صص ۱-۱۵

نگاشت آسیب‌پذیری تولید محصولات زراعی به خشک‌سالی در منطقه سیستان و بلوچستان

غلامعلی مظفری*
استاد گروه جغرافیا، پردیس علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
خدیجه جوجی زاده
دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، پردیس علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
پیمان محمودی
دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
مهدی پور طاهری
استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت:۱۴۰۱/۱۰/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴

چکیده
تغییرات آب‌وهوا ممکن است باعث وقوع خشک‌سالی‌های شدید با خسارات سنگین اقتصادی - اجتماعی شود؛ بعلاوه، ارزیابی آسیب‌پذیری، نخستین گام در زمینه مدیریت ریسک و افزایش توانایی کشاورزان در برابر خشک‌سالی است، بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه‌ای سیستان و بلوچستان و ارائه استراتژی‌های مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی است. در این مقاله، شاخص‌های بیوفیزیکی و اجتماعی - اقتصادی برای اندازه‌گیری آسیب‌پذیری در برابر خطر خشک‌سالی و سه مؤلفه آن (مواجه، حساسیت و ظرفیت تطبیقی) به کار گرفته شد؛ نتایج نشان داد که شهرستان‌های چابهار (۲) و خاش (۱/۷۹) در برابر خشک‌سالی آسیب‌پذیرترند علاوه بر این، این مطالعه نشان داد که آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی با توسعه اجتماعی و اقتصادی منطقه مرتبط است. به‌طورکلی، مکان‌هایی با بالاترین سطح مواجه، در شاخص کلی، بیش‌ترین آسیب‌پذیری را تجربه کرده‌اند، همچنین، مکان‌هایی با ظرفیت سازگاری بالا الزاماً حساسیت کمتری نسبت به خشک‌سالی نداشتند.

واژگان کلیدی: **آسیب‌پذیری، شاخص مواجه، ظرفیت سازگاری، حساسیت، کشاورزی، سیستان و بلوچستان.**

مقدمه
تحلیل مدل‌های آب‌وهوایی، حکایت از تغییرپذیری گسترده و احتمال افزایش خشک‌سالی به‌ویژه در سیستم‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان دارد (Pachauri و همکاران؛ کشاورز و همکاران ۲۰۱۳) به‌گونه‌ای که نزدیک به دو میلیارد نفر، یعنی جمعیتی حدود ۴۱ درصد از سطح زمین را تحت‌الشعاع خود قرار داده است (Solh, M. & van Ginkel, 2014).

*نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۵۷۴۸۳۲ Email: gmozafari@yazd.ac.ir

اغلب این مناطق در کشورهای درحال‌توسعه و متکی به کشاورزی هستند که از سطوح بالای فقر و آسیب‌پذیری رنج می‌برند؛ لذا، ترکیب هم‌زمان و پیچیده این عوامل، تغییرپذیری اقلیم را به یکی از موانع عمده جغرافیایی در راستای توسعه و معیشت پایدار بدل کرده است (Adger, 2006; Boyd, 2009).

کشور ایران با بارشی کمتر از یک‌سوم بارش جهانی در یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است و خشکی جزء فطرت و صفت اصلی اقلیم آن به شمار می‌آید (واقفی و همکاران، ۲۰۱۹). ازاین‌رو آموزش کشاورزان در این زمینه از راهبردهای اساسی تلقی می‌شود (کریمی و عنایتی، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر، افزایش ناهنجاری‌های بارش که غالباً متأثر از تغییرات جهانی اقلیم است (فتحیان و همکاران، ۲۰۲۰؛ محمودی و ریگی چاهی، ۲۰۱۹؛ منصوری دانشور و همکاران، ۲۰۱۹) کشور را در آستانه بحران خشک‌سالی قرارداد و منجر به خسارات قابل‌توجه اقتصادی در بخش‌های مختلف شد (Waha, 2017)؛ سبحانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ حسینی و همکاران، ۲۰۲۰؛ قائم مقامی و ایران‌نژاد، ۲۰۱۹). در راستای غلبه بر بحران مذکور، ارزیابی آسیب‌پذیری باهدف ارائه درک جامع از علل و ارتقای جوامع انعطاف‌پذیر به بلایا شکل‌گرفته است (Miller et al; 2010). بعلاوه، ارزیابی آسیب‌پذیری به‌عنوان گام اولیه در رویکرد مدیریت ریسک، قلمداد می‌شود (Nam et al, 2012; Ortega et al, 2019; Bandyopadhyay et al, 2020).

مفهوم آسیب‌پذیری در مناظره‌های توسعه، در دهه ۱۹۹۰ مطرح (CHAMBERS, 1994) و پس از آن، جهت بررسی طیف گسترده‌ای از چالش‌ها مانند کشاورزی و آب‌وهوا (Midgeley et al, 2011; Abson et al, 2012; FRASER et al, 2013; Fritzsche et al, 2014; Baca et al, 2014; Jurgilevich et al, 2017) به کار گرفته شد؛ در این میان، اختلاف در سطوح توسعه‌یافتگی مناطق، ماهیت پویا و نسبی بودن مفهوم آسیب‌پذیری به‌واسطه متفاوت بودن زمینه مسئله بر ابهام و دشواری ارزیابی‌ها افزوده است (Füssel, 2010; HINKEL, 2011)؛ به‌طوری‌که دسته‌بندی پژوهش‌ها در یک طبقه‌بندی واحد را دشوار و بحث‌برانگیز نموده است؛ در این میان، پاره‌ای پژوهش‌ها، تعریف هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم که مبتنی بر رویکرد یکپارچه است را مبنای خود قراردادند (Vos et al, 2016; Thiault et al, 2018) که شامل دو بعد داخلی (حساسیت و ظرفیت سازگاری) و خارجی (مواجه) است (Sapkota et al, 2016; Popke et al, 2016; Lohmann, 2016).

مواجه به‌عنوان " درجه تنش آب‌وهوا (در اینجا خشک‌سالی) بر یک واحد خاص، تعریف‌شده است (ابرایان و همکاران،۲۰۰۴)، حساسیت بازتاب پاسخگویی یک سیستم (در این مورد، تولید محصول) به محرک‌های اقلیمی است و ظرفیت انطباق یا سازگاری که به‌عنوان ظرفیت یک سیستم جهت تطبیق با آب‌وهوا به‌منظور کاهش آسیب و بهره‌گیری از فرصت‌های مرتبط تعریف‌شده است و متأثر از بستر و زمینه مسئله است (Smit and Wandel, 2006; هیئت بین‌دولتی تغییر آب‌وهوا، ۲۰۰۷).

در سال‌های اخیر، جهت ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر تغییر اقلیم روش شاخص به شکل گسترده استفاده‌شده است (Pandey, 2015 و همکاران، ۲۰۱۶؛ Mdungela et al, 2017؛ Nembilwi, 2019؛ Naumann et al, 2019؛ پارکر و همکاران (۲۰۱۹)؛ سواری و همکاران (۲۰۱۸)؛ جمشیدی و اسدی (۲۰۱۹)؛ حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۴)؛ اسماعیل‌نژاد و علیجانی، ۱۳۹۵؛ کشاورز و

همکاران، ۱۳۹۴؛ پور طاهری و همکاران (۱۳۹۵)؛ شریفی و همکاران، (۱۳۹۶)؛ ابراهیمی، ۱۳۹۷؛ اکرامی و همکاران، ۱۳۹۹؛ نادری و همکاران، ۱۳۹۹).

