

## پهنه‌بندی مناطق کشور براساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم

محمد اخباری<sup>۱\*</sup>، محمد بصیری صدر<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه جغرافیا، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۲- دانش آموخته دکتری رشته جغرافیای سیاسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

### چکیده

امروزه بزرگ‌ترین تهدید زیست‌محیطی کره زمین، گرمایش جهانی و تغییر اقلیم است. پیامدهای تغییر اقلیم منجر به کمبود آب و مواد غذایی، بیماری، بیکاری و مهاجرت، فقر، بحران در خصوص منابع و بی‌ثباتی می‌گردد. تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و روش انجام آن توصیفی-تحلیلی است. گردآوری داده‌ها و اطلاعات اسنادی و پیمایشی و با ابزار پرسش‌نامه صورت گرفته است. جامعه آماری به صورت هدفمند و شامل صاحب‌نظران و متخصصین در حوزه تغییر اقلیم شاغل در سازمان‌های هواشناسی، محیط‌زیست و پدافند غیرعامل است. پرسش‌نامه بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم و توسعه پایدار طراحی و پس از توزیع، تعداد ۶۰ پرسش‌نامه جمع‌آوری شد. سپس به وسیله آزمون مقایسه‌ای فریدمن اولویت‌بندی پارامترهای تأثیرگذار تغییر اقلیم بر توسعه پایدار پرداخته که به ترتیب عبارت‌اند از ۱- آسیب‌پذیری معیشت، فقر و دولت ضعیف ۲- کشاورزی پایدار و مقابله با بیابان‌زایی و خشک‌سالی ۳- سلامت، بهداشت عمومی ۴- حفظ تعادل اکوسیستم طبیعی ۵- عدالت و امنیت اجتماعی و شهروندی بیشترین تأثیر را در توسعه پایدار کشور خواهد داشت. سپس با استفاده از نرم‌افزار (GIS) پهنه‌بندی کشور بر اساس مؤلفه‌های اثرات تغییر اقلیم در مناطق کشور ترسیم شد. بر اساس یافته‌های تحقیق، با توجه به شاخص‌های اولویت‌بندی شده اثرات تغییر اقلیم بر توسعه پایدار کشور در استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر، قم، خراسان جنوبی و البرز بیشترین اثرپذیری را خواهند داشت. بدین منظور دولت با یک برنامه‌ریزی مدون می‌تواند در کاهش چالش‌های ناشی از اثرات تغییر اقلیم در این مناطق تأثیرگذار باشد. در پایان بر لزوم اجرای روش‌های مؤثر از جمله آبخیزداری و استفاده از انرژی‌های پاک جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای سازگاری با اثرات تغییر اقلیم تأکید شده است.

**کلید واژه‌ها:** تغییر اقلیم، توسعه پایدار، گرمایش جهانی، گازهای گلخانه‌ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

## مقدمه

تهدیدات زیست‌محیطی از دهه‌های پایانی سده بیست جامعه انسانی را دچار چالش کرده، به‌گونه‌ای که گستره آن از مرز دولت‌ها گذشت و بنیاد جوامع انسانی را در معرض تهدید قرارداد. تغییر اقلیم از جمله این تهدیدات به شمار می‌رود. ریشه و بنیاد همه دگرگونی‌های آب و هوایی امروزی آب‌وهوا، انسان و آدمی بنیاد است (کاویانی‌راد، ۱۳۹۶). اهمیت تهدیدات اقلیمی به وجه ساختاری آن برمی‌گردد، چراکه متفاوت از تهدیدات نظامی، اقتصادی با سلامت روان و فیزیک انسان ارتباط دارند و پیامدهای بسیار مهم‌تری برجای خواهد گذاشت. از سوی دیگر درحالی‌که آگاهی از مسائل اقلیمی زیست‌محیطی همگام با تشدید نگرانی‌ها نسبت به آن‌ها افزایش می‌یابد، درک موضوعات مزبور از هر زمان دیگری سخت‌تر می‌شود (بوزان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۶). افزایش جمعیت کره زمین که باعث تغییر کاربری زمین، تخریب جنگل‌ها، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و دامداری، تولید ضایعات جامد و مایع شده، تبعات مختلفی به همراه داشته است که پدیده تغییر اقلیم یکی از آن‌هاست (Angel, 2008). به هم خوردن اندکی از تعادل اقلیم جهان موجب شده متوسط درجه حرارت کره زمین تمایل به روند افزایشی را نشان دهد. (IPCC, 2001) به‌طوری‌که هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ گزارش داد که اقلیم در حال تغییر و گرمایش جهانی در حال وقوع است و این تغییرات در قرن معاصر نیز با سرعت بی‌سابقه‌ای ادامه خواهد داشت (Adjer, et al, 2003: 176). موج گرمایی شدید و خشک‌سالی‌های ممتد، کمبود آب شیرین، تغییر شکل بارش از جامد به مایع، گرم شدن آب اقیانوس‌ها، تسریع درروند ذوب یخ‌های قطبی بااهمیت‌ترین و قابل‌لمس‌ترین مواردی هستند که در دهه‌های اخیر جوامع انسانی و زیستی آن‌ها را به خود دیده است (علی‌جانی و قویدل رحیمی، ۱۳۸۴: ۲۲). در این تحقیق بیشتر سعی شده با استفاده از آمار و اطلاعات به‌روز، تأثیرات تغییر اقلیم در مناطق کشور ایران و اولویت‌بندی آن بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم موردبررسی قرار گیرد. آنچه به‌عنوان خلأ در پژوهش‌های گذشته به ذهن محقق متبادر می‌شود این است که تا به حال پژوهشی در خصوص شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم در کشور صورت نگرفته و این

مقاله به دنبال پهنه‌بندی و شناسایی مناطق کشور بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم است. بدین منظور سؤالی که مطرح می‌شود این است که: اثرات تغییر اقلیم با چه شاخص‌هایی بر توسعه پایدار کشور تأثیرگذار است و وضعیت این شاخص‌ها در استان‌های کشور چگونه است؟ در پاسخ به این سؤال با مطالعه ادبیات نظری و سایر پژوهش‌هایی که در این زمینه توسط بسیاری از اندیشمندان داخلی و خارجی بر اثرات این تغییرات بر کشاورزی و میزان بازدهی محصولات کشاورزی و دامی و خشک‌سالی صورت پذیرفته مانند تغییر اقلیمی، مفاهیم بحرانی در محیط (چامبرد و اولجی، ۲۰۰۲) و یا در پژوهش گردشگری و تغییر اقلیم، اثرات، انطباق و کاهش تلفات (اسکوت و همکاران، ۲۰۱۲) و هم‌چنین در بسیاری از مقالات خارجی و هم‌چنین در پژوهش‌های داخلی مانند تغییرات اقلیمی (عزیزی، ۱۳۸۳) کشاورزی ایران در گذار به تغییر اقلیم و گرمایش جهانی (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳) و بسیاری از مقالات علمی در این خصوص به اثرات منفی تغییر اقلیم در کشاورزی، صنعت و معضل بیکاری و مهاجرت به‌صورت موردی و در مناطق خاص صورت پذیرفته است. در خصوص پهنه‌بندی کشور بر اساس شاخص‌های موردنظر هریک از شاخص‌ها به‌طور مجزا توسط محققین ایرانی موردبررسی قرار گرفته‌اند. به‌طور مثال در خصوص شاخص بهداشت و درمان، مقاله میزان توسعه‌یافتگی استان‌های ایران با تمرکز بر شاخص‌های بخش بهداشت و درمان (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۴) هم‌چنین مقاله اولویت‌بندی وضعیت شاخص‌های امنیت اجتماعی و رتبه‌بندی استان‌ها کشور از نظر سطح امنیت اجتماعی با استفاده از روش تحلیل رابطه خاکستری (GRA) (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳) و پهنه‌بندی وضعیت توسعه کشاورزی پایدار در ایران و ارائه راهبردهای پایدار (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۲) در خصوص پهنه‌بندی کشور پژوهش‌هایی انجام شده است که با توجه به استفاده از داده‌های قدیمی و آمار سرشماری سال ۹۰ و به قبل چندان مورد استناد علمی قرار نگرفت، در این مقاله محقق سعی نموده باهدف شناسایی و پهنه‌بندی مناطق کشور بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم با آمار دقیق‌تر و به‌روزرتر به‌صورت آمار کمی ترکیبی شاخص‌ها پردازد.

## مبانی نظری

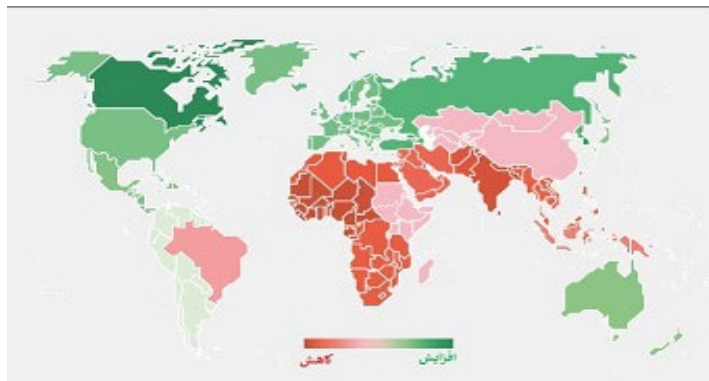
کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد ۲۱ مارس ۱۹۹۴ در مورد تغییر اقلیم اعلام کرد: تغییر اقلیم به معنی هرگونه تغییر واضح و مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت آب و هوایی که در طولانی‌مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد است و این تغییرات به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به فعالیت‌های انسانی مربوط می‌شود که ترکیب جو زمین را تغییر می‌دهد (NASA, 2011). اصطلاح «تغییر اقلیم»، توسط سازمان جهانی هواشناسی (WMO) در سال ۱۹۶۶ پیشنهاد شد تا تمامی اشکال تغییر اقلیم را در مقیاس زمانی طولانی‌تر از ۱۰ سال شامل شود و مشخص شد که فعالیت‌های انسانی توانایی تغییر آب و هوا را به شدت تغییر داده است. تغییر اقلیم در عنوان هیات بین‌دولتی تغییر آب و هوا (IPCC) و کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد (UNFCCC) گنجانده شده است (Hulme, 2016). گازهای گلخانه‌ای؛ عامل اصلی تغییرات آب و هوایی هستند و پیش‌بینی‌های مدل آب‌وهوا در گزارش خلاصه IPCC2013 نشان داد که در طول قرن ۲۱، دمای سطح جهانی احتمالاً از ۰/۳ تا ۱/۷ درجه سانتی‌گراد (۰/۵ تا ۱/۳ درجه فارنهایت) به ۲/۶ تا ۴/۸ درجه سانتی‌گراد (۴/۷ تا ۸/۶ درجه فارنهایت) افزایش یابد و میزان آن بستگی به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و اثرات بازخورد آب‌وهوا دارد (NASA, 2017).

