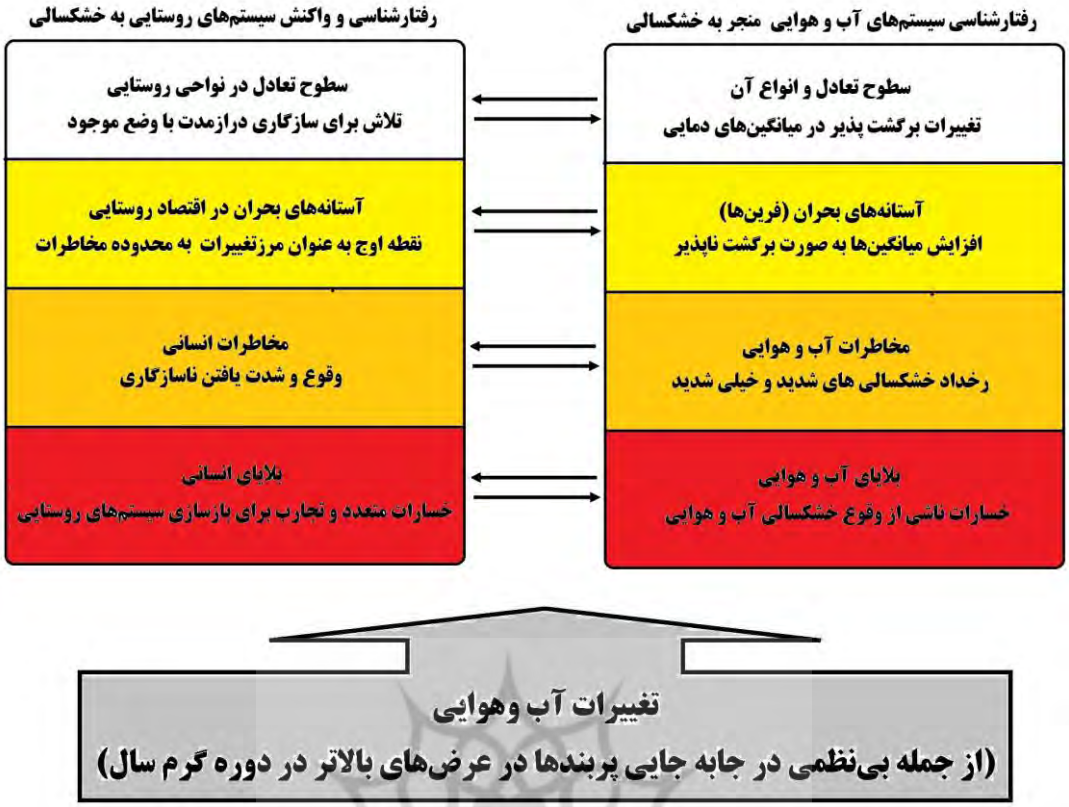
واکنش سیستم‌های روستایی در سطح بلایا (تجارب برای بازسازی سیستم‌های روستایی آینده): در آخرین مرحله، بلایای طبیعی، وقوع خطر

و تحمیل خسارات حاصل از خشکسالی‌های اقتصادی-اجتماعی در ساختار سکونتگاه‌های روستایی، در حالتی است که سیر تعادل، آستانه‌های بحران و مخاطره شناسی که در فوق به آنها پرداخته شد با شکست مواجه شود. بنابراین ضروری است مراحل فوق در واکنش سیستم‌های روستایی در چارچوب مدیریت فعال مخاطرات طبیعی روستاهای منطقه مورد مطالعه، مورد ارزیابی مسئولانه قرارگیرد و ضمانت اجرایی پیدا کند تا به این سطح که متحمل هزینه‌های بسیار برای جوامع روستایی، دولت و مسئولان اجرایی دهیاران، فرماندار و... است، منجر نشود. همچنین تجارب این بلایا بتواند در دیگر نواحی روستایی به کمک رفتارشناسی پایدار، از تکرار مجدد این چرخه بسته جلوگیری شود.

