پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۷۴- ۳۷

تحلیل مطالعات تغییر اقلیم در ایران

مهری اکبری ـ دانشیار گروه آب‌وهواشناسی دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی
وحیده صیاد* ـ دانشجوی دکتری گروه آب‌وهواشناسی دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۳

چکیده

مطالعات تغییر اقلیم به دو گروه مدل‌سازی تغییر اقلیم و پیامدهای تغییر اقلیم تقسیم می‌شود که در این پژوهش به مطالعهٔ گروه دوم تحقیقات پرداخته شده است. بنابراین، در مرحلهٔ اول موضوعات به چند دسته تقسیم شد که شامل اثر تغییر اقلیم بر وقوع مخاطرات محیطی، منابع آب، اقتصادی و کشاورزی است و همچنین اثر آن بر پیامدهای اجتماعی و سکونتگاهی که تاکنون در ایران انجام شده است و نهایتا تحلیل این موضوعات. روش به‌کارگرفته‌شده در این مطالعه مطالعات کتابخانه‌ای و جست‌وجو در پایگاه‌های استنادی علمی مگیران، SID، و ScienceDirect بوده است. بر اساس نتایج این پژوهش، مرور منابع نشان داد، به نظر بیشتر پژوهشگران، مهم‌ترین پیامد پدیدهٔ تغییر اقلیم در ایران افزایش فرین‌های جوی بوده که به‌طور کلی یا بازهٔ زمانی- فضایی الگوهای آب‌وهوایی تغییر کرده است یا رخداد آن‌ها بیشتر یا کمتر از میانگین بوده است. اما بر اساس نتایج مطالعات مورد بررسی، پدیده‌های حدی مانند خشک‌سالی بیش از سایر پدیده‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار گرفته‌اند. همچنین، تحقیقات نشان دادند که در ایران، به‌عنوان کشوری در حال توسعه، در مقایسه با اقتصادهای قدرتمند، تغییر اقلیم بیشتر به بروز مسائل اجتماعی و اقتصادی منجر شده است.

واژگان کلیدی: اجتماعی، اقتصادی، ایران، تغییر اقلیم، مخاطرات، منابع آب.

مقدمه

تغییر اقلیم به تغییرات جهت‌دار میانگین پارامترهای اقلیمی در یک دورهٔ طولانی‌مدت گفته می‌شود (سازمان جهانی هواشناسی)[1]؛ به همین جهت، تغییر در مقادیر حدی و میانگین‌های پارامترهای اقلیمی از پیامدهای مهم تغییر اقلیم است (IPCC، ۲۰۱۴) که با نوسانات اقلیمی تفاوت علمی دارد. نوسانات اقلیمی دوره‌ای است و انحرافات پارامترهای اقلیمی از میانگین را بیان می‌کند و در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند متفاوت باشد؛ ولی تغییر اقلیم نوسان کلی و گسترده در آب‌وهوای یک منطقه است؛ در حال حاضر، روند گرم‌شدن دمای کرهٔ زمین بخشی از تغییر اقلیم قلمداد می‌شود (هاجرپور و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش ۲ درجهٔ سانتی‌گراد دمای شبانه‌روزی ایران در صد سال گذشته و افزایش میانگین دمای کمینه در یک دهه برای تهران تا حدود ۰/۶۸ درجهٔ سانتی‌گراد نشان‌دهندهٔ این است که عواملی (انسانی و طبیعی) اقلیم کرهٔ زمین را دچار تغییر می‌کنند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷). حتی تحقیقات ثابت کرده‌اند که در چهار سدهٔ گذشته مناطق نیمه‌خشک در ایران به مناطق خشک تبدیل شده‌اند (غلامی و همکاران، ۲۰۱۷). ایران با انتشار کل گازهای گلخانه‌ای (GHG) نزدیک به ۷۴۱،۶۱۶ میلیون تن CO2 اولین کشور مسئول تغییرات آب‌وهوایی در خاورمیانه و هفتمین در جهان

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۶۶۸۴۹۸۴
Email: Std_sayad@khu.ac.ir

1. World Meteorological Organisation (WMO)

است. سهم سطح بالای ایران در انتشار گازهای گلخانه‌ای به تولید قابل توجهی از نفت، گاز، و شهرنشینی سریع بستگی دارد (دانشور و همکاران، ۲۰۱۹).

در سال‌های اخیر، به‌علت پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، و خسارات مالی مربوط به رویدادهای جوی، تغییرات اقلیمی اهمیت زیادی پیدا کرده است (محمدی و تقوی، ۱۳۸۴). طبق اظهارات کمیتهٔ بین‌الدول تغییر اقلیم[1]، دخالت انسان در تغییر آب‌وهوای جهان انکارناپذیر است؛ هرچند در گوشه و کنار برخی محققان هنوز بر آن‌اند که بعضی عوامل تغییر اقلیم ناشناخته‌اند و نباید اثر صرف انسان در آب‌وهوا را تأیید کرد (نوریان، ۱۳۷۶)؛ اما چالشی که در دهه‌های اخیر با عنوان تغییر اقلیم مطرح شده با تغییرات اقلیم در دهه‌های گذشته بسیار متفاوت است؛ یکی اینکه دخالت انسان در طبیعت زیاد شده است و دیگری روند شتابان تغییر اقلیم که روند سازگاری با آن را با مشکل مواجه کرده است (نصرآبادی، ۱۳۹۳). در نتیجه، درک سازگاری با تغییر اقلیم به یک نگرانی عمده برای تسهیل اقدامات سازگاری و بهبود ظرفیت سازگاری تبدیل شده است (آزاد و همکاران، ۲۰۱۹).

تغییر اقلیم همان‌گونه‌که از فعالیت‌های گوناگون انسانی تأثیر می‌پذیرد، اثرهایی گوناگون بر فعالیت‌های انسانی برجای می‌گذارد؛ یکی از عوامل مهم تغییرات اقلیمی در دهه‌های اخیر افزایش فشار فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست است (نجف‌پور، ۱۳۸۶). با توجه به وقوع تغییرات آب‌وهوایی در مناطق مختلف جهان در سال‌های اخیر، نگرانی عمدهٔ فعالان محیط زیست و جنگل‌داری و سیاست‌گذاران بررسی تأثیرات مخرب مستقیم و غیرمستقیم این پدیده بر وجوه مختلف اکوسیستم جنگل و جوامع محلی بوده است (کریم و همکاران، ۲۰۲۰). افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای موجب تغییر متغیرهای اقلیمی کرهٔ زمین شده و پیش‌بینی می‌شود این تغییرات در آینده نیز ادامه یابد (حصیرچیان و همکاران، ۱۳۹۷). رشد صنایع و کارخانه‌ها باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای مخصوصاً گاز co_2 در چند دههٔ اخیر شده است؛ به‌گونه‌ای که پیش‌بینی شده غلظت این گاز از ۲۸۰ ppm در سال ۱۷۵۰ به ۶۰۰ ppm در پایان قرن ۲۱ برسد (IPCC، ۲۰۱۴). تغییرات در چرخهٔ آب از مهم‌ترین پاسخ‌های زمین به گرمایش تحمیلی به آن است. نوسانات شدید بارش و الگوهای بارش، پراکنش نامناسب زمانی و مکانی نزولات آسمانی، تبخیر و تعرق زیاد، افزایش محسوس وقوع خشک‌سالی، و سیل و فراوانی آن‌ها ازجمله تغییرات در چرخهٔ آبی است (IPCC، ۲۰۱۴). گزارش‌های مشاهداتی و بررسی‌های اقلیمی حاکی از آن‌اند که منابع آب آسیب‌پذیر بوده و قابلیت آن را دارند که بر اثر تغییر اقلیم دست‌خوش تغییرات شگرفی شوند و عواقب زیادی برای جوامع انسانی و اکوسیستم‌ها دربر داشته باشد (عجم‌زاده و ملایی‌نیا، ۱۳۹۴).

اولین گام در بررسی اثرهای تغییر اقلیم بررسی تأثیر این پدیده در پارامترهای اقلیمی است (نوده فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷). بارش و دما مهم‌ترین عناصر اقلیمی‌اند که به‌طور مستقیم تحت تأثیر تغییر اقلیم‌اند (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۰؛ یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ ذهبیون و همکاران، ۱۳۸۹). کاهش میزان بارندگی و افزایش دما هر یک به‌تنهایی یا به کمک هم می‌توانند موجب خشک‌سالی‌های شدیدی شوند (نوده فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷. همان‌طورکه مشخص است، دمای متوسط سطح زمین طی قرن گذشته به میزان ۶٪ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته که به افزایش تبخیر و تعرق زیاد منجر شده است (IPCC، ۲۰۱۴). همچنین، بارش یکی از فاکتورهای بسیار مهم و مؤثر در مدیریت آب کشاورزی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، نظیر ایران، محسوب می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش درجهٔ حرارت از یک سو و کاهش احتمالی بارش از طرف دیگر باعث به‌وجودآمدن شرایط پیچیدهٔ اقلیمی در ایران به‌ویژه در

1. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

مناطق گرم و خشک خواهد شد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). با وجود این، الگوهای آب‌وهوایی، باد، تابش، و پارامترهای مشابه آن نیز تحت تأثیر تغییر اقلیم‌اند. اقلیم می‌تواند گرم‌تر یا سردتر شود و مقادیر سالانهٔ بارندگی یا برف می‌تواند افزایش یا کاهش یابد. در مقیاس کلی، افزایش تدریجی دمای کرهٔ زمین و اقیانوس‌ها در اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای مهم‌ترین عامل تغییر اقلیم است (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین، بحران آب همراه اثرهای منفی تغییر اقلیم بر آن یکی از دغدغه‌های جهانی است. تغییرات درازمدت مؤلفه‌های مهم اقلیمی در درازمدت درنتیجهٔ انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر معنی‌داری در حجم منابع آب تجدیدپذیرِ بخش‌های مهم خواهد داشت (کلانکی و کاراندیش، ۱۳۹۴).

در بین ده عامل تهدیدآمیزی که بشر را در قرن ۲۱ تهدید می‌کنند، اکنون پدیدهٔ تغییر اقلیم در رتبهٔ نخست قرار دارد. مسئلهٔ اصلی در بروز این پدیده پیامدهای آن برای طبیعت و زندگی بشر است (لیاقتی، ۲۰۱۴). با اینکه تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی در کشاورزی هنوز با عدم اطمینان همراه است، انتظار می‌رود تغییرات آب‌وهوا از طریق تغییر در میزان بارندگی، دما، و دی‌اکسید کربن بر عملکرد کشاورزی ایران تأثیر منفی بگذارد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۸). این در حالی است که اقتصادِ بیشتر مناطق ایران بر کشاورزی استوار است. باید هر چه زودتر به فکر مقابله با عوارض تغییر اقلیم باشیم و برای آن چاره‌ای بیندیشیم؛ زیرا تحقیقات نشان می‌دهد تغییرات اقلیم در کشور ما بر منابع آبی تأثیرات ناخوشایند و محسوسی دارد (لیاقتی، ۲۰۱۴). تاکنون مطالعات در رابطه با تغییر اقلیم در ایران به‌صورت پراکنده و موردی بوده است و یک بررسی جامع و تحلیلی در این مورد انجام نشده است؛ با توجه به اهمیتی که تغییر اقلیم در ساختار کرهٔ زمین و زندگی انسان‌ها داشته است و از سوی دیگر ضرورت پیش‌بینی‌های اقلیمی برای استفاده در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور، شناخت و بررسی جامع آن بسیار ضروری است. بنابراین، هدف از این مقاله مرور مطالعات انجام‌شده در ایران و تحلیل جامع این مطالعات است. در نتیجه، انجام‌دادن پژوهش‌های مرتبط با تغییر اقلیم برای آمادگی هر چه بیشتر جهت سازگاری با این پدیده و نیز کاهش هزینه‌های خسارت‌بار ناشی از این تغییرات بسیار ضروری است.

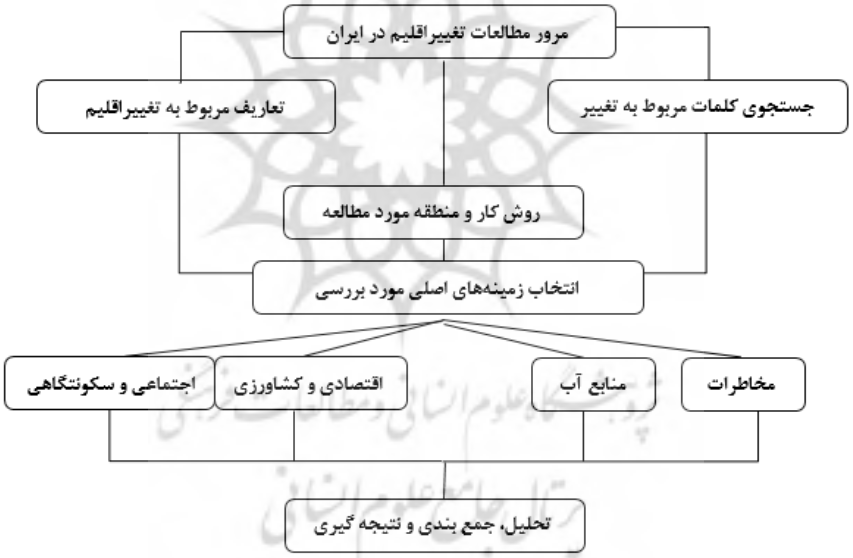
مواد و روش‌ها

کشور ایران، به لحاظ موقع جغرافیایی خاص خود نسبت به گردش عمومی جو، در کمربند خشک جهان قرار گرفته و در مجاورت با پُرفشار جنب حاره‌ای بیشتر بخش‌های کشور دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. هرچندکه با توجه به تنوع خصوصیات توپوگرافی و تغییرات فصلی مکان‌گزینی سامانه‌های گردش عمومی جو، خشک‌سالی و ترسالی‌های هواشناسی متناوب رخ می‌دهد و معضل کمبود منابع آب در کشور همواره وجود داشته و امنیت اقتصادی و غذایی را تهدید می‌کند.

در این مطالعه، با استفاده از روش کتابخانه‌ای و جست‌وجو در منابع معتبر علمی- پژوهشی به مرور و تحلیل تحقیقات انجام‌شده در مورد تغییر اقلیم در ایران پرداخته شده و از روش‌های داده‌پردازی در این پژوهش استفاده نشده است. به این گونه که تغییرات زمانی و مکانی تغییر اقلیم در طی چند سال در ایران بررسی و تحلیل شده و نتایج بر اساس مطالعات انجام‌شده در زمینه‌های مختلف تغییر اقلیم به زیربخش‌های اقلیم کشاورزی، هیدرولوژیکی، شهری، اجتماعی، اقتصادی، و مخاطرات تقسیم‌بندی و تحلیل شده است.

داده‌های مورد استفاده ماحصل جست‌وجو در پایگاه‌های اینترنتی استنادی علمی مگیران، SID، ScienceDirect، و پایان‌نامه‌های کتابخانهٔ مرکزی دانشگاه تهران است. کلیدواژه‌های مورد جست‌وجو شامل کلمات تغییر اقلیم، اثرهای تغییر اقلیم، گرمایش جهانی، و ایران بوده است. مجموعاً در پایگاه استنادی مگیران، با جست‌وجوی پیشرفتهٔ عبارت «تغییر اقلیم» در عنوان

و کلیدواژهٔ مقالات علمی ۱۵۲۳ مقاله بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۰؛ در پایگاه استنادی SID، 443 مقاله بین سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۹؛ در پایگاه Science Direct با کلمات کلیدی «Climat Change + Iran» فقط ۴۴ مقاله با این عناوین بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ یافت شد. هرچندکه تعداد مقالات در سال‌های اخیر (۲۰۱۹ و ۲۰۲۰) افزایش یافته است. شایان ذکر است که علت فیلتر سال ۱۴۰۰ مقالات پذیرفته‌شده در این سال است. پس از اعمال فیلترهای دیگری همچون لحاظ صرفاً مجلات علمی- پژوهشی، حذف مقالات تکراری در پایگاه‌های استنادی مگیران و SID، فیلتر پیامدهای تغییر اقلیم و حذف نتایج پُرتکرار، نهایتاً ۲۵۲ منبع علمی معتبر در این پژوهش مطالعه، تحلیل، و بررسی شده است. نکتهٔ درخور تأمل این است که در همهٔ این پژوهش‌ها بحث آشکارسازی و رخداد تغییر اقلیم مورد پذیرش و اجماع پژوهشگران حوزه‌های مختلف همچون علوم پایه، علوم انسانی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، علوم پزشکی، معماری و ... بوده است. و البته همهٔ منابع مورد بررسی به افزایش دما در دهه‌های اخیر در ایران اذعان داشته‌اند؛ هرچند در مورد تغییرات روند بارش در برخی ایستگاه‌ها روندهای ایستا و حتی بعضاً افزایشی در برخی منابع موجود دیده شد. در گام بعدی منابع منتخب به بخش‌های مطالعاتی جداگانه دسته‌بندی و به تعاریف مختلف در مورد تغییر اقلیم پرداخته شد. علت انتخاب این زیرحوزه‌ها، اولاً جامعیت موضوعات و ثانیاً اهمیت ملی تک‌تک آن‌هاست. در این پژوهش به روش‌های مختلف مورد استفاده در مطالعات تغییر اقلیم در کشور ایران پرداخته شد. درنهایت، نتیجه‌گیری‌های مختلف جمع‌بندی و تحلیل شد. در نمودار ۱ فلوچارت اجرای مراحل این پژوهش آورده شده است.

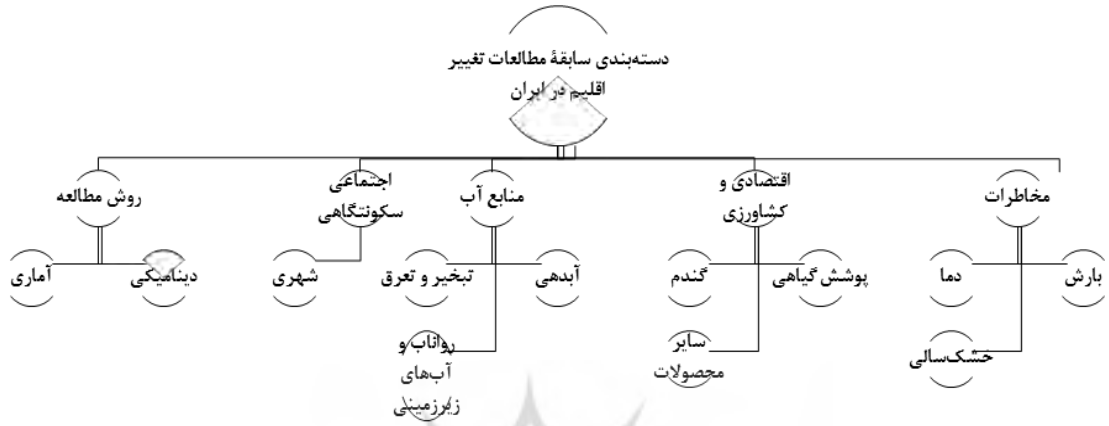


نمودار ۱. مراحل اجرای پژوهش

یافته‌های پژوهش

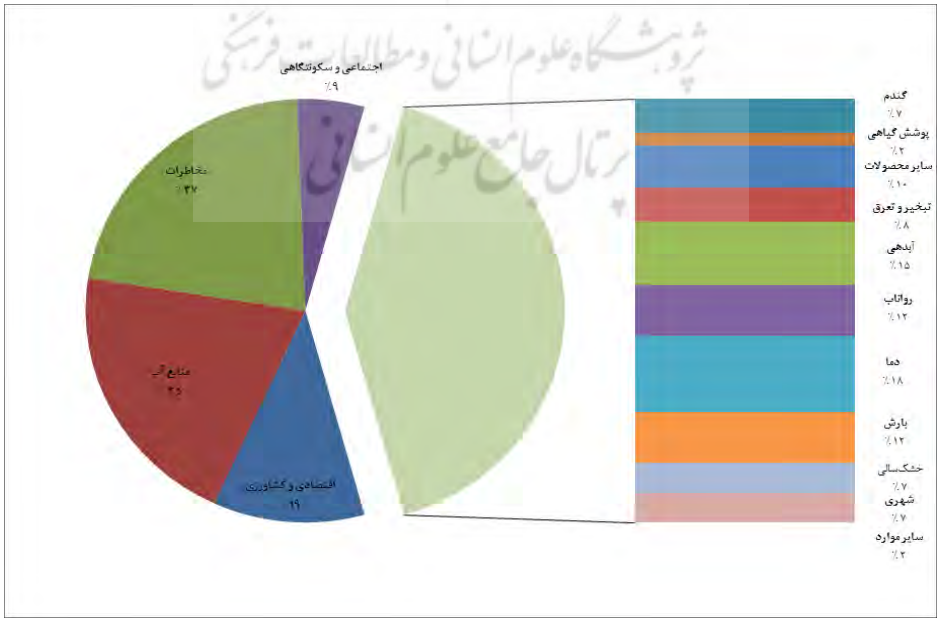
امروزه، پدیدهٔ تغییر اقلیم ذهن بسیاری از پژوهشگران در علوم پایه، علوم انسانی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، علوم پزشکی، معماری، و ... را به خود مشغول کرده است. ایران، به‌عنوان کشوری که در کمربند بیابانی خشک قرار دارد، به‌شدت از اثرهای تغییر اقلیم تأثیر پذیرفته است و به همین دلیل مطالعات زیادی در زمینه‌های مختلف تغییر اقلیم در ایران انجام شده است که به‌صورت نتایجی که در ادامه می‌آید تقسیم‌بندی شده‌اند. همان‌طورکه پیش‌تر اشاره شد، به‌طور کلی، می‌توان مطالعات تغییر اقلیم را به دو گروه عمدهٔ آشکارسازی و مدل‌سازی تغییر اقلیم و گروه دوم مطالعات

پیامدهای تغییر اقلیم تقسیم کرد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵) که در این پژوهش مشخصاً به مطالعهٔ گروه دوم مطالعات در ایران پرداخته شده است. بنابراین، در مرحلهٔ اول موضوعات به چند دسته تقسیم شد که شامل اثر تغییر اقلیم بر وقوع مخاطرات محیطی، منابع آب، کشاورزی و اقتصادی است؛ همچنین، اثر آن بر پیامدهای اجتماعی و سکونتگاهی که تاکنون در ایران انجام شده و نتایج تحلیل شده‌اند.