بررسی سیر مطالعات داخلی در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری، حاکی از آن است، پژوهش‌های داخلی به لحاظ کمیت چندان گستردگی نداشته است و از نظر کیفیت نیز، اغلب در مقیاس خرد و با اتکا به تحلیل‌های پیمایشی (پرسش‌نامه) انجام شده‌اند؛ لذا در راستای رفع خلأهای موجود و به استناد اسناد و مدارک علمی که به‌گونه‌ای تشدید روند تغییر و تغییرپذیری الگوهای آب‌وهوایی و عوارض آن (خشک‌سالی) را در استان سیستان و بلوچستان گوشزد می‌کند؛ پژوهش پیشرو با بررسی گسترده ادبیات آسیب‌پذیری با بهره‌گیری از روش‌های چند شاخصه (ترکیبی از داده‌های بارش، تولید محصول و داده‌های اجتماعی – اقتصادی) باهدف ارزیابی آسیب‌پذیری در استان سیستان و بلوچستان جهت شناسایی مناطق و بخش‌های آسیب‌پذیرتر در برابر خشک‌سالی پی‌ریزی شده است جهت دستیابی به این مهم، اهداف فرعی زیر تعریف‌شده‌اند که عبارت‌اند از:

۱. توسعه یک رویکرد روش‌شناختی که جنبه‌های آسیب‌پذیر خشک‌سالی محصول را با شاخص‌های اجتماعی اقتصادی ترکیب می‌کند؛

۲. استفاده از داده‌های حاصل از تولید محصول، بارندگی و نیز شاخص‌های ظرفیت سازگاری برای ارزیابی میزان مواجه، ظرفیت سازگاری و حساسیت مناطق آسیب‌پذیر؛

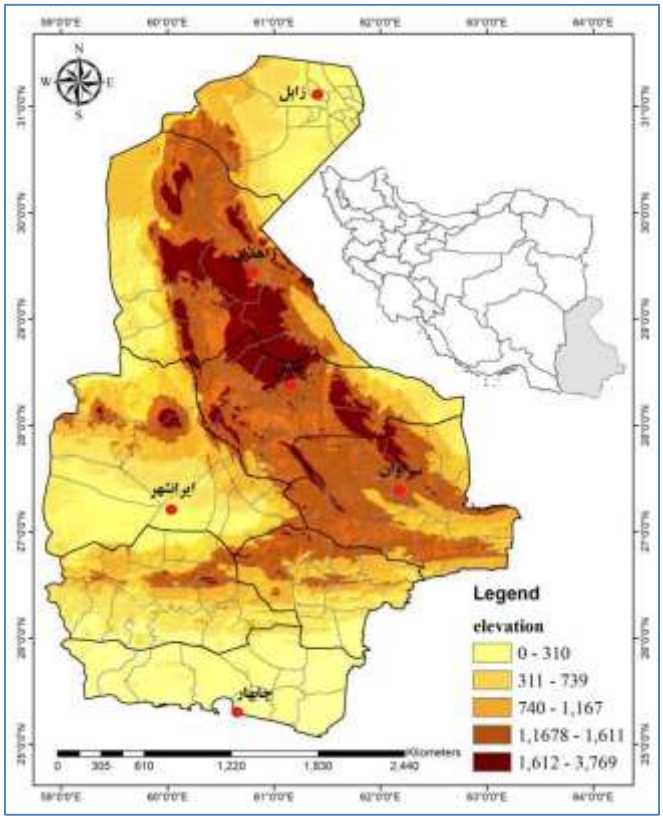
۳. در نهایت شناسایی نواحی آسیب‌پذیری در راستای مدیریت خشک‌سالی.

منطقه موردمطالعه

استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی کشور و در جوار دریای عمان و همسایگی پاکستان و افغانستان قرار داشته و دارای ۳۰۰ کیلومتر مرز آبی با دریای عمان در جنوب و ۱۸۰۰ کیلومتر مرز خاکی با کشورهای پاکستان و افغانستان (در شرق) و نیز استان‌های خراسان (در شمال)، کرمان و هرمزگان (در غرب) هست، این استان بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است.

موقعیت جغرافیایی استان به‌گونه‌ای است که متأثر از چهار جریان متفاوت آب‌وهوایی مدیترانه‌ای، مانسون، خلیج عمانی و سیبری است، آب‌وهوای استان از نوع آب‌وهوای بیابانی است؛ این استان به جهت تسلط فصلی پرفشارهای جنب حاره بر بخش عظیمی از آن ازیک‌طرف و قرار گرفتن بیابان‌های بزرگ آن در داخل از طرف دیگر و همچنین سیستم چین‌خورده آلپ – هیمالیا و محصور بودن توسط چاله‌های بسته از سمت غرب مانند جازموریان، با تنوع اقلیمی همراه است، از دیگر سو، این استان دومین استان پهناور کشور است و بیش از ده درصد روستاهای دارای سکنه کشور (۶۵۵۳) را در خود جای‌داده است، بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، این استان دارای ۱۹ شهرستان، ۳۷ مرکز شهری، ۴۸ بخش، ۱۱۲ دهستان و ۹۸۳۹ آبادی است؛ تغییر روند الگوی دما و بارش، کاهش قابل‌توجه در آب ورودی رودخانه هیرمند و تشدید خشک‌سالی‌های اخیر، استان سیستان و بلوچستان را در وضعیت بحرانی قرار داده است؛ شایان‌ذکر است که به لحاظ طبیعی استان شامل دو منطقه مجزای سیستان و بلوچستان است. منطقه

سیستان در شمال استان واقع در منطقه مسطحی است که از آبرفت‌های رودخانه هیرمند به وجود آمده است. هوای آن خشک و دارای رطوبت کم و تبخیر زیاد است. بادهای ۱۲۰ روزه سیستان و فرسایش طبیعی بالا یکی از مشخصه‌های مهم آب‌وهوایی این بخش است. منطقه بلوچستان سرزمین پهناوری است که حد شمالی آن کویر لوت و حد جنوبی آن دریای عمان است این منطقه عمدتاً دارای طبیعت کوهستانی است. موقعیت منطقه موردمطالعه و پراکندگی ایستگاه‌های هواشناسی موردمطالعه در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: پراکنش و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های همدید موردمطالعه در سطح استان سیستان و بلوچستان

داده‌ها و روش‌ها

به‌منظور نگاشت آسیب‌پذیری تولید محصولات کشاورزی استان سیستان و بلوچستان به تغییر و تغییرپذیری اقلیمی به چندین پایگاه داده‌ای مختلف نیاز بود که در ادامه به تفکیک هرکدام از آن‌ها معرفی خواهند شد.

پایگاه داده‌ای اول مربوط به داده‌های بارش سالانه ۶ ایستگاه همدید استان سیستان و بلوچستان برای یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۹۷-۱۳۸۳) بود که از اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان اخذ شدند. مشخصات و پراکنش جغرافیایی این شش ایستگاه به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورداستفاده در مطالعه

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع ایستگاه
زابل	۳۱° ۲′	۶۱° ۲۹′	همدید
زاهدان	۲۹° ۲۸′	۶۰° ۵۳′	همدید
خاش	۲۸° ۱۳′	۶۱° ۱۲′	همدید
سراوان	۲۷° ۲۰′	۶۲° ۲۰′	همدید
ایرانشهر	۲۷° ۱۲′	۶۰° ۴۲′	همدید
چابهار	۲۵° ۱۷′	۶۰° ۳۷′	همدید

داده‌های اجتماعی – اقتصادی دومین پایگاه داده‌ای مورداستفاده در این مطالعه بودند. تنوع این بخش از داده‌ها به‌خصوص در سالنامه‌های آماری استان‌ها بسیار زیاد بوده هستند، به‌طوری‌که در این سالنامه‌ها، این بخش از داده‌ها در ۲۱ فصل دسته‌بندی‌شده‌اند. در این مطالعه، با استفاده از آخرین سالنامه‌های سرشماری استان‌ها در سال ۱۳۹۵، از داده‌های نرخ باسوادی و نرخ بیکاری به تفکیک هر شهرستان استفاده‌شده است. در نهایت داده‌های مربوط به میزان بهره‌وری محصولات کشاورزی آخرین پایگاه داده‌ای بود که در این مطالعه مورداستفاده قرار گرفتند. این داده‌ها به تفکیک برای تمامی شش شهرستان موردمطالعه برای یک بازه زمانی ۱۵ ساله (۱۳۹۷–۱۳۸۳) از سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان دریافت گردید. باتوجه‌به تنوع زیاد محصولات کشاورزی در سطح استان، تمامی محصولات در پنج دسته محصولات جالیزی، محصولات علوفه‌ای، سبزیجات، حبوبات و غلات دسته‌بندی شدند.