تغییر اقلیم، اثرات بارزی بر چرخه آب و خصوصیات هیدرولوژی حوضه‌های آبخیز دارد؛ به‌گونه‌ای که می‌تواند به عنوان تهدیدی بزرگ بر منابع آب در سراسر جهان قلمداد شود (بحری و زاهدی، ۱۳۹۵). ۱۱ درصد از جمعیت جهان و یا ۷۸۳ میلیون نفر هنوز دسترسی به منابع بهبودیافته و سالم آب آشامیدنی ندارند (UN-Water, 2013). بدون شک جنگ‌ها و تنش‌های آینده با توجه به تغییر اقلیم و کمبود منابع آبی جنگ بر سر آب و منابع آبی خواهد بود. اثرات منفی تغییرات آب‌وهوا در آینده بیشتر بر روی مناطقی است که امروزه خود میزبان جنگ‌های مسلحانه هستند (Paskal&House, 2007). جنگ داخلی که در مارس ۲۰۱۱؛ در کشور سوریه آغاز شد نتیجه عوامل پیچیده‌ای بود؛ که آب و شرایط آب و هوایی نقش مستقیم در بدتر شدن شرایط اقتصادی سوریه ایفا

کرد. کمبود آب، باعث مهاجرت مردم به شهرها و ایجاد نارضایتی و درنهایت جنگ گردید (Gleick, 2014). یکی از اصلی‌ترین عواقب گرم شدن کره زمین کاهش تولید کشاورزی و به‌تبع آن، افزایش رقابت بر سر غله است. خشک‌سالی منجر به تخریب محصول و از دست رفتن چراگاه‌های مرتع برای دام می‌شود (Ding, et al, 2011). در ابتدای قرن ۲۱، سیل‌ها احتمالاً با تغییرات آب و هوایی ارتباط داشتند. زانگ و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر تغییر اقلیم بر منابع آب حوضه هندوکش واقع در هیمالیا را بررسی کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که در حوضه موردنظر، دما و بارش تا پایان قرن بیست و یکم افزایش پیدا خواهد کرد. در نتیجه میزان رواناب و شدت سیلاب نیز تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار گرفته و افزایش پیدا خواهد نمود (Zang et al, 2011). در ماه مه سال ۲۰۱۹ سیل باعث کاهش تولید پیش‌بینی‌شده ذرت از ۱۵ میلیارد بوته به کاهش میزان ۱۴.۲ میلیارد بوته ذرت شد (Higgins, 2019). دانشمندان بر این باورند که افزایش سالانه ۱ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش ۱۰ درصد گندم، برنج و ذرت خواهد شد (Tubiello, 2008). تخمین زده می‌شود که ۳۵-۵۰ درصد محصولات کشاورزی در معرض خشک‌سالی قرار خواهند گرفت (Epstein, Ferber, 2011). عدد افراد فقیری که تحت تأثیر سوء‌تغذیه ناشی از تغییر اقلیم تا سال ۲۰۸۰ قرار گیرند می‌تواند به ۶۰۰ میلیون نفر برسد (IPCC, 2007). در نتیجه خشک‌سالی شرق آفریقا که در سال ۱۹۸۴ اتفاق افتاد، تنها در سه کشور فقیر اتیوپی، سودان و چاد حدود ۵۰۰ هزار نفر بر اثر سوء‌تغذیه جان سپردند (کیدنز، ۱۳۹۱). بین سال‌های ۱۹۸۰ و ۲۰۱۱، سیل بیش از ۵/۵ میلیون نفر را در بر گرفت و باعث تلفات مستقیم اقتصادی بیش از ۹۰ میلیارد یورو شد. افزایش درجه حرارت جهانی ۳-۴ درجه سانتی‌گراد می‌تواند موجب شود ۳۳۰ میلیون نفر به‌طور دائم یا به‌طور موقت از طریق سیل آواره شوند (Schneider, et al, 2007). همان‌طور که در شکل شماره ۱ مشاهده می‌شود نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی ناشی از پدیده تغییر اقلیم نشان داده‌شده که بسیاری از کشورهای آفریقایی و آسیایی از پدیده تغییر اقلیم آسیب‌پذیر می‌باشند. لی و همکاران (۲۰۰۹)، تازب و همکاران (۲۰۰۹)، میدلکوپ و همکاران (۲۰۰۱)، اوستین و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از مدل‌های ارائه‌شده (GCM) مورد تأیید IPCC

موج گرمایی در تیر و مرداد ۱۳۹۲ در شهرستان اصفهان بر مبنای تعاریف مذکور و با استفاده از داده‌های دمای حداکثر روزانه در ایستگاه‌های هواشناسی واقع در شهرستان اصفهان - که آمار آن از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید - تعیین شد (جدول ۱). همچنین با استفاده از آمارهای اخذ شده از سازمان هواشناسی استان اصفهان، برای تحلیل تغییرات روزانه دما آمار ساعتی دمای ایستگاه‌های مذکور از گراف‌های دمانگار استخراج شد.

تغییرات بارش، دما، تبخیر و تعرق و دبی را برای قرن بیست یکم طی دوره ۳۰ ساله در کشورهای تایوان، مصر، ژاپن و استرالیا بررسی کردند که بیشتر آن‌ها افزایش دما، رخداد خشک‌سالی‌های شدید، رخداد بارش‌های سنگین، افزایش تبخیر و تعرق و سیلاب‌های بزرگ در این مناطق را تأیید می‌نمایند (رحیمی، ۱۳۹۵).



شکل ۱: نقشه آسیب‌پذیری فیزیکی ناشی از تغییر اقلیم (منبع: Wheeler, 2011)

خطر آب‌گرفتگی مواجه خواهند شد (خوش‌منش و همکاران، ۱۳۹۴). تغییر اقلیم، مردم را از طریق دمای شدید با کمبود آب و یا گسترش آب ناسالم تهدید می‌کند (آرلی، ۱۳۹۰: ۲۵). تغییر اقلیم می‌تواند دامنه جغرافیایی بیماری‌های منتقله خطرناک، مخصوصاً پشه‌ها مانند تب مالاریا و دنگ را افزایش دهد (Reiter, 2001). گرمای شدید به‌طور مستقیم با بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری تنفسی و آسم مرتبط است. یکی از شواهد آن‌ها این است که در تابستان ۲۰۰۳، در طول موج گرما بزرگ اروپا، ۷۰،۰۰۰ مرگ‌ومیر مربوط به گرما ثبت شد (WOT, 2018).

درواقع، پیامدهای تغییرات آب و هوایی در جغرافیای قدرت، به‌طور ناگزیر به عوامل اقتصادی، سیاسی و جمعیتی شناختی در سطوح مختلف می‌پردازد (Hommel & Murphy, 2013). گزارش جهانی ریسک در سال ۲۰۱۹ توسط مجمع جهانی اقتصاد، تغییرات آب‌وهوا را از مهم‌ترین موضوعات ذکر کرد. در بخشی از گزارش، از تغییرات شدید آب و هوایی، فقدان اقدامات اقلیمی و بلایای طبیعی به‌عنوان سه مشکل اصلی ذکر کرده است (Chloe, 2019).

فاجعه‌بارترین اثر گرمایش جهانی مهاجرت است. در سال ۱۹۹۰، شورای بین‌المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC) اعلام کرد که بزرگ‌ترین پیامد تغییر اقلیم می‌تواند مهاجرت باشد؛ با میلیون‌ها نفر از مردم که در اثر فرسایش ساحل، سیلاب ساحلی و خشک‌سالی شدید آواره خواهند شد (Myers, 2002). بیش از ۴۲ میلیون نفر در آسیا و اقیانوسیه در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ آواره شده‌اند. این رقم شامل افرادی است که از طوفان، سیل و امواج گرما و سرما آواره شده‌اند (IDMC, 2014). حداقل ۲۰ میلیون پناهنده زیست‌محیطی سراسر جهان وجود دارد که این مقدار بیش از آوارگان جنگ و سرکوب سیاسی در جهان است (UNRIC, 2019). اثر دمایی تغییر اقلیم با ذوب شدن یخچال‌های طبیعی هارتلند این منطقه را توسعه خواهند داد، تغییر اقلیم قدرت نسبی و اهمیت این منطقه را افزایش می‌دهد، اما آن را آسیب‌پذیرتر نیز می‌کند (آرلی، ۱۳۹۰: ۱۹). همچنین با بالا آمدن سطح آب‌ها، آندونزی اعلام کرده که ۲۶ جزیره را به خاطر تغییر اقلیم از دست خواهد داد. بسیاری از شهر بزرگ ساحلی جهان با بالا آمدن آب در دهه آینده با