نمودار ۲. طبقه‌بندی و ارزش‌یابی سابقهٔ مطالعات تغییر اقلیم در ایران

در نمودار ۲، نخست حوزه‌های مطالعاتی تغییر اقلیم به چند موضوع مورد مطالعه تقسیم شده است: هیدرولوژی، مخاطرات، اجتماعی و سکونتگاهی، اقتصادی و کشاورزی، و همچنین روش مورد مطالعه- که هر یک از این موضوعات خود شامل زیرشاخه‌هایی است. سپس، هر کدام از مقالات مربوط به تغییر اقلیم در زیرمجموعهٔ مطالعاتی خود قرار گرفته شده و همچنین نشان داده شده که در هر یک از مقالات از چه روشی استفاده شده است و در آخر درصد مطالعهٔ هر یک از موضوعات مطالعاتی محاسبه و جمع‌بندی شده است.



نمودار ۳. سهم بخش‌های مختلف علمی در مطالعات تغییر اقلیم

طبق نمودار ۳، ملاحظه می‌شود که بیشترین مطالعات در حوزهٔ تغییر اقلیم مربوط به مخاطرات محیطی است و حدود ۳۷ درصد از کل مطالعات داخل ایران را شامل شده است که بیشترین زیرشاخهٔ تحقیقاتی آن مطالعهٔ پدیده‌های حدی در اثر تغییر اقلیم است و این ۳۷ درصد شامل دما، بارش، و خشک‌سالی است که به‌ترتیب ۱۸ درصد، ۱۲ درصد، و ۷ درصد مطالعات در زمینهٔ شاخهٔ مخاطرات است. زمینهٔ مطالعاتی بعدی اثر تغییر اقلیم در منابع آب است که حدود ۳۵ درصد از مطالعات را به خود اختصاص داده است که شامل زیرشاخه‌های تبخیر و تعرق، میزان آبدهی حوزه‌ها و رواناب‌ها و آب‌های زیرزمینی است و به‌ترتیب ۸ درصد، ۱۵ درصد، و ۱۲ درصد از مطالعات در زمینهٔ مطالعات منابع آبی را به خود اختصاص داده است. عوامل اقتصادی و کشاورزی زمینهٔ مطالعاتی بعدی است و تحت تأثیر تغییر اقلیم حدود ۱۹ درصد از مطالعات را شامل می‌شود که شامل گندم، پوشش گیاهی، و سایر محصولات است و به‌ترتیب ۷ درصد، ۲ درصد، و ۱۰ درصد از مطالعات زیرشاخهٔ عوامل اقتصادی و کشاورزی را شامل می‌شود و سرانجام مطالعات اجتماعی و سکونتگاهی با ۹ درصد در مرحلهٔ بعدی قرار دارد که ۷ درصد آن مربوط به مطالعات شهری است.

تغییر اقلیم در ایران

با وجود اینکه چالش‌های فراوانی در کاربرد مدل‌های مختلف اقلیمی وجود دارد (فولر و همکاران، ۲۰۰۷؛ خو، ۱۹۹۹)، مدل‌های گردش عمومی جو یکی از بهترین و متداول‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده در پیش‌بینی تغییر اقلیم در جهان است. مدل‌های جهانی (GCMs)[1] و منطقه‌ای اقلیم (RCMs)[2] معمولاً برای تعیین اثرهای تغییر اقلیم به‌کار می‌روند (آرنل، ۲۰۰۳؛ کریستینسن و لتن مایر، ۲۰۰۷؛ پرودوم و دیویس، ۲۰۰۸؛ هاگنمن و همکاران، ۲۰۰۹).

یکی از دغدغه‌های اصلی استفاده از مدل‌های اقلیمی فقدان دقت کافی در تفکیک مکانی آن‌هاست. بنابراین، باید از روش‌های مختلف ریزمقیاس‌نمایی برای پیش‌بینی‌ها استفاده کرد (آبکار و همکاران، ۱۳۹۲). دو نوع تکنیک برای به‌دست‌آوردن متغیرها در مقیاس محلی (ریزمقیاس‌نمایی) از روی مقیاس جهانی وجود دارد: یکی روش دینامیکی که شامل حل صریح معادلات دینامیکی سیستم است و دیگری روش آماری که از رابطه‌های استخراج‌شده از داده‌های مشاهده‌شده استفاده می‌کند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵). در این رابطه روش‌های دینامیکی جزو روش‌های هزینه‌بر است که در ایران در دسترس نیستند. مهم‌ترین ابزار برای ریزمقیاس‌کردن داده‌های GCM در کشور ما استفاده از روش‌های آماری است (خسروانیان و همکاران، ۲۰۱۵). ریزمقیاس‌نمایی آماری با استفاده از رگرسیون خطی چندمتغیره روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را مشخص می‌کند (آبکار و همکاران، ۱۳۹۲).

همان‌طورکه پیش‌تر اشاره شد، رخدادهای فرین، که دارای تغییرات شدید زمانی- فضایی‌اند، مهم‌ترین پیامد تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. بنابراین، در ادامه به مرور مخاطرات محیطی به‌عنوان پیامد تغییر اقلیم پرداخته شده است.

مخاطرات محیطی به‌عنوان پیامد تغییر اقلیم

افزایش رخدادهای حدی در سال‌های اخیر به بزرگ‌ترین دغدغهٔ اقلیم‌شناسان تبدیل شده است (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۸). اولین اثر تغییر اقلیم بر عناصر جوی به‌ویژه دما و بارش است (آبکار و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین، بررسی تغییرات این متغیرها برای تعدیل خسارت یا سازگاری با پدیدهٔ تغییر اقلیم از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به تفاوت‌های اقلیمی جغرافیایی سرزمین ایران، مشخص شده است که در منطقهٔ شمال غرب تغییرات بارش کاهشی، کاهشی- نوسانی،

1. Global Circulation Models
2. Regional Climate Models

و کاهشی- انتقالی و دما افزایشی و در منطقهٔ غرب و جنوب غرب تغییرات بارش کاهشی، کاهشی- نوسانی، و افزایشی و تغییرات دما افزایشی پیش‌بینی شده است. منطقهٔ جنوب و جنوب شرق دارای تغییرات کاهشی، کاهشی- نوسانی، نوسانی، و افزایشی-نوسانی بارش و تغییرات افزایشی دما خواهد بود. در منطقهٔ شرق و شمال شرق تغییرات بارش نوسانی و کاهشی- نوسانی و تغییرات دما افزایشی-نوسانی است. در منطقهٔ سواحل شمالی، تغییرات بارش کاهشی و افزایشی- نوسانی و دما افزایشی و افزایشی- نوسانی و منطقهٔ جنوب البرز و مرکز ایران نیز دارای تغییرات کاهشی، نوسانی، افزایشی- نوسانی بارش، و تغییرات افزایشی دما خواهند بود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷). در ادامه به رخدادهای فرین دوره‌های مختلف در ایران اشاره و سپس تحلیل خواهد شد. طبق مطالعات، میزان شدت پُرفشار سیبری در دورهٔ تشدید گرمایش جهانی (۱۹۷۳ به بعد) کم شده است (صفر راد و همکاران، ۱۳۹۴) و این موضوع باعث عقب‌نشینی این پُرفشار و تقویت و پیشروی سلول هدلی و پُرفشار جنب حاره بر روی ایران شده است (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۸). مطالعهٔ روند دما در ایستگاه‌های مرکزی ایران در طی نیم قرن گذشته نشان داد که همهٔ تغییرات از نوع جهشی و ناگهانی بوده است و از نوسانات اطلس شمالی پیروی می‌کنند (خوشرو و همکاران، ۱۳۹۵؛ باهک و همکاران، ۱۳۹۴) و این خود باعث شده است که میانگین دما و بارش در مناطق خشک افزایش یابد (آبکار و همکاران، ۱۳۹۳؛ آبکار و همکاران، ۱۳۹۲). نمونهٔ این حالت افزایش میزان تبخیر و تعرق و دما در استان فارس و کاهش بارش در این استان است (امانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ کوهی و ثنایی‌نژاد، ۱۳۹۲؛ صالح‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳). تحقیقات نشان داده است که در دهه‌های آتی بر میزان بارش‌های سنگین و ناگهانی افزوده خواهد شد و به‌دلیل افزایش دما بارش‌ها از حالت جامد به مایع تغییر شکل خواهد داد (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی طول بازهٔ تر و خشک در استان کرمان نشان داد که اگرچه طول بازهٔ تر در تابستان برای همهٔ ایستگاه‌ها رو به افزایش است، در فصل زمستان بارش رو به کاهش است (هاشمی نصب خبیصی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین، تغییر اقلیم باعث افزایش غیریکنواخت بارش در دو مقیاس زمانی و مکانی در بخش اعظم کشور خواهد شد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). دماهای فرین گرم رو به افزایش و دماهای فرین سرد رو به کاهش است و بسامد بارش‌های فرین رو به افزایش است (دارند، ۱۳۹۴). تحقیقات ثابت کرده‌اند که میانگین دمای کمینهٔ ایران بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۵ در حال افزایش است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵). در دهه‌های آینده سرمای فرین در نیمهٔ غربی و نوار ارتفاعی (کوهستان و کوهپایه) بیشتر از نواحی داخلی و سواحل جنوبی کشور خواهد بود. کمینهٔ رخداد فرین سرد ایران مربوط به ناحیهٔ دشت کویر و بیشینهٔ آن نیز در ناحیهٔ شمال غرب مشاهده می‌شود (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش بارش و دما برای دوره‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ و طولانی‌ترشدن فصل رشد و نمو گیاهان، افزایش تبخیر و تعرق، کاهش بارش جامد، افزایش بارش‌های همرفتی، و درنهایت افزایش پتانسیل سیلاب از دیگر آثار این تغییرات اقلیمی است (روشن و همکاران، ۱۳۹۱). در ادامه تحلیل مؤلفهٔ روند بلندمدت سری‌های زمانی نشان می‌دهد که در طول دورهٔ آماری از بارش متوسط سالانهٔ جلفا کاسته می‌شود، اما روند ناهنجاری‌های دمایی کرهٔ زمین روندی افزایشی دارد (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹). در تحلیلی پیش‌بینی شده که تغییر اقلیم باعث افزایش جریان در عرض‌های جغرافیایی بالا (به‌دلیل افزایش بارش و ذوب برف) و کاهش جریان در عرض‌های جغرافیایی پایین می‌شود و این حالت باعث افزایش بارش در زمستان و کاهش بارش در تابستان می‌شود (باگیس و همکاران، ۲۰۱۰). در حالی که همهٔ مطالعات در مورد تغییرات احتمالی دما و بارش در دهه‌های بعدی بحث می‌کنند، می‌توان تناقضات جدی را در نتایج آن‌ها مشاهده کرد. همچنین، الگوی کلی تغییرات در بیشتر موارد متفاوت است. این موضوع ممکن است تأثیر قابل توجهی در باورهای عمومی دربارهٔ تغییر اقلیم داشته باشد که می‌تواند هشداری جدی برای فعالان این حوزه باشد (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۹).

پیش‌بینی‌های آینده احتمال بیشتری از شدت خشک‌سالی شدید را نشان می‌دهد. پیش‌بینی شده است مدت زمان و فراوانی خشک‌سالی مبتنی بر بارش کاهش یابد. با این حال، به‌دلیل تأثیر افزایش دما، مدت زمان و فرکانس آن پیش‌بینی می‌شد که تشدید شود و ثابت شده است بالاترین شدت در قسمت خشک‌سالی کشاورزی اتفاق بیفتد (کمالی و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به روند احتمالی افزایش خشک‌سالی در جهان در اثر تغییر اقلیم، بررسی این پدیده در هر منطقه برای دورهٔ آتی ضروری می‌نماید. پدیده‌های حدی مانند خشک‌سالی بیش از سایر پدیده‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرند،خشک‌سالی به‌منزلهٔ یک بی‌تعادلی طبیعی اما موقتی موجودی آب تعریف می‌شود که با وقوع مداوم بارندگی‌های کمتر از میانگین، فراوانی، تداوم و شدت نامعین و رخدادهای غیرقابل‌پیش‌بینی همراه است و سبب کاهش موجودی منابع آب و کاهش ظرفیت برد اکوسیستم‌ها می‌شود (پریرا و همکاران، ۲۰۰۲). بروز خشک‌سالی در عرض‌های پایین و میانی (پاری و همکاران، ۲۰۰۷) موجب کاهش سریع جریان‌های سطحی، افت مخازن زیرزمینی، فرسایش آبی و بادی خاک، تغییر کیفیت منابع آب‌وخاک، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و نشست زمین (نوده فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷) و همچنین باعثِ بروز خسارت‌های زراعی و هیدرولوژیکی می‌شود (قمقامی و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش خشک‌سالی و شدت آن در آینده و تأثیر آن بر پارامترهای هواشناسی به‌طور عمده به‌عنوان یک نتیجه از کاهش بارش بوده و به‌دلیل افزایش تبخیر به گرم‌شدن زمین شدت می‌دهد (شفیلد و همکاران، ۲۰۱۲). بر اساس سناریوهای اقلیمی، تا اواخر قرن ۲۱، خشک‌سالی‌ها از یک درصد در شرایط فعلی به ۳۰ درصد مساحت خشکی‌های کرهٔ زمین خواهد رسید (زیرک‌زاده و بذرافشان، ۱۳۹۱). آشکارسازی تأثیر تغییر اقلیم بر خشک‌سالی‌های هواشناسی در شمال غرب ایران نشان می‌دهد که در شرایط افزایش دما و کاهش بارندگی، به‌منزلهٔ بدبینانه‌ترین وضعیت، تأثیر پدیدهٔ تغییر اقلیم بر وقوع طبقات خشک‌سالی هواشناسی، حتی به شکل تغییر طبقه، نمود پیدا می‌کند (قمقامی و همکاران، ۱۳۹۲). تحقیقات دیرینهٔ اقلیم‌شناسی نشان داده است که ایران یک دورهٔ خشک‌سالی سیصدساله داشته است و همچنین تغییرات اقلیمی اخیر باعث می‌شود که یک دورهٔ خشک‌سالی شدید و طولانی‌مدت در پیش باشد (شیخ‌بگلو اسلام، ۱۳۹۷). بررسی رابطه بین ضخامت هواسپهر نیمکرهٔ شمالی و ایران نشان می‌دهد که در طی دورهٔ ۳۵ساله ضخامت هواسپهر ایران حدود ۲/۷متر بیش از میانگین ضخامت نیمکرهٔ شمالی افزایش یافته است؛ یعنی سرعت روند افزایش گرمایش ایران بیش از میانگین نیمکرهٔ شمالی است (مسعودیان و منتظری، ۱۳۹۴). اما در این میان مطالعاتی نیز وجود دارد که در آن‌ها یک دورهٔ ترسالی کوتاه‌مدت در آینده دیده می‌شود و این خود شبهه‌هایی در وقوع خشک‌سالی ایجاد کرده که با عدم قطعیت مواجه است و نشان داده است که در آینده آب‌وهوای مرطوب بر ایران حاکم می‌شود و از میزان خشک‌سالی‌ها کاسته می‌شود (پورعلی حسین و مساح بوانی، ۱۳۹۴). از جمله عوارض خشک‌سالی وقوع پدیدهٔ گردوغبار استریال طوفان گردوغبار پدیده‌ای مضر در سرزمین‌های کویری است. این پدیده در مناطقی با آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک مانند خاورمیانه شدیدتر است. گاهی اوقات میزان دید را به کمتر از ۲۰۰ متر کاهش می‌دهد. در سال‌های اخیر، تغییرات شدید آب‌وهوایی همراه با شهرنشینی و صنعتی‌شدن، خشک‌سالی و آلودگی هوای ناشی از گردوغبار را افزایش داده است (Keyantash, 2002). گردوغبار یکی از مشکلات مهم زیست‌محیطی است که در اثر تغییرات آب‌وهوا و خشک‌سالی ایجاد می‌شود. با خشک‌شدن منابع آبی، پوشش گیاهی از بین می‌رود و بستر دریاچه‌ها و تالاب‌ها را ذرات ریز مانند رس فرامی‌گیرد که به‌راحتی توسط بادهای شدید موسمی در هوا معلق شده (Draxler and Gillette, 2001) و در مناطق اطراف طوفان ایجاد می‌کند. همراه با خشک‌سالی چندسالهٔ اخیر، بسیاری از بحران‌های زیست‌محیطی ناشی از گردوغبار در ایران و خاورمیانه به‌وجود آمدند؛ این پدیده بر بسیاری از مشکلات ایجادشده از نظر بهداشتی، اجتماعی، و اقتصادی تأثیر

می‌گذارد. ذرات ریز گردوغبار هنگامی که با آلاینده‌های شهری مخلوط شوند باعث ایجاد مه دود می‌شوند (Wang, 2004). پیش از این، بیشترِ گردوغبار در بهار و تابستان و در غرب ایران طوفان‌های گردوغبار وجود داشت. اما اکنون وقوع آن به حدود هشت ماه از سال رسیده است و منطقهٔ نفوذ آن تا مرکز و جنوب ایران گسترش می‌یابد و باعث ایجاد مشکلات زیادی برای ساکنان این مناطق می‌شود و سلامت آن‌ها را تهدید می‌کند (Keramat et al., 2011). در سال‌های اخیر، گردوغبار مهم‌ترین بحران زیست‌محیطی در استان خوزستان به‌شمار می‌آید و از آنجا که روند روزهای غباری در منطقه نیز به دلایل مختلف از جمله ساختن سد و خشک‌سالی‌های گستردهٔ ناشی از تغییر اقلیم افزایش چشم‌گیری داشته است (زراسوندی و همکاران، ۲۰۱۱؛ عزیزی و همکاران، ۱۳۹۱؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۹۱)، این پدیده نگرانی‌های زیادی به‌وجود آورده است. استفادهٔ بی‌رویه از منابع آب در مناطق بیابانی، از بین رفتن نیزارها و جنگ، کاهش بارندگی، کاهش رطوبت نسبی جو از جمله عواملی است که به خشکی تالاب‌ها و دریاچه‌های شرق سوریه و عراق و گسترش طوفان‌های گردوغبار به سمت ایران منجر شده است (Orlovsky and Orlovsky, 2002). در ایران حدود ۱۸ استان و ۸۲ شهر کانون اصلی فرسایش بادی شناسایی شده‌اند. بررسی طوفان‌های گردوغبار در ایران نشان می‌دهد که عوامل انسانی و مصنوعی در وقوع و تداوم این پدیده دخیل‌اند. مطالعهٔ مرکز تحقیقات NOAA در عراق نشان داده است که علت اصلی طوفان‌های شدید گردوغبار در ایران بیابان‌زایی در مناطق مرکزی و شمال غربی عراق است که این عامل خود از تغییر اقلیم تأثیر پذیرفته است (NOAA, 2009). هم‌زمان که پدیدهٔ تغییر اقلیم در ایران باعث افزایش خشک‌سالی‌ها شده، به افزایش فراوانی طوفان‌های رعد و برق (ناشی از گرمایش همرفتی) نیز منجر شده است (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۸).