هدف اصلی این پژوهش همانا توسعه یک شاخص آسیب‌پذیری بخش کشاورزی به خشک‌سالی در استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرق ایران است. برای توسعه این شاخص سه مرحله که با مفهوم آسیب‌پذیری در ارتباط است بایستی پیموده شود (معادله ۱).

$$V = f(E + S - AC) \qquad (۱)$$

در این معادله، V آسیب‌پذیری مناطق به خشک‌سالی، E مواجهه با خشک‌سالی (منعکس‌کننده اندازه خشک‌سالی)، S حساسیت تولید محصولات زراعی به خشک‌سالی و AC ظرفیت انطباق‌پذیری مناطق در سازگاری با خشک‌سالی (که با استفاده از شاخص‌های اجتماعی – اقتصادی تعیین می‌شود) است؛ بنابراین، در مرحله اول، حساسیت تولید محصولات زراعی به خشک‌سالی با معرفی شاخص حساسیت تولید محصولات زراعی به خشک‌سالی تخمین زده می‌شود. در مرحله دوم مواجهه با خشک‌سالی و در نهایت در مرحله سوم، شاخص ظرفیت انطباق‌پذیری با استفاده از داده‌های اجتماعی – اقتصادی تعیین می‌شود.

تعیین "حساسیت " بازده محصولات زراعی به نوسانات بارش

حساسیت از طریق کاهش عملکرد محصولات زراعی در ارتباط با خشک‌سالی‌های مختلف سنجیده و از طریق توسعه یک شاخص حساسیت تولید محصولات زراعی تعیین می‌شود. برای تعیین حساسیت تولید محصولات زراعی به نوسانات بارش، یک شاخص

حساسیت تولید محصولات زراعی با استفاده از روش‌های اقتباس شده از سیملتون و همکاران (۲۰۰۹) محاسبه می‌شود؛ بنابراین سری‌های زمانی مربوط به میزان بهره‌وری هر گروه محصولات در هر شهرستان به تفکیک برای دوره آماری ۱۵ ساله از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ تهیه شدند.

لازم به اشاره است که در این مطالعه از روش‌های روند زدایی استفاده‌شده توسط لوبل و همکاران (۲۰۰۷) و استرلینگ و همکاران (۱۹۹۶) پیروی شده که به‌موجب آن مدل خطی موجود در سری‌های زمانی میزان تولید واقعی محصول از طریق تقسیم مقدار روند خطی پیش‌بینی‌شده بر مقدار واقعی مشاهده شده حذف می‌شود. این کار جهت کاهش تأثیر فناوری‌های در حال پیشرفت کشاورزی به‌منظور برجسته کردن تغییرات برون سالانه میزان تولید محصولات کشاورزی به‌عنوان نتیجه‌ای از بارش انجام می‌شود. بر اساس لوبل و همکاران (۲۰۰۷)، این گام مهمی است که جهت بررسی رابطه بین عوامل آب‌وهوایی و میزان تولید محصولات کشاورزی لازم است. برای تعیین شاخص حساسیت بازده محصولات زراعی، روند خطی برای هر محصول برای هر منطقه بین سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۹ محاسبه شد. معادله این خط روند برای محاسبه میزان تولید قابل‌انتظار در هرسال استفاده شد. آنگاه میزان تولید قابل‌انتظار بر میزان تولید واقعی هرسال تقسیم شد تا شاخص حساسیت بازده محصولات زراعی به‌عنوان تحلیلی از هر ناحیه که قبلاً در چین به کار برده شده است محاسبه گردد (Simelton et al, 2009) (معادله ۲ را مشاهده کنید).

$$\text{شاخص حساسیت تولید محصول} = \frac{\text{تولید قابل انتظار}}{\text{تولید واقعی}} \qquad (۲)$$

در این معادله، تولید قابل‌انتظار در واقع همان میانگین بلندمدت محصول موردنظر در بازه زمانی در نظر گفته شده (۱۳۹۷-۱۳۸۳) است و تولید واقعی نیز میزان تولید محصول موردنظر در هرکدام از سال‌های موردمطالعه است.

تعیین "مواجهه " با خشک‌سالی

مواجهه به‌عنوان درجه‌ای که یک سیستم خاص در معرض خشک‌سالی هواشناسی قرار می‌گیرد تعریف می‌شود. چرا که خشک‌سالی یک تهدید اصلی برای بسیاری از سیستم‌های کشاورزی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به شمار می‌رود. در این مطالعه، جهت تعیین شاخص مواجه، از روش پیشنهاد شده آنتوی آجی و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد که طی آن مقادیر میانگین بلندمدت بارش بر میانگین سالانه تقسیم شد.

تعیین "شاخص ظرفیت انطباق‌پذیری" برای سازگاری با خشک‌سالی

ظرفیت انطباق‌پذیری به‌عنوان توانایی یک منطقه در سازگاری با اثرات تغییر و تغییرپذیری اقلیم (به‌ویژه خشک‌سالی) تعریف و به‌وسیله مجموعه‌ای از شاخص‌های اجتماعی –اقتصادی برآورد می‌شود. تصور می‌شود ظرفیت انطباق‌پذیری موردنیاز برای سازگاری با خشک‌سالی بستگی به پنج دارائی معیشتی یعنی دارائی‌های ثابت مالی، انسانی، طبیعی، فیزیکی و اجتماعی دارد (گبتیبوو و همکاران،

۲۰۱۰). در این مطالعه از دو شاخص سرمایه انسانی که به‌وسیله نرخ باسوادی برحسب درصد و سرمایه مالی که به‌وسیله نرخ بیکاری برحسب درصد نمایش داده می‌شوند به‌عنوان دو نماینده حاضر در محاسبه شاخص ظرفیت انطباق‌پذیری در نظر گرفته شده‌اند. این دو شاخص نماینده (معادله ۳) وضعیت را نسبتاً ساده‌تر می‌کنند و به همین دلیل نیز انتخاب شدند چون‌که آن‌ها تنها شاخص‌هایی بودند که داده‌های آن‌ها برای ۷ شهرستان موردمطالعه قابل‌دسترس هستند. این دو شاخص نماینده (معادله ۳) وضعیت را نسبتاً ساده‌تر می‌کنند و به همین دلیل نیز انتخاب شدند چرا که آن‌ها تنها شاخص‌هایی بودند که داده‌های آن‌ها برای ۷ شهرستان موردمطالعه قابل‌دسترس بودند؛ بنابراین با توجه به توضیحات ارائه شده شاخص ظرفیت انطباق‌پذیری به‌صورت معادله ۳ فرمول‌بندی می‌شود:

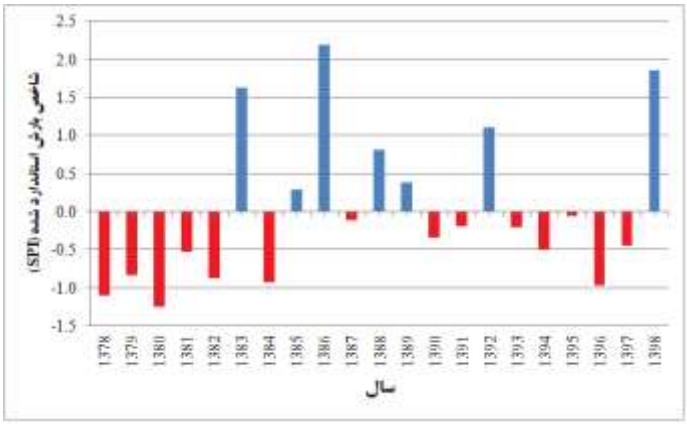
$$\text{ظرفیت انطباق پذیری} = \left(\text{نرخ باسوادی}/100\right) + \left(\left(100 - \text{نرخ بیکاری}/100\right)\right) \quad (۳)$$

در نهایت، بعد از محاسبه شاخص‌های مختلف حساسیت، مواجهه و انطباق‌پذیری بخش کشاورزی شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان، در نهایت با استفاده از معادله ۴ شاخص آسیب‌پذیری بخش کشاورزی استان سیستان و بلوچستان به خشک‌سالی‌ها محاسبه شد.

(۴) آسیب‌پذیری = (شاخص مواجهه+شاخص حساسیت تولید محصولات کشاورزی) – ظرفیت انطباق‌پذیری

بحث و یافته‌ها

در ابتدا، تعیین وضعیت خشک‌سالی از شاخص بارش استاندارد شده (S.P.I) و از آزمون نا پارامتریک تخمین گر شیب سن برای تعیین روند استفاده شد و پس از تحلیل خروجی، اقدام به محاسبه شاخص مواجه شد. استان سیستان و بلوچستان از سال آبی ۱۳۷۷–۷۸ خشک‌سالی با شدت‌های مختلف را تجربه کرده است، بعلاوه؛ در ۲۱ سال منتهی به سال ۱۳۹۸، ۱۴ خشک‌سالی در استان سیستان و بلوچستان رخ‌داده است که تبعات گسترده‌ای در بخش منابع آب سطحی، زیرزمینی و کشاورزی در پی داشته است (شکل ۲) به‌طوری که از نظر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی، دو دشت زاهدان و خاش منطقه ممنوعه بحرانی و دشت‌های سراوان، ایرانشهر، سیب سوران و سراوان ممنوعه شده‌اند (حکمت نیا و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۲: نمودار تغییرات شاخص بارش استاندارد شده (S.P.I) استان سیستان و بلوچستان برای بازه زمانی ۱۳۹۸–۱۳۷۸

جدا از بحث خشک‌سالی‌ها، روند بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه تحت تأثیر تغییر اقلیم برای یک دوره ۳۰ ساله منتهی به سال ۱۳۹۸ توسط آزمون نا پارامتریک تخمینگر شیب سن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمون حاکی از آن بود که روند تغییرات بلندمدت بارش تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان کاهشی بوده‌اند. بیشترین کاهش در ایستگاه خاش و کمترین آن در ایستگاه زاهدان مشاهده شده است؛ اما در بین روندهای آشکار شده، تنها روند بارش ایستگاه زابل در سطح اطمینان ۰،۰۵ معنادار بود (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تحلیل روند میانگین دمای حداکثر سالانه، میانگین دمای حداقل سالانه و مجموع بارش سالانه با استفاده از روش نا پارامتریک تخمینگر شیب سن

ایستگاه	میانگین دمای حداکثر سالانه	میانگین دمای حداقل سالانه	مجموع بارش سالانه
چابهار	۰/۰۱۸	۰/۰۶۲***	−۱/۰۵۳
ایرانشهر	۰/۰۵۰*	۰/۰۳۳**	−۱/۷۰۵
سراوان	۰/۰۳۹*	۰/۰۳۹***	−۱/۵۲۵
خاش	۰/۰۵۵**	۰/۰۴۰***	−۲/۱۱۷
زابل	۰/۱۰۷***	۰/۰۴۴***	−۱/۵۰۰*
زاهدان	۰/۵۵**	۰/۰۴۸**	−۰/۲۴۵

***: سطح احتمالاتی ۹۹ درصد، **: سطح احتمالاتی ۹۵ درصد، *: سطح احتمالاتی ۹۰ درصد

تعیین شاخص مواجهه در سطح استان سیستان و بلوچستان:

همان‌گونه که قبلاً مطرح شد، مواجه، میزان، مدت یا فراوانی تنش (در اینجا) خشک‌سالی در یک سیستم را اندازه‌گیری می‌کند. در شکل (۳ الف) میزان مواجه مناطق در برابر خشک‌سالی را نمایش داده است. بر اساس شکل (۳ الف) در بازه زمانی مورد بررسی، بیشترین خشک‌سالی مربوط به شهرستان‌های خاش (۱/۶۱)، زابل (۱/۵۷) و چابهار (۱/۵۴) بوده است در این میان، بیشترین کاهش در ایستگاه خاش گزارش شده است.

تعیین شاخص حساسیت در سطح استان سیستان و بلوچستان:

در مرحله بعد، خروجی مقادیر حساسیت ترسیم گردید (شکل ۳ ب)، همان‌گونه که مشاهده می‌شود مناطق چابهار (۱/۲۹) و زابل (۱/۱۳) بیش‌ترین حساسیت را نسبت به خشک‌سالی دارند؛ مناطق مذکور، در شاخص مواجه نیز، مقادیر بالایی را دریافت نمودند. لازم به ذکر است که منطقه زابل گسترده‌ترین دوره خشک‌سالی را تجربه نموده است که حدود ۱۴ سال، از سال ۷۹–۷۸ تا ۹۲– ۹۱ به‌استثنای سال ۸۴–۸۳ که تغییرات در میانگین منجر به ترسالی شد شاهد خشک‌سالی با شدت‌های مختلف بوده است. در منطقه چابهار، نیز، علاوه بر کاهش بارش، تغییر در روند الگوی دما، حائز اهمیت بوده است، ازآنجاکه شهرستان چابهار، قطب تولید حبوبات و سبزیجات استان محسوب می‌شود؛ افزایش میانگین دماهای حداقل سالانه بر تولید محصولات مذکور، اثر کاهشی داشته و احتمالاً منجر به افزایش حساسیت این محصولات شده است. در این میان، نکته جالب‌توجه، دریافت رتبه متوسط در بخش حساسیت محصول در منطقه خاش، علی‌رغم ضریب بالای مواجه با خشک‌سالی است که احتمالاً به دلیل برخورداری از بالاترین پتانسیل تولیدات گلخانه‌ای استان باشد

که به‌منزله راهبردی در راستای کاهش حساسیت محصولات کشاورزی نسبت به خشک‌سالی به کار گرفته شد و ظاهراً به‌گونه‌ای منجر به جبران کسری آب موردنیاز در بخش کشاورزی شد.