نتیجه‌گیری

سیستم‌های‌آب و هوایی، سیستم‌های پیچیده و در عین‌حال سازمان‌یافته، محسوب می‌شوند، این سیستم‌ها، در بعضی سال‌ها با توجه به شرایط تاثیرگذار محیطی، رفتاری تصادفی را نشان می‌دهند. در این میان سیستم پرارتفاع جنب حاره با تغییرات در جابه‌جایی در محل قرار گیری خود، پدیده‌هایی پیچیده و تصادفی از خشکسالی یا ترسالی و... را در یک منطقه به وجود می‌آورند که این وقایع محیطی، در سطوح مختلفی از تعادل، آستانه و مخاطرات جای می‌گیرند. در این نوشتار در پاسخ به این موضوع، یعنی شناسایی رفتار سیستم‌های پرارتفاع جنب حاره از تعادل تا مخاطرات، تلاش شد در قالب تفکری سیستمی، این روند، شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد. که به عنوان مطالعه موردی، رفتارشناسی اثرگذاری جابه‌جایی سیستم پرارتفاع جنب‌حاره بر وقوع و تشدید خشکسالی، مورد بحث قرار گرفته است. با توجه به استقرار ایران بر روی کمربند خشک و حاکمیت پرارتفاع جنب حاره در دوره گرم سال بر روی این منطقه، زمان پیش‌روی پرارتفاع در طی ۷۰ سال گذشته یعنی سال‌های بین ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۸ در ماه‌های گرم سال، مورد بررسی قرار گرفت. در این میان میزان تغییرات آب و هوایی از بازیگران اصلی در شدت یافتن سلطه پرفشار جنب حاره و افزایش خشکسالی‌ها در کشور ما شده است و بالطبع میزان درگیر شدن جوامع انسانی به ویژه اقتصاد زراعی جوامع روستایی با پیامدهای گرمایش جهانی بیشتر ملموس شده است. از سوی دیگر درجات مختلف خشکسالی نظیر خشکسالی‌های اقلیمی، هیدرولوژیک، کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی، بسته به مدیریت محیط در سطوح مختلفی به وقوع می‌پیوندد (عزیزی و روشنی،۱۳۸۰). در جهت قابل لمس‌تر شدن این تغییرات آب و هوایی در این مطالعه، بیرونی ترین زبانه پرارتفاع تاثیرگذار بر ایران از نظر شدت و جهت (شمال‌سو) مسیریابی شد. که نشان می‌دهد زبانه‌های تاثیرگذار بر روی ایران تا عرض‌های شمالی و شمال‌غرب را فراگرفته است. این موارد نشانگر حرکت این زبانه به سمت عرض جغرافیایی بالاتر، افزایش ارتفاع پربند، عمق نفوذ و وسعت دامنه‌ای بیشتر در دوره مطالعاتی، نشان از گرم شدن هوا، شدت گرفتن درجه خشکسالی‌ها و در مجموع تائیدی بر تغییرات آب و هوایی و بی نظمی رفتار های آب و هوایی دارد. چنانچه که عساکره و همکاران (۱۳۹۵) نیز در چارچوب اقلیم شناسی مرز شمالی پشته پرارتفاع جنب حاره بر روی ایران دریافتند که حاکمیت این سامانه تا بالاتر از عرض‌های ۴۰ درجه شمالی گسترش یافته است همچنین علیجانی و همکاران(۱۳۹۸) در رفتارسنجی اثر گرمایش جهانی بر پرارتفاع جنب‌حاره، افزایش ارتفاعی میانگین بلندمدت ارتفاع هسته پرارتفاع را تایید کردند. نتایج این مطالعه در رویکرد کمّی، بیانگر این است که بیرونی‌ترین پربند تاثیرگذار بر ایران در ماه‌های گرم مورد مطالعه، چندین سطح تعادل به ویژه تعادل ایستا، یکنواخت لحظه‌ای، دینامیک و فراپایدار را آشکار می‌سازد که در برخی سال‌ها با اثر آستانه‌ای مواجه شده است که تهدیدی بر شروع سطوح مخاطرات محیطی (خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید) است. آستانه‌ها خود پیامد تغییرات آب و هوایی هستند و افزایش آستانه‌ها یعنی مواجهه با فرین‌هایی که نیازمند برنامه ریزی است تا از