بر اساس مطالعات انجام‌شده، می‌توان استنباط کرد که در دهه‌های اخیر روند گرمایش جهانی باعث تضعیف پُرفشار سیبری و تقویت پُرفشار جنب حاره شده و این حالت موجب عقب‌نشینی پُرفشار سیبری به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر و پیشروی بیشتر جنب حاره بر روی ایران شده است (علیپور و همکاران، ۱۳۹۷) که این خود باعث از بین رفتن عامل صعود برای رخداد بارش و در نتیجه خشک‌سالی می‌شود. گواه این امر افزایش دما، کاهش بارش، و به دنبال آن افزایش تبخیر و تعرق و همچنین افزایش بسامدهای فرین در سطح کشور است. به دنبال افزایش دما، ضخامت اتمسفر نیز افزایش یافته است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر این، تغییر اقلیم باعث توزیع غیریکنواخت بارش در مقیاس‌های زمانی و مکانی شده است و در دهه‌های آتی باید در انتظار تابستان‌های گرم‌تر از نرمال و همچنین زمستان‌های سردتر از نرمال بود، که موجب دامنهٔ تغییرات دمایی بسیار زیاد می‌شود و از سویی مقدار بارش‌های مایع بیشتر از بارش‌های جامد می‌شود (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۷).

مدیریت منابع آب در شرایط تغییر اقلیم

سازمان جهانی آب‌وهوا بر لزوم تحقیق بر منابع آب بسیار تأکید دارد (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۰). برهم‌خوردن تعادل سیستم اقلیمی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای بر اهمیت بررسی اثر تغییر اقلیم بر روی پارامترهای هیدرولوژیکی همچون تبخیر و تعرق می‌افزاید (دانش‌فراز و رزاق‌پور، ۱۳۹۳؛ کلانکی و کاراندیش، ۱۳۹۴). تبخیر و تعرق از اصلی‌ترین اجزای بیلان هیدرولوژیکی و بسیار متأثر از مؤلفه‌های اقلیمی مهم همچون دما بوده و تحت تأثیر تغییر اقلیم می‌تواند واکنش‌های مختلفی از خود بروز دهد (گویال، ۲۰۱۴). گرم‌شدن جهانی زمین ممکن است چرخهٔ هیدرولوژی را تسریع و منابع آب جهانی را دوباره توزیع نماید- که این حالت موجب تغییر بیشتر پارامترهای اقلیمی می‌شود (کمال، ۲۰۰۹).

کاهش غیرطبیعی پدیده‌های بارشی و افزایش غیرطبیعی تابش موج بلند و دما اثرهای گرم‌شدن کرهٔ زمین و تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی را بر منابع آب تأیید می‌کند (دانشور و همکاران، ۲۰۱۹). تغییر اقلیم و خسارات ناشی از آن مهم‌ترین عامل مخرب در مدیریت منابع آب است (IPCC، ۲۰۱۴) که با تغییر در میزان بارش و دمای هوا بر سیستم هیدرولوژی یک حوضه و به‌دلیل تعامل میان سیستم‌ها بر زیرسیستم‌های کشاورزی، اقتصادی، اجتماعی، و زیست‌محیطی اثرگذار است (انصاری و همکاران، ۱۳۹۷). به‌طورکلی، تغییرات اقلیمی بر میزان آبدهی رودخانه اثرگذار است که می‌توان با بررسی نوسانات دبی رودخانه در بازدهی زمانی نقش تغییر اقلیم بر دبی رودخانه را مشخص کرد (پزشکی و همکاران، ۱۳۹۷). در طی قرن‌های اخیر، منابع آب زیرزمینی یکی از اصلی‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ آب موردنیاز جوامع انسانی به‌شمار می‌آید. متأسفانه، استحصال بی‌رویهٔ آب از این منابع در بسیاری از مناطق باعث سیر نزولی سطح آب شده است و ادامهٔ این روند موجب تهدید جدی برای اکوسیستم و جوامع انسانی موجود در منطقه می‌شود (برزگری، ۱۳۹۷). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، منابع آب زیرزمینی اصلی‌ترین منبع آبی تضمینگر ادامهٔ حیات اکوسیستم‌های طبیعی و انسان‌سازند. هجوم بخش‌های درحال‌توسعه به سمت آبخوان‌ها این منابع عظیم را چه از نظر پایداری چه از نظر کیفی با تهدیداتی مواجه کرده است. به‌طوری‌که بررسی وضعیت سطح آب‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان بیانگر روند نزولی است (IPCC، ۲۰۰۷). در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از سدها، که متأثر از آبدهی و رواناب ورودی به این مخازن‌اند، مسئلهٔ تغییر اقلیم، که بارش و دما از مهم‌ترین عناصر آن به شمار می‌روند، یکی از فرازسنج‌های اصلی تأثیرگذار است (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۶؛ جهان‌بخش اصل و همکاران، ۱۳۹۵). محدودیت منابع آب و توزیع نامتجانس آن در مناطق مختلف ایران سبب شده است که در مقایسه با بسیاری از کشورها نسبت به پدیدهٔ تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر باشد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۶). تالاب‌ها اکوسیستم‌های باارزشی هستند که از کارکردهای بسیار متنوعی به‌منظور حفاظت از تنوع زیستی، ارزش‌های طبیعی، اقتصادی، و اجتماعی متعدد برخوردارند. اهمیت تالاب‌ها، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مانند ایران، بیشتر است. تالاب‌ها از طرق مختلف می‌توانند اثرهای تغییر اقلیم را کاهش دهند. بنابراین، زوال و نابودی تالاب‌ها اثرهای تغییر اقلیم را تشدید می‌کند (فلاح و فاخران، ۱۳۹۶). مطالعات ارزش اقتصادی تالاب‌ها بیانگر آن است که یک تالاب در شرایط مساوی حدود ۱۰ برابر جنگل‌ها و ۲۰۰ برابر زمین‌های زراعی ارزش اقتصادی دارد. علاوه بر آن، تنظیم آب‌وهوا، جلوگیری از سیل، حفاظت از تنوع گیاهی و جانوری، زیبایی و جاذبه‌های بصری ذاتی تالاب، جاذبه‌های توریستی و ایجاد فضایی برای زندگی پرندگان مهاجر و مکانی غنی برای بررسی‌های تحقیقاتی و علمی متخصصان و دانشمندان از مهم‌ترین موضوعات وجود یک تالاب است (وزارت نیرو، ۱۳۹۰).

تغییرات اقلیمی از طریق تأثیر در چرخهٔ هیدرولوژی بر میزان دبی حوضه و تبخیر و تعرق سطح آن اثرگذار است. همچنین، در اثر فرسایش زیاد و جاری‌شدن آب بارش، نفوذپذیری خاک در سطح حوضه کاهش می‌یابد و در نتیجه سطح آب‌های زیرزمینی نیز پایین می‌رود و به دنبال آن افزایش حجم رواناب‌ها موجب کاهش سطح بهره‌وری سدها می‌شود. وجود تالاب‌ها نیز عاملی برای تعدیل اثرهای تغییر اقلیم است که متأسفانه با نابودی آن‌ها اثرهای تغییر اقلیم تشدید شده است.

در ایران، تاکنون، مطالعات بسیاری در زمینهٔ تأثیر تغییر اقلیم بر منابع هیدرولوژیکی انجام شده است که پژوهشگران در آن‌ها به نتایج زیر دست یافته‌اند. ارزیابی اثرهای تغییر اقلیم بر رواناب رودخانه‌ها در ایران نشان داد که تغییر شرایط آب‌وهوایی موجب کاهش رواناب شده است (عجم‌زاده و ملایی‌نیا، ۱۳۹۵؛ یعقوبی و مساح بوانی، ۱۳۹۴). بر اساس یافته‌ها، افزایش دما و کاهش میزان بارش در طی سال‌های آینده به کاهش رواناب و منابع آبی موجود به‌واسطهٔ فرایند تبخیر و خشکی بیشتر حوزه‌های آبخیز و سدها منجر خواهد شد که به‌تبع آن با تأثیرگذاری بر اقلیم منطقه در آینده‌ای

نه‌چندان دور، تعداد و شدت وقایع سیل و خشک‌سالی افزایش خواهد یافت (رزاقیان و همکاران، ۱۳۹۵؛ بخشایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ پناهی و همکاران، ۲۰۱۸؛ جهان‌بخش اصل و همکاران، ۱۳۹۵؛ قربانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ اکبریان اقدم و همکاران، ۱۳۹۴؛ یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نصرتی و همکاران، ۱۳۸۳). درواقع، میزان رواناب در پاییز و بهار افزایش می‌یابد؛ درحالی‌که در زمستان و تابستان در طول دوره‌های آینده کاهش می‌یابد. چنین تغییر فصلی در سطح رواناب ناشی از عواقب تغییر آب‌وهوا در اشکال افزایش دما، ذوب برف، تغییر الگوی بارش، و غیره است (شاهواری و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، در ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر دما و بارش در کشور مشخص شد که در آینده میانگین دمای حداکثر و حداقل ماهانه در همهٔ ماه‌های سال تقریباً به‌صورت یکسان افزایش خواهد یافت (حصیرچیان و همکاران، ۱۳۹۷؛ یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ نوده فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷؛ زارعی و همکاران، ۱۳۹۷؛ داودی و مرادجانی، ۱۳۹۷). در ادامه بررسی روند زمانی– مکانی بارش طی شرایط تغییر اقلیم نشان داد که تا چند دههٔ آتی به‌جز نواحی مرطوب خزری بقیهٔ نواحی ایران با کمبود بارش مواجه خواهند شد (شیفته و همکاران، ۲۰۱۲؛ موسوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ خوش‌روش و همکاران، ۱۳۹۵؛ دسترنج و همکاران، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر گرمایش جهانی موجب آزادشدن مقدار قابل‌توجهی گازهای هیدراته و متان از سطح دریای خزر شده است (گریوانی و گریوانی، ۱۳۹۵). در شرایط تغییر اقلیم در دورهٔ آتی، میزان آب موجود در مخزن سدها کاهش می‌یابد. باید گفت نادیده‌گرفتن اثر تغییر اقلیم و استفاده از نحوهٔ بهره‌برداری از مخزن دورهٔ پایه برای دورهٔ آینده موجب کاهش درصد تأمین آب برای تخصیص‌های درنظرگرفته‌شده خواهد شد (نوری و مساح بوانی، ۱۳۹۶؛ حافظ‌پرست و همکاران، ۱۳۹۶). پیش‌بینی تغییرات فصلی و ماهانهٔ تبخیر و تعرق پتانسیل و پارامترهای اقلیمی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی در دو ناحیهٔ خشک و نیمه‌خشک تبخیر و تعرق پتانسیل در همهٔ ماه‌ها و فصل‌های گرم سال در هر دو ناحیه افزایش یافته است (جمالی و خورانی، ۱۳۹۵؛ کلانکی و کاراندیش، ۱۳۹۴؛ کابلی، ۱۳۹۵). نتایج بررسی داده‌های مشاهداتی بارش، دمای کمینه و بیشینه، ساعات آفتابی منطقه در دورهٔ پایه و به کمک نوسانات اقلیمی حاکی از بحرانی‌بودن وضعیت تبخیر و تعرق در استان آذربایجان غربی است (دانش‌فراز و رزاق‌پور، ۱۳۹۳). اثرهای تنوع آب‌وهوایی بر تغییر در حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه موجب شده است که میانگین بارندگی ۹٫۲ درصد کاهش و میانگین حداکثر درجهٔ حرارت ۰٫۸ درجهٔ سانتی‌گراد در عرض چهار دهه افزایش یابد و این تغییرات به‌ویژه در زمستان و بهار مشاهده‌شدنی است (دلجو و همکاران، ۲۰۱۳). پدیدهٔ تغییر اقلیم تبعات منفی در اقلیم حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه داشته است که باعث کاهش تا ۴۰ درصدی بارش ماهیانه و افزایش تا ۲ درجهٔ سلسیوسی دما می‌شود،با وجود این، برآوردها حاکی از افزایش رواناب رودخانهٔ نازلوچای در دورهٔ آتی تحت سناریوهای انتشار مذکور به میزان ۴۸ و ۴۹ درصد بوده است (لکزائیان‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج مطالعهٔ رواناب حاصل از ذوب برف در حوزهٔ دریاچهٔ ارومیه نشان داد که در اواخر بهار میزان رواناب کاهش می‌یابد. همچنین، دبی اوج در مقایسه با دورهٔ پایه زودتر ظاهر می‌شود و میزان آن افزایش یافته است (جهان‌بخش اصل و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعهٔ پتانسیل‌های تغییرات آب‌وهوایی و تأثیر آن بر منابع آب در استان آذربایجان شرقی نشان داده است که به‌طور نگران‌کننده‌ای جریان آب‌های سطحی در حال کاهش است (زرغامی و همکاران، ۲۰۱۱). شبیه‌سازی پیامدهای تغییر اقلیم بر روی دما و بارندگی حوضهٔ آبخیز باراندوزچای نشان داد که در دوره‌های آتی مؤلفهٔ دما نسبت به سایر مؤلفه‌ها افزایش خواهد یافت. با این حال، تغییر در الگوی زمانی بارندگی‌ها مشاهده می‌شود. ولی افزایش دما می‌تواند این افزایش بارندگی را با افزایش میزان تبخیر و تعرق و افزایش نیاز آبی گیاهان خنثی کند (محمدلو و همکاران، ۱۳۹۳). در حوضهٔ قره‌سو، مقایسهٔ داده‌های مشاهداتی و داده‌های پیش‌بینی‌شده نشان می‌دهد که میزان دما بین ۱ تا ۴ درجه نسبت به دورهٔ پایه افزایش می‌یابد و همچنین بارش نیز تغییری حدود ۳۰

درصد خواهد داشت (ذهبیون و همکاران، ۱۳۸۹؛ خسروانیان و همکاران، ۲۰۱۵). شبیه‌سازی‌ها نشان از تغییر رسوب روزانه بین ۵- تا ۴۶ درصد در حوضهٔ آبخیز شهرکرد را دارند- که پیش‌بینی شده است در دوره‌های آتی همچنان بر میزان رسوب این حوزه افزوده خواهد شد (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۷). در بررسی میزان آبدهی حوضهٔ رودخانهٔ گرگان‌رود یافته‌ها نشان داد که در سی سال آینده با وجود سیر صعودی بارش میزان آبدهی رودخانه کاهش خواهد یافت (مدرسی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین، افزایش روند دبی در اثر تغییر اقلیم در حوضهٔ رودخانهٔ سردآبرود باعث افزایش میزان رسوب و درنتیجه افزایش فرسایش شده است (مطیعی و تفکری، ۱۳۹۵). پیش‌بینی می‌شود با وضعیت موجود آبخوان هشتگرد با توجه به افت سالانهٔ ۷۳ سانتی‌متری در زمان حال این میزان افت در آینده به بیشتر از این مقدار نیز نزول کند و آبخوان را از حالت بحرانی به حالت فوق بحرانی تبدیل نماید (مرتضوی‌زاده و گودرزی، ۱۳۹۷). مطالعات نشان می‌دهد که حوضهٔ جنوبی دریای خزر نیز با افزایش دما مواجه خواهد شد که خود با پیامدهای ناگوار مواجه خواهد بود (بابائیان و همکاران، ۱۳۹۶). در مشهد، در سال‌های آینده، روند تغییرات دبی افزایش چشم‌گیری نسبت به سی سال دبی پایه داشت و می‌توان یک دورهٔ ترسالی را در آینده برای ایستگاه مشهد پیش‌بینی کرد. اما در کل، مکان روند کاهشی دبی و افزایش خشک‌سالی هیدرولوژیکی نسبت به دورهٔ پایه مشاهده می‌شود (پزشکی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، میزان دبی حوضهٔ آبخیز کن کاهش یافته است و این روند در آینده‌ای نه‌چندان دور تشدید می‌شود (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۶). در صورت ادامهٔ روند فعلی برداشت بی‌رویه از ذخیرهٔ آبخوان، تا پایان سال ۲۰۳۳، افت نُه‌متری سطح آبخوان را خواهیم داشت. ادامهٔ این وضعیت تخریب جدی ذخایر زیرزمینی را از نظر کمّی و کیفی دربر خواهد داشت (برزگری بنادکوکی، ۱۳۹۶). مطالعات نشان داد که شرایط خوبی از نظر کیفیت آب بر تالاب انزلی حاکم نبوده و نیاز به چاره‌اندیشی و اعمال سیاست‌های مدیریتی جهت بهبود وضعیت این اکوسیستم منحصربه‌فرد بیش از هرزمانی ضروری به‌نظر می‌رسد (فلاح و فاخران اصفهانی، ۱۳۹۶). بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی در بارش و دمای بیشینه و کمینهٔ حوضهٔ کرخه در دورهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ نشان می‌دهد هرچه از شمال حوزه به سمت جنوب (مناطق سردتر به گرم‌تر) حرکت کنیم تأثیر تغییرات اقلیمی بر درجهٔ حرارت حداکثر و حداقل کمتر خواهد شد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۵). ارزیابی اثرهای تغییر اقلیم بر شرایط هیدرولوژیکی حوضهٔ گالیکش با استفاده از مدل‌سازی هیدرولوژیکی نشان داد که در شرایط اقلیمی آینده میزان بارش و دما به‌ترتیب کاهش و افزایش خواهد یافت (سهرابیان و همکاران، ۱۳۹۴). هرچه به انتهای قرن بیست‌ویکم نزدیک می‌شویم، احتمال وقوع بارش‌های سیل‌زا در استان گلستان تحت تأثیر پدیدهٔ تغییر اقلیم افزایش می‌یابد و با توجه به پتانسیل سیل‌خیزی استان، که در کشور مقام پنجم را دارد، نیاز است که به این مسئله بیش از پیش توجه شود (یازرلو و همکاران، ۱۳۹۴). معیارهای پایداری در ارزیابی مدیریت یکپارچهٔ منابع آب حوضهٔ آبریز ارس نشان داد مناطق شرقی حوضه پایداری کمتری دارند. در این راستا، بر اساس تحلیل گزینه‌ها افزایش راندمان آبیاری کمک شایانی به تعادل پایداری حوضه بر اساس شاخص‌های بررسی‌شده در این منطقه می‌کند (حافظ‌پرست و همکاران، ۱۳۹۴).

با مطالعهٔ اثر تغییر اقلیم بر رواناب‌ها و آبدهی رودخانه‌ها و همچنین میزان آب موجود در مخزن سدها در ایران به‌نظر می‌رسد میزان آن‌ها کاهش یافته است که دلیل آن کاهش بارش و تغییرپذیری زمانی و مکانی این فاکتور اقلیمی است. گرم‌شدن جهانی و افزایش میزان تبخیر و تعرق نیز خود مزید بر علت کم‌شدن آب‌های جاری است. همچنین، پدیدهٔ تغییر اقلیم باعث کاهش چشم‌گیر حوضهٔ آبی دریاچه‌های کشور و حتی خشک‌شدن آن‌ها شده است؛ از جمله مهم‌ترین آن دریاچهٔ ارومیه است که مساحت آن حدود ۴۰ درصد کاهش یافته است. مطالعاتی که در آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، مشهد، حوضهٔ کرخه، استان گلستان، و تالاب انزلی در زمینهٔ اثرهای تغییر اقلیم انجام شده است کاهش میزان بارش و افزایش دما

و به دنبال آن افزایش تبخیر و تعرق و همچنین کاهش آب‌های سطحی در حوضه‌های آبخیز و وقوع خشک‌سالی‌ها و سیل‌های شدید را ثابت کرده است. با وقوع سیل، میزان فرسایش در سطح حوضه‌ها نیز افزایش می‌یابد. با وجود این، از پیامدهای اساسی تغییر اقلیم کاهش آبخوان‌ها در دهه‌های اخیر است که می‌تواند آخرین امید کشاورزان باشد.