## منطقه مورد مطالعه

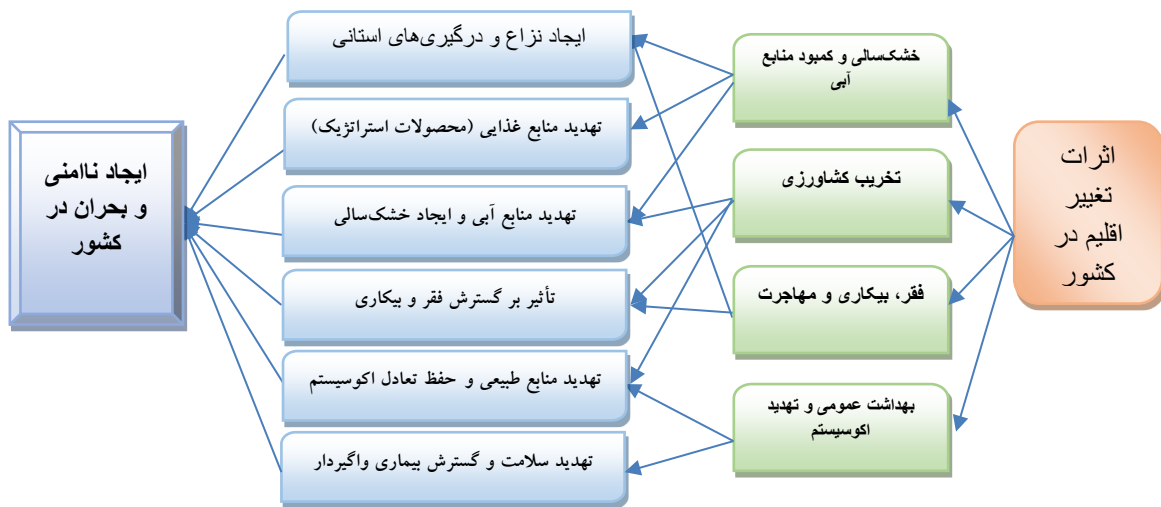
محدوده جغرافیایی ایران امروز فقط قسمتی از فلات ایران است که ۱/۶۴۸/۱۹۵ کیلومتر مربع مساحت دارد و ۶۳/۴٪ کل آن را شامل می‌شود (رهنمایی، ۱۳۹۵: ۲۶). وسعت سرزمینی و همسایگی با هفت کشور به ایران موقعیت ویژه ترانزیتی به‌عنوان هاب منطقه داده است که کریدور اتصال شمال-جنوب (کشورهای حاشیه خزر به خلیج فارس) و گذرگاهی برای ارتباطات سیاسی، اقتصادی و فرهنگی شرق به غرب است (مجتهدزاده، ۱۳۸۱: ۱۲۷). کشور ایران به‌صورت تاریخی و با توجه به موقعیت جغرافیایی خود، همواره در معرض پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم بوده است. قرارگیری ایران در کمربند بیابانی زمین و برخورداری از یک چهارم منابع آبی (بارش و آب‌های سطحی) لزوم توجه به ابعاد مختلف تغییر اقلیم در ایران را آشکار کرده است (کاویانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج مطالعات مربوط به تغییر اقلیم که طی سال‌های اخیر در ایران انجام شده همگی بیانگر بروز این پدیده در کشور بوده‌اند. پیش‌بینی IPCC برای کشور ایران نشان‌دهنده افزایش میانگین دمای کشور با به‌کارگیری تمامی مدل‌ها، سناریوها و شرایط مرزی برای چهار دوره ۲۱ ساله از ۲۰۲۱ تا ۲۱۰۰ نشان می‌دهد که بیشترین افزایش دما در پهنه کشورمان در دهه ۲۰۹۰ و به ترتیب به مقدار ۱/۳، ۲/۶، ۳/۱، ۵/۲ درجه سلسیوس در سناریوهای RCP۲.۶، RCP۶.۰، RCP۸.۵ در مقایسه با میانگین دمای دوره پایه (۲۰۰۵-۱۹۸۶) رخ می‌دهد. از نظر موقعیت جغرافیایی کمترین افزایش دما در مناطق ساحلی هم‌جوار پهنه‌های آبی دریای خزر، خلیج فارس، دریای عمان و بیشترین افزایش در مناطق مرکزی و استان‌های واقع بر رشته‌کوه زاگرس رخ می‌دهد (دفتر مرجع ملی هیات بین-الدولی تغییر اقلیم، ۱۳۹۶). هم‌چنین پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۱۰۰ با افزایش بارش‌های ساحلی دریای خزر و بالا آمدن سطح آب بین ۲۶ تا ۱۲۸ سانتی‌متر، شاهد پیشروی خط ساحلی بین ۹۵ تا ۱۱۷ متر در سواحل جنوبی دریای خزر باشیم (صابری لویه و همکاران، ۱۳۹۸). ایران از لحاظ بارندگی در سطح نیمه‌خشک و خشک است. چشم‌انداز تغییر اقلیم کشور تا انتهای قرن ۲۱ میلادی با استفاده از سناریوهای گزارش پنجم هیات بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC)، در

سازمان هواشناسی کشور شبیه‌سازی شده است. به‌استثنای سناریوی خوش‌بینانه RCP۲.۶ در سه سناریوی دیگر، میانگین بارش از مدیترانه تا افغانستان کاهش می‌یابد. در صورت عدم پایداری کشورها به توافقنامه سال ۲۰۱۵ تغییر آب‌وهوای پاریس (COP۲۱)، کاهش بارش در غرب ایران تا ۲۰ درصد و در سوریه، اردن، فلسطین و عراق تا ۳۰ درصد در مقایسه با بلندمدت خواهد بود. افغانستان و بخش‌هایی از شرق ایران نیز تا ۲۰ درصد کاهش بارش را تجربه خواهند کرد. کاهش بارش و خشک‌سالی از دهه ۲۰۵۰ در مقایسه با وضعیت فعلی، تشدید می‌شود. در صورت عدم پایداری به توافقنامه پاریس، میانگین دمای کشور حدود ۵/۲ و در صورت پایداری به آن ۱/۳ درجه سلسیوس نسبت به دوره ۱۹۸۶-۲۰۰۵ افزایش می‌یابد. از نظر منطقه‌ای بیشترین کاهش بارش به ترتیب در منطقه زاگرس و شمال غرب رخ خواهد داد. منطقه زاگرس علاوه بر بیشترین کاهش بارش با بیشترین افزایش دما نیز مواجه خواهد شد. تنها منطقه‌ای که احتمال افزایش بارش در آن وجود دارد، جنوب شرق کشور است ولی رفتار بارش‌ها در این منطقه به‌صورت ناگهانی و سیل‌آسا خواهد بود (دفتر مرجع ملی هیات بین‌الدولی تغییر اقلیم، ۱۳۹۶). اثرات تغییر اقلیم در کشور ایران و چالش‌های آن بر توسعه پایدار کشور مؤثر است. برآورد و تخمین میزان آسیب‌پذیری و به‌تبع آن آمادگی سامانه حوزه آبخیز در مواجهه با این تغییرات از مسائل مهم مرتبط با نوسانات اقلیمی است. به‌منظور توسعه استراتژی برای انطباق با این تغییرات جهانی، در نخستین گام لازم است که ارزیابی صحیحی از آسیب‌پذیری انجام گیرد (محمدخانی و جمالی، ۱۳۹۴). با ارزیابی آسیب‌پذیری حوزه آبخیز می‌توان به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و تصمیم‌گیری به‌منظور حفاظت از حوضه و دستیابی به توسعه پایدار کمک کرد (زارعی و همکاران، ۱۳۹۹).

در شکل شماره ۲ چارچوب مدل مفهومی ارتباط اثرات و تبعات تغییر اقلیم بر کشور ترسیم شده است. برای پاسخ به سؤالات مطرح‌شده در مقدمه ابتدا داده‌های موردنیاز بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ و مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی استخراج شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و جهت اولویت‌بندی

با استفاده از نرم‌افزار GIS در هریک از شاخص‌های رتبه‌بندی استان‌ها با روش خوشه‌بندی و همچنین ترسیم نقشه به دست آمده به ترسیم نقشه‌های مربوط پرداخته شد.

شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم از نرم‌افزار SPSS و جهت رتبه‌بندی استان‌ها با روش خوشه‌بندی و همچنین ترسیم نقشه



شکل ۲- چارچوب مدل مفهومی مهم‌ترین اثرات و تبعات تغییر اقلیم بر توسعه پایدار کشور (ترسیم نگارندگان)

پرسشنامه نهایی تدوین گردید. برای سنجش پایایی پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ و پایایی مرکب استفاده شده است (هنسلر و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس این آزمون نمره ۰/۸ از تعداد ۱۶ پرسشنامه به عنوان پیش‌آزمون به دست آمد. مقدارهای حاصل، از عدد ۰/۷ بزرگ‌تر شد لذا، مشخص گردید که پرسشنامه از پایایی مطلوبی برخوردار است. پس از توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها بین جامعه نخبگانی در حوزه تغییر اقلیم، پایایی تحقیق سنجیده شد که بر اساس آزمون آلفای کرونباخ پایایی تحقیق نمره ۰/۸۲۱ از حجم نمونه ۶۰ پرسشنامه و روایی همگرایی آن برای شاخص متوسط واریانس استخراج شده حداقل مقدار ۰/۵ گردید که این مقدار نشان‌دهنده این است که متغیرهای مشاهده‌پذیر حداقل ۵۰ درصد واریانس متغیر پنهان خود را تبیین می‌کند و روایی همگرایی قابل قبولی را داراست.

در حدود ۲۸ درصد پاسخگویان با تحصیلات دکتری به پرسشنامه جواب داده‌اند و در کل ۹۱ درصد پاسخ‌گویان با مدارج عالی تحصیلی فوق‌لیسانس و بالاتر به پرسشنامه پاسخ داده‌اند که نشان از سطح بالای علمی مناسب مخاطبین پرسشنامه این تحقیق دارد. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورود داده‌ها در نرم‌افزار صورت گرفته و اولویت‌بندی شاخص‌ها با استفاده از آزمون مقایسه‌ای فریدمن در این

## داده‌ها و روش کار

از آنجاکه هدف پژوهش، پهنه‌بندی مناطق کشور بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم است، تحقیق حاضر در زمره تحقیقات کاربردی و از نظر روش در چارچوب روش توصیفی تحلیلی قرار می‌گیرد. نحوه جمع‌آوری به دو روش اسنادی و پیمایشی که در اسنادی در جمع‌آوری مبانی نظری به روش کتابخانه‌ای، اینترنتی و در روش پیمایشی استفاده از پرسشنامه هدفمند انجام گرفته است. ویژگی جمعیتی جامعه آماری پژوهش از صاحب‌نظران و نخبگان در حوزه تغییر اقلیم شامل اساتید هیئت‌علمی دانشگاه (۴۱ درصد) و متخصصین شاغل در سازمان پدافند غیرعامل (۱۷ درصد)، سازمان هواشناسی کشور (۲۷ درصد) و سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور (۱۵ درصد) به صورت هدفمند انتخاب گردید که تعداد ۶۰ نفر از منتخبین به پرسشنامه پاسخ دادند. پرسشنامه با تعداد ۴۸ سؤال کمی و طیف لیکرت (از کاملاً مخالفم = ۱ تا کاملاً موافقم = ۵) سنجیده شده بود.