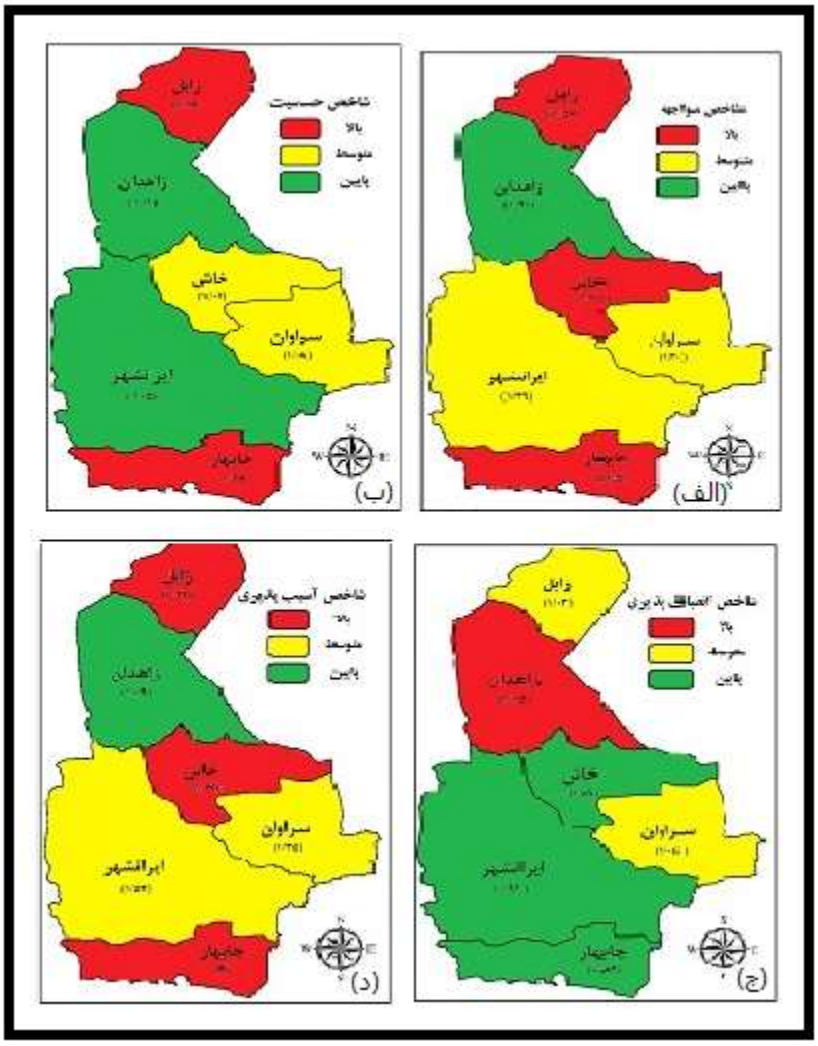
تعیین ظرفیت انطباق‌پذیری در سطح استان سیستان و بلوچستان:

ظرفیت انطباق‌پذیری کلی برای مناطق مختلف استان ترسیم گردید (شکل ۳ ج). همان‌گونه که انتظار می‌رفت منطقه زاهدان (۱/۱۵) به‌واسطه تمرکز صنایع، معادن، خدمات و نرخ شهرنشینی بالا، بالاترین ظرفیت سازگاری را دریافت کرد و پس‌ازآن، مناطق سراوان (۱/۰۴) و زابل (۱/۰۳) با اندک اختلافی در گروه متوسط قرار گرفتند و شهرستان چابهار نیز با پایین‌ترین رقم (۰/۸۳) جایگاه آخر قرار گرفت. همان‌گونه که قبلاً مطرح شد، در راستای سنجش ظرفیت انطباق‌پذیری، دو معیار نرخ سواد و بیکاری مبنای محاسبه قرار گرفتند؛ ذکر این نکته الزامی است اگرچه نرخ سواد منطقه زابل، فراتر از نرخ سواد ملی است اما به‌واسطه مهاجرت گسترده، نرخ بالای بیکاری، عدم دریافت حق‌آبه هیرمند، افزایش مدت و تکرار خشک‌سالی‌های پیاپی، فاقد جایگاه مطلوب درزمینهٔ ظرفیت سازگاری بوده است. منطقه آزاد تجاری چابهار نیز، اگرچه در ایجاد اشتغال و در آمد برای مردم منطقه نقش داشته اما به دلیل مشارکت اندک مردم و جذب ناچیز سرمایه‌های بومی، قادر به ایفای نقش ویژه در کاهش آسیب‌پذیری استان نبوده است به‌طوری که محروم‌ترین بخش‌های استان مربوط به این شهرستان (زرآباد و دشتیاری) است (بنیاد برکت، ۱۳۹۶) و از نرخ بالای بیکاری رنج می‌برد.

تعیین ظرفیت آسیب‌پذیری در سطح استان سیستان و بلوچستان:

در نهایت، خروجی شاخص آسیب‌پذیری در شکل (۳ د) گویای این است که بیشترین آسیب‌پذیری متعلق به شهرستان چابهار (۲)، خاش (۱/۷۹) و زابل (۱/۶۷) و کمترین مقدار نیز متعلق به زاهدان (۱/۰۹) بوده است که تا حد زیادی متأثر از الگوی مواجه با خشک‌سالی است که در اغلب مطالعات آسیب‌پذیری در برابر تغییر اقلیم نیز، تأییدشده است؛ به نظر می‌رسد یکی از دلایل عمده آسیب‌پذیری بالا در منطقه سیستان (که در اینجا از آن با عنوان منطقه زابل یاد شد) متأثر از حوضه آبخیز هیرمند است در منطقه سیستان، مسائل بسیار چالش‌برانگیز حوضه آبخیز هیرمند و حق‌آبه ایران، خشک شدن تالاب هامون فرسایش بادی و بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، چالش‌های اساسی تلقی می‌شوند که منطقه سیستان را از محوریت کشاورزی به مهاجرت گسترده، تشدید فقر، کاهش امنیت مرزهای شرقی، افزایش بیکاری و ترویج مشاغل غیررسمی و قاچاق سوق داده است؛ از طرفی به دلیل حضور رسوبات رسی و آهکی از نوع دریایی، این ناحیه فاقد قابلیت تشکیل آبخوان و تولید سفره‌های آب زیرزمینی است؛ لذا کشاورزی منطقه تابع نوسانات حوضه آبریز مذکور است، بعلاوه، میزان خطر حوضه هیرمند در شاخص‌های تنش آبی محیط‌زیست، انسانی، کشاورزی، آلودگی ناشی از فاضلاب و پساب و چارچوب‌های قانونی، شاخص خطر سیل و خشک‌سالی در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد تا خیلی زیاد قرار دارد و این مسئله به آسیب‌پذیری بالای محصول در منطقه مذکور، دامن زده است (سازمان برنامه‌وبودجه کشور، مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، ۱۳۹۷). به علاوه، یکی از دلایل آسیب‌پذیری بالا در مناطق ایرانشهر، خاش و نیک شهر، ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است

با توجه به اینکه این مناطق با محدودیت دسترسی به منابع آب سطحی روبرو هستند؛ لذا به‌شدت وابسته به منابع آب زیرزمینی هستند و افت منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر، این مناطق را به حالت بحرانی نزدیک کرده است.



شکل ۳: نتایج نهایی شاخص‌های آسیب‌پذیری

نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن مجموع آنچه مطرح شد، آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی در منطقه سیستان و بلوچستان در سطح بالایی بوده است؛ به‌علاوه، توزیع آن متأثر از دارایی‌های اقتصادی –اجتماعی منطقه بود. به‌طور خاص، بالاترین سطح آسیب‌پذیری را مناطق چابهار (۲)، خاش (۱/۷۹) و زابل (۱/۶۷) تجربه کردند که با سطوح پایین دارایی‌های اجتماعی، اقتصادی مشخص شدند. بالاترین ظرفیت سازگاری به ترتیب متعلق به شهرستان‌های زاهدان (۱/۱۵)، سراوان (۱/۰۴) و زابل (۱/۰۳) بوده است در زمینهٔ حساسیت نیز شهرستان‌های

چابهار (۱/۲۹) و زابل (۱/۱۳) بیش‌ترین حساسیت را نسبت به خشک‌سالی تجربه کردند؛ در شاخص مواجه نیز، بیشترین خشک‌سالی مربوط به شهرستان‌های خاش (۱/۶۱)، زابل (۱/۵۷) و چابهار (۱/۵۴) بوده است.