اقتصاد و کشاورزی در شرایط تغییر اقلیم

در دهه‌های آتی، تغییر اقلیم در امنیت غذایی و اقتصاد اثر خواهد گذاشت. شواهد محکمی مبنی بر اینکه کشورهای درحال‌توسعه متحمل فشار ناشی از پیامدهای زیان‌بار تغییر اقلیم می‌شوند وجود دارد (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). تحقیقات ثابت کرده‌اند که کمبود آب بر امنیت غذایی از طریق تغییر در بازدهی کشاورزی، تغییر ترکیب کالاهای تولیدی و صادرشده، و از طریق افزایش قیمت مواد غذایی بر روی بازار و مصرف‌کنندگان در کشورهای درحال‌توسعه اثرگذار خواهد بود (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، تغییرات در بارندگی تأثیر قابل توجهی در عملکرد محصول، آب مورد نیاز محصولات، و درآمد و رفاه خانواده‌های مزرعه خواهد داشت (کریمی و همکاران، ۲۰۱۸). در صورت کاهش بارندگی توأم با افزایش درجهٔ حرارت، مازاد رفاه مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان، و در نتیجه مازاد رفاه کل جامعه کاهش خواهد یافت و مصرف‌کنندگان نسبت به تولیدکنندگان رفاه بیشتری را از دست خواهند داد (خلیلیان و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین، افزایش در فراوانی خشک‌سالی دارای اثرهای بسیار مهمی در مدیریت منابع طبیعی، برنامه‌ریزی در شرایط کمبود آب، و استراتژی‌های مدیریت تقاضای آب است (سیاری و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین مسائلی که طی دهه‌های اخیر در بخش کشاورزی نمود یافته و تولید محصولات زراعی را با محدودیت مواجه کرده تغییرات اقلیم است. این پدیده منابع آبی هر منطقه را در طول زمان دست‌خوش تغییر قرار می‌دهد (پرهیزگاری و همکاران، ۱۳۹۶) و در نتیجه شناخت نوسانات زمانی و مکانی پارامترهای هواشناسی (نظیر دما، بارش، و رطوبت نسبی) و تأثیر آن در بخش کشاورزی برای مدیریت منابع آبی و کشاورزی و اتخاذ استراتژی‌های مناسب بسیار ضروری است (فوهر، ۲۰۰۳). با افزایش دما، نیاز گیاهان به آب بیشتر می‌شود و بهره‌برداری از منابع آب افزایش می‌یابد. افزون بر این، کاهش نزولات آسمانی و عدم تغذیهٔ صحیح آبخوان‌ها و سفره‌های آب زیرزمینی از دیگر عواملی است که به بهره‌برداری بیش‌ازحد منابع آب منجر شده است. پیش‌بینی‌ها در این راستا، حاکی از آن است که تا سال ۲۰۵۰ مسئلهٔ مدیریت منابع آب اصلی‌ترین موضوع موردبحث در کشورهای گوناگون جهان خواهد بود. کشور ایران نیز بر اساس پیش‌بینی‌های انجام‌شده تا سال ۲۰۲۵ به فهرست کشورهایی که با وضعیت کمبود آب مواجه‌اند اضافه خواهد شد (پرهیزکاری، ۱۳۹۳). یکی از عوامل مهم که نقش اساسی در مدل‌سازی هیدرولوژیکی، مدیریت و پیش‌بینی خشک‌سالی، تجزیه‌وتحلیل تغییر اقلیم، و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های کشاورزی ایفا می‌کند تخمین رطوبت خاک است (لاله‌زاری و همکاران، ۱۳۹۶). با مقایسهٔ رطوبت اعماق خاک متوجه می‌شویم مقادیر رطوبت خاک در عمق ۶۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۳۰ سانتی‌متری در آینده بیشتر خواهد بود (یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). رطوبت در دورهٔ آتی ۲۰۳۰ نسبت به دورهٔ پایه افزایش اما در دورهٔ ۲۰۹۰ نسبت به دورهٔ پایه کاهش خواهد یافت (لاله‌زاری و همکاران، ۱۳۹۶). تغییرات و پراکنش نامناسب بارش باعث تغییرات سالانهٔ میزان عملکرد در زراعت دیم می‌شود (سهرابی ملایوسف و همکاران، ۱۳۹۱). علاوه بر این، عملکرد محصول دیم بدون تغییر قابل توجهی در عملکرد محصول آبی و باغی کاهش می‌یابد (شاهواری و همکاران، ۲۰۱۹). طبق مطالعات انجام‌شده، شدت خشک‌سالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شدت افزایش خواهد یافت و این امر کشاورزی در این مناطق را به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد (خورانی و جمالی، ۱۳۹۵). به‌دلیل کمبود آب، بسیاری از مناطق ایران قابلیت

کشاورزی خود را از دست داده یا در آیندهٔ نزدیک از دست خواهند داد. از این رو، شمار فزاینده‌ای از مردم روستایی منابع درآمد خود را در حال کاهش یا ناپدیدشدن می‌بینند (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین، گرمایش جهانی می‌تواند به‌واسطهٔ افزایش دما اثرهای منفی در رشد گیاه و توسعهٔ آن داشته باشد؛ زیرا دما یکی از مؤلفه‌های مهم و اساسی در زندگی گیاه است (Luo, ۲۰۱۱). بررسی سناریوهای اقلیمی در اثر تغییرات آب‌وهوا بر منابع آبی و بارش در سطح کشور نشان داده است که همچنین بر میزان فرین‌های آب‌وهوایی افزوده می‌شود (بابائیان و همکاران، ۲۰۰۹). برخی از نواحی زیست‌اقلیمی ایران واقع در محورهای کوهستانی زاگرس و البرز، ارتفاعات آذربایجان، و خراسان شمالی- که دارای چهار فصل منظم و دارای تیپ اقلیمی معتدل سرد هستند- بیشترین تغییرات زیست‌اقلیمی در شرایط گرمایشی را دارند و حساسیت زیادی نسبت به سایر گروه‌ها در برابر افزایش دما دارند. این زیست‌بوم‌های جنگلی همچنین نسبت به کاهش بارش حساس‌تر بوده و نسبت به سایر زیست‌بوم‌ها از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند (شائمی، ۱۳۸۷). جنگل‌های زاگرس و شمال ایران به‌ترتیب با ۵۳ درصد و ۳۱٫۷ درصد به‌دلیل تغییرات آب‌وهوایی به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته‌اند (کریم و همکاران، ۲۰۲۰). نتایج مطالعات نشان داده است که تغییر نوع کشت از مرتع به محصولات کشاورزی و باغی باعث کاهش کربن آلی خاک شده است (آزاد و همکاران، ۱۳۹۸). در همین راستا، با اضافه‌کردن بقایا به خاک سبب افزایش ترسیب کربن نسبت به شرایط فقدان بقایا شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). افزودن بیوچار، ماده‌ای با ویژگی‌های منحصربه‌فرد، به خاک دارای این ویژگی است که به ترسیب کربن اتمسفر و کاهش گرمایش جهانی منجر خواهد شد (عظیم‌زاده و نجفی، ۱۳۹۶). در مقابل اضافه‌کردن کود نیتروژن به خاک پتانسیل گرمایش جهانی را افزایش داده است (مرادی و پورقاسمیان، ۱۳۹۶). در نتیجه مطالعات نشان داده است که شیوهٔ صحیح مدیریت مزرعه در نظام تولید فشرده به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، پتانسیل گرمایش جهانی، و ردپای کربن منجر شده است (دستان و همکاران، ۱۳۹۵). تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیر کشت محصولات آبی، و کاهش سود ناخالص کشاورزان منجر شده است (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۶). اثرهای تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی حاکی از عدم روند منظم صعودی یا نزولی در تغییرات ماهانهٔ بارندگی است و نیاز آب آبیاری محصولات موردمطالعه نیز تحت تأثیر تغییر اقلیم افزایش خواهد یافت (مهرآذر و همکاران، ۱۳۹۷). اثرهای احتمالی تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق در آینده و الگوی کشت گیاهان نشان داد که دما (حداقل، حداکثر، و میانگین) در دوره‌های پیش‌بینی نسبت به دورهٔ پایهٔ ۱۹۹۰ افزایش خواهد یافت و توزیع بارش نیز تغییر خواهد کرد. نتایج نشان می‌دهد که در صورت افزایش دمای هوا نیاز آبی الگوی کشت گیاهان افزایش پیدا خواهد کرد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ سیاری و همکاران، ۱۳۹۰). در نتیجه، در دهه‌های آتی رطوبت خاک کاهش خواهد یافت و هم‌زمان تبخیر و تعرق افزایش خواهد یافت و این امر رشد گندم را به‌شدت تحت تأثیر خواهد داد (یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ یارمحمدی و همکاران، ۱۳۹۶؛ جهان‌تیغ و همکاران، ۱۳۹۵؛ سلیمانی نمادگانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۷؛ کهیش و همکاران، ۱۳۸۹). پس افزایش دما و کاهش بارش بیشترین تأثیر را در عملکرد محصول گندم خواهد داشت و موجب کاهش آن خواهد شد (آبابایی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین، مشخص شده است که تولید گندم به تولید گازهای گلخانه‌ای بیشتر منجر می‌شود (رجبی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌دلیل افزایش دی‌اکسید کربن و به دنبال آن گرمایش هوا و افزایش مقادیر درجهٔ روز در ماه‌های پاییز، که حتی دیگر فصول سال از آن مستثنا نیستند، به جای آغاز دورهٔ کشت گندم پاییزه از اواسط و اوایل پاییز که این فرایند با کمی تغییرات در بیشتر مناطق کشور دیده می‌شود، می‌توان این دوره را کمی جلو انداخت و آن را با درنظرگرفتن مناطق آب‌وهوایی مختلف به اواخر تابستان تغییر داد

(روشن و همکاران، ۱۳۹۰). افزایش تقاضای اتمسفری در ماه‌های پُربارش می‌تواند با کاهش ذخیرهٔ رطوبتی خاک برای کشت‌های بهاره و افزایش کمبود آب سبز در کشت‌های پاییزه کشاورزی را در هر دو بخش دیم و آبی به مخاطره بیندازد (شبستانی و همکاران، ۱۳۹۵). در نتیجه با توجه به کاهش بارش و افزایش دما در طول دورهٔ رشد نیاز آبی گیاه باید از طریق آبیاری تأمین شود (باعقیده و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس تحقیقات ثابت شده است که افزایش دما و کاهش بارش همچنین موجب کاهش بهره‌وری گیاه ذرت در دورهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ خواهد شد (روستایی و همکاران، ۱۳۹۱). در مقابل مقایسهٔ ترکیب اسانس گل محمدی در شرایط تغییر اقلیم نشان داد که در طول دورهٔ تغییر اقلیم میزان اسانس این گل افزایش یافته است (جلالی چیمه و همکاران، ۱۳۹۷). در بخش کشاورزی بسیاری از کشورهای در حال توسعه، کشاورزان برای تأمین امنیت غذایی و تأمین معیشت پایدار باید تصمیمات طولانی‌مدت را برای سازگاری با تأثیرات تغییر اقلیم اتخاذ کنند (قانیان و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا دانش عاملی ضروری برای رفتار موفقیت‌آمیز گروه‌های مختلف ازجمله کارشناسان و محققان کشاورزی به‌شمار می‌آید. با توجه به نقش ویژهٔ کارشناسان و محققان کشاورزی در آموزش رویارویی با تغییرات اقلیم به کشاورزان و لزوم بررسی مسائل کشاورزی، تحلیل دانش آنان در مورد وجود تغییرات آب‌وهوا، علل، پیامدها و راهکارهای سازگاری با آن، در مرکز مداخله‌های در راستای حمایت از سازگاری با این پدیده قرار دارد (یزدان‌پناه و همکاران، ۲۰۱۷). هدف اصلی توسعه‌دهندگان برنامهٔ آموزش محیط زیست تربیت متخصصان متبحر برای کار، مطالعه، و حل مسائل زیست‌محیطی است. بنابراین، تطابق دانش و مهارت‌های آموزشی متناسب با نیاز کشورها همراه با پیشرفت علمی و فناوری ضروری است (احمدی و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین، نتایج ارزیابی راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم بر اساس نشانگرهای اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی امنیت آبی نشان می‌دهد که برای کاهش آسیب‌پذیری سیستم در دورهٔ آتی می‌بایست، ضمن افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی توسط افزایش راندمان آبیاری، فعالیت کشاورزی نیز کاهش یابد و به‌منظور جبران خسارت اقتصادی و اجتماعی فعالیت در بخش خدمات و صنعت افزایش یابد (انصاری و همکاران، ۱۳۹۷). نظر به ارتباط معنی‌دار میزان آب مصرفی و تولید محصول، بی‌توجهی به افزایش تبخیر- تعرق پتانسیل، با اعمال خسارت‌های شدید اقتصادی، امنیت غذایی را تهدید خواهد کرد (کلانکی و کاراندیش، ۱۳۹۴). نتایج رگرسیون عوامل مؤثر بر انتخاب راهبردهای سازگاری با کمبود آب نشان داد که متغیرهای اندازهٔ مزرعه، تمایل به حفاظت آب، اهمیت خطر و سرمایهٔ اجتماعی می‌تواند ۲۷ درصد تغییرات متغیر راهبردهای سازگاری با کمبود آب را پیش‌بینی کنند (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۷).

کشاورزی از مهم‌ترین مسائلی است که از شرایط تغییر اقلیم بسیار تأثیرپذیر است. دما و بارش از مهم‌ترین فاکتورهایی هستند که از تغییر اقلیم تأثیر می‌پذیرند. با افزایش دما، نیاز گیاهان به آب بیشتر می‌شود و بهره‌برداری از منابع آب افزایش می‌یابد. متعاقباً تغییرات و توزیع نامناسب بارش باعث کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در دهه‌های اخیر در ایران شده و باعث شده که بسیاری از مناطق کشور بازدهی خود را از نظر کشاورزی خصوصاً محصول گندم از دست بدهند. از طرفی، تغییر نوع کشت از مرتع به محصولات کشاورزی و باغی باعث کاهش کربن آلی خاک شده که دلیل مضاعفی برای کاهش عملکرد محصولات کشاورزی است. در همین راستا، دانش کشاورزی عاملی مهم برای مقابله با تغییر اقلیم و در نتیجه سازگاری یا تعدیل با پیامدهای آن است؛ برای این منظور کارشناسان پیشنهاد داده‌اند که با اضافه‌کردن موادی که به ترسیب کربن در خاک منجر می‌شود تدابیری اندیشیده شود تا به کاهش اثرهای گرمایش جهانی بر محصولات کشاورزی منجر شود.

وضعیت اجتماعی و سکونتگاه‌های انسانی در شرایط تغییر اقلیم

در دهه‌های اخیر روند تغییرات صنعتی‌شدن به‌صورت شگفت‌انگیزی شتاب گرفته است. رشد جمعیت و نیاز روزافزون به غذا توسعهٔ کمّی و رشد صنایع و کارخانه‌ها را اجتناب‌ناپذیر نمود و این امر پدیدهٔ دگرگونی اقلیمی را از یک موضوع لوکس به مسئله‌ای حائز اهمیت و بسیار جدی تبدیل کرده که این موضوع در صدر مذاکرات سران کشورهای بزرگ و کوچک قرار گرفته است (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۵). در گذشته، تحقیقات در مورد تغییر اقلیم بیشتر مربوط به بررسی میانگین پارامترهای اقلیمی بود (کاپریو، ۲۰۰۹). اما اکنون بیشتر توجه‌ها به سمت پدیده‌های حدی معطوف شده است که دلیل آن خسارت‌های اجتماعی و انسانی است که این پدیده‌ها به‌بار می‌آورند (کاتتنبرگ و جورجی، ۲۰۰۱). ریشهٔ بسیاری از جنگ‌ها و ناامنی‌ها در کشورهای خاورمیانه مسائل زیست‌محیطی و بحران‌های طبیعی است که درنتیجهٔ تغییر اقلیم اتفاق افتاده است. ایران نیز به‌عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه از این تغییرات آب‌وهوایی و اثرهای زیان‌بار آن در امان نبوده است (داودی و مرادجانی، ۱۳۹۷). روندهای خشک‌ترشدن و کمبود منابع آب، فرسایش شدید و کاهش حاصل‌خیزی خاک، و به دنبال آن بحران و ناامنی‌های غذایی همگی می‌توانند به مناقشات امنیتی و سیاسی منجر شوند که نمونهٔ آن‌ها در خاورمیانه و در برخی از کشورهای افریقای مرکزی از جمله ایران در حال مشاهده است (بنی- دومی، ۲۰۰۵). کمبود آب یکی از عوامل اصلی تهدیدکنندهٔ بقای بشر و اکوسیستم‌های طبیعی است. به‌طوری‌که امنیت غذایی، بهداشت انسان‌ها، و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به‌شدت صدمه می‌بینند (رحیمیان، ۱۳۹۵). شهرنشینی و توسعهٔ شهرها به همراه افزایش جمعیت و توسعهٔ فعالیت‌های صنعتی و مصرف بی‌رویهٔ سوخت‌های فسیلی، آلودگی هوا را به‌شدت افزایش داده است که پیامدهای آن در کوتاه‌مدت بروز بیماری‌های گوناگون است و در بلندمدت تشدید برخی نوسانات اقلیمی و تأثیرات زیست‌محیطی آن، ازجمله تغییر دوره‌های زمانی مناسب از نظر اقلیم آسایش، است (نگهبان و همکاران، ۱۳۸۸). در این میان تحقیقات ثابت کرده‌اند که حتی بافت شهری و شکل و طرز قرارگیری ساختمان های شهری تأثیرات اساسی بر روی تغییرات آب‌وهوای شهری و عواقب ناشی از آن دارد (رامیار و همکاران، ۲۰۱۹). اگر روند فعلی در مصرف آب و شیوه‌های مدیریتی آن ادامه یابد، احتمال درگیری اجتماعی در سراسر جهان برای بحران کمبود آب به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه افزایش می‌یابد. همچنین، تغییرات آب‌وهوا به‌عنوان یک معضل در توسعهٔ زیست، مسائل اقتصادی- اجتماعی، روانی، و سیاسی موردتوجه همهٔ کشورهای جهان قرار می‌گیرد (اسلامیان و اخروی، ۱۳۹۴). بنابراین، بدون توجه به اثرهای اقلیم در طرح‌های مختلف موفقیت کمتری نصیب طراحان و کارشناسان در امر برنامه‌ریزی می‌شود (باهک و همکاران، ۱۳۹۴). در این راستا دانش پیش‌شرطی ضروری برای انجام‌دادن رفتار در هر فرد و پیش‌نیازی مهم برای کمک به تنظیم و سازگارشدن با شرایط جدید است (فریک و همکاران، ۲۰۰۴؛ سان بلند و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین، در مواردی که جنبهٔ نوآوری دارند دانش به‌عنوان ابزاری برای غلبه بر بازدارنده‌های روان‌شناختی مانند نادانی و اطلاعات نادرست درنظر گرفته می‌شود و به‌عنوان پیش‌شرطی ضروری هرچند ناکافی برای انجام‌دادن موفقیت‌آمیز یک رفتار دیده می‌شود (فریک و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین، برخورداری از دانش و اطلاعات نقش مهمی در بروز رفتارهای حفاظتی و پیشگیرانه دارد. دانش می‌تواند به عبور از بی‌تفاوتی زیست‌محیطی یا این باور که بیشتر افراد در بیشتر موارد دربارهٔ تغییرات اقلیمی به‌کلی فکر نمی‌کنند کمک کند. افزون بر این، خطرهای مرتبط با تغییرات اقلیمی نمونه‌ای از «خطرهای پنهان» هستند و دانش به افراد کمک می‌کند تا دربارهٔ تغییر اقلیم جهانی فکر کند و خطرهای آن را برجسته کند (میلفونت، ۲۰۱۲). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد دانش مردم در مورد بسیاری از مسائل علمی، ازجمله تغییرات آب‌وهوا، به نسبت محدود است (همیلوسکی، ۲۰۱۴). پزشکان توسعهٔ روستایی می‌توانند سیاست‌ها