تبدیل آنها به بلا جلوگیری شود. به طور کلی مخاطرات محیطی و به ویژه بلایای محیطی، دو پدیده‌ای است که ناشی از رفتارشناسی پدیده‌ها و نوع سطوح مدیریتی، به وجود می‌آید که در زمان آستانه‌ها اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کنند و در صورت مدیریت سازمان‌نیافته یا آشفته و عدم پیش‌بینی رفتار سیستم آب و هوایی به مرحله نهایی یا وقوع خسارات متعدد منجر خواهد شد. در گام نهایی و در قالب رویکرد کیفی، موضوع مدیریتی خشکسالی، مبتنی بر رفتارشناسی سیستم آب و هوایی (از تعادل تا بلایا) در چارچوب مدیریت فعال پیش از بحران و پس از بحران در دو بخش زیرساختی و آموزشی، ارائه شد. که هرکدام راهکارهایی پیرامون مقاوم‌سازی و کاهش خسارات خشکسالی را به منظور مدیریت محیط و پیش بینی آن در نظر دارند. بنابراین می‌توان گفت برهم‌کنش دیدگاه کمّی (تحلیل آماری از روی داده‌ها) و دیدگاه کیفی (سطوح مدیریتی تعادلی، آستانه، مخاطرات و بلایا) می‌تواند به عنوان روشی کاربردی در عرصه مدیریت محیط و پیش‌بینی رفتار سیستم‌ها و کاهش مخاطرات محیطی، موثر باشد. با توجه به شرایط آسیب‌پذیر اقلیمی مناطق خشک، احتمال وقوع پدیده خشکسالی در نواحی بیش از سایر مناطق آب و هوایی است. در این نوشتار موضوعی رفتارشناسی آب و هوایی به لحاظ مدیریت خشکسالی و انطباق و کاربرد آن با مدیریت نواحی روستایی مورد توجه قرار گرفت. نتایج این پژوهش از ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه، حکایت از درجه خشکسالی متوسط تا شدید در کشور را دارد که احتمال وقوع این بحران را در نواحی روستایی بیش از شهرها نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که ارتباط معنی‌داری میان رفتارشناسی خشکسالی‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی و نحوه سازگاری یا بحران آن در نواحی روستایی کشور وجود دارد. از این رو با افزایش خشکسالی و پیشرفت آن در نواحی روستایی که وارد محدوده آستانه بحران و مخاطرات می‌شود، نیازمند مدیریت و برنامه ریزی پایدار در ارتباط با توسعه فعالیت‌ها و مسائل مختلف مدیریت محیط در این نواحی خواهیم بود. در این راستا به منظور پایدارسازی سکونتگاه‌های روستایی از نظر مسائل زراعی، باغداری و دامی، واکنش‌های سیستم‌های روستایی در سطوح مختلف تعادل، آستانه‌های بحران، مخاطرات و بلایای طبیعی در عملکرد خزشی خشکسالی‌ها مورد بررسی قرار گرفت و راهبردهای هرکدام از مراحل فوق در جایگاه روستاهای مورد مطالعه نظیر بهره‌گیری از دانش بومی، آگاهی‌رسانی و آموزش، مشارکت روستاییان، ظرفیت سازگاری و... مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعه بیانگر شناسایی سطح مورد مواجه با تغییرات محیطی (از منابع محیطی تا مخاطرات محیطی) در روستاها می‌باشد که مستلزم اتخاذ راهبردهای مناسب بوده است که مطابق با درجه خطرپذیری، حاکی از تسلط سطح مخاطرات در سیستم‌های روستایی را تا حدودی کنترل کند به این ترتیب می توان گفت از منظر رفتارشناسی خشکسالی در نقاط مختلف کشور، برخی نواحی روستایی در سطح تعادل و آستانه بحران و برخی دیگر در مرحله مخاطرات قرار دارند. در مجموع این نتایج و روند رو به بحران مخاطرات ، با آموزش جوامع روستایی و شناخت بیش از پیش دانش بومی از رفتارشناسی سیستم‌های آب و هوایی و آشنایی آنان با روند تغییرات آب و هوایی که در گذشته رخ داده (خشکسالی‌های شدید برخی سال‌ها) و در حال حاضر نیز ادامه دارد می‌تواند به جامعه روستایی کمک کند تا برنامه‌ریزی‌های خود را متکی بر مخاطرات آب و هوایی تغییر داده و سازگار کنند. تا بتوان در نهایت از وقوع مرحله بلایا در سطح سیستم‌های روستایی جلوگیری به عمل آورد و به سمت تعادل سوق داد.