به‌طورکلی، تحلیل‌ها حاکی از آن بود که تفاوت‌های موجود در توانایی سازگاری با تغییرات، علل اصلی تفاوت‌های فضایی آسیب‌پذیری بودند؛ در این زمینه، نتایج این پژوهش از یافته‌های Gbetibouo و همکاران (۲۰۱۰)، Liu و همکاران (۲۰۱۳) و آنتوی –آجی (۲۰۱۲) و محمد و همکاران (۲۰۱۸) حمایت می‌کند که نشان می‌دهند که آسیب‌پذیری یک منطقه کشاورزی به خشک‌سالی با ویژگی‌های توسعه اقتصادی – اجتماعی آن منطقه خاص مرتبط است. به نظر می‌رسد درزمینهٔ مدیریت و آشکارسازی آسیب‌پذیری آنچه در ابتدا حائز اهمیت است دارایی‌ها و سرمایه‌های اجتماعی اقتصادی است (که در اینجا، با پارامترهای سواد و بیکاری نمایش داده شده است). در این میان؛ مطالعات اندکی یافته‌اند که مکان‌هایی که بیش‌ترین میزان مواجه را دارند لزوماً در شاخص کلی بیش‌ترین آسیب‌پذیری را ندارند، از طرفی، مکان‌های با ظرفیت سازگاری بالا الزاماً حساسیت کمتری نسبت به تغییرپذیری و تغییر آب‌وهوا ندارند که این امر نشان‌دهنده تعاملات غیرخطی بین اجزای آسیب‌پذیری، یعنی حساسیت، مواجه و ظرفیت سازگاری است و چنین مطالعاتی (Lindoso و همکاران، ۲۰۱۴ و Panda و همکاران ۲۰۱۷) در همسویی با این دستاورد پژوهشی است؛ در نهایت در راستای کاهش آسیب‌پذیری در منطقه مذکور، پیشنهاداتی مطرح می‌شود:

- نقش سرمایه‌های اجتماعی در مقابله با اثرات تغییرات محیطی (آب‌وهوایی) جوامع بسیار حائز اهمیت است که متأسفانه، استان، در این زمینه فاقد شرایط مطلوبی است؛ بازتاب‌های آن در قالب شکاف‌ها و تضادهای اجتماعی، واگرایی (جبر جغرافیایی و سیاسی)، اعتیاد، میزان جرائم، هویت و تعلق، اعتماد اجتماعی و مشارکت؛ قابل‌مشاهده است. علاوه بر این، سرمایه مالی (مانند پس‌انداز و بیمه بازنشستگی) گزینه‌های معیشت دیگری را به فرد ارائه می‌دهد و از این طریق آسیب‌پذیری آن‌ها را نسبت به تغییرات محیطی کاهش می‌دهد، ذکر این نکته الزامی است که منطقه بلوچستان با اثرپذیری از مسائل عقیدتی ویژه خود، کمتر مایل به دریافت تسهیلات و وام هستند؛ لذا در این زمینه آسیب‌پذیرند؛
- سرمایه طبیعی: شامل ذخایر و معادن طبیعی و دیگر منابع محیطی، به‌واسطه ایجاد فرصت‌های اقتصادی مفید، زمینه‌ساز افزایش سازگاری مناطق‌اند؛ در این میان، بیشترین پتانسیل معادن استان مربوط به شهرستان‌های زاهدان، خاش، ایرانشهر و سراوان است؛
- به‌کارگیری و افزایش تولیدات گلخانه‌ای: این مهم، از سایر مظاهر کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ناباوری درزمینهٔ کشاورزی است؛
- افزایش و تقویت سرمایه‌های فیزیکی: دارایی‌های فیزیکی نیز در کاهش اثرات تغییرات محیطی حیاتی هستند. به‌عنوان‌مثال، شبکه‌های کارآمد حمل‌ونقل در جوامع کشاورزی ممکن است نقش ویژه‌ای در تعیین چگونگی دستیابی به موارد اضطراری و کاهش آسیب‌پذیری کشاورزان ایفا کنند؛ چرا که منجر به دسترسی به بازارهای عمده‌فروش، حفظ کیفیت محصولات می‌گردد؛
- ارتقا سرمایه انسانی: سرمایه انسانی مانند آموزش می‌تواند ظرفیت سازگاری یک منطقه را تقویت کند به‌عنوان‌مثال، ممکن است فرصت‌های درآمدزایی خانواده‌های روستایی را که معیشت آن‌ها به کشاورزی وابسته است، افزایش دهد، بعلاوه، آموزش می‌تواند ظرفیت دسترسی فرد به اطلاعات (شامل فناوری جدید) را ارتقا بخشد؛

- بهره‌گیری از توان‌های بالقوه کشاورزی مناطق: در این میان، محور فعالیت‌های اقتصادی شهرستان ایرانشهر و مناطق مرزی شرقی بلوچستان شامل خاش، سراوان، نیک شهر و سرباز مبتنی بر کشاورزی و حمل‌ونقل است بعلاوه؛ در این ناحیه، گرمای زودرس بهاره مهم‌ترین عامل اثرگذار بر عملکرد محصولاتی مانند گندم و جو است از طرف دیگر همین ویژگی‌های اقلیمی در برخی محصولات دیگر مانند محصولات جالیزی، منجر به افزایش کشت پاییزه یا زمستانه شده است که زمینه تولید و ارائه محصولات زودرس به بازارهای فروش گردیده است، لذا تلاش درزمینهٔ سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌تواند منجر به کاهش آسیب‌پذیری مناطق مذکور گردد؛
- به‌کارگیری کشاورزی مکانیزه و افزایش تسهیلات به کشاورزان: بررسی سرانه بهره‌برداری به تفکیک شهرستان‌ها در استان در سال ۱۳۹۳ نشانگر آن است که در شهرستان‌های هم‌جوار با ناحیه ساحلی جنوب استان عمدتاً سرانه بهره‌برداری‌های بالاتر بوده و با حرکت به سمت ناحیه میانی استان از مقدار آن کاسته می‌شود. به بیانی دیگر ساختار کشاورزی سنتی‌تر شده و مقیاس اراضی کشاورزی مورد بهره‌برداری خردتر می‌گردد؛ لذا استفاده از کشاورزی مکانیزه و افزایش تسهیلات در این زمینه راهگشاست؛
- ترویج و حمایت از صنعت گردشگری: بررسی جاذبه‌های گردشگری در استان سیستان و بلوچستان به تفکیک شهرستان حاکی از آن است که شهرستان چابهار با برخورداری از بیشترین جاذبه‌های گردشگری تأثیرگذاری بیشتری در اقتصاد گردشگری استان خواهد داشت. پس از چابهار، شهرستان‌های سرباز، خاش و سراوان در رتبه‌های بعدی برخورداری از جاذبه‌های گردشگری قرار دارند؛
- بعلاوه، بهره‌گیری از دانش و دستاوردهای بومی و مشارکت مردمی گام‌های کلیدی است که به‌منزله حلقه مفقوده افزایش ناباوری و کاهش آسیب‌پذیری در برابر خشک‌سالی تلقی می‌شوند. به‌عنوان‌مثال؛ در قسمت‌های جنوب استان، به‌ویژه در محدوده شهرستان چابهار، با استفاده از سیلاب رودخانه‌ها اقدام به‌نوعی کشت دیم به نام کشت خوشاب می‌شود که میزان آن در سال‌های مختلف دارای نوسان زیادی است که می‌تواند در صورت حمایت، نقش ویژه‌ای در ناباوری منطقه ایفا کند.