و برنامه‌های مؤثری را به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری جوامع محلی در برابر تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی طراحی کنند (سایمحمدی و همکاران، ۲۰۱۷). در این راستا بیشترین نگرانی‌های زیست‌محیطی متخصصان به‌ترتیب در مورد مسئله‌های آلودگی هوا، آلودگی آب، و استفاده از کودها و سموم شیمیایی در کشاورزی بوده است (یزدان‌پناه و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین، تغییر اقلیم بر روی زندگی ساحل‌نشینان اثرگذار است و خطرهای جدی از نظر اقتصادی و رفاهی برای آن‌ها به بار آورده است (گوهرنژاد، ۱۳۹۶). بنابراین، گسترش پدیدهٔ تغییر اقلیم به سراسر جهان و تأثیر آن بر منابع آب، کشاورزی، و پارامترهای اقلیمی در کشوری چون ایران- که با توزیع نامناسب مکانی و زمانی آب، رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی، و توسعهٔ بخش‌های کشاورزی و صنعت مواجه است و انتظار می‌رود وقوع پدیدهٔ تغییر اقلیم باعث محدودیت بیشتر منابع آب موجود شود- مدیریت منابع آب موجود برای جلوگیری از مواجهه با بحران آب الزامی است (پناهی و همکاران، ۲۰۱۸). راه مستقیم کُندکردن روند افزایش دمای جهانی و تغییر اقلیم کاهش چشم‌گیر استفاده از سوخت‌های فسیلی و تلاش برای سازگاری با اثرهای تغییر اقلیم ازجمله افزایش شدت و تواتر خشک‌سالی‌هاست (میشل، ۲۰۰۳). توسعهٔ فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم است که طی آن توسعهٔ افقی و عمودی رخ می‌دهد. این روند توسعه به تغییرات فراوانی در ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین، انرژی آزادشده، آلودگی هوا، دما، و درنتیجه تغییر اقلیم در شهرها منجر می‌شود. یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات توسعهٔ شهرنشینی، که باعث تغییر اقلیم شهری شده، پدیدهٔ جزایر حرارتی است. این پدیده ناشی از گسترش نابودی پوشش‌های طبیعی سطح زمین است که جای خود را به جاده‌ها، ساختمان‌ها، کارخانه‌ها، و سایر تأسیسات شهری می‌دهد (شیروانی مقدم و سعیدی مفرد، ۱۳۹۷). معمولاً، پیشرفت و توسعهٔ شهرها مؤثرترین عامل در شدت جزیرهٔ گرمایی شناخته می‌شود. از عوامل مهمی که سبب افزایش شدت اثر جزیرهٔ گرمایی و درنتیجه تغییر اقلیم شهری شده رشد جمعیت است (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج حاصل از مطالعات نشان داد که رابطه‌ای نسبی میان توزیع فضایی جمعیت و شدت جزایر حرارتی وجود دارد که در برخی مناطق این رابطه مستقیم و در برخی دیگر دارای رابطهٔ معکوس است. بررسی دقیق‌تر با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن نشان‌دهندهٔ ارتباط مستقیم و مطلق تراکم خالص جمعیت با بیشینهٔ شدت جزایر حرارتی شهری است (شیروانی مقدم و سعیدی مفرد، ۱۳۹۷). به‌دلیل افزایش دما در دهه‌های آتی گمان می‌رود فصول سرد سال از نظر آسایش و راحتی برای فیزیولوژی انسان مناسب باشد. همچنین، مطالعات ثابت کرده‌اند که بیشترین درجهٔ ساعت‌های نیاز گرمایش مربوط به ماه ژانویه و فوریه در بخش‌های کوهستانی شمال غرب و زاگرس مرکزی به میزان ۵۰۰۰–۶۰۰۰ درجهٔ ساعت است. از نظر نیاز سرمایش در ماه‌های ژوئن، جولای، و اوت بخش کوهستانی شمال غرب و بلندی‌های کشور کمترین ساعت سرمایش ۰–۵۰۰ و سواحل جنوبی به‌ویژه جلگهٔ خوزستان بیشترین درجهٔ ساعت سرمایش را داراست (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴). اثرهای تغییر اقلیم طی دههٔ گذشته الگوی زندگی بسیاری از مردم کرهٔ زمین را آشفته کرده و این عاملی مهم در مهاجرت‌های جمعی بوده است. بنابراین، رویکرد «سازگاری» در حال حاضر مؤثرترین راه‌حل موجود برای متعادل‌سازی این اثرهاست. در نتیجه، بسیاری از محققان در تلاش‌اند دریابند که چگونه می‌توانند ظرفیت سازگاری افراد و جوامع را در پاسخ به تأثیرات تغییرات اقلیمی افزایش دهند (خانیان و همکاران، ۲۰۱۹).

پدیدهٔ تغییر اقلیم فقط در مسائل طبیعی تأثیرگذار نیست. یکی از مهم‌ترین پیامدهای آن تأثیرگذاری در مسائل اجتماعی و اقتصادی است، از جمله مهم‌ترین آن بروز جنگ و ناامنی‌هایی است که در اثر بحران آب به‌وجود می‌آید. بنابراین، برخورداری از دانش و اطلاعات در مورد تغییرات اقلیمی و اثر آن بر مسائل اجتماعی و اقتصادی نقش مهمی در بروز رفتارهای حفاظتی و پیشگیرانه در برابر این پدیده دارد، از جمله مهم‌ترین اقدامات در این زمینه افزایش بهره‌وری

اقتصادی آب ضمن کاهش محصولات کشاورزی و افزایش نقش خدمات و صنعت برای جبران خسارت بخش اقتصاد است. در دهه‌های اخیر افزایش جمعیت در شهرها و فعالیت آن‌ها در بخش‌های مختلف باعث بروز مشکلات اساسی شده که از جمله مهم‌ترین آن ایجاد جزیرهٔ حرارتی در شهرهاست که در طولانی‌مدت در تغییرات اقلیمی تأثیرگذار است؛ حتی این حالت آستانهٔ اقلیم آسایش را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تحقیقات انجام‌شده در ایران از آغاز وقوع پدیدهٔ گرمایش جهانی، به‌صورت کلی دما رو به افزایش است و بارش نیز با وجود تغییرپذیری زمانی و مکانی زیاد کاهش می‌یابد. مهم‌ترین اثر پدیدهٔ تغییر اقلیم افزایش فرین‌ها بوده است؛ به این صورت که یا بازهٔ زمانی و مکانی الگوهای آب‌وهوایی تغییر کرده است یا رخداد آن‌ها بیشتر یا کمتر از میانگین بوده است. اما پدیده‌های حدی مانند خشک‌سالی بیش از سایر پدیده‌ها تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرند؛ این امر باعث شده است که کم‌فشار سیبری تضعیف و پُرفشار جنب حاره تشدید شود. همچنین، وقوع پدیدهٔ گرد و غبار و افزایش بازهٔ زمانی و مکانی آن در کشور از پیامدهای مهم تغییر اقلیم و اثر آن در ایجاد خشک‌سالی‌هاست؛ هرچند در بعضی مطالعات نشان داده شده است که در برخی مناطق بارش افزایش می‌یابد؛ اما افزایش دما موجب افزایش تبخیر و تعرق شده و همچنان با کمبود منابع آبی در آینده مواجه خواهیم شد. بدین گونه که از میزان جریان‌های سطحی کاسته و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی فروکش خواهد کرد، سدها به مرور کارکرد خود را از دست خواهند داد، وضعیت آبخوان‌ها از حالت بحرانی به حالت فوق بحرانی تبدیل خواهد شد، متعاقباً تعداد و شدت وقایع سیل و خشک‌سالی افزایش خواهد یافت و به دنبال آن افزایش فرسایش‌های شدید هم دور از انتظار نخواهد بود. در این راستا افزایش تبخیر و تعرق باعث افزایش نیاز آبی محصولات کشاورزی شده و با وجود اینکه طول دورهٔ کشت افزایش یافته و همچنین زمان کشت محصولات تغییر کرده است، اثرهای تغییر اقلیم و گرمایش جهانی موجب کاهش راندمان کشت محصولات شده است؛ این اثرها متعاقباً باعث تغییر الگوی کشت و نوع محصولات شده است و امنیت غذایی، بهداشت انسان‌ها، و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به‌شدت صدمه دیده است. در این میان کارشناسان پیشنهاد داده‌اند که به‌منظور افزایش راندمان محصولات کشاورزی باید دانش کشاورزی را افزایش داد تا بتوان اثرهای تغییر اقلیم را تعدیل یا با آن سازگاری کرد. افزودن مواد آلی به خاک یکی از این پیشنهادهاست. در شهرها نیز تغییر اقلیم باعث افزایش آلودگی هوا، به وجود آمدن جزیرهٔ حرارتی، و در نهایت از بین رفتن آسایش اقلیمی شده است. همچنین، تغییرات اقلیمی به بروز مناقشات امنیتی و سیاسی منجر شده است که این حالت بیشتر مربوط به مناقشات بر سر بحران آب است. بدون توجه به اثرهای اقلیم در طرح‌های مختلف، موفقیت کمتری نصیب طراحان و کارشناسان در امر برنامه‌ریزی می‌شود. راه مستقیم کُندکردن روند افزایش دمای جهانی و تغییر اقلیم کاهش چشم‌گیر استفاده از سوخت‌های فسیلی و تلاش برای سازگاری با اثرهای تغییر اقلیم ازجمله افزایش شدت و تواتر خشک‌سالی‌هاست. همچنین، برخورداری از دانش و اطلاعات نقش مهمی در بروز رفتارهای حفاظتی و پیشگیرانه در مقابل تغییرات اقلیمی دارد. در نهایت، نتایج ارزیابی راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم بر اساس نشانگرهای اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی امنیت آبی نشان می‌دهد که جهت کاهش آسیب‌پذیری سیستم در دورهٔ آتی می‌بایست، ضمن افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی با افزایش راندمان آبیاری، فعالیت کشاورزی نیز کاهش یابد و به‌منظور جبران خسارت اقتصادی و اجتماعی، فعالیت در بخش خدمات و صنعت بیشتر شود. در این راستا تلاش‌های دولت در زمینهٔ بهبود بهره‌وری کشاورزی و توسعهٔ آبیاری بر اساس فناوری فعلی،

توسعهٔ فناوری‌های جدید و اصلاحات سیاست متمایز شده است. همچنین، عملکرد سازگاری کشاورزان نیز مشخص شده است و برخی از نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌ها برای افزایش ظرفیت سازگاری کشاورزان و کاهش تأثیرات منفی تغییرات آب و هوایی ارائه شده است. می‌توان پیشنهاد کرد که توازنی بین ظرفیت انطباقی ذهنی و درک تأثیر تغییرات آب‌وهوایی به‌وجود آید که در آن عامل پیوست مکانی می‌تواند تعادل را به نفع سازگاری بیشتر و مهاجرت کمتر متمایل کند. با توجه به اینکه تاکنون جامع‌ترین ارزیابی تغییرات اقلیمی جهانی توسط IPCC انجام شده است، نتایج مطالعهٔ حاضر را با گزارش پنجم IPCC مقایسه می‌کنیم. گزارش تلفیقی، محصول نهایی ارزیابی گزارش پنجم (AR5) شورای بین‌المللی تغییرات اقلیمی (IPCC) با نام تغییرات اقلیمی ۲۰۱۴ منتشر شده است. این گزارش شامل تأثیر مستقیم تغییرات آب‌وهوایی در سیستم‌های طبیعی و همچنین اثرهای مستقیم و غیرمستقیم بر سیستم‌های انسانی مانند سلامت انسان، امنیت غذایی، و امنیت اجتماعی است. بر اساس گزارش تلفیقی (SYR)، نفوذ انسان در سیستم آب‌وهوایی بدیهی و در حال رشد است و اثرهای آن در همهٔ قاره‌ها و اقیانوس‌ها دیده می‌شود. بسیاری از تغییرات مشاهده‌شده از دههٔ ۱۹۵۰ نسبت به دهه‌ها تا هزاران سال پیش بی‌سابقه بوده است. علاوه بر این، گزارش تلفیقی می‌گوید که فعالیت‌های انسانی بیشتر آب‌وهوا را مختل می‌کند و اثر خطرهای شدید، فراگیر، و غیرقابل‌برگشت برای مردم ایجاد می‌کند و اکوسیستم و تغییرات طولانی‌مدت را در همهٔ اجزای سیستم آب‌وهوایی به‌وجود می‌آورد. گرم‌شدن سیستم آب‌وهوایی یک پدیدهٔ بدیهی است و از دههٔ ۱۹۵۰ بسیاری از تغییرات مشاهده‌شده در طول دهه‌ها تا هزاران سال پیش بی‌سابقه بوده است. جو و اقیانوس گرم شده‌اند، میزان برف و یخ کاهش یافته و سطح آب دریا افزایش یافته است. به‌طور میانگین، بارندگی از سال ۱۹۰۱ در اواسط ماه‌های زمستان در نیمکرهٔ شمالی (بعد از سال ۱۹۵۱) افزایش یافته است. برای عرض‌های دیگر، روند متوسط مثبت یا منفی درازمدت در سطح منطقه با اطمینان کم همراه است. در طول سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۱، صفحات یخچال‌های گرینلند و قطب جنوب ذوب شدند که احتمالاً طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ مقدار آن افزایش یافته است. اندازهٔ یخچال‌ها تقریباً در سراسر جهان کاهش یافته‌اند. پوشش برف بهاره در نیمکرهٔ شمالی به میزان کم ادامه دارد. از اوایل دههٔ ۱۹۸۰ در اثر افزایش دمای سطح زمین و تغییر پوشش برف، دمای هوا در همهٔ نقاط جهان افزایش یافته است. در بسیاری از مناطق، تغییر نوع بارش یا ذوب‌شدن برف و یخ، تغییر سیستم‌های هیدرولوژیکی، تأثیرگذاری در کیفیت و کمیت منابع آبی بسیار مشاهده شده است. بسیاری از گونه‌های زمینی، آب‌های شیرین و دریایی، پهنه‌های جغرافیایی، فعالیت‌های فصلی، الگوهای مهاجرت، فراوانی و ارتباطات گونه‌ها در واکنش به تغییرات اقلیمی جاری تغییر کرده است. اثرهای منفی تغییرات اقلیمی بر تولید محصول بیشتر از اثرهای مثبت آن بوده است. تغییر در بسیاری از رویدادهای شدید آب‌وهوا و شرایط آب‌وهوایی از سال ۱۹۵۰ دیده شده است. برخی از این تغییرات به تأثیرات انسانی مرتبط است، ازجمله کاهش شدید دما در مناطق سرد، افزایش شدید درجهٔ حرارت در مناطق گرم، افزایش بیش از حد سطح آب دریا، و افزایش تعداد بارش‌های سنگین در بسیاری از مناطق. احتمال زیادی وجود دارد که در بعضی مناطق تعداد بارندگی‌های سنگین که کاهش یافته بود افزایش یافته باشد. تشخیص اخیر روند افزایشی بارش شدید و تخلیهٔ برخی از حوضه‌ها خطرهای ناشی از سیل در مقیاس منطقه‌ای را نشان می‌دهد. همچنین، بر میزان و شدت طوفان‌ها در دهه‌های اخیر افزوده شده است. محدودکردن تغییرات آب‌وهوایی نیازمند کاهش شدید و پایدار در انتشار گازهای گلخانه‌ای است که همراه با انطباق می‌تواند خطرهای تغییرات اقلیمی را محدود کند. انتشار گازهای گلخانه‌ای انسانی به‌طور عمده در اثر افزایش جمعیت، فعالیت اقتصادی، شیوهٔ زندگی، مصرف انرژی، الگوهای استفاده از زمین، تکنولوژی، و سیاست آب‌وهوا است. پیش‌بینی می‌شود تغییرات آب‌وهوایی موجب تضعیف امنیت غذایی شود. با توجه به پیش‌بینی تغییرات آب‌وهوایی

در اواسط قرن ۲۱ و فراتر از آن، توزیع مجدد گونه‌های دریایی در سطح جهان و کاهش تنوع زیستی دریایی در مناطق حساس می‌تواند به تأمین پایدار بهره‌وری و دیگر خدمات اکوسیستم کمک کند. در زمینهٔ تولید محصولاتی مانند گندم، برنج، و ذرت در مناطق گرمسیری و معتدل، تغییرات آب‌وهوایی بدون انطباق، در صورت افزایش درجهٔ حرارت به بیش از ۲ درجهٔ سانتی‌گراد از اواخر قرن بیستم به تأثیرگذاری منفی در تولید منجر خواهد شد اگرچه مکان‌های مختلف ممکن است با هم تفاوت داشته باشند. پیش‌بینی می‌شود در مناطق شهری تغییرات آب‌وهوایی خطرها را برای انسان، دارایی‌ها، اقتصادها، و اکوسیستم‌ها افزایش دهد که شامل گرما، طوفان و بارش‌های شدید، سیلاب‌های داخلی و ساحلی، لغزش‌های زمینی، آلودگی هوا، خشک‌سالی، کمبود آب، افزایش سطح دریا و طوفان است. زیان‌های اقتصادی با افزایش دما تشدید می‌شود. پیش‌بینی می‌شود تغییرات آب‌وهوا جابه‌جایی جمعیت را افزایش دهد. سازگاری و مقابله با تغییر اقلیم استراتژی‌های مکمل برای کاهش و مدیریت خطرهای تغییرات آب‌وهوایی است. کاهش شدید انتشار گازهای گلخانه‌ای طی چند دههٔ آینده می‌تواند خطرهای آب‌وهوایی را در قرن بیست‌ویکم کاهش دهد و موجب کاهش هزینه‌ها و کاهش چالش‌های درازمدت شود و به مسیرهای انعطاف‌پذیری برای توسعهٔ پایدار کمک کند.

با توجه به مطالعات تغییر اقلیم در ایران و مطالعات جهانی، ملاحظه می‌شود که نتایج حاصل از این مطالعه دقیقاً مطابق با مطالعات جهانی است؛ بدین گونه که در هر دو مطالعه ثابت شده است که تغییر اقلیم باعث افزایش دما، کاهش بارش، افزایش فرین‌ها می‌شود. با توجه به روند کاهشی بارش و روند افزایشی دما در درصد بسیار بالایی از پهنهٔ سرزمین ایران، رخداد مخاطرات اقلیمی و محیطی ناشی از آن همانند امواج گرمایی، خشک‌سالی، و سیل نیز می‌تواند در آینده افزایش یابد. همچنین، تغییر اقلیم تهدیدی جدی برای انسان‌ها چه در زمینهٔ اقتصادی چه در زمینه‌های سیاسی و امنیتی خواهد بود. هم مطالعات داخل ایران هم مطالعات جهانی تنها راه مقابله با تغییر اقلیم را افزایش دانش در این زمینه دانسته و پیشنهاد داده‌اند که با کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی تا حدی از پدیدهٔ تغییر اقلیم جلوگیری شود تا بتوان با آن سازگاری کرد یا اثر آن را کاهش داد. در این راستا، تحقیقات و مطالعات باید روش‌های جدیدی برای کشف برنامه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای درنظر بگیرند تا بر افزایش خطر اثر تغییرات آب‌وهوایی غلبه کرد. برای کاهش تأثیرات مخرب آب‌وهوا و گرم‌شدن کرهٔ زمین در جامعهٔ انسانی و محلی، توصیه می‌شود استراتژی‌های مدیریت تطبیقی تغییر اقلیم در این مناطق در اولویت قرار گیرد.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آبابایی، ب.؛ سهرابی، ت.؛ میرزایی، ف.؛ رضاوردی‌نژاد و کریمی، ب. (۱۳۸۹). اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ رودشت اصفهان)، دانش آب و خاک) دانش کشاورزی(، ۱/۲۰(۳): ۱۳۵-۱۵۰.

آبکار، ع.؛ حبیب‌نژاد، م.؛ سلیمانی، ک. و نقوی، ه. (۱۳۹۲). بررسی میزان کارایی مدل SDSM در شبیه‌سازی شاخص‌های دمایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مهندسی آبیاری و آب ایران، ۴(۱۴): ۱-۱۷.

آبکار، ع.؛ حبیب‌نژاد، م.؛ سلیمانی، ک. و نقوی، ه. (۱۳۹۳). حساسیت مدل ریزمقیاس‌نمایی SDSM به داده‌های بازتحلیل‌شده در مناطق خشک، خشک بوم، ۴(۲): ۱۱-۲۶.

آزاد، ب.؛ افضلی، س. و قنبریان، غ. (۱۳۹۸). مدل‌سازی تأثیر تبدیل پوشش گیاهی و تغییر اقلیم بر دینامیک ذخیرهٔ کربن آلی خاک در یک اکوسیستم پیچیده، مجلهٔ الکترونیک مدیریت خاک و تولید پایدار، ۹(۱): ۸۳-۹۹.

اسلامیان، س. و اخروی، س. (۱۳۹۴). نگاه کمّی به پدیدهٔ تغییر اقلیم و راهکارهای سازش با آن، سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۳(۳): ۱۵-۲۶.

اکبری، م.؛ ناصرزاده، م. و صیاد، و. (۱۳۹۸). بررسی روند تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیلی اتمسفر و دمای شهر تهران در شرایط تغییر اقلیم، همایش بین‌المللی تغییر اقلیم، پیامدها، سازگاری و تعدیل.

اکبریان اقدم، ا.؛ احمدوند، ع. و علی‌محمدی، س. (۱۳۹۴). تولید سناریوهای بلندمدت جریان تحت تأثیر تغییر اقلیم و تحلیل آن‌ها (بررسی موردی: حوضهٔ آبریز سد کارون ۴)، علوم محیطی، ۱۳(۲): ۲۳-۳۶.