شکل ۸: تعامل واکنش‌های سیستم‌های آب وهوایی و سیستم‌های روستایی در برابر تغییرات آب و هوایی (بی‌نظمی در جابه جایی پربندها)

منابع

۱. اسمیت، کیت. ۱۳۸۲. مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپورگودرزی‌نژاد، تهران: انتشارات سمت.

۲. افراخته، حسن. عزیزپور، فرهاد. طهماسبی، اصغر. سلیمانی، عادل. ۱۳۹۴. راهبردهای سازگاری روستایی در برابر مخاطرات خشکسالی (مطالعهٔ موردی: روستای پشتنگ شهرستان روانسر)، دانش مخاطرات، شماره ۳، ۳۴۱-۳۵۴.

۳. آیالا، الف. ۱۳۸۹. کاربردهای علم ژئومورفولوژی، مخاطرات طبیعی در آسیب پذیری و جلوگیری از بلایای طبیعی درکشورهای درحال توسعه، ترجمه رضا خوش‌رفتار، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۲، ۱۴-۲۳.

۴. بیاتی‌خطیبی، مریم. ۱۳۸۶. مفهوم زمان، طیف‌ها و مقیاس‌های آن درپژوهش‌های ژئومورفولوژی(با نگاهی تحلیلی بر مفهوم زمان در سیستم‌های طبیعی)، رشدآموزش جغرافیا، شماره‌ی ۲: ۳-۱۶.

۵. چورلی، ریچارد جی، شوم، ا استانلی، سودن، دیوید ای. ۱۳۸۰. ژئومورفولوژی، جلد اول (دیدگاه‌ها)، ترجمه احمد معتمد و ابراهیم مقیمی، تهران: انتشارت سمت. چاپ دوم.

۶. حجازی‌زاده، زهرا. جوی‌زاده، سعید. ۱۳۸۹. مقدمه‌ای بر خشکسالی و شاخص‌های آن، تهران: انتشارات سمت.

۷. حسین‌زاده، سیدرضا. ۱۳۸۳. برنامه‌ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۳، ۸۷-۵۹.

۸. حسین‌زاده، محمدمهدی. رحیمی‌هرآبادی، سعید. ۱۳۹۲. مفهوم آستانه‌ها در ژئومورفولوژی، فصلنامه سپهر، ، شماره ۸۷، ۷۷-۸۱.

۹. حکیم دوست، سید یاسر. رستگار، محسن. پورزیدی، علی‌محمد. حاتمی، حسین. ۱۳۹۳. تحلیل فضایی خشکسالی اقلیمی و اثرات آن بر الگوی فضایی مکان‌گزینی سکونتگاه‌های روستایی، مورد: روستاهای استان مازندران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۱، ۷۵-۶۱.

۱۰. خسروی، محمود. زهرایی، اکبر. حیدری، حسین. بنی نعیمه، سارا. ۱۳۹۱. تعیین مناطق هم خشکسالی