منابع

۱- ابراهیمی، مهرزاد. (۲۰۲۰): آسیب‌پذیری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی کشاورزان نسبت به خشک‌سالی: دشت بکان اقلید. اقتصاد کشاورزی و توسعه , ۲۸(۱۰۹) ۱۷۱-۱۹۲.

۲- اسمعیل نژاد، مرتضی، علیجانی، بهلول. (۱۳۹۶): واکاوی و رتبه‌بندی استراتژی‌های سازگاری نسبت به تغییرات اقلیمی از دیدگاه مردم محلی مورد مطالعه: دشت سیستان. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۶۳-۷۲.

۳- اکرامی، محمد، مهدوی، رسول، رضایی، مرضیه، وقارفرد، حسن، برخورداری. (۲۰۲۰): ارزیابی آسیب‌پذیری خشک‌سالی مراتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز پیشکوه استان یزد). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۷(۳), ۵۷۷-۵۹۵.

۴- سازمان برنامه و بودجه کشور، بررسی تأثیرات برنامه‌های تنظیم آب کشورهای همسایه در حوضه‌های مشترک مرزی بر ایران، مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، ویرایش هشتم، ۴ تیر ۱۳۹۷.

۵- پور طاهری، مهدی، رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا، کاظمی، نسرین. (۱۳۹۵): سطح و درجه آسیب‌پذیری ناشی از خشک‌سالی در مناطق روستایی (از دیدگاه کشاورزان). پژوهش‌های جغرافیای انسانی ۹۵. ۱۹-۳۱.

۶- حجازی زاده، زهرا. علیجانی، بهلول. سلیقه، محمد. دانایی‌فرد، حسن. احمدی، اسماعیل. (۱۳۹۴): محاسبه شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی مبتنی بر مدل ضربی-نمایی استان سیستان و بلوچستان، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال پانزدهم بهار ۱۳۹۴ شماره ۳۶.

۷- سواری، مسلم، شعبانعلی فمی، حسین، ایروانی، هوشنگ، ... و علی. (۲۰۱۸): تدوین راهبردهای پایدارسازی معیشت کشاورزان کوچک مقیاس و آموزش مسیر راهبردهای معمول از گذرگاه پایداری و آسیب‌پذیری در شرایط خشک‌سالی. فصلنامه علمی آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار , ۶(۳) ۱۳۷-۱۵۶.

8- Abson, D.J. Dougill, A.J. & Stringer, L.C. (2012): Using Principal Component Analysis For Information-Rich Socio-Ecological Vulnerability Mapping In Southern Africa. Applied Geography, 35(1 -2): 515-524.

9- Adger, W.N. (2006): Vulnerability. Global Environmental Change, 16(3): 268-281.

10- Antwi-Agyei, P. Fraser, E. D. Dougill, A. J. Stringer, L. C. & Simelton, E. (2012): Mapping The Vulnerability Of Crop Production To Drought In Ghana Using Rainfall, Yield And Socioeconomic Data. Applied Geography, 32(2), 324-334.Ayers, J.M And Huq, S. (2009): Supporting Adaptation To Climate Change: What Role For Official Development Assistance, Developmkent Policy Review, (6): 675-692

11- Baca M, La¨Derach P, Haggar J, Schroth G, Ovalle O. An Integrated Framework For Assessing Vulnerability To Climate Change And Developing Adaptation Strategies For Coffee Growing Families In Mesoamerica. Bond-Lamberty B, Editor. Plos One. (2014); 9: E88463. Https://Doi.Org/10.1371/Journal.Pone. 0088463 Pmid: 24586328

12- Bandyopadhyay, N. Bhuiyan, C. Saha, A.K. (2020): Drought Mitigation: Critical Analysis And Proposal For A New Drought Policy With Special Reference To Gujarat (India). Prog. Disas. Science 5, 1–13. Https://Doi.Org/10.1016/J.Pdisas.2019.100049.

13- Boyd, E. Grist, N. Juhola, S. & Nelson V. (2009): Exploring Development Futures In A Changing Climate: Frontiers For Development Policy And Practice, Development Policy Review, 27 (6): 659-674

14- Brooks, N. Adger, W. N. & Kelly, P. M. (2005): The Determinants Of Vulnerability And Adaptive Capacity At The National Level And The Implications For Adaptation. Global Environmental Change, 15(2), 151-163.

15- Comenetz, J. & Caviedes, C. (2002): Climate Variability, Political Crises, And Historical Population Displacements In Ethiopia. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4(4), 113-127.Daneshmand, H. Mahmoudi, P. 2017. Estimation And Assessment Of Temporal Stability Of Periodicities Of Droughts In Iran. Water Resour. Manage. 31, 3413–3426.

16- Fathian, F. Ghadami, M. Haghighi, P. Amini, M. Naderi,S. Ghaedi, Z. (2020): Assessment Of Changes In Climate Extremes Of Temperature And Precipitation Over Iran. Theor. Appl. Climatol. 141, 1119–1133.

17- Fraser, E.D.G. Simelton, E. Termansen, M. Gosling, S.N. & South, A. (2013): "Vulnerability Hotspots": Integrating Socio-Economic And Hydrological Models To Identify Where Cereal Production May Decline In The Future Due To Climate Change Induced Drought. Agricultural And Forest Meteorology, 170: 195-205.

18- Fritzsche K, Schneiderbauer S, Bubeck P, Kienberger S, Buth M, Zebisch M, Et Al. Vulnerability Source Book. Concept And Guidelines For Standardised Vulnerability Assessments. [Internet].Deutsche Gesellschaft Fu¨R Internationale Zusammenarbeit (Giz) Gmbh; (2014): Available: Http://Www Adaptationcommunity.Net/?Wpfb_Dl=203

19- Füssel, H.M. (2010): Review And Quantitative Analysis Of Indices Of Climate Change Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity And Impacts. Washington, Dc: The World Bank.