امانی، ز.؛ دیهیم فرد، ر. و مختصی بیدگلی، ع. (۱۳۹۵). بررسی خشکی تحت شرایط افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم در گندم دیم استان فارس با استفاده از شاخص خشکی، تولید گیاهان زراعی) مجلهٔ الکترونیک تولید گیاهان زراعی(، ۹(۲): ۱۵۱-۱۷۴.

امیدوار، ک.؛ ابراهیمی، ر. و مزیدی، ا. (۱۳۹۵). واکاوی اثر گرمایش جهانی بر درجهٔ ساعت‌های گرمایش و سرمایش ماهانهٔ ایران، برنامه‌ریزی و آمایش فضا) مدرس علوم انسانی(، ۲۰(۲): ۴۱-۶۴.

امیدوار، ک.؛ ابراهیمی، ر.؛ داداشی رودباری، ع. و ملک میرزایی، م. (۱۳۹۴). واکاوی زمانی- مکانی فرین‌های سرد ایران تحت تأثیر گرمایش جهانی به‌منظور کاهش مخاطرات، مدیریت مخاطرات محیطی، ۲(۴): ۴۲۳-۴۳۷.

انصاری، ث.؛ مساح بوانی، ع. و باقری، ع. (۱۳۹۷). ارزیابی راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم بر اساس نشانگرهای اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی امنیت آبی، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۴(۵): ۲۳۷-۲۵۳.

بابائیان، ا.؛ نجفی نیک، ز.؛ زابل عباسی، ف.؛ حبیبی نوخندان، م.؛ ادب، ح. و ملبوسی، ش. (۱۳۸۸). ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دورهٔ ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو ECHO--G. جغرافیا و توسعه، ۷(پیاپی ۱۶)، ۱۳۵-۱۵۲.

بابائیان، ا.؛ فهیمی‌نژاد، ا.؛ باعقیده، م.؛ کریمیان، م.؛ مدیریان، ر. و بیاتانی، ف. (۱۳۹۶). چشم‌انداز اقلیم حوضهٔ جنوبی دریای خزر تحت شرایط گرمایش جهانی، مطالعهٔ موردی: مدل گردش کلی HadCM3، مخاطرات محیط طبیعی، ۶(۱۴): ۱۷-۳۴.

باعقیده، م.؛ عسگری، ا. و کاشکی، ع. (۱۳۹۶) ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر روند و ساختار پارامترهای آب‌وهوایی مؤثر بر تولید پسته مطالعهٔ موردی: سبزوار، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۸(۲۹): ۳۲-۱۷.

باهک، ب.؛ احمدی، م. و صفردوست، م. (۱۳۹۴). بررسی تغییرات درجهٔ حرارت و بارش ایستگاه بندرعباس با روش من- کندال، علوم جغرافیایی) جغرافیای کاربردی(، ۱۱(۲۲): ۱۵-۲۷.

بخشایی، ش.؛ غفاری، گ. و خدامرادپور، م. (۱۳۹۶). ارزیابی تغییر اقلیم در حوضهٔ سد قشلاق در دههٔ آینده با استفاده از ریزگردانی داده‌های مدل گردش عمومی جو، مخاطرات محیط طبیعی، ۶(۱۳): ۱۵-۳۰.

برزگری بنادکوکی، ف. (۱۳۹۷). پیش‌بینی تغییرات سطح آبخوان زیرزمینی دشت یزد- اردکان با استفاده از مدل‌های شبکهٔ عصبی و مدل تجزیهٔرگرسیون چندگانهٔ خطی هیدروگراف آبخوان، مجلهٔ علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۲(۴۲): ۱۰۲-۱۱۱.

پرهیزکاری، ا.؛ محمودی، ا. و شوکت فدایی، م. (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضهٔ آبخیز شاهرود، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۹(۱ (پیاپی ۳۳)): ۲۳-۴۹.

پرهیزکاری، ا.؛ صبوحی، م.؛ احمدپور، م. و بدیع برزین، ح. (۱۳۹۳) شبیه‌سازی پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری (مطالعهٔ موردی: شهرستان زابل)، مجلهٔ اقتصاد، ۲۸(۲): ۱۶۴-۱۷۶.

پزشکی، آ.؛ اسماعیلی، ک. و فرید حسینی، ع. (۱۳۹۷). تأثیر خشک‌سالی بر روند تغییر و پیش‌بینی خصوصیات هیدرولوژیکی حوضهٔ آبریز مؤثر بر دبی مطالعهٔ موردی (حوضهٔ کشف‌رود)، نشریهٔ آبیاری و زهکشی ایران، ۱۲(۲): ۲۳۹-۲۴۷.

پورعلی حسین، ش. و مساح بوانی، ع. (۱۳۹۴). پیش‌بینی خشک‌سالی استان آذربایجان شرقی در دورهٔ ۲۰۲۲-۲۰۱۳ میلادی، مجلهٔ جغرافیا و توسعه، ۱۳(۳۸): ۱۸۹-۲۰۴.

پورکریمی، ز.؛ مقدسی، م.؛ محسنی موحد، س. و دلاور، م. (۱۳۹۷). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر خصوصیات خشک‌سالی هیدرولوژیکی و کشاورزی حوضهٔ زرینه‌رود با استفاده از شاخص‌های SRI و SSWI و مدل SWAT، تحقیقات آب و خاک ایران) علوم کشاورزی ایران(، ۴۹(۵): ۱۱۴۵-۱۱۵۷.

جلالی چیمه، ز.؛ گندمکار، ا.؛ خداقلی، م. و بتولی، ح. (۱۳۹۷). مقایسهٔ ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس گل محمدی در شرایط تغییر اقلیم مطالعهٔ موردی: باغستان‌های کاشان، کامو، برزک، قمصر، نیاسر، و نطنز، فصل‌نامهٔ تحقیقات جغرافیایی، ۳۴(۱): ۴۱-۵۰.

جمالی، ز. و خورانی، ا. (۱۳۹۵). پیش‌بینی تغییرات فصلی و ماهانهٔ تبخیر و تعرق پتانسیل و پارامترهای اقلیمی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو ۳HADCM در دو ایستگاه خشک و نیمه‌خشک، مجلهٔ ترویج و توسعه آبخیزداری، پیاپی ۱۲.

جهان‌بخش اصل، س.؛ خورشیددوست، ع.؛ عالی‌نژاد، م. و پوراصغر، ف. (۱۳۹۵). تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش با درنظرگرفتن عدم قطعیت مدل‌ها و سناریوهای اقلیمی (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ شهرچای ارومیه)، هیدروژئومورفولوژی، ۳(۷): ۱۰۷-۱۲۲.

جهان‌بخش اصل، س.؛ دین‌پژوه، ی. و عالی‌نژاد، م. (۱۳۹۸). تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب ناشی از ذوب برف (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز شهرچای ارومیه)، نشریهٔ جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۳(۶۷): ۹۱-۱۰۷.

جهان‌تیغ، م.؛ کاراندیش، ف. و دلبری، م. (۱۳۹۵). تحلیل اثرات تقویم کشت بر نیاز آبی گندم در استان سیستان و بلوچستان در شرایط تغییر اقلیم، مجلهٔ آبیاری و زهکشی ایران، ۱۰(۴): ۴۸۹-۴۹۸.

حافظ‌پرست مودت، م.؛ بافکار، ع. و پناهی، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی عدم قطعیت تغییر اقلیم و اثرات آن بر احتمال تواتر آبدهی ورودی سد جامیشان، حفاظت منابع آب و خاک، ۶(۳): ۱۹-۴۱.

حافظ‌پرست، م.؛ عراقی‌نژاد، ش. و شریف‌آذری، س. (۱۳۹۴). معیارهای پایداری در ارزیابی مدیریت یک‌پارچهٔ منابع آب حوضهٔ آبریز ارس بر اساس رویکرد DPSIR، نشریهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۲(۲): ۶۱-۷۷.

حصیرچیان، م.؛ ذهبیون، ب. و خزائی، م. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد مدلSDSM در بررسی اثر تغییر اقلیم بر بارش و دما، مهندسی آبیاری و آب ایران، ۹(۳۴): ۱۰۸-۱۲۰.

خلیلیان، ص.؛ شمشادی، ک.؛ مرتضوی، ا. و احمدیان، م. (۱۳۹۳). بررسی اثرات رفاهی ناشی از تغییر اقلیم بر روی محصول گندم در ایران، اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی، ۲۸(۳): ۲۹۲-۳۰۰. doi: 10.22067/jead2.v0i0.35472

خورانی، ا. و جمالی، ز. (۱۳۹۵). اثر تغییر اقلیم بر شدت و مدت خشک‌سالی در ایستگاه‌های خشک و نیمه‌خشک (بندرعباس و شهرکرد) تحت مدل HADCM3، جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۰(۵۷): ۱۱۵-۱۳۱.

خوش‌اخلاق، ف.؛ احمدی، ن. و کریمی احمدآباد، م. (۱۳۹۸). واکاوی همدید اثر گرمایش جهانی بر روند دمای ترازهای جوّی در ایران، اطلاعات جغرافیایی، ۲۸(۱۰۹): ۲۱۱-۲۲۲.

خوشرو، ع.؛ گندمکار، ا. و حاجیان، ع. (۱۳۹۵). مطالعهٔ روند تغییرات دمای حداکثر در ایران مرکزی طی نیم قرن گذشته و رابطهٔ آن با نوسان اقیانوس اطلس شمالی و جنوبی، فصل‌نامهٔ جغرافیا) برنامه ریزی منطقه ای(، ۶(۳): ۱۹-۳۴.

خوش‌روش، م.؛ میرناصری، م. و پسرکلو، م. (۱۳۹۶). آشکارسازی روند تغییرات بارش شمال کشور با استفاده از آزمون غیرپارامتری من- کندال، پژوهشنامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز، ۸(۱۶)، ۲۲۳-۲۳۱.

دارند، م. (۱۳۹۴). ارزیابی و شناخت تغییر اقلیم در ایران زمین طی دهه‌های اخیر، مجلهٔ علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۹(۳۰): ۱-۱۴.

دانش‌فراز، ر. و رزاق‌پور، ه. (۱۳۹۳). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق پتانسیل در استان آذربایجان غربی، فضای جغرافیایی، ۱۴(۴۶): ۱۹۹-۲۱۱.

داودی، ع. و مرادجانی، ش. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی تغییرات آب‌وهوایی ایران طی دهه‌های اخیر، علوم جغرافیایی) جغرافیای کاربردی(، ۱۴(۲۹): ۸۲-۹۰.

دستان، س.؛ سلطانی، ا.؛ نورمحمدی، ق.؛ مدنی، ح. و یدی، ر. (۱۳۹۵). تخمین ردپای کربن و پتانسیل گرمایش جهانی در نظام‌های تولید برنج، علوم محیطی، ۱۴(۱): ۱۹-۲۸.

دسترنج، ع.؛ شهبازی، ع.؛ محسنی ساروی، م.؛ صالح‌نسب، ا. و جعفری، ش. (۱۳۹۵). مدل‌سازی اقلیم و مقایسهٔ تغییرات پارامترهای اقلیمی در جبههٔ شمالی و جنوبی البرز با استفاده از مدل SDSM، مجلهٔ علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۰(۳۲): ۱۱-۲۵.

دوستان، ر. و علیجانی، ب. (۱۳۹۴). تغییر اقلیم در ایران با رویکرد سینوپتیک، جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، ۱۳(۲ (پیاپی ۲۵)): ۸۹-۱۱۳.

ذهبیون، ب.؛ گودرزی، م. و مساح بوانی، ع. (۱۳۸۹). کاربرد مدل SWAT در تخمین رواناب حوضه در دوره‌های آتی تحت تأثیر تغییر اقلیم، پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۱(۳- ۴): ۴۵-۶۰.

رجبی، م.؛ سلطانی، ا.؛ زینلی، ا. و سلطانی، ا. (۱۳۹۱). ارزیابی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از آن در تولید گندم در گرگان، تولید گیاهان زراعی) مجلهٔ الکترونیک تولید گیاهان زراعی(، ۵(۳): ۲۳-۴۴.

رحمانی، ص.؛ یزدان‌پناه، م.؛ فروزانی، م. و عبدشاهی، ع. (۱۳۹۷). بررسی باورها و راهبردهای سازگاری کشاورزان با شرایط کمبود آب و عوامل مؤثر بر آن‌ها در شهرستان ممسنی، پژوهش آب در کشاورزی) علوم خاک و آب(، ۳۲(۲ (ب)): ۳۲۱-۳۴۰.

رحیمیان، م. (۱۳۹۵). عوامل اثرگذار بر مدیریت پایدار منابع آب در بین گندم‌کاران آبی شهرستان کوهدشت، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۲(۲): ۲۳۳-۲۴۷.

رزاقیان، ه.؛ شاهدی، ک. و حبیب‌نژادروشن، م. (۱۳۹۵). ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر رواناب حوزهٔ آبخیز بابل‌رود با استفاده از مدل IHACRES، مهندسی آبیاری و آب ایران، ۶(۲۶): ۱۵۹-۱۷۲.

رضایی زمان، م.؛ مرید، س. و دلاور، م. (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر متغیرهای هیدروکلیماتولوژی حوضهٔ سیمینه‌رود، آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(، ۲۷(۶): ۱۲۴۷-۱۲۵۹.

روستایی، م.؛ سهرابی، ت.؛ مساح بوانی، ع. و احدی، م. (۱۳۹۱). بررسی عملکرد و بهره‌وری آب گیاه ذرت در سطوح مختلف ریسک تحت تأثیر تغییر اقلیم در دورهٔ ۲۰۳۹-۲۰۱۰، آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(، ۲۶(۲): ۳۶۱-۳۷۱.

روشن، غ.؛ اوجی، ر.؛ نجفی، م. و شاهکویی، ا. (۱۳۹۰). دورنمای تأثیر گرمایش جهانی بر تغییرات درجه- روز مورد نیاز گندم برای خوشه‌های آب و هوایی مختلف ایران، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱(۴): ۹۳-۱۰۸.

روشن، غ.؛ خوش‌اخلاق، ف. و عزیزی، ق. (۱۳۹۱). آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش‌یابی مقادیر دما و بارش ایران، تحت شرایط گرمایش جهانی، جغرافیا و توسعه، ۱۰(پیاپی ۲۷): ۱۹-۳۵.

زارعی، آ.؛ اسدی، ا.؛ ابراهیمی، ع.؛ جعفری، م. و ملکیان، آ. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات پارامترهای بارش و دما تحت سناریوهای اقلیمی در مراتع استان چهارمحال و بختیاری، مرتع، ۱۲(۴): ۴۲۶-۴۳۶.

زبیدی، طاهره؛ زائری، هاجر و یزدان‌پناه، مسعود (۱۳۹۶). دانش کارشناسان و محققان کشاورزی استان خوزستان نسبت به تغییر اقلیم، پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی، ۹(۴۲): ۱۲-۲۶. doi: 10.22092/jaear.2017.108541.1324

زیرک‌زاده، س. و بذرافشان، ج. (۱۳۹۱). تحلیل زمانی- مکانی شدت خشک‌سالی در دوره‌های آتی تحت تأثیر تغییر اقلیم با استفاده از مدل (CGCM3) در استان اصفهان، نیوار، ۳۷(۸۳-۸۲): ۵۹-۷۲.

سلیمانی نمادگانی، م.؛ پارسی‌نژاد، م.؛ عراقی‌نژاد، ش. و مساح بوانی، ع. (۱۳۹۱). بررسی رخداد تغییر اقلیم و تأثیر آن بر زمان کاشت، طول دورهٔ رشد، و نیاز آبی گندم زمستانه (مطالعهٔ موردی: بهشهر)، مجلهٔ پژوهش آب ایران، ۶(۱۰): ۱۱-۲۰.

سهرابی ملایوسف، س.؛ فاخری‌فرد، ا. و بزرگ حداد، ا. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر نوبتی بارش‌های پاییز و زمستان بر عملکرد سالانهٔ دیم با استفاده از شاخص زمان- بارش (RTI)، آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(، ۲۶(۱): ۷۵-۸۴.

سهرابیان، ا.؛ مفتاح هلقی، م.؛ قربانی، خ.؛ گلیان، س. و ذاکری‌نیا، م. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر آبدهی حوضه با دخالت مدل هیدرولوژی (مطالعهٔ موردی حوضهٔ گالیکش در استان گلستان)، مجلهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۲(۲): ۱۱۱-۱۲۵.

سیاری، ن.؛ علی‌زاده، ا.؛ بنایان اول، م.؛ فریدحسینی، ع. و حسامی کرمانی، م. (۱۳۹۰). مقایسهٔ دو مدل گردش عمومی جو (CGCM2،HadCM3) در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی و نیاز آبی گیاهان تحت تغییر اقلیم (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ کشف‌رود)، آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(، ۲۵(۴): ۹۱۲-۹۲۵.

سیاری، ن.؛ علی‌زاده، ا.؛ بنایان اول، م.؛ فریدحسینی، ع. و حسامی کرمانی، م. (۱۳۹۰). بررسی روند خشک‌سالی تحت شرایط تغییر اقلیم در حوضه کشف رود (ایستگاه مشهد) در دوره‌های آتی با استفاده از مدل HadCM3 و دو سناریوی انتشار A2 و B2، پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۲(۷-۸): ۲۱-۴۲.

شاهسونی، ع.؛ یاراحمدی، م.؛ مصداقی‌نیا، ع.؛ یونسیان، م.؛ جعفرزاده، ن.؛ نعیم‌آبادی، ا.؛ ثالثی، م. و ندافی، ک. (۱۳۹۱). تحلیل روند گرد و غبار ورودی به ایران با تأکید بر استان خوزستان، حکیم، ۱۵(۳): ۱۹۲-۲۰۲.

شائمی، ا. (۱۳۸۷). ارزیابی حساسیت مناطق بیوکلیمایی ایران به گرمایش جهانی با استفاده از مدل هولدریج، مدرس علوم انسانی(جغرافیا)، ۱۲(۲ (پیاپی ۵۷)): ۹۷-۱۱۷.

شبستانی، ع.؛ درزی نفت‌چالی، ع. و کاراندیش، ف. (۱۳۹۵). پیش‌بینی و تحلیل عدم قطعیت تبخیر- تعرق گیاه مرجع در شرایط تغییر اقلیم در شیرا، مجلهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۳(۵): ۱۵۹-۱۷۴. doi: 10.22069/jwfst.2017.10585.2501

شیخ‌بیکلو اسلام، ب. (۱۳۹۷). تأثیرات تغییر اقلیم و خشک‌سالی بر جوامع انسانی ایران از نوسنگی تاکنون، سیزدهمین کنگرهٔ انجمن جغرافیایی ایران، تهران، https://civilica.com/doc/860430

شیروانی مقدم، س. و سعیدی مفرد، س. (۱۳۹۷). سنجش اثرگذاری توزیع فضایی جمعیت بر تغییر اقلیم شهری با تأکید بر جزایر حرارتی) مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر مشهد، معماری و شهرسازی پایدار، ۶(۱): ۷۹-۸۸.

صالح‌نیا، ن.؛ علیزاده، ا. و سیاری، ن. (۱۳۹۳). مقایسهٔ دو مدل ریزمقیاس‌نمایی LARS-WG و ASD در پیش‌بینی بارش و دما تحت شرایط تغییر اقلیم و در وضعیت‌های آب‌وهوایی متفاوت، نشریهٔ آبیاری و زهکشی ایران، ۸(۲): ۲۳۳-۲۴۵.

صفرراد، ط.؛ عزیزی، ق.؛ محمدی، ح. و فرجی سبکبار، ح. (۱۳۹۴). تغییرپذیری شدت پُرفشار سیبری در دورهٔ تشدید گرمایش جهانی، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۴(۱۳): ۷۷-۹۴.

عجم‌زاده، ع. و ملایی‌نیا، م. (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب رودخانهٔ فیروزآباد استان فارس، با ریزمقیاس‌نمایی خروجی مدل‌های گردش جوی به وسیلهٔ نرم‌افزارهای SDSM و LARS-WG، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۲(۱): ۹۵-۱۰۹.

عرفانیان، م.؛ انصاری، ح.؛ علیزاده، ا. و بنایان اول، م. (۱۳۹۷). ریسک تولید گندم پاییزه متأثر از وقوع شرایط حدی اقلیمی ناشی از تغییر اقلیم (مطالعهٔ موردی: استان خراسان رضوی)، *مخاطرات محیط طبیعی*، ۷(۱۷): ۱۷۵-۱۹۴.