تدوین سؤالات برای پرسشنامه بر اساس مؤلفه‌های اثرات تغییر اقلیم بر توسعه پایدار کشور تعیین و برای اطمینان از اعتبار روایی پرسشنامه اولیه نیز از نظرات ۳ نفر از اساتید رشته اقلیم‌شناسی و جغرافیای طبیعی بهره گرفته شد و پس از انجام اصلاحات و ایجاد تعدیل، تعداد ۴۸ سؤال برای

نرم‌افزار انجام گرفت و پس از آن با استفاده از محیط نرم‌افزار GIS پهنه‌بندی مناطق مختلف کشور بر اساس شاخص‌های اولویت‌بندی شده اثرات تغییر اقلیم ترسیم و به سؤال تحقیق پاسخ داده شد.

### شرح و تفسیر نتایج

#### رتبه‌بندی مناطق کشور بر یافته‌های پرسشنامه تحقیق

جهت اولویت‌بندی شاخص‌های بیان‌شده در پرسشنامه با استفاده از آزمون مقایسه‌ای فریدمن در نرم‌افزار SPSS از تعداد ۶۰ نمونه جمع‌آوری‌شده به شرح ذیل انجام‌شده است: اولویت‌بندی شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم بر اساس پرسشنامه

جدول ۱: رتبه‌بندی آزمون مقایسه‌ای سؤالات پرسشنامه در خصوص پارامترهای اثرات تغییر اقلیم

رتبه‌های آزمون مقایسه‌ای فریدمن			معناداری آزمون مقایسه‌ای فریدمن		
سؤالات پرسشنامه	میانگین	سؤالات پرسشنامه	میانگین	آزمون	نتایج
سؤال ۲۶	۱۲.۵۹	سؤال ۳۳	۶.۴۶	تعداد	۶۰
سؤال ۳۰	۸.۳۵	سؤال ۳۷	۶.۳۲	Chi- Square	۲۲۶.۱۹۰
سؤال ۳۱	۸.۰۳	سؤال ۳۵	۶.۲۳		
سؤال ۳۶	۶.۷۵	سؤال ۲۷	۶.۰۱	df	۱۲
سؤال ۳۲	۶.۶۲	سؤال ۲۸	۵.۹۸	Asymp.Sig.	۰.۰۰۰
سؤال ۳۴	۶.۵۶	سؤال ۳۸	۵.۷۶		

مرکزی) شاخص فلاکت برای تمامی استان‌های کشور سنجیده شده است. در شکل شماره ۳ نقشه نتایج پهنه‌بندی وضعیت کشور در حوزه شاخص فلاکت بر اساس جدول شماره ۲ در محیط نرم‌افزار GIS ترسیم شده است.

### رتبه‌بندی کشور بر اساس شاخص آسیب‌پذیری معیشت و فقر (شاخص فلاکت)

یکی از مهم‌ترین اثرات ثانویه تغییر اقلیم در ایران افزایش بیکاری ناشی از تخریب کشاورزی و فقر است. برای پهنه‌بندی کشور بر اساس فقر و بیکاری از شاخص فلاکت استفاده می‌شود. افزایش نرخ بیکاری و تورم، باعث تحمیل هزینه اقتصادی و اجتماعی به جامعه می‌شود و از همین رو، مجموع این دو نرخ را به‌عنوان شاخص فلاکت معرفی کرد. ترکیب افزایش سطح قیمت‌ها و تعداد افراد بیکار، باعث کاهش عملکرد اقتصادی و افزایش سطح فلاکت یا ناراحتی اقتصادی می‌شود در این گزارش، با توجه به اطلاعات موجود از مرجع آماری کشور در سال ۱۳۹۷ منتشرشده است (نرخ بیکاری توسط مرکز آمار کشور و نرخ تورم توسط بانک

جدول ۲: رتبه‌بندی کشور بر اساس شاخص فلاکت به درصد (منبع مرکز آمار و بانک مرکزی ایران، ۱۳۹۷)

رتبه	نام استان	شاخص فلاکت	رتبه	نام استان	شاخص فلاکت
۱۷	البرز	۳۸.۲	۱	سمنان	۳۲.۰۴
۱۸	خراسان جنوبی	۳۸.۴	۲	اردبیل	۳۳
۱۹	یزد	۳۸.۷	۳	کرمان	۳۳
۲۰	آذربایجان شرقی	۳۹.۵	۴	مازندران	۳۳.۲
۲۱	خراسان شمالی	۴۰.۹	۵	قم	۳۳.۲
۲۲	تهران	۴۱	۶	فارس	۳۳.۳
۲۳	آذربایجان غربی	۴۱.۱	۷	زنجان	۳۳.۸
۲۴	کهگیلویه و بویراحمد	۴۲.۲	۸	هرمزگان	۳۳.۹
۲۵	ایلام	۴۲.۹	۹	گیلان	۳۵.۶
۲۶	خوزستان	۴۳.۸	۱۰	مرکزی	۳۶
۲۷	لرستان	۴۵.۱	۱۱	خراسان رضوی	۳۶.۱
۲۸	سیستان و بلوچستان	۴۵.۳	۱۲	قزوین	۳۶.۶
۲۹	کردستان	۴۶.۲	۱۳	گلستان	۳۷
۳۰	کرمانشاه	۴۶.۶	۱۴	همدان	۳۷
۳۱	چهارمحال و بختیاری	۴۸.۹	۱۵	اصفهان	۳۷.۴
			۱۶	بوشهر	۳۷.۹

مرتبط باشد. همچنین مهم‌ترین دلایل مؤثر بر افزایش نرخ تورم همان عوامل ساختاری و بلندمدت مؤثر بر نرخ تورم در اقتصاد ایران بوده است، تشدید کسری بودجه و نا ترازوی وضعیت مالی دولت و راه‌های تأمین این کسری بر نقدینگی و در نهایت بر نرخ تورم اثرگذار بوده اما به ثبت رسیدن نرخ‌های تورم مختلف در استان‌های ایران می‌تواند با عوامل بسیاری در ارتباط باشد، از جمله فاصله از مراکز تولید کالا و خدماتی، بالا بودن هزینه‌هایی همچون حمل‌ونقل و ارتباطات یا نبود واحدهای تولیدکننده محصولات اساسی و موردنیاز خانوارها در سطح استان می‌تواند آثار تورمی تحمیل شده را کم یا زیاد کنند. لذا استان‌های با شاخص فلاکت پایین نرخ بیکاری و همچنین نرخ تورمی کمتری نسبت به استان‌های با نرخ فلاکت بالا دارند.

بر اساس جدول شماره ۲ بهترین وضعیت با کمترین عدد شاخص فلاکت متعلق به استان سمنان است که شاخص فلاکت در آن کمتر از ۳۳ واحد درصد و معادل ۳۲/۴ درصد باشد. در رتبه‌های بعدی، شامل اردبیل، کرمان، مازندران، قم، فارس و زنجان می‌شوند. همچنین بدترین وضعیت در بین استان‌های کشور، بالاترین شاخص ناراحتی اقتصادی با فاصله متعلق به استان چهارمحال و بختیاری به میزان ۴۸/۹ واحد درصد است. استان‌هایی که شاخص فلاکت در آن‌ها بیشتر از ۴۵ درصد است، شامل لرستان، کردستان، کرمانشاه و سیستان و بلوچستان، می‌شوند.

نرخ تورم و نرخ بیکاری عامل اصلی تعیین شاخص فلاکت برای هر استان است؛ نرخ بیکاری به تفکیک استان‌های ایران با میزان سرمایه‌گذاری در این استان‌ها، زیرساخت‌های فراهم برای سرمایه‌گذاری، فرصت‌های شغلی در دسترس، ترکیب جمعیتی استان‌ها، تفاوت‌های اقلیمی و بسیاری از عوامل دیگر





شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی کشور ایران بر اساس شاخص فلاکت در سال ۱۳۹۷ (ترسیم‌نگارندگان، ۱۳۹۸)

بایستی نسبت به این پدیده شناخت پیدا کرده و فعالیت‌های خود را با آن سازگار نمایند؛ بنابراین آگاه‌سازی کشاورزان و دامداران نسبت به پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن بر مصرف آب در بخش کشاورزی و به تبع آن در بخش دامداری و دام‌پروری تأثیر زیادی در تأمین امنیت غذایی کشور دارد. این بخش جزء استراتژی‌های کلیدی بخش‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور بوده که در صورت آسیب جدی، کشور را دچار بحران شدید، بیکاری و مهاجرت وابستگی به محصولات می‌نماید. در این پژوهش با توجه به اثر برخی محصولات زراعی و دامی بر توسعه پایدار کشور از مؤلفه‌های (تعداد بهره‌برداران کشاورزی در بخش زراعت، کل مساحت زمین تحت کشت، کل مساحت تحت کشت گندم، کل مساحت تحت کشت جو، تولید گوشت قرمز (هزار تن)، تولید گوشت مرغ (هزار تن) که مقادیر آماری آن از مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ تهیه شده است) در رتبه‌بندی مناطق کشور استفاده شده است که در جدول شماره ۳ این رتبه‌بندی ذکر شده است.