20- Gbetibouo, G. A. Ringler, C. & Hassan, R. (2010): Vulnerability Of The South African Farming Sector To Climate Change And Variability: An Indicator Approach. Natural Resources Forum, 34, 175e187
21- Ghamghami, M. Irannejad, P. 2019. An Analysis Of Droughts In Iran During 1988–2017. Sn Appl. Sci. 1, 1-21.
22- Hinkel, J. (2011): "Indicators Of Vulnerability And Adaptive Capacity": Towards A Clarification Of The Science–Policy Interface. Global Environmental Change, 21(1): 198-208
23- Ipcc (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation And Vulnerability. Contribution Of Working Group Ii To The Fourth Assessment Report Of Intergovernmental Panel On Climate Change Cambridge, Uk, Cambridge University Press.
24- Jamshidi, O. Asadi, A. Kalantari, K. Azadi, H. & Scheffran, J. (2019): Vulnerability To Climate Change Of Smallholder Farmers In The Hamadan Province, Iran. Climate Risk Management, 23, 146-159.
25- Jurgilevich A, Ra¨Sa¨Nen A, Groundstroem F, Juhola S. A Systematic Review Of Dynamics In Climate Risk And Vulnerability Assessments. Environmental Research Letters. (2017); 12: 013002. Https://Doi.Org/10.1088/1748-9326/Aa5508
26- Karimi, V. Karami, E. & Keshavarz, M. (2018): Climate Change And Agriculture: Impacts And Adaptive Responses In Iran. Journal Of Integrative Agriculture, 17(1), 1-15.
27- Keshavarz, M. Karami, E. & Zibaei, M. (2014): Adaptation Of Iranian Farmers To Climate Variability And Change. Regional Environmental Change, 14(3), 1163-1174.
28- Lindoso, P. D. Rocha, D. J. Debortoli, N. Parente, I. I. Eiró, F. Bursztyn, M. & Rodrigues-Filho, S. (2014): Integrated Assessment Of Smallholder Farming's Vulnerability To Drought In The Brazilian Semi-Arid: A Case Study In Ceará. Climatic Change, 127(1),93–105.Doi:10.1007/S10584-014- 116-1.
29- Liu, X. Zhu, X. Pan, Y. Li, S. Liu, Y. Ma, Y. Agricultural Drought Monitoring: Progress, Challenges, And Prospects. J. Geogr. Sci. (2016): 26, 750–767. [Crossref]
30- Lobell, D. B. Cahill, K. N. & Field, C. B. (2007): Historical Effects Of Temperature And Precipitation On California Crop Yields. Climatic Change, 81(2), 187-203.
31- Lohman, H. (2016): Comparing Vulnerability And Adaptive Capacity To Climate Change In Individuals Of Coastal Dominican Republic. Ocean & Coastal Management, 132:111-119.
32- Mahmoudi, P. Rigi Chahi, A. (2019): Climate Change Impact On Spatial And Temporal Distribution Of Precipitation In Iran. In: Proceedings Of 6th International Regional Conference Of Climate Change, 18-19 November, Tehran, Iran.
33- Mansouri Daneshvar, M. R. Ebrahimi, M. Nejadsoleymani, H. (2019): An Overview Of Climate Change In Iran: Facts And Statistics. J. Environ. Syst. 8(1), 1-10.
34- Mdungela, N. M. Bahta, Y. T. & Jordaan, A. J. (2017): Indicators For Economic Vulnerability To Drought In South Africa. Development In Practice, 27(8), 1050-1063.
35- Midgeley, S.J.E. Davies, R.A.G. & Chesterman, S. (2011): Climate Risk And Vulnerability Mapping: Status Quo (2008) And Future (2050) For Southern Africa: Synthesis Report. South Africa: Oneworld Investments.
36- Miller, F. Osbahr, H. Boyd, E. Thomalla, F. Bharwani, S. Ziervogel, G. Walker, B. Birkmann, J. Van Der Leeuw, S. & Rockström, J. (2010): Resilience And Vulnerability: Complementary Or Conflicting Concepts. Ecology And Society, 15(3): 11.
37- Mohmmed, A. Li, J. Elaru, J. Elbashier, M. M. Keesstra, S. Artemi, C. ... & Teffera, Z. (2018): Assessing Drought Vulnerability And Adaptation Among Farmers In Gadaref Region, Eastern Sudan. Land Use Policy, 70, 402-413.
38- Nam, W. Choi, J.Y. Yoo, S.H. Jang, M.W. (2012): A Decision Support System For Agricultural Drought Management Using Risk Assessment Paddy. Water Enviro 10, 197–207.
39- Naumann, G. Vargas, W. M. Barbosa, P. Blauhut, V. Spinoni, J. & Vogt, J. V. (2019): Dynamics Of Socioeconomic Exposure, Vulnerability And Impacts Of Recent Droughts In Argentina. Geosciences, 9(1), 39.
40- Nembilwi, N. (2019): Vulnerability And Adaptation To Drought Hazards In Mopani District Municipality, South Africa: Towards Disaster Risk Reduction (Doctoral Dissertation).

41- Ortega, D.L. Ward, P.S. Caputo, V. (2019): Evaluating Producer Preferences And Information Processing Strategies For Drought Risk Management Tools In Bangladesh. World Dev. Perspect. 15, 1–10. Https://Doi.Org/10.1016/J.Wdp.2019.100132.
42- Pachauri, R.K. Allen, M.R. Barros, V.R. Broome, J. Cramer, W. Christ, R. Church, J.A. Clarke, L. Dahe, Q. Dasgupta, P. Climate Change (2014): Synthesis Report. Contribution Of Working Groups I, Ii And Iii To The Fifth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change; Ipcc: Geneva, Switzerland, 2014.
43- Panda, A. (2017): Vulnerability To Climate Variability And Drought Among Small And Marginal Farmers: A Case Study In Odisha, India. Climate And Development, 9(7), 605-617.
44- Parker, L. Bourgoin, C. Martinez-Valle, A. & Läderach, P. (2019): Vulnerability Of The Agricultural Sector To Climate Change: The Development Of A Pan-Tropical Climate Risk Vulnerability Assessment To Inform Sub-National Decision Making. Plos One, 14(3), E0213641.
45- Popke, J. S. Curtis, And D. W. Gamble. (2016): A Social Justice Framing Of Climate Change Discourse And Policy: Adaptation, Resilience And Vulnerability In A Jamaican Agricultural Landscape. Geoforum, 73: 70-80.
46- Sapkota, P. R. J. Keenan, J.A. Paschen, And H. R. Ojha. (2016): Social Production Of Vulnerability To Climate Change In The Rural Middle Hills Of Nepal. Journal Of Rural Studies, 48: 53-64.
47- Simelton, E. Fraser, E. D. Termansen, M. Forster, P. M. & Dougill, A. J. (2009): Typologies Of Crop-Drought Vulnerability: An Empirical Analysis Of The Socio-Economic Factors That Influence The Sensitivity And Resilience To Drought Of Three Major Food Crops In China (1961–2001). Environmental Science & Policy, 12(4), 438-452.
48- Smit, B. & Wandel, J. (2006): Adaptation, Adaptive Capacity And Vulnerability. Global Environmental Change-Human And Policy Dimensions, 16, 282-292
49- Sobhani, B. Jafarzadehaliabad, L. Zengir, V.S. (2020): Investigating The Effects Of Drought On The Environment In Northwestern Province Of Iran, Ardabil, Using Combined Indices, Iran. Model. Earth Syst. Environ. 6, 983–993.
50- Solh, M. & Van Ginkel, M. (2014): Drought Preparedness And Drought Mitigation In The Developing World′ S Drylands. Weather And Climate Extremes, 3, 62-66.
51- Thiault, L. Kernaléguen, L. Osenberg, C. W. & Claudet, J. (2017): Progressive- Change Bacips: A Flexible Approach For Environmental Impact Assessment. Methods In Ecology And Evolution, 8(3), 288-296.
52- Vaghefi, S. A. Keykhai, M. Jahanbakhshi, F. Sheikholeslami, J. Ahmadi, A. Yong, H. Abbaspour, K. C. (2019): The Future Of Extreme Climate In Iran. Sci. Rep. 9, 1-11.
53- Vos R, Cattaneo A, Stamoulis K, Semedo Mh, Salazar Rc, Frick M, Et Al. Editors. The State Of Food And Agriculture. Climate Change, Agriculture And Food Security. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Office For Corporate Communication; 2016.
54- Waha, K. Krummenauer, L. Adams, S. Aich, V. Baarsch, F. Coumou, D. ... & Mengel, M. (2017): Climate Change Impacts In The Middle East And Northern Africa (Mena) Region And Their Implications For Vulnerable Population Groups. Regional Environmental Change, 17(6), 1623-1638.
55- Zarafshani, K. Sharafi, L. Azadi, H. & Van Passel, S. (2016): Vulnerability Assessment Models To Drought: Toward A Conceptual Framework. Sustainability, 8(6), 588. Zarafshani, K. Sharafi, L. Azadi, H. Hosseininia, G. De Maeyer, P. & Witlox, F. (2012): Drought Vulnerability Assessment: The Case Of Wheat Farmers In Western Iran. Global And Planetary Change, 98, 122-130.