عزیزی، ق.؛ میری، م. و نبوی، س. (۱۳۹۱). ردیابی پدیدهٔ گرد و غبار در نیمهٔ غربی ایران، *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۲(۷): ۶۳-۸۱.

عظیم‌زاده، ی. و نجفی، ن. (۱۳۹۶). بیوچار، ماده‌ای با ویژگی‌های منحصربه‌فرد برای ترسیب کربن اتمسفر و کاهش گرمایش جهانی، *مدیریت اراضی*، ۵(۱): ۵۱-۶۳.

علیپور، ی.؛ حجازی‌زاده، ز.؛ اکبری، م. و سلیقه، م. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات پُرفشار جنب حاره تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیوار ایران با رویکرد تغییر اقلیم، مجلهٔ *مخاطرات طبیعی محیط زیست*، ۷(۱۸): ۱-۱۶. doi: 10.22111 / jneh.2017.3206

علیزاده، ا.؛ سیاری، ن.؛ حسامی کرمانی، م.؛ بنایان اول، م. و فریدحسینی، ع. (۱۳۸۹). بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیمی بر منابع و مصارف آب کشاورزی (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز رودخانهٔ کشف‌رود)، *آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(*، ۲۴(۴): ۸۱۵-۸۳۵.

فلاح، م. و فاخران اصفهانی، س. (۱۳۹۶). ارزیابی کیفیت آب تالاب بین‌المللی انزلی با استفاده از شاخص‌های کیفی، نشریهٔ *آب و توسعهٔ پایدار*، ۴(۲): ۲۳-۳۰.

قربانی، خ.؛ سهرابیان، ا.؛ سالاری جزی، م. و عبدالحسینی، م. (۱۳۹۵). پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر روند دبی ماهانهٔ رودخانه با به‌کاربردن مدل هیدرولوژیکی IHACRES (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز گالیکش)، *حفاظت منابع آب و خاک*، ۵(۴): ۱۹-۳۴.

قضاوی، ر.؛ غفاری، ع. و دخانی، س. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی آینده برآورد رسوب معلق حوزه‌های آبخیز (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز شهرکرد)، *پژوهشنامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز*، ۹(۱۸): ۲۷۱-۲۸۳.

قمقامی، م.؛ قهرمان، ن. و حجابی، س. (۱۳۹۲). آشکارسازی تأثیر تغییراقلیم بر خشک‌سالی‌های هواشناسی در شمال غرب ایران. *فیزیک زمین و فضا*، ۴۰(۱)، ۱۶۷-۱۸۴. doi: 10.22059/jesphys.2014.36704

قویدل رحیمی، ی. (۱۳۸۹). آشکارسازی آماری اثر گرمایش جهانی بر ناهنجاری‌های بارش سالانهٔ جلفا با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*) *مجلهٔ پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*(، ۲۱(۲ (پیاپی ۳۸)): ۶۵-۸۲.

کابلی، ح. (۱۳۹۵). تصویرسازی دمای هوا و تبخیر از مخازن آب، در شرایط تغییر اقلیم آتی (مطالعهٔ موردی: سد دز)، مجلهٔ *پژوهش آب ایران*، ۱۰(۲۳): ۱۰۱.

کریمی، م.؛ کاکی، س. و رفعتی، س. (۱۳۹۷). شرایط و مخاطرات اقلیمی آیندهٔ ایران در تحقیقات اقلیمی، نشریهٔ *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۵(۳): ۱-۲۲.

کلانکی، م. و کاراندیش، ف. (۱۳۹۴). پیش‌بینی اثرات بلندمدت تغییر اقلیم بر مؤلفه‌های اقلیمی در منطقهٔ مرطوب، مجلهٔ *مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۵(۲۰): ۱۳۱.

کوهی، م. و ثنایی‌نژاد، ح. (۱۳۹۲). بررسی سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس نتایج حاصل از دو روش ریزمقیاس‌گردانی آماری برای متغیر تبخیر- تعرق مرجع در منطقهٔ ارومیه، مجلهٔ *آبیاری و زهکشی ایران*، ۷(۴): ۵۵۹.

کهیش، ن.؛ اندرزیان، ب. و دادنیا، م. (۱۳۸۹). شبیه‌سازی تأثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد گندم تحت شرایط تغییر اقلیم با استفاده از مدل CERES-WEAT، نشریهٔ *نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی*، ش ۲۷.

گریوانی، ه. و گریوانی، ب. (۱۳۹۵). گازهای هیدراته در دریای خزر و ارزیابی تأثیرات گرمایش جهانی بر آن‌ها، *اقیانوس‌شناسی*، ۷(۲۶): ۳۳-۴۱.

گودرزی، م.؛ حسینی، م. و پاره‌کار، م .(1395) .کاربرد روش ریزمقیاس‌گردانی آماری در برآورد تغییر اقلیم حوزهٔ کرخه تا محل سد، مجلهٔ *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*،(35)10 :-51 ۶۴.

گودرزی، م.؛ خسروانیان، ج. و حجازی، س. (۱۳۹۴). کاربرد مدل LARS-WG در پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی حوضهٔ قره‌سو، فضای جغرافیایی، ۱۵(۵۱): ۲۶۳-۲۷۹.

گودرزی، م.؛ معتمدوزیری، ب. و میرحسینی، م. (۱۳۹۶). ارزیابی کاربست مدل IHACRES به‌منظور شبیه‌سازی رواناب سطحی در شرایط تغییر اقلیم: مطالعهٔ موردی حوزهٔ آبخیز کن، مجلهٔ *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، ۱۱(۳۸): ۸۳-۹۴.

گوهرنژاد، ح. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی مناطق در معرض پیشروی سطح آب دریا در اثر تغییر اقلیم (مطالعهٔ موردی: بندر شهید رجایی)، https://civilica.com/doc/863907

لاله‌زاری، ر.؛ یعقوب‌زاده، م. و حقایقی مقدم، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر رطوبت خاک مزارع به کمک مدل‌های SWAP و AOGCM، *دانش آب و خاک*، ۲۷(۱): ۹۵-۱۰۶.

لکزائیان‌پور، غ.؛ محمدرضاپور، ا. و مالمیر، م. (۱۳۹۵). ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر میزان رواناب رودخانهٔ نازلوچای در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه، *جغرافیا و توسعه*، ۱۴(۴۲): ۱۸۳-۱۹۸.

محمدلو، م.؛ حقی‌زاده، ع.؛ زینی‌وند، ح. و طهماسبی‌پور، ن. (۱۳۹۳). ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر روند تغییرات رواناب حوضهٔ آبخیز باراندوزچای در استان آذربایجان غربی با استفاده از مدل‌های چرخش عمومی جو. *اکوهیدرولوژی*، ۱(۱): ۲۵-۳۴.

محمدی مزرعه، ح. و تقوی، ف. (۱۳۸۴). روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۷(۵۳): ۱۵۱-۱۷۲.

محمدی، ح.؛ رنجبر، ف. و مقبل، م. (۱۳۹۵). اثرات گرمایش جهانی بر دمای کمینهٔ ایران، *جغرافیا*، ۱۴ (دورهٔ جدید)(۵۱): ۳۵۱-۳۶۶.

مدرسی، ف.؛ عراقی‌نژاد، ش.؛ ابراهیمی، ک. و خلقی، م. (۱۳۹۰). بررسی اثر تغییر اقلیم بر میزان آبدهی سالانهٔ رودخانه‌ها (مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ گرگانرود)، *آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(*، ۲۵(۶): ۱۳۶۵-۱۳۷۷.

مدرسی، ف.؛ عراقی‌نژاد، ش.؛ ابراهیمی، ک. و خیاط خلقی، م. (۱۳۸۹). بررسی منطقه‌ای پدیدهٔ تغییر اقلیم با استفاده از آزمون‌های آماری مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز گرگانرود- قره‌سو، *آب و خاک) علوم و صنایع کشاورزی(*، ۲۴(۳): ۴۷۶-۴۸۹.

مرادی، ر. و پورقاسمیان، ن. (۱۳۹۶). بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات مهم استان کرمان. *بوم شناسی کشاورزی*، ۹(۲)، ۳۸۹-۴۰۵.

مرادی، ر.؛ کوچکی، ع.؛ نصیری محلاتی، م. و منصوری، ح. (۱۳۹۴). تأثیر خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و کود نیتروژن بر بیلان کربن و پتانسیل گرمایش جهانی در کشت ذرت، *دانش کشاورزی و تولید پایدار) دانش کشاورزی(*، ۲۵(۱): ۲۹-۴۴.

مرتضوی‌زاده، ف. و گودرزی، م. (۱۳۹۷). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر روی رواناب سطحی و آب زیرزمینی با استفاده از مدل اقلیمی HadGEM2 (مطالعهٔ موردی هشتگرد)، *آب و خاک*، ۳۲(۲): ۴۳۳-۴۴۶. doi: 10.22067/jsw.v32i2.67160

مسعودیان، س. و منتظری، م. (۱۳۹۴). گرمایش جهانی و ستبرای نیمهٔ زیرین هواسپهر، تحقیقات جغرافیایی، ۳۰(۲ (پیاپی ۱۱۷)): ۱-۱۱.

مطیعی، ه. و تفکری، م. (۱۳۹۵). ارزیابی آماری تأثیر تغییر اقلیم بر رودخانه‌های پایین‌دست یخچال‌ها مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ سردآبرود چالوس، *علوم مهندسی آبیاری) مجلهٔ علمی کشاورزی(*، ۳۹(۳): ۸۵-۹۴.

مفاخری، ا.؛ سلیقه، م.؛ علیجانی، ب. و اکبری، م. (۱۳۹۷). مخاطرات ناشی از تمرکزگرایی بارش در ایران، نشریهٔ *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۶(۲۳): ۱۴۳.

موسوی، س.؛ کاراندیش، ف. و طبری، ح. (۱۳۹۵). تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰، مهندسی آبیاری و آب ایران، ۶(۲۵): ۱۵۲-۱۶۵.

مهرآذر، آ.؛ مساح بوانی، ع.؛ مشعل، م. و رحیمی خوب، ح. (۱۳۹۷). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی دشت هشتگرد با تأکید بر عدم قطعیت مدل‌های AOGCM گزارش ارزیابی پنجم IPCC، *علوم مهندسی آبیاری) مجلهٔ علمی کشاورزی(*، ۴۱(۳): ۴۵-۵۹.

مؤمنی، س. و زیبایی، م. (۱۳۹۲). اثرات بالقوهٔ تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس، *اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی*، ۲۷(۳): ۱۶۹-۱۷۹. doi: 10.22067/jead2.v0i0.29418

نجف‌پور، ب. (۱۳۸۶). نقش اقلیم در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط (با تأکید بر ایران)، *پیک نور -علوم انسانی*، ۵(۲(ویژهٔ جغرافیا)): ۱۱۶-۱۲۶. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=127350

نصرآبادی، ا. (۱۳۹۳). آموزش و مهارت‌های تدریس: برداشت‌های غیرعلمی از مفهوم تغییر اقلیم، *رشد آموزش جغرافیا*، ۱۰۸: ۳۲-۳۸

نصرتی، ک.؛ اسلامیان، س. و شهبازی، ا. (۱۳۸۳). بررسی اثر تغییر اقلیم بر خشکسالی هیدرولوژیک، https://civilica.com/doc/705592.

نگهبان، س.؛ روشن، غ. و آذری دهکردی، ف. (۱۳۸۸). مطالعهٔ ویژگی‌های اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل ماهانی (MAHANI) و تأثیر روند تغییر اقلیم بر روی آن، مجلهٔ *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، ۳(۷): ۵۹-۶۱.

نوده فراهانی، م.؛ راسخی، آ.؛ پرماس، ب. و کشوری، ع. (۱۳۹۷). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دما، بارش و خشک‌سالی‌های دورهٔ آتی حوضهٔ شادگان، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۴(۳): ۱۶۰-۱۷۳.

نوری، ن. و مساح بوانی، ع. (۱۳۹۶). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منحنی فرمان بهره‌برداری سدها (مطالعهٔ موردی سد دز)، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۳(۲): ۱۲۷-۱۳۹.

نوریان، ع. (۱۳۷۶). تردیدهای علمی در تغییر اقلیم کرهٔ زمین، *تحقیقات جغرافیایی*، ۴۵: ۶-۱۲.

وزارت نیرو (۱۳۹۰). *مطالعات تعیین حد بستر و حریم تالاب انزلی) گزارش زیست‌محیطی(*، شرکت مدیریت منابع آب ایران.

هاشمی‌نسب خبیصی، ف.؛ موسوی بایگی، م.؛ بختیاری، ب. و داوری، ک. (۱۳۹۲). پیش‌بینی تغییرات بارش ۲۰ سال آینده در استان کرمان با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس‌کنندهٔ LARS-WG و گردش عمومی HadCM3، نشریهٔ علمی- پژوهشی *مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۳(۴): ۴۳-۵۸.

یارمحمدی، س.؛ ذاکری‌نیا، م.؛ قربانی، خ. و سلطانی، ا. (۱۳۹۶). بررسی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر- تعرق و نیاز آبی گندم در منطقهٔ بجنورد، *مهندسی منابع آب*، ۱۰(۳۵): ۹۷-۱۰۹.

یازرلو، ب.؛ ذاکری‌نیا، م. و عبدالحسینی، م. (۱۳۹۴). پیش‌بینی بارش‌های سنگین با توجه به تأثیرات تغییر اقلیم قرن ۲۱ در ایستگاه‌های منتخب استان گلستان، مجلهٔ *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۲۲(۳): ۱۳۷-۱۵۰.

یعقوب‌زاده، م.؛ امیرآبادی‌زاده، م.؛ رمضانی، ی. و پوررضا بیلندی، م. (۱۳۹۶). بررسی عدم قطعیت سناریوهای انتشار تغییر اقلیم در برآورد رطوبت خاک در طی هفته‌های رشد گندم، نشریهٔ *آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۱(۴): ۵۸۶-۵۹۶.

یعقوب‌زاده، م.؛ امیرآبادی‌زاده، م.؛ رمضانی، ی. و پوررضابیلندی، م. (۱۳۹۶). بررسی عدم قطعیت مدل‌های گردش عمومی جو در برآورد رطوبت خاک تحت تأثیر تغییر اقلیم، *تحقیقات آب و خاک ایران) علوم کشاورزی ایران(*، ۴۸(۵): ۱۱۰۹-۱۱۱۹.

یعقوبی، ب.؛ حسینی، س. و نظیف، س. (۱۳۹۶). اثرات تغییر اقلیم بر رواناب خروجی از حوضهٔ آبخیز گاوه‌رود با درنظرگرفتن عدم قطعیت، *مهندسی منابع آب*، ۱۰(۳۲): ۷۱-۸۵.

یعقوبی، م. و مساح بوانی، ع. (۱۳۹۴). مقایسه و ارزیابی منابع مختلف عدم قطعیت در مطالعهٔ اثر تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌های نیمه‌خشک (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ رودخانهٔ اعظم- هرات یزد)، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۱۱(۳(مسلسل ۳۴)): ۱۱۳-۱۳۰.

Arnell, N. W. (2003). Effects of IPCC SRES* emissions scenarios on river runoff: a global perspective. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7(5): 619-641.

Ahmadi, A.; Abbaspour, M. and Namin, N. A. (2021). Assessment of Iran academic environmental education needs with climate change approach. International Journal of Environmental Science and Technology, 18(1): 49-56.

Ansari, S.; Massah, B. A. and Bagheri, A. (2019). Evaluation of Adaptation Strategies to Climate Change Based on Social, Economic and Environmental Water Security Indicators, 14(5): 265-277.

Akbarian Aghdam, A.; Ahmadvand, A.; Ali Mohammadi, S. (2015). Production of Long Term Flow Scenarios under Climate Change and Their Analysis, Environmental Science Quarterly, 13(2).

Amani, Z.; Deyhim Fard, R. and Moghadas Bidgoli, A. (2016). Investigation of Drought Under Conditions of Temperature Change Due to Climate Change in Rainfed Wheat in Fars Province Using Drought Index, Crop Production, Electronic Journal of Crop Production, 9(2):151-174.

Alizadeh, A.; Sayyari, N.; Hesami Kermani, M.; Banayan, M. and Farid Hosseini, A. (2010). Reference Study of Climate Change Impacts on Agricultural Water Resources and Consumption. Journal of Soil Water, 24(4): 815-835.

Azad, B.; Afzali, F. and Ghanbarian, G. (2019). Modeling the Impact of Vegetation Transformation and Climate Change on Soil Organic Carbon Storage Dynamics in a Complex Ecosystem, Soil Management and Sustainable Production, 9: 83-99.

Abkar, A.; Habibnejad, M.; Soleimani, K. and Naghavi, H. (2013). Evaluation of SDSM Model Performance in Simulating Temperature Indices in Arid and Semi-Arid Areas, Irrigation and Water Engineering of Iran, 4(14).

Abkar, A.; Habibnejad, M.; Soleimani, K. and Naghavi, H. (2015). Sensitivity of SDSM Micro-Scale Model to Re-Analyzed Data in Arid Areas, Dry Boom Journal, Vol. 4.

Ababai, B.; Sohrabi, T.; Mirzaei, F.; Rezavordi Nejad, V. and Karimi, B. (2010). Effect of Climate Change on Wheat Yield and its Risk Analysis, Soil and Water Knowledge, Agricultural Knowledge, 20(3): 135-150.

Ajamzadeh, A. and Molaeinia, M. (2016). Assessing the Impacts of Climate Change on Runoff in Firouzabad River, Fars Province, Using Exit Scale of Climate Circulation Models by LARS-WG and SDSM Software, Iranian Journal of Water Resources Research, 12(1).

Abbaspour, K. C., Faramarzi, M., Ghasemi, S. S., & Yang, H. (2009). Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. Water resources research, 45(10).

Alizadeh-Choobari, O. and Najafi, M. S. (2018). Extreme weather events in Iran under a changing climate. Climate Dynamics, 50(1): 249-260.

Azimzadeh, Y.and Najafi, N. (2017). Biuchar, A Material with Unique Properties for Carbon Sequestration and Global Warming Reduction, Land Management, 5(2): 51-63.

Azadi, Y.; Yazdanpanah, M. and aa hmoud,, .. (2019). nn drr snnrdnrg smhhhbddr frr mrr s' ddpptation behaviors through climate change beliefs, risk perception, trust, and psychological distance: Evidence from wheat growers in Iran. Journal of environmental management, 250: 109456.

Baguis, P.; Roulin, E.; Willems, P. and Ntegeka, V. (2010). Climate change scenarios for precipitation and potential evapotranspiration over central Belgium. Theoretical and Applied Climatology, 99: 273-286.

Bahak, B.; Ahmadi, M. and Safdarvast, M. (2015). Investigation of Temperature Changes and Reporting of Bandar Abbas Station Using Man-Kendal Method, Journal of Geographical Sciences, 11(22): 15-27.

Bani-Domi, M. (2005). Trend analysis of temperatures and precipitation in Jordan. Umm Al-Qura University Journal of Educational, Social Sciences & Humanities, 17(1): 15-36.

Baaghideh, M.; Asgari, E. and Kashki, A. (2017). Evaluation of Climate Change Consequences on Trend and Structure of Climatic Parameters Affecting Pistachio Production, Geographical Studies of Arid Regions, 8(29).

Bakhshi, S.; Ghaffari, G. and Khodadradpour, M. (2016). Climate Change Assessment in Qeshlagh Dam Basin in the Next Decade Using Climate Change Modeling of Public Climate Model: Journal of Environmental Hazards, 6: 15-30.

Barzegari, F. (1977). Forecasting Changes in Groundwater Aquatic Level of Yazd-Ardakan Plain Using Neural Network Models and Multiple Linear Regression Analysis of Aquifer Hydrograph, Iranian Journal of Watershed Science and Engineering, 12(42): 102-111.

Babaeian, E.; nagafineik, Z.; Zabolabasi, F.; habeibei, M.; Adab, H. and Malbisei, S. (2009). Climate Change Assessment over Iran During 2010-2039 by Using Statistical Downscaling of ECHO- G Model. Geography And Development Iranian Journal, 7(16): 135-152. doi: 10.22111/gdij.2009.1179.

Babaiyan, I.; Fahimi Nejad, E. Baqid, M.; Karimian, M.; Modirian, R. and Bayatani, F. (2018). Climate Landscape of Southern Caspian Basin under Global Warming Conditions, Case Study: HadCM3 General Circulation Model, Environmental Hazards, 6(14): 17-34.