همان‌طور که در شکل شماره ۴ مشاهده می‌شود، نقشه نتایج پهنه‌بندی محصولات استراتژیک کشاورزی و دامی در کشور بر اساس جدول شماره ۳ در نرم‌افزار GIS در چهار خوشه

### رتبه‌بندی کشور بر اساس شاخص کشاورزی پایدار (تولید محصولات استراتژیک)

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم، باعث خشک‌سالی و کمبود منابع آبی، مهم‌ترین آسیب‌پذیری آن در بخش کشاورزی و دام‌پروری کشور خواهد داشت. در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران پدیده تغییر اقلیم اثرات نامطلوب زیادی بر جامعه بخصوص بخش کشاورزی می‌گذارد و تولیدات کشاورزی و در مجموع امنیت غذایی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اقلیمی کشور ایران به‌گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن برای تولید مواد غذایی به شدت به آبیاری وابسته است. این وابستگی به حدی است که با وجود سطح نسبتاً یکسان اراضی سالانه زیر کشت دیم و فاریاب کشور، حدود ۹۰ درصد فرآورده‌های کشاورزی از زراعت آبی حاصل می‌شود. در چنین شرایطی تأثیرات اقلیمی ناشی از پدیده خشک‌سالی و ترسالی می‌تواند اثرات منفی یا مثبت زیادی بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی ایران داشته باشد. همان‌طور که بیان شد، تغییر اقلیم اثرات مختلفی بر ارکان مختلف جامعه از جمله بخش کشاورزی می‌گذارد. بدین منظور کشاورزان برای کاهش ریسک آسیب‌پذیری خود

SPEI که این شاخص علاوه بر بارش، تبخیر و تعرق را نیز مدنظر قرار می‌دهد، لذا مناطق با ناهنجاری مثبت دما، حتی در صورت بارش مناسب نیز ممکن است در محدوده مناطق خشک‌سالی قرار بگیرند. این گزارش حاکی از آن است که بیش از ۸۴ درصد مساحت کشور با خشک‌سالی بلندمدت روبه‌رو است که بیانگر کمبود منابع آبی کشور هست. در جدول شماره ۴ رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس وضعیت خشک‌سالی آمده است.

همان‌طور که در شکل شماره ۵ نقشه پهنه‌بندی خشک‌سالی ۱۰ ساله منتهی به پایان آذرماه ۱۳۹۸ کشور بر اساس جدول شماره ۴ در نرم‌افزار GIS ترسیم شده است، حاکی از آن است که بخش‌های گسترده‌ای از مساحت کشور دچار خشک‌سالی خفیف تا بسیار شدید بلندمدت می‌باشند. استان‌هایی مانند سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، یزد و بوشهر بدترین وضعیت را از لحاظ خشک‌سالی بلندمدت دارند که نیمه جنوبی و جنوب شرقی کشور در صورت ادامه روند تغییر اقلیم و افزایش دما بیشترین آسیب را در خصوص خشک‌سالی و به تبع آن تولید محصولات کشاورزی و دامی خواهند داشت.

(استان با وضعیت مطلوب، استان با وضعیت متوسط و به بالا، استان با وضعیت متوسط و به پایین، استان با وضعیت بحرانی) دسته‌بندی گردیده و ترسیم شده است. این نقشه نشان می‌دهد که استان‌های خراسان رضوی، فارس، خوزستان و آذربایجان شرقی نسبت به سایر استان‌ها از وضعیت مطلوب‌تری در تولید این محصولات داشته و استان‌های البرز، قم، هرمزگان و یزد از شرایط بحرانی در تولید این محصولات برخوردار هستند که در صورت بروز نشانه‌های تغییر اقلیم در کشور این مناطق نسبت به سایر مناطق مستعد بحران می‌باشند.

### رتبه‌بندی کشور بر اساس شاخص خشک‌سالی و تخریب

#### کشاورزی

شاید مهم‌ترین اثر تغییر اقلیم کمبود منابع آبی و خشک‌سالی هست. وقوع خشک‌سالی باعث کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و دامی گشته که در کشور بسیار حائز اهمیت است. بر اساس گزارش ماهانه تحلیل بارش، دما، خشک‌سالی و پیش‌بینی ماهانه و فصلی مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران در آذرماه ۱۳۹۸ پهنه‌بندی خشک‌سالی ۱۲۰ ماهه (۱۰ ساله) منتهی به پایان آذرماه ۱۳۹۸ کشور با شاخص

جدول ۳: رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس تولید محصولات استراتژیک کشاورزی و دامی (منبع یافته‌های تحقیق)

رتبه کل	نام استان	رتبه کل	نام استان	رتبه کل	نام استان
۹	کرمانشاه	۱۹	خراسان شمالی	۳	آذربایجان شرقی
۲۳	کهگیلویه و بویراحمد	۲	خوزستان	۵	آذربایجان غربی
۷	گلستان	۱۵	زنجان	۱۲	اردبیل
۱۷	گیلان	۲۷	سمنان	۱۰	اصفهان
۶	لرستان	۲۱	سیستان و بلوچستان	۳۱	البرز
۲۰	مازندران	۴	فارس	۱۸	ایلام
۱۴	مرکزی	۱۶	قزوین	۲۴	بوشهر
۲۹	هرمزگان	۳۰	قم	۲۲	تهران
۸	همدان	۱۱	کردستان	۲۶	چهارمحال و بختیاری
۲۸	یزد	۱۳	کرمان	۲۵	خراسان جنوبی
				۱	خراسان رضوی



شکل ۴: نقشه پهنه‌بندی استان‌ها به لحاظ شاخص تولید محصولات استراتژیک کشاورزی و دامی (ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۸)

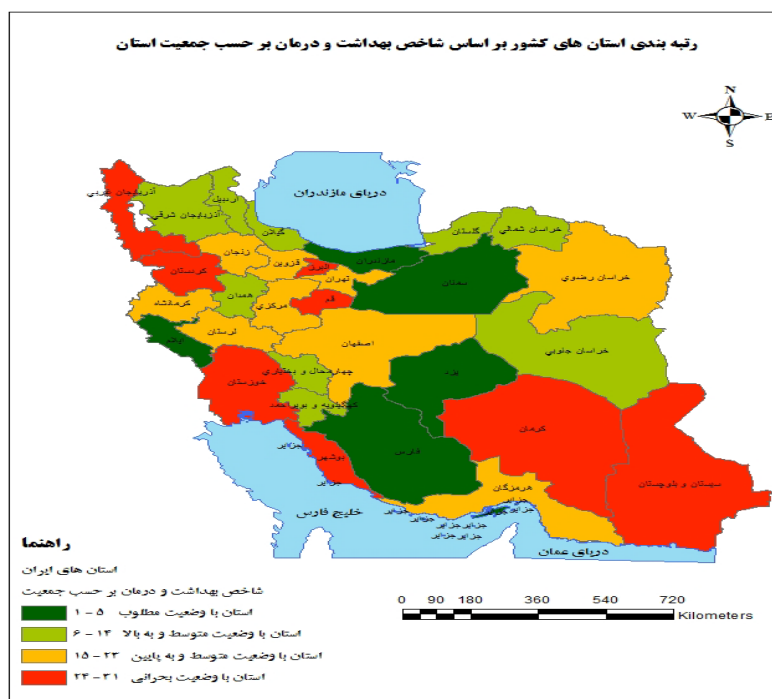
جدول ۴: رتبه‌بندی استان‌ها براساس طبقه‌بندی خشک‌سالی ۱۰ ساله در ایران (مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۸)

خوشه	وضعیت	نام استان	تعداد
۱	خشک‌سالی بسیار شدید	سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، یزد، بوشهر	۴
۲	خشک‌سالی شدید	سمنان، اصفهان، قم، کرمان، هرمزگان، خراسان رضوی، خوزستان، تهران، البرز	۹
۳	خشک‌سالی متوسط	آذربایجان شرقی، قزوین، اردبیل، زنجان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، خراسان شمالی	۸
۴	خشک‌سالی ضعیف	مرکزی، گیلان، کرمانشاه، ایلام، مازندران، گلستان،	۶
۵	در حد نرمال	لرستان، همدان، کردستان، آذربایجان غربی	۴



جدول ۵: رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس شاخص بهداشت عمومی و سلامت بر حسب جمعیت هر استان (منبع نتایج تحقیق)

نام استان	رتبه کل	نام استان	رتبه کل	نام استان	رتبه کل
آذربایجان شرقی	۱۰	خراسان شمالی	۱۳	کرمانشاه	۱۶
آذربایجان غربی	۲۹	خوزستان	۲۸	کهگیلویه و بویراحمد	۱۲
اردبیل	۱۱	زنجان	۱۷	گلستان	۱۴
اصفهان	۱۵	سمنان	۲	گیلان	۹
البرز	۳۱	سیستان و بلوچستان	۲۶	لرستان	۲۱
ایلام	۱	فارس	۳	مازندران	۴
بوشهر	۲۷	قزوین	۲۰	مرکزی	۱۹
تهران	۱۸	قم	۳۰	هرمزگان	۲۲
چهارمحال و بختیاری	۶	کردستان	۲۴	همدان	۸
خراسان جنوبی	۷	کرمان	۲۵	یزد	۵
خراسان رضوی	۲۳				



شکل ۶: نقشه پهنه‌بندی کشور بر اساس شاخص سلامت و بهداشت عمومی بر حسب جمعیت استان (ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۸)

آیندگان است. به‌منظور رتبه‌بندی کشور بر این اساس از مؤلفه‌های (مقدار بارندگی سالانه (بلندمدت)، میانگین دمای سالانه (بلندمدت) بر اساس آمار سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۸، تعداد مناطق حفاظت‌شده، مساحت مناطق حفاظت

رتبه‌بندی کشور بر اساس شاخص حفظ تعادل اکوسیستم یکی از شاخص‌های مهم تأثیرگذار اثرات تغییر اقلیم در توسعه پایدار کشور حفظ تعادل اکولوژیکی و محیط‌زیست برای رفاه و امنیت جامعه و خانواده‌های و حفظ آن برای

و ترسیم شده است. بر این اساس استان‌های مازندران، خراسان رضوی، گیلان، آذربایجان شرقی و کردستان جزء استان‌های مطلوب در این شاخص و استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، یزد، سمنان، بوشهر و خراسان جنوبی جزء استان‌های ضعیف در این شاخص محسوب می‌گردند.