۲۰.عزیزی، قاسم. روشنی، علی‌اکبر. ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت ویتزر در استان هرمزگان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۶۱.
۲۱.عزیزی، قاسم. روشنی، علی‌اکبر. ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت ویتزر در استان هرمزگان، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۶۱، ۶۳-۴۸.
۲۲.عساکره، حسین. قائمی، هوشنگ. فتاحیان، مختار. ۱۳۹۵. اقلیم شناسی مرز شمالی پشته پرارتفاع جنب حاره بر روی ایران، پژوهش‌های اقلیم شناسی، شماره ۲۵ و ۲۶، سال هفتم، ۲۱- ۳۲.
۲۳.علیجانی بهلول. ۱۳۹۰. تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۰، ۹-۳۰.
۲۴.علیجانی، بهلول. ۱۳۹۹. سخن نخست: پیام پرفسور بهلول علیجانی در خصوص اهمیت و جایگاه مطالعات تغییرات اقلیمی و تبریک بابت راه اندازی، پژوهش های تغییرات آب و هوایی، شماره ۱، ۱-۳
۲۵.علیجانی، بهلول. طولابی‌نژاد، سجاد. کربلائی، علیرضا. ۱۳۹۸. رفتارسنجی اثر گرمایش‌جهانی بر پرارتفاع جنب‌حاره، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، بهار ۱۳۹۸، شماره ۱، دوره ۱، ۳۳-۵۰.
۲۶.فاضل‌نیا، غریب. رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا. ۱۳۸۲. تبیین نظریه‌ای عوامل موثر بر شناخت و آگاهی روستاییان از توانش‌های خود و محیط پیرامون، مدرس علوم انسانی، شماره ۱، ۱۱۱-۱۵۰.
۲۷.فراهانی، حسین. آیین‌مقدم، فاطمه. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد و کارایی دهیاری‌ها و شوراهای اسلامی در فرایند مدیریت توسعه روستایی، مطالعه موردی: دهستان سررودجنوبی در شهرستان بویراحمد. چشم انداز جغرافیایی، شماره ۱۸، ۱۱۸-۱۲۷.
۲۸.فوکس، پی، جی. مارک، لی، ای. جیمزاس، گریفیتس. ۱۳۹۶. ژئومورفولوژی و مهندسی‌محیط، تئوری و کاربردها، ترجمه مجتبی یمانی و ابوالقاسم گورابی، تهران: دانشگاه علم و فرهنگ.
۲۹.کاویانی‌راد، محمدرضا. علیجانی، بهلول. ۱۳۸۲. مبانی آب و هواشناسی، تهران: انتشارات سمت، چاپ نهم.
۳۰.کرم، امیر. رحیمی‌هرآبادی، سعید. احمدی، مهدی. هدائی‌آرانی، مجتبی. ۱۳۹۲. مفهوم تعادل، آستانه‌های بحرانی و مخاطرات محیطی در سیستم‌های استان گیلان با استفاده از شاخص ناهنجاری بارش و تحلیل خوشه‌ای- فاصله‌ای. جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۳، ۱-۲۰.
۱۱.رامشت، محمدحسین. ۱۳۸۲. نظریه کیاس در ژئومورفولوژی، جغرافیا و توسعه، شماره ۱، ۱۳-۳۶.
۱۲.رحیمی‌هرآبادی، سعید. هدائی‌آرانی، مجتبی. ۱۳۹۳. آسیب شناسی مطالعات ژئوسیستم‌ها و ضرورت آن در پایداری محیط (مورد: ارگ بلند در منطقه آران و بیدگل)، مجموعه مقالات همایش علوم جغرافیایی ایران، موسسه جغرافیای دانشگاه تهران.
۱۳.سپهر، عادل. ۱۳۹۴. وراثت ژئومورفولوژیک: مخاطرات محیطی و تنوع زمینی، همایش ملی ژئومورفولوژی و زیستگاه انسان، انجمن ایرانی ژئومورفولوژی.
۱۴.سلمانی، محمد. ایمانی، بهرام. ۱۳۸۷. راهکارهای رفع نارسایی مدیریت بحران در نواحی روستایی ایران، مدیریت بحران، شماره ۷۰-۲۷،۵۰.
۱۵.سلیمانی، عادل. افراخته، حسن. عزیزپور، فرهاد. طهماسبی، اصغر. ۱۳۹۵. تحلیل فضایی ظرفیت سازگاری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان روانسر در مواجهه با خشکسالی، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شماره ۲، ۶۵-۷۸.
۱۶.شمسی پور، علی‌اکبر. رودگر صفاری، وحید. ۱۳۹۹. بررسی پیامدهای تغییرات آب و هوایی با تمرکز بر تحلیل فضایی شدت خشکسالی در استان گلستان با شاخص‌های آماری و سنجش از دوری، پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، شماره ۳، ۶۵-۷۶
۱۷.صادقلو، طاهره. عرب تیموری، یاسر. شکوری‌فرد. اسماعیل. ۱۳۹۶. سنجش سطح دانش و آگاهی روستاییان درباره مدیریت بحران خشکسالی (مطالعه موردی: روستاهای دهستان میان خواف شهرستان خواف)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۲، ۷۳-۱۰۰.
۱۸.صفاری، امیر. رحیمی‌هرآبادی، سعید. گودرزی‌مهر، سعید. کریمی، هادی. ۱۳۹۳. پایداری محیط در ژئوسیستم‌ها؛ با رویکرد به کاهش مخاطرات و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای (مورد: سیستم دریاچه‌ای ارومیه)، دانش مخاطرات، ، شماره۱، ۴۳-۶۴.
۱۹.عزمی، آئیژ. میرزایی‌قلعه، فرزاد. درویشی، سباء. ۱۳۹۴. جایگاه دانش بومی در مدیریت مخاطرات طبیعی در روستاها، مطالعه موردی: دهستان شیزر هرسین، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۳، ۲۳-۳۹.

ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی کرمانشاه، مجموعه مقالات اولین همایش ملی جغرافیا و پایداری محیط.

۳۱. مجیدی راد، ندا. ۱۳۹۸. اثرات جابجایی پرفشار جنب حاره‌ای در تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی‌های ایران، رساله دکتری در رشته تغییرات آب و هوایی، دانشگاه خوارزمی، به راهنمایی دکتر بهلول علیجانی.

۳۲. محمدنژاد، وحید. ۱۳۹۰. تحلیل مقایسه‌ای تحول مخروط افکنه‌های دامنه جنوبی البرز شرقی (دامغان تا گرمسار)، دانشگاه تهران، رساله دکتری در رشته جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی، به راهنمایی مجتبی یمانی.

۳۳. محمدی، حسین. ۱۳۸۷. مخاطرات جوّی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳۴. مقیمی، ابراهیم. ۱۳۹۳. دانش مخاطرات، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳۵. مقیمی، ابراهیم. باقری‌سیدشکری، سجاد. صفرراد، طاهر. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از مدل آنتروپی (مطالعه موردی: تاقدیس نسار زاگرس شمال‌غربی)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹، ۷۷-۹۰.

۳۶. نصیری، علی. ۱۳۹۵. پهنه بندی خطر زمین لرزه منطقه شهری ارومیه، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۴۰، ۱۱۵- ۱۳۲.

۳۷. الورفلت، کریستین فون. ۱۳۹۴. نظریه سیستم در ژئومورفولوژی، ترجمه کاظم نصرتی و زهرا سربازی، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

38. Charlton, R. 2008. Fundamentals of Fluvial Geomorphology, Routledge Pub.
39. Chorley, R.J., and Kennedy, B.A. 1971. Physical Geography: A Systems Approach, London: Prentice-hall International.
40. Corney, D. 1998. Implementing the Sustainabale Rural Livelihoods Approach Sustainable Rural Liveihoods: What Contribution Can We make, pp: 3-23.
41. Dian, J.S. Qiang, F., William, J., Thomas, R., and Reichler, J. 2008.Widening of the Tropical Belt in a Changing Climate, Nature Publishing Group, pp: 20-24.
42. Dracup. J.A. et al 1980. On the definition of drought, water Resource Res.
43. Elverfeldt K.V. 2012, System Theory in Geomorphology, Challenges, Epistemological Consequences and Practical Implications.
44. Goudie, A.S. 2006. Global Warming and Fluvial Geomorphology, Geomorphology, 79: 384-394.
45. Huggett, R.J. 2007. Fundamentals of Geomorphology, Routledge Pub, Second Edition.
46. Phillips, J.D. 2006. Evolutionary Geomorphology: Thresholds and Nonlinearity in Landform Response to Environmental Change, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, No, 3: 365-394.
47. Schumm S.A. 1979. Geomorphic Thresholds. The Concept and Its Applications. Trans Inst Br Geographer 4(4): 85-515.
48. Smith, K., and Petley, N. 2009. Environmental Hazards Assessing and Reducing Disaster, Routledge Pub, Fifth Edition.
49. Sukarni, M. 2010. The influence of the subtropical high-pressure systems on rainfall and temperature distribution in Suriname and implications for rice production in the Nickerie District, A Research paper degree of Master of Science in natural resource, the University of the West Indies.