شده، مساحت جنگل‌ها (هکتار)، پدیده‌های بیابانی (هکتار)، تعداد تصفیه‌خانه فاضلاب براساس داده‌های مرکز آمار ایران (۱۳۹۵) در جدول شماره ۶ تهیه شده است. همان‌طور که در شکل شماره ۷ دیده می‌شود نقشه پهنه‌بندی وضعیت کشور در حوزه حفظ تعادل اکوسیستم بر اساس جدول شماره ۶ در نرم‌افزار GIS در چهار خوشه دسته‌بندی

جدول ۶: رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس میزان شاخص‌های حفظ تعادل اکوسیستم (منبع نتایج تحقیق)

رتبه کل	نام استان	رتبه کل	نام استان	رتبه کل	نام استان
۱۰	کرمانشاه	۱۴	خراسان شمالی	۴	آذربایجان شرقی
۱۲	کهگیلویه و بویراحمد	۹	خوزستان	۷	آذربایجان غربی
۱۷	گلستان	۲۲	زنجان	۱۶	اردبیل
۳	گیلان	۲۳	سمنان	۱۳	اصفهان
۶	لرستان	۲۸	سیستان و بلوچستان	۱۹	البرز
۱	مازندران	۱۱	فارس	۲۱	ایلام
۲۴	مرکزی	۲۶	قزوین	۲۹	بوشهر
۱۸	هرمزگان	۳۱	قم	۱۵	تهران
۲۰	همدان	۵	کردستان	۸	چهارمحال و بختیاری
۳۰	یزد	۲۵	کرمان	۲۷	خراسان جنوبی
				۲	خراسان رضوی



شکل ۷: نقشه پهنه‌بندی کشور ایران بر اساس شاخص حفظ تعادل اکوسیستم (ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۸)

بهبود خدمات و افزایش تعادل و برابری بین مناطق کمک کند. بدین صورت که با شناسایی مناطق برخوردار و هدایت امکانات و خدمات به سوی مناطق محروم، توسعه به صورت هماهنگ و برابر امکان‌پذیر باشد (پریزادی و میرزا زاده، ۱۳۹۷) در پژوهشی که توسط پریزادی و میرزا زاده در سال ۱۳۹۷ انجام گرفته رتبه‌بندی توسعه منطقه‌ای ایران با رویکرد عدالت توزیعی بر اساس جدول شماره ۷ صورت پذیرفته است:

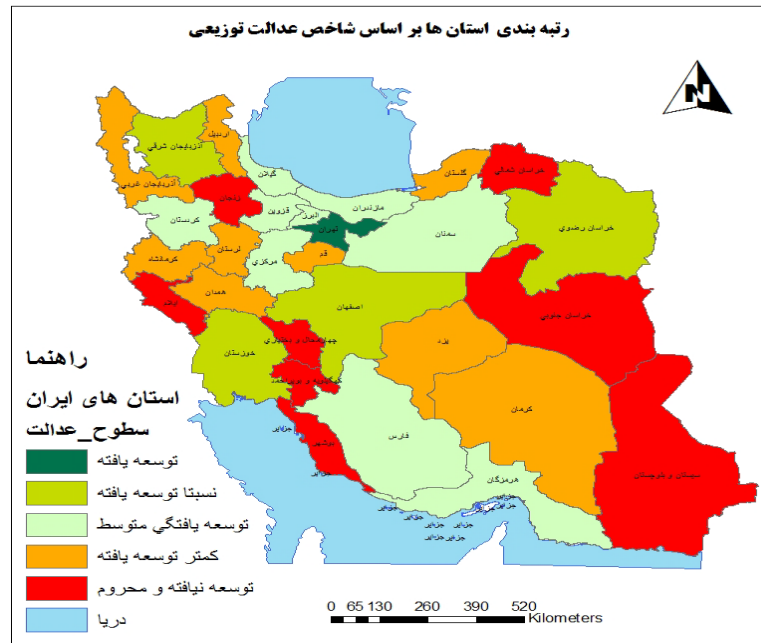
پهنه‌بندی کشور بر اساس شاخص‌های عدالت توزیعی یکی از مهم‌ترین اثرات تغییر اقلیم در ایران افزایش بیکاری ناشی از تخریب کشاورزی و فقر است، در برنامه‌ریزی فضایی، میزان توسعه مناطق توسعه‌نیافته برای دستیابی به توسعه متعادل و برابر ارزیابی می‌شود؛ بنابراین با شناخت صحیحی امکانات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و غیره به‌عنوان اولین گام در برنامه‌ریزی توسعه فضایی، می‌تواند به

جدول ۷: رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس رویکرد عدالت توزیعی (منبع پریزادی و میرزا زاده، ۱۳۹۷)

رتبه	نام استان	طبق توسعه‌یافتگی	رتبه	نام استان	طبق توسعه‌یافتگی
۱۷	کرمانشاه	کمتر توسعه‌یافته	۱	تهران	توسعه‌یافته
۱۸	کرمان		۲	اصفهان	نسبتاً توسعه‌یافته
۱۹	یزد		۳	خوزستان	
۲۰	قم		۴	آذربایجان شرقی	
۲۱	آذربایجان غربی		۵	خراسان رضوی	
۲۲	گلستان		۶	سمنان	توسعه‌یافتگی متوسط
۲۳	همدان	۷	گیلان		
۲۴	چهارمحال و بختیاری	۸	مرکزی		
۲۵	زنجان	۹	مازندران		
۲۶	ایلام	۱۰	قزوین		
۲۷	کهگیلویه و بویراحمد	۱۱	فارس		
۲۸	خراسان شمالی	توسعه‌نیافته و محروم	۱۲	البرز	کمتر توسعه‌یافته
۲۹	خراسان جنوبی	۱۳	کردستان		
۳۰	بوشهر	۱۴	هرمزگان		
۳۱	سیستان و بلوچستان	۱۵	لرستان		
			۱۶	اردبیل	

استان‌های محروم و توسعه‌نیافته شمرده می‌شود. همان‌طور که در این نقشه دیده می‌شود عدم تعادل و نابرابری در مناطق مختلف کشور (غربی- شمالی و شرقی- جنوبی) بین عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی دیده می‌شود. کمترین توسعه‌یافتگی را بیشتر در مناطق نیمه شرقی- جنوبی و نواحی مرزی قابل مشاهده است.

در شکل شماره ۸ نقشه نتایج پهنه‌بندی وضعیت کشور در حوزه شاخص عدالت توزیعی بر اساس جدول شماره ۷ در نرم‌افزار GIS خوشه‌بندی و ترسیم شده است. نقشه پهنه‌بندی کشور بر اساس رویکرد عدالت توزیعی مشخص شده استان‌های تهران، اصفهان و خراسان رضوی جزء استان‌های با توسعه‌یافتگی پایدار اجتماعی و استان‌های سیستان و بلوچستان، کهگیلویه و بویراحمد و خراسان جنوبی جزء



شکل ۸: نقشه پهنه‌بندی کشور ایران بر اساس شاخص عدالت توزیعی در سال ۱۳۹۷ (ترسیم‌نگارندگان، ۱۳۹۸)

## نتایج و بحث

توجه به توسعه‌یافتگی استان‌ها در کشور می‌باشند و این نشان می‌دهد در صورت وقوع نشانه‌های تغییر اقلیم در کشور این استان‌ها از شکنندگی بیشتری نسبت به سایر استان‌های کشور در مقابل اثرات تغییر اقلیم خواهند داشت. البته سایر استان‌های در وضعیت مطلوب در صورت وقوع اثرات تغییر اقلیم خود نیز دچار مشکلات فراوان از جمله مهاجرت ناشی از بیکاری و خشک‌سالی و تهدید امنیت اجتماعی در این شهرها خواهد داشت. نتایج این تحقیق با پژوهش محمد خانی و جمالی (۱۳۹۴) که به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری ایران در مواجهه با تغییر اقلیم پرداختند همسو است. در مطالعه ایشان از شاخص آسیب‌پذیری اقلیمی (CVI) استفاده شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که استان‌های همدان و البرز بیشترین میزان آسیب‌پذیری و به تبع آن کمترین قدرت سازگاری با تغییرات اقلیمی را نسبت به سایر استان‌ها دارا هستند. از سوی دیگر، استان‌های خوزستان و تهران به دلیل منابع آب غنی، نرخ باسوادی و صنعت از نظر تولید ناخالص داخلی (GDP) کمترین میزان آسیب‌پذیری نسبی را دارند و با نتایج این تحقیق همسو است. همچنین بر اساس اهداف مشارکت ملی معین کشور، ایران کاهش انتشار حداقل ۴٪ و حداکثر ۱۲٪ درصد را نسبت به میزان انتشار در سال ۲۰۳۰ هدف‌گذاری نموده است و

کشور ایران به دلیل بهره‌مندی از منابع فسیلی و قرار در کمربند بیابانی زمین، از جمله کشورهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر از موضوع تغییر اقلیم است. به اعتبار پهنه‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار اثرات تغییر اقلیم بر توسعه پایدار در مناطق مختلف کشور را می‌توان در این تحقیق نشان داد. اختلاف شدت و درجه توسعه‌یافتگی در استان‌های کشور با توجه به اثرات تغییر اقلیم متفاوت هست و آن را می‌توان به صورت یک نقشه تجمیعی (شکل شماره ۹) نشان داد. جدول شماره ۸ که از میانگین رتبه‌بندی شاخص‌های اولویت‌بندی شده تجمیعی اثرات تغییر اقلیم بر اساس توسعه پایدار کشور (فقر و بیکاری، تولید محصولات استراتژیک کشاورزی و دامی، خشک‌سالی، سلامت و بهداشت عمومی، حفظ تعادل اکوسیستم، عدالت اجتماعی) به دست آمده و خوشه‌بندی انجام شده توسط نرم‌افزار GIS بر اساس رتبه‌بندی‌ها در شکل شماره ۹ نقشه پهنه‌بندی بر اساس یافته‌های تحقیق ترسیم گردیده است. بر اساس یافته‌ها استان‌های مازندران، آذربایجان شرقی، فارس، گیلان و خراسان رضوی جزء استان‌های با وضعیت مطلوب و استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر، قم، خراسان جنوبی و البرز، جزء استان‌های ضعیف و شکننده در مقابل شاخص‌های اولویت‌بندی شده اثرات تغییر اقلیم با



شامل می‌شود (ناصری و احدی، ۱۳۹۵: ۲۵). شاید تخمین‌های آماری ذکرشده و همچنین هزینه بالای تبدیل صنایع آلوده‌کننده به صنایع کم‌آلاینده با فیلترهای صنعتی و مشکلات اقتصادی که دولت گریبان گیر آن است و وجود تحریم‌های سنگین اقتصادی و مالی کشور باعث بی‌توجهی و عدم رغبت دولت در برنامه کاهش انتشار گازهای گلخانه شده باشد.

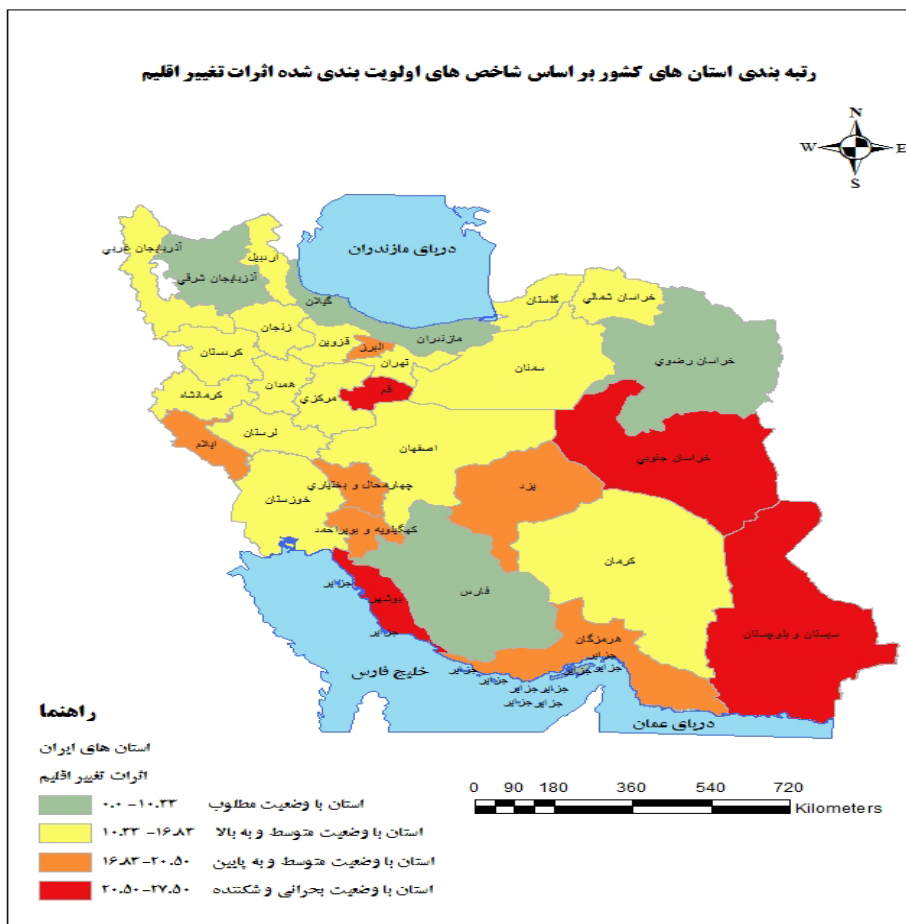
می‌بایست عملیاتی کند. کاهش ۴ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای در کل اقتصاد کشور موجب کاهش ارزش تولید به میزان ۲۸۱۳۵/۸ میلیارد ریال خواهد شد که این میزان چیزی در حدود ۱/۱۲ درصد از کل حجم اقتصاد کشور را شامل می‌شود. همچنین کاهش ۱۲ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای در کل اقتصاد کشور موجب کاهش ارزش تولید در حدود ۱۸۰۰۷۸/۸ میلیارد ریال خواهد شد که این میزان چیزی در حدود ۷/۲ درصد از کل حجم اقتصاد کشور را

جدول ۸: رتبه‌بندی بر اساس شاخص‌های اثرات تغییر اقلیم به صورت تجمیعی (منبع یافته‌های تحقیق)

رتبه	نام استان	خوشه‌بندی	رتبه	نام استان	خوشه‌بندی
۱۷	خوزستان		۱	مازندران	وضعیت مطلوب
۱۸	آذربایجان غربی		۲	آذربایجان شرقی	
۱۹	زنجان		۳	فارس	
۲۰	کردستان		۴	گیلان	
۲۱	خراسان شمالی		۵	خراسان رضوی	
۲۲	ایلام	وضعیت متوسط و به پایین	۶	اصفهان	وضعیت متوسط و به بالا
۲۳	چهارمحال و بختیاری		۷	گلستان	
۲۴	هرمزگان		۸	لرستان	
۲۵	کهگیلویه و بویراحمد		۹	همدان	
۲۶	یزد		۱۰	مرکزی	
۲۷	البرز	وضعیت ضعیف و بحرانی	۱۱	اردبیل	
۲۸	خراسان جنوبی		۱۲	سمنان	
۲۹	قم		۱۳	تهران	
۳۰	بوشهر		۱۴	کرمانشاه	
۳۱	سیستان و بلوچستان		۱۵	کرمان	
			۱۶	قزوین	

بهداشت عمومی، حفظ تعادل اکوسیستم، عدالت اجتماعی) و خوشه‌بندی انجام‌شده توسط نرم‌افزار GIS بر اساس رتبه‌بندی‌ها ترسیم گردیده است.

در شکل شماره ۹ نقشه پهنه‌بندی کشور بر اساس یافته‌های تحقیق شاخص‌های اولویت‌بندی شده تجمیعی اثرات تغییر اقلیم بر توسعه پایدار کشور (فقر و بیکاری، تولید محصولات استراتژیک کشاورزی و دامی، خشک‌سالی، سلامت و



شکل ۹: نقشه پهنه‌بندی کشور بر لحاظ شاخص‌های اولویت‌بندی شده اثرات تغییر اقلیم (ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۸)

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بیشتر استان‌های ضعیف و بحرانی مواجه با اثرات توسعه پایداری این تحقیق جزء استان‌های محروم و توسعه نیافته می‌باشند و لزوم برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی و صنعتی در این استان‌ها بخصوص استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر، قم، خراسان جنوبی، البرز و کهگیلویه و بویراحمد باید در اولویت‌های اقتصادی و اجتماعی دولت قرار گیرد. بدین منظور دولت با یک برنامه‌ریزی میان‌مدت و بلندمدت می‌تواند در کاهش چالش‌های توسعه‌یافتگی کشور در این مناطق بسیار مؤثر باشد. از نتایج یافته‌های این تحقیق استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، خراسان جنوبی و البرز با بیشترین درصد ضعف و شکنندگی در برابر اثرات تغییر اقلیم در کشور می‌باشند که بیشترین چالش را با خشک‌سالی و تخریب کشاورزی خواهند داشت که باعث کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در این استان‌ها خواهد شد، این چالش، روند واردات محصولات کشاورزی به ایران افزایش

امروزه بزرگ‌ترین تهدید زیست‌محیطی انسان‌ها تهدیدات تغییر اقلیم در سراسر جهان است که به‌نوعی مردم جهان را با خود درگیر کرده است قطعاً تخریب کشاورزی بر اثر خشک‌سالی و کمبود آب یکی از علل اصلی بروز بیکاری، مهاجرت، فقر و افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی و نهایتاً تهدید امنیت و آزادی‌های اجتماعی مردم کشور می‌شود. با توجه به نظر اکثر اندیشمندان این حوزه با ظاهر شدن نشانه‌های وقوع تغییر اقلیم در ایران همانند بسیاری از کشورهای جهان مانند سیلاب‌های عظیم و خشک‌سالی‌ها و آتش‌سوزی‌ها و همچنین آفات گیاهی و جانوری در کشور لزوم توجه به این پدیده اقلیمی و جهانی و تأثیر آن با توجه با شاخص‌های اولویت‌بندی شده اثرات تغییر اقلیم در استان‌های کشور بسیار ضروری است. همان‌طور که در شکل شماره ۹ نقشه پهنه‌بندی یافته‌های تحقیق مشاهده می‌شود

محیطزیست کمال تشکر و قدردانی رادارم. این مقاله استخراج‌شده از رساله دکتری با عنوان تحلیل ژئوپلیتیکی تغییر اقلیم و ارائه الگوی مؤثر بر مبنای توسعه پایدار در ایران از گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است.

#### منابع

1. Alijani, B. Q. Rahimi, Y (2005). Comparison of the Estimation of Tabriz Annual Temperature Changes with the Thermal Abnormality of the Earth Using Linear Regression and Artificial Neural Network, Journal of Geography and Development, Vol. 3 no 6, winter 2005: 21-38
2. Amirnejad, Hamid. Asad Pour Kurdi, Maryam (2017). Effects of Climate Change on Iranian Wheat Production. Journal of Agricultural Economics Research. Ancestor 9 No. 3 fall 2017:163-182
3. Bahri, masomee. Zahedi, Ehsan (2016) Investigation of Climate Change Effects on Hydrological Regime of Surface Flow of Azkoush Watershed. Journal of Applied Geosciences Research. Sixteenth Year No. 42 fall 2019:109-132
4. Buzan, Barry. Weaver, Elie and Pop Dvovllide (2013) A New Framework for Security Analysis, translated by Alireza Tayeb. Tehran: Publication of Strategic Studies Research Center p. 106198
5. Census of Iran (2016) Population and Housing Census of 2016. Published by Census of Iran.
6. Central Bank of Iran (2018). Announcement of inflation rate in the provinces of the country. Year 2018.
7. Giddens, Antony (2012) Climate Change Policies. Translation of Fred Zahra. Yahya Pour, Mohammad Sadiq Karimi, Sajjad. Tehran: Geographic Organization of the Armed Forces Publication p. 226

یافته و کشور ایران به یک کشور واردکننده این محصولات تبدیل می‌شود و از طرف دیگر موجب مهاجرت، بیکاری، فقر و افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی در استان‌های کرمانشاه و سیستان و بلوچستان خواهد داشت. دولت با کمک به توسعه اقتصادی و کشاورزی در مناطق مواجهه با اثرات تغییر اقلیم با توسعه‌یافتگی ضعیف مانند استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، البرز، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر و قم باعث افزایش رضایت عمومی و کاهش چالش‌های توسعه‌یافتگی و امنیتی در منطقه می‌شود.

بر اساس یافته‌های تحقیق استان‌های با توسعه‌یافتگی ضعیف در خصوص مواجهه با اثرات تغییر اقلیم نیز بسیار شکننده و ضربه‌پذیر است به خصوص اینکه اکثر استان‌های اثرپذیر و توسعه‌نیافته، استان‌های مرزی و حاشیه‌ای کشور و دور از پایتخت کشور در شرق و جنوب شرق کشور می‌باشند. از طرفی در صورت وقوع مخاطرات طبیعی ناشی از تغییر اقلیم سیل مهاجران این استان‌ها به سوی استان‌های توسعه‌یافته نزدیک سرازیر می‌شود که لزوم برنامه‌ریزی مدون و رسیدگی به استان‌های ضربه‌پذیر را دوچندان می‌کند. دولت با کمک به توسعه اقتصادی و کشاورزی در مناطق آسیب‌دیده ناشی از تغییر اقلیم باعث ایجاد رضایت‌مندی در این مناطق بخصوص مناطق مرزی که خود مانع مهاجرت بی‌رویه در این مناطق می‌شود. در این خصوص می‌بایست با استفاده از روش‌های آبخیزداری و بهره‌برداری بهینه از منابع آب، افزایش بهره‌وری با استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، تغییر در عملیات زراعی و نوع کشت، جایگزینی محصولات زراعی که نیاز آبی کمتری دارند و خاک‌ورزی، کشاورزان خود را با سازگاری و تعدیل با شرایط اقلیمی آمادگی پیدا کنند. همچنین با افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد سوخت کشور و افزایش سطح آگاهی‌های عمومی مردم و توسعه توانمندی‌های فردی و کارشناسی و طراحی برنامه و راهبرد مناسب با شرایط جدید در جهت تقویت توان سازگاری با تغییر اقلیم گام برداریم.

#### تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات که زمینه انجام پژوهش را فراهم نمودند و نیز مسئولین و کارکنان سازمان‌های پدافند غیرعامل، هواشناسی و

- climate change and land use on floods in the north of Iran (Maderso Basin). *Geography and Environmental Planning Quarterly*, 27th consecutive year, 61, number 1, Spring 2016.
16. Rahnamai, Mohammad Taghi (2016) *Iran, Its Natural and Environmental Capabilities*. Mahkameh Tehran Publications.
  17. Saberi Louyeh F, Alijani B, Khaledi S. (2019). Caspian Sea south coast future climate change estimations through regional climate model. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*. *Jsach*. 2019; 6 (1) spring 2019: 111-138
  18. The National Reference Office of the Intergovernmental Panel on Climate Change in Iran (2017) *Revealing, evaluating the effects and prospects of climate change in Iran during the 21st century*. Meteorological Organization. *Climatology Research Institute*. Mashhad.
  19. Zarei, Shirin. Hizbavi, Zainab. Mostafazadeh, Rauf. Ismali Auri, Abazar (2020) Comparison of vulnerability of Samian watershed sub-basins based on changes in climatic components. *Natural Geography Research Quarterly*, Volume 52, Number 2, Pages: 217-236
  - 20.
  21. References (in English)
  22. Angel. J (2008) *Potential Impact of Climate Change on Water Availability*. Illinois State Water Survey. Institute of Natural Resource Sustainability
  23. Chloe Taylor (2019). "Global tension is hampering our ability to fight climate change, Davos survey warns". CNBC. Retrieved January 18, 2019
  24. Ding, Y. Hayes, M. J. Widhalm, M. (2011). "Measuring economic impacts of drought: A review and discussion". *Disaster Prevention and Management*. 20 (4): 434-446.
  25. Epstein, Paul R. Ferber, Dan (2011). *Changing Planet, Changing Health: How the*
  8. Kaviani Rad, Murad. Karimipour, Yadollah Fahmi, Hedayat and Karami, Sadiq (2017) *Explaining the Consequences of Climate Change Change in the Central Iranian Watershed Area*. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*. Year 17, No. 45, fall 2017: 73-92
  9. Khooshmanesh, Behnoosh. Pourhashemi, Seyyed Abbas Soltanieh, Mohammad Hermeida Bavand, Davod (2015) *Study of the Consequences of Climate Change from a Human Rights Perspective*. *Journal of Environmental Science and Technology Journal* 15, Volume 17, Issue 4, winter 1994: 223-234
  10. Mohammadkhani, M.; and Jamali, S. (2015). *Assessing Iran's vulnerability in facing climate change, dam and hydroelectric power plant*, 2(4):54-65
  11. Mojtahedzadeh, Pirouz, (2002) *Iranian Ideas and Geopolitical Transformations*, Tehran: Neshrani Page 127
  12. Naseri, Mohsen. Ahadi, Mohammad Sadegh (2016) *Evaluation of the policies of the Islamic Republic of Iran regarding climate change*. *Quarterly Journal of Socio-Cultural Strategy*. Fifth Year No. 21. wenter2016, pp. 21-48
  13. National Center for Drought and Crisis Management (2019) *Analysis of precipitation and air temperature in the country from October to June 2019 and survey of the latest drought and humidity in the country*. Meteorological Organization of the country. Ministry of Roads and City Planning
  14. Prizadi, Tahir. Mirzazadeh, Hojat (2018) *Regional development in Iran with the approach of distributive justice*. *Geographical Sciences Applied Research Journal*. Year 18, No. 50, Fall 2018, pp. 179-198.
  15. Rahimi, Dariush. Rahimi Dashli-Brun, Younes (2016) *Investigating the effect of*

34. IPCC, Climate Change (2013): The Physical Science Basis – Summary for Policymakers (AR5 WG1) - Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 17. Archived from the original on 22 December 2018. It is extremely likely that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century
35. Myers, Norman. (2002) "Environmental Refugees: A Growing Phenomenon. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 357.1420: 609. Print
36. NASA (2011) "What's in a Name? Global Warming vs Climate Change" 14357. Retrieved 23 July.
37. NASA (2017): "Scientific consensus. Climate Change" Vital Signs of the Planet: Earth's climate is warming Archived from the original on 28 June 2018. Retrieved 7 August 2017.
38. Paskal Cleo, House Chatham (June 2007), How Climate Change is pushing the Boundries of Security and Foreign Policy, Energy EEDP CC BP ۰۱/۰۶ Environment and Development Programme,
39. Reiter, Paul (2001). "Climate Change and Mosquito-Borne Disease". *Environmental Health Perspectives*. 109 (1): 141–161. DOI:10.1289/ehp.01109s1141. PMC 1240549. PMID 11250812. Archived from the original on 2011-08-24.
40. Schneider, S.H. et al. (2007). "Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change M.L. Parry et al. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, U.S.A. pp. 779–810.
- Climate Crisis Threatens Our Health and what We Can Do about it. University of California Press
26. Gleick, Peter H. 2014: *Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria*. *Wea. Climate Soc.* 331-340
27. Henseler, J, & Fassott, G. (2009). Testing moderating effects in PLS path models: An illustration of available procedures. In: V. Esposito Vinzi, W.W. Chin, J. Henseler & H Wang (eds), *Handbook of partial least squares: Concepts, methods, and applications*. Berlin: Springer (in print).
28. Higgins, Eoin (2019). "Climate Crisis Brings Historic Delay to Planting Season, Pressuring Farmers and Food Prices". *Ecowatch*. Retrieved 30 May 2019
29. Homme, Demian. Murphy, Alexander B (2013) Rethinking geopolitics in an era of climate change. *GeoJournal* (2013) 78:507–524 DOI 10.1007/s10708-012-9448-8pp520
30. Hulme, Mike (2016). "Concept of Climate Change, in: *The International Encyclopedia of Geography*". *The International Encyclopedia of Geography*. Wiley-Blackwell/Association of American Geographers (AAG). Retrieved 16 May
31. IDMC (2014) (Internal Displacement Monitoring Centre) Norwegian Refugee Council. "Displacement due to natural hazard-induced disasters: Global estimates for 2009 and 2010". *Internal-displacement.org*. Archived from the original on 1 March 2014. Retrieved 23 February 2014.
32. IPCC Climate Change (2001): The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Houghton, J.T. et al. (Eds).
33. IPCC Climate Change (2007). "Summary for Policymakers: C. Current knowledge about future impacts". *Climate Change*

41. Tubiello, Francesco N. Rosenzweig, Cynthia (2008). "Developing climate change impact metrics for agriculture". *The Integrated Assessment Journal*. 8 (1): 165–184
42. UN-Water (2013). *UN Water Statistics* Archived 2013-05-17 at the Wayback Machine
43. Wheeler D. (2011). *Quantifying Vulnerability to Climate Change: Implications for Adaptation Assistance*. CGD Working Paper 240. Washington, D.C. Center for Global Development.
44. WOT (World Health Organization) (2018). "Climate change and health". World Health Organization. World Health Organization. Retrieved 27 February 2018
45. Zhang, Y. Guan, D. Jin, C. Wang, A. Wu, J. and Yuan, F. (2011). Analysis of impacts of climate variability and human activity on streamflow for a river basin in northeast China. *J. Hydro.* 410(3-4), 239-247.