Caprio, J.M.; Quamme, H.A. and Redmond, K.T. (2009). A statistical procedure to determine recent climate change of extreme daily meteorological data as applied at two locations in Northwestern North America. Climatic Change, 92: 65-81.

Caboli, H. (2016). Imaging air temperature and evaporation from water reservoirs, in future climate change, Iranian Journal of Water Research, 23: 101-110.

Christensen, N. S. and Lettenmaier, D. P. (2007). A multimodel ensemble approach to assessment of climate change impacts on the hydrology and water resources of the Colorado River Basin. Hydrology and Earth System Sciences, 11(4): 1417-1434.

Daneshvar, M. R. M.; Ebrahimi, M. and Nejadsoleymani, H. (2019). An overview of climate change in Iran: facts and statistics. Environmental Systems Research, 8(1): 1-10.

Delju, A. H.; Ceylan, A.; Piguet, E. and Rebetez, M. (2013). Observed climate variability and change in Urmia Lake Basin, Iran. Theoretical and applied climatology, 111(1): 285-296.

Draxler, R. R.; Gillette, D. A.; Kirkpatrick, J. S. and Heller, J. (2001). Estimating PM10 air concentrations from dust storms in Iraq, Kuwait and Saudi Arabia. Atmospheric Environment, 35(25): 4315-4330.

Darand, M. (2015). Climate Change Assessment and Recognition in Iran During Recent Decades, Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 9(30): 1-14.

Danesh Faraz; R, Razaghpour; H . (2014). Assessing the Impacts of Climate Change on Potential Evapotranspiration in West Azarbaijan Province, Geographical Space Journal,46, 199-211.

Davoodi, A. and Moradjani, Sh. (2018). Spatial Analysis of Iran's Climate Change in Recent Decades, Journal of Geographical Sciences, No. 29.

Dastan, S.; Soltani, A.; Nourmohammadi, Gh.; Madani, H. and Yadi, R. (2016). Estimation of Carbon Footprint and Global Warming Potential in Rice Production Systems, Environmental Science, 14(1): 19-28.

Dastaranjeh, A.; Shahbazi, A.; Saravi, M.; Salehansab, A. and Jafari, Sh. (2016). Climate Modeling and Comparison of Climate Parameters Changes in the North and South Fronts of Alborz Using SDSM Model, Iranian Watershed Management Science, 10(32).

Eslamian, S. and Akhroyi, S.A. (2015). Little Look at Climate Change and Its Adaptation Strategies: Rainwater Basin Systems, 8: 15-26.

Erfanian, M.; Ansari, H.; Alizadeh, A. and Banayan, M. (2017). Autumn Wheat Production Risk Affected by Climate Change Due to Climate Change, Natural Hazards, 7(17): 175-194.

Fowler, H. J.; Blenkinsop, S. and Tebaldi, C. (2007). Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 27(12): 1547-1578.

Frick, J.; Kaiser, F. G. and Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. Personality and Individual differences, 37(8): 1597-1613.

Fallah, M. and Fakhran, S. (2017). Water Quality Assessment of Anzali International Wetland Using Qualitative Indicators, Journal of Water and Sustainable Development, 4(2): 23-30.

Fuhrer, J. (2003). Agroecosystem responses to combinations of elevated CO2, ozone, and global climate change. Agriculture, Ecosystems & Environment, 97(1-3), 1-20.

Farsi, R. and Alijani, B. (2015). Climate Change in Iran with a Synoptic Approach, Journal of Geography and Regional Development, 13(2): 89.

Jamali, Z. and Khorani, A. (2016). Forecasting Seasonal and Monthly Evapotranspiration of Potential and Climate Parameters Using Exponential Microscopy of HADCM Atmospheric General Circulation Model Data at Two Dry and Semi-Dry Stations; Journal of Watershed Management Development, Consecutive 12.

Jahanbakhsh Asl. S.; Khorshidoust, A.; Alinejad, M. and Pour-Asghar, F. (2016). Impact of Climate Change on Temperature and Precipitation Considering the Uncertainty of Climate Models and Scenarios, Journal: Hydrogeomorphology, 7: 108.

Jahanbakhsh, S.; Dinh Pajouh, Y. and Alinejad, M. (2019). The Impact of Climate Change on Snowmelt Runoff, Journal of Geography and Planning, 67: 91-107.

Jahantigh, M.; Karandish, F. and Delbari, M. (2016). Analysis of the Effects of Cultivation Calendar on Water Requirement of Wheat in Sistan and Baluchestan Province under Climate Change, Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 10(4): 489-498.

Jalali, Z.; Gandomkar, A.; Morteza, Kh. and Hussein, B. (2018). Comparison of Essential Oil Compositions of Mohammadi Flower in Climate Change, Journal: Geographical Research, 131: 42-50.

Hagemann, S.; Göttel, H.; Jacob, D.; Lorenz, P. and Roeckner, E. (2009). Improved regional scale processes reflected in projected hydrological changes over large European catchments. Climate Dynamics, 32(6): 767-781. doi:10.1007/s00382-008-0403-9.

Hashemi, F. (2013). Mohammad Mousavi Baigi, Bahram Bakhtiari, Kamran Davari, Forecasting Changes in Precipitation in the Next 12 Years in Kerman Province, Journal of Irrigation and Water Engineering, 3(12).

Hajarpour, A.; Yousefi, M. and Kamkar, B. (2014). Assessment of Weather Assimilators of CLIMGEN, LARS-WG and Weather Man in Assimilation of three Different Climatic Parameters of three Different Climate (Gorgan, Gonbad and Mashhad). Geography and Development Iranian Journal, 12(35): 201-216.

Hmielowski, J. D.; Feldman, L.; Myers, T. A.; Leiserowitz, A. and Maibach, E. (2014). An attack on science? Media use, trust in scientists, and perceptions of global warming. Public Understanding of Science, 23(7): 866-883.

Hafez Parast Moadat, M.; Bafkar, A. and Panahi, E. (2014). Assessment of Climate Change Uncertainty and its Impacts on the Probability of Inlet Discharge Potential of Jamishan Dam, Conservation of Soil and Water Resources, 6(3): 19-41.

Hafez Parast, M.; Araghinejad, Sh. and Sharif Azari, S. (2015). Sustainability Criteria in Integrated Water Resources Management Assessment of Aras Basin Based on DPSIR Approach, Journal of Soil and Water Conservation, 22(2): 61-77.

Hasirchian, M.; Zahibion, B. and Khazaei, M. (2018). Evaluation of SDSM Model Performance in Investigating the Impact of Climate Change on Precipitation and Temperature, Journal of Irrigation and Water Engineering, 9(34).

IPCC, 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 [Core Writing Team, Pachauri, R.K., and Meyer, L.A., (eds.)]. 2014, IPCC, Geneva, Switzerland; 151 pp.

IPCC, (2007). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Pachauri, R.K., Reisinger, A. (Eds.), Core Writing Team. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 104. 527 II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. J. Environ. 37(6): 528 2407-2407.http://dx.doi:10.2134/jeq2008.0015br

Gholami, V.; Jolandan, M. A. and Torkaman, J. (2017). Evaluation of climate change in northern Iran during the last four centuries by using dendroclimatology. Natural Hazards, 85(3): 1835-1850.

Goyal, R. K. (2004). Sensitivity of evapotranspiration to global warming: A case study of arid zone of Rajasthan (India). Agricultural Water Management, 69: 1-11.

Grivani, H. and Grivani, B. (2016). Hydrated Gases in the Caspian Sea and Evaluation of Global Warming Effects on Them, Oceanography, 7(26): 33-41.

Goharnejad, H. (2017). Zoning of Areas Exposed to Sea Level Impact due to Climate Change, Application of GIS and Remote Sensing in Planning, 8(4).

Goodarzi, M.; Motamedvaziri, B. and Mir Hossein, M. (2016). Evaluation of IHACRES Model Application to Simulate Surface Runoff in Climate Change: A Case Study of Watershed Management, Iranian Journal of Watershed Science and Engineering, 13(11): 83-94.

Goodarzi, M.; Hosseini, M. and Parekar, M. (2016). Application of Statistical Micro Scale Method in Estimation of Climate Change in Karkheh Basin to Dam Location, Journal of Watershed Management Engineering, 35.

Ghamghami, M.; Ghahreman, N. and Hejab, S. (2013). Detecting the Impact of Climate Change on Meteorological Droughts in Northwest Iran. Journal of the Earth and Space Physics, 40(1): 167-184.

Ghorbani, K.; Sohrabian, E.; Salari Jazee, M. and Abdolhosseini, M. (2016). Forecasting the Impact of Climate Change on Monthly River Flow Using IHACRES Hydrological Model, Journal of Water and Soil, 5(4): 19-34.

Ghazavi, R.; Ghaffari, A. and Dokhani, S. (2018). Investigating the Impact of Future Climate Change on Suspended Sediment Watershed Estimation, Journal of Watershed Management, 9(18).

Ghavidel Rahimi, Y. (2010). Statistical Detection of the Effect of Global Warming on Jolfa Annual Precipitation Anomalies Using Artificial Neural Networks, Geography and Environmental Planning, Isfahan University of Humanities Research Journal, 21(2): 65-82.

Ghanian, M.; Ghoochani, O. M.; Dehghanpour, M.; Taqipour, M.; Taheri, F. and Cotton, M. (2020). nn drr snnndnng frr mrr s' mmuxm ddppooooo nmnnoon nn Irnn: a proooooo-motivation extended model. Land Use Policy, 94: 104553.

Kamal, A. (2009). Assessment of streamflow simulation and its transition probability in future periods under climate change. Master of Science Thesis, University of Tehran.

Kattenberg, A. and Giorgi, F. (2001). The scientific of climate change. The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 156-159.

Karimi, V.; Karami, E. and Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. Journal of Integrative Agriculture, 17(1): 1-15.

Karim, M. H.; Sardar Shahraki, A.; Kiani Ghalesard, S. and Fahimi, F. (2020). Management challenges and adaptations with climate change in Iran forests. Caspian Journal of Environmental Sciences, 18(1): 81-91.

Khanian, M.; Serpoush, B. and Gheitarani, N. (2019). Balance between place attachment and migration based on subjective adaptive capacity in response to climate change: the case of Famenin County in Western Iran. *Climate and Development*, 11(1): 69-82.

Kamali, B.; Houshmand Kouchi, D.; Yang, H. and Abbaspour, K. C. (2017). Multilevel drought hazard assessment under climate change scenarios in semi-arid regions—A case study of the Karkheh river basin in Iran. *Water*, 9(4): 241.

Khosravian, J.; Aouniq, M.; Goodarzi, M. and Hejazi, A. (2015). Application of LARS-WG Model in Forecasting of Meteorological Parameters of Gharehoo Basin, *Journal of Geography and Planning*, 15(53): 263-279.

Khorani, A. and Jamali Z. (2016). The Impact of Climate Change on the Intensity and Duration of Drought in Arid and Semi-Arid Stations, *Journal of Geography and Planning*, 2(57): 115-131.

Khoshravsh, M.; Mirnaaseri, M. and Pesarcloo, M. (2017). Detecting Trend Changes in Northern Iran Using Non-Parametric Man-Kendall Test, *Journal of Watershed Management*, 8(16): 223-231.

Khoshroo, A.; Gandomkar, A. and Hajian, A. (2016). Studying the Process of Peak Temperature Change in Central Iran Over the Past Half Century and Its Relation to the North and South Atlantic Oscillation, *Journal of Regional Planning Geography*, 6(3).

Khosh Akhlagh, F.; Ahmadi, N. and Karimi Ahmadabad, M. (2019). Simultaneous Analysis of Global Warming Effects on Climate Temperature in Iran: *Geographic Information*, 19: 211-222.

Khalilian, S.; Shamshadi, K.; Mortazavi, A. and Ahmadian, M. (2014). Investigating the Welfare Effects of Climate Change on Wheat Crop in Iran, *Economics and Agricultural Development*, 28(3): 292-300.

Kahish, N.; Andarzian, B. and Dadnia, M. (2010). Simulation of the Impact of Drought on Wheat Growth and Yield under Climate Change Using CERES-WEAT Model *Journal of Agricultural and Natural Resources Engineering*, 27.

Kalanaki, M. and Karandish, F. (2015). Predicting the Long-term Impacts of Climate Change on Climate Components in Wetlands, *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 5(20).

Keramat, A.; Marivani, B. anD Samsami, M. (2011). Climatic change, drought and dust crisis in Iran. *International Journal of Geological and Environmental Engineering*, 5(9): 472-475.

Keyantash, J. and Dracup, J. A. (2002). The quantification of drought: an evaluation of drought indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(8): 1167-1180.

Kouhi, M. and Sanaeinejad, H. (2014). Investigation of Climate Change Scenarios Based on the Results of Two Statistical Microscale Methods for Reference Evapotranspiration Variables in Urmia, *Irrigation and Drainage Area of Iran*, 7(4): 559-574.

Kirshenand, P H. and Vogel, R M. (1999). Indicators of impact of global climate change on U.S. water resources. ASCE; Journal of Water resource Planning and Management, 125(4); 194-204.Luo, Q. (2011). Temperature thresholds and crop production: a review. *Climatic Change*, 109(3): 583-598.

Liagati, H. (2014). New geography of climate change. Seminar on climate change and its impacts on natural ecosystems, http://sbu.ac.ir/Lists/News/DispForm.aspx?ID=1 3463. [In Persian]Laleh Zari R, Yaghoubzadeh M, Haghighi Moghaddam A. (2017). Evaluating the Impact of Climate Change on Soil Moisture Using SWAP and AOGCM Models, *Journal of Soil and Water Knowledge*, 27(1): 950-106.

Laxzaianpour, Gh.; Rezapour Umbani, M. and Malmir, M. (2016). Evaluation of the effects of climate change on the runoff of the Nazlochai River in Urmia Lake Watershed, *Geography and Development*, 14(42): 183-195.

Mitchell, T. D. (2003). Pattern scaling: an examination of the accuracy of the technique for describing future climates. *Climatic change*, 60(3): 217-242.

Mozayedi, A. and Narengi, M. (2016). Urban expansion and land use changes effect on climate elements, *Journal of Geographic Science Applied Research*, 40(16): 132-153.

Milfont, T. L. (2012). The interplay between knowledge, perceived efficacy, and concern about global warming and climate change: a one year longitudinal study. *Risk Analysis*, 32(6): 1003-1020.

Ministry of Power (2011). Anzali Wetland Limit and Privacy Studies (Environmental Report), Iranian Water Resources Management Company. 2011, P. 130.

Momeni, S. and Zebaei, M. (2013). Potential Impacts of Climate Change on Agriculture in Fars Province, *Journal of Agricultural Economics and Development*, 3: 169-179.

Mehr Azar, A.; Masah Bouwani, A.; Mashal, M. and Rahimi, R. (2018). Investigation of the Impacts of Climate Change on Hashtgerd Plain Agricultural Sector with Emphasis on Uncertainty of AOGCM Models Fifth IPCC Evaluation Report, *Journal of Irrigation Science and Engineering*, 41(3): 45-59.

Moradi, R. and Pourghasemian, N. (2018). Investigation of greenhouse gas emissions and global warming potential due to the use of chemical inputs in agricultural production of important crops in Kerman province: Cereals, *Journal of Agricultural Ecology*, 2.

Modaresi, F.; AraqiNejad, Sh.; Ebrahimi, K. and Kholghi, M. (2010). Regional Study of Transformational Phenomenon Using Statistical Examinations Case Study: Gorganrood-Ghare Soo Basin, *Water and Soil Journal*, 24(3): 476-489.

Mohammadloo, M.; Haghizadeh, A.; Zeinevand, H. and Tahmasebipour, N. (2014). Evaluation of Climate Change Effects on Changes in Runoff Runoff of Barandozchay Basin in West Azerbaijan Province Using General Rotation Models, Journal of Eco Hydrology, 1(1): 25-34.

Mortazavi Zadeh, F. and Goudarzi, M. (2018). Assessing the Impacts of Climate Change on Surface Runoff and Groundwater Using the HadGEM Climate Model, *Journal of Water and Soil*, 32(2): 433-436.

Mohammadi, H.; Ranjbar, F. and Moghbel, M. (2016). The Effects of Global Warming on the Minimum Temperature of Iran, *Geography*, 14(51): 351-366.

Masoudian, A. and Montazeri, M. (2015). Global Warming and the Lower Hemisphere Thickness, Geographical Research, 30(2), 1-11 Mousavi S; Karandish F; Tabari H. (2016). Temporal and

Spatial Changes in Rainfall in Iran Affected by Climate Change by 2100, *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 7(25).

Motie, H. and Tafakori, M. (2016). Statistical Assessment of the Impact of Climate Change on Downstream Glaciers Case Study: Sardarood Chalus River, *Irrigation Engineering Sciences Journal of Agricultural Science*, 39(39): 85-94.

Mohammadi, H. and Naghavi, F. (2005). Trend of Temperature and Precipitation Indicators in Tehran, *Geographical Researches*, 1(38): 151-172.

Najafpour, B. (2007). The Role of Climate in Environmental Planning and Management (with Emphasis on Iran). peyk Magazine.116 -126.

Nourian, A. (1997). Scientific Doubts on Climate Change, Geographical Research, *ISC*, 45: 6-12.

Negahban, S.; Roshan, Gh. and Azari Dehkordi F. (2009). Study of Climate Characteristics of Yazd City Using the Mahani Model (MAHANI) and its Impact on Climate Change, *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 3(7): 59-61.

Nosrati, K.; Eslamian, S. and Shahbazi, A. (2004). Investigating the Impact of Climate Change on Hydrological Drought, *Journal of Agriculture*, 6(1): 49-56.

Noori, N. and Masah Bouwani, A. (2016). Investigation of the Impacts of Climate Change on Dam Operation Steering Curve (Case Study of Dez Dam), *Iranian Water Resources Research Journal*, 13(2).

Nasrabadi, I. (2014). Teaching and Teaching Skills: An Unscientific Understanding of the Concept of Climate Change, *Geography Education Growth*, 108: 32-38.

Nodeh, F.; Ali, M.; Rasekhi, A.; Parmas, B. and Keshvari, A. (2018). Investigating the Impacts of Climate Change on Temperature, Precipitation and Droughts of the Future Shadegan Basin, *Iranian Journal of Water Resources Research*, 14(3): 1-6.

AAAA nnnd ooɑrm douumnnss, "oo dnnng rrrge saaee dust soɑrms,, 10, November, 2009.

Omidvar, K.; Ebrahimi, R. and Mazidi, A. (2016). Investigating the Effect of Global Warming on the Degree of Monthly Heating and Cooling Hours of Iran, Space Planning and Planning, *Teacher of Humanities*, 20(2): 41-64.

Orlovsky, L. and Orlovsky, N. (2002). *White sand storms in Central Asia. Global Alarm: Dust and Sand Storms from the World's Dry lands*. UNCCD, Bangkok, 169-201.

Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; Van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds). (2007). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Pereira, L. S.; Cordery, I. and Iacovides, I. (2002). Coping with water scarcity, UNESCO IHP VI, *Technical Documents in Hydrology*, No. 58, UNESCO, Paris, 267.

Prudhomme, C. and Davies, H. (2008). Assessing uncertainties in climate change impact analyses on the river flow regimes in the UK Part 2: future climate. *Climatic Change*, 93: 197-222.

Parhizgari, A.; Mahmoodi, A. and Fadaee, M. (2018). Assessing the Impacts of Climate Change on Available Water Resources and Agricultural Production in the Shahroud Watershed, *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(1): 23-50.

Pour Karimi, Z.; Moghaddasi, M.; Mohseni, A. and Delavar, M. (2018). Investigation of the Impacts of Climate Change on the Hydrological and Agricultural Drought Characteristics of Zarrineh Rood Basin, *Iranian Journal of Water and Soil Research*, 49(5).

Pourali Hossein, Sh. and Masah Bouwani, A. (2015). Drought Forecasting of East Azarbaijan Province, *Geography and Development*, No. 38.

Pezeshki, A.; Esmaili, K. and Faridhosseini, A. (2018). Impact of drought on the process of change and prediction of hydrological characteristics of catchment affecting discharge Iran Case Study, *Irrigation and Drainage*, 12(2): 239-247.

Panahi, E.; Bafkar, A. and Hafez Parast, M. (2018). Assessment of Climate Change Uncertainty and its Impacts on the Probability of Influence of Influence of Jamishan Dam Inlet, *Journal of Water and Soil Conservation*, 6(3): 19-42.

Quevauviller, P. (2011). Adapting to climate change: Reducing water-related risks in Europe-EU policy and research considerations. *Environmental Science and Policy*, 14(7): 722-729.

Rahimi, J.; Malekian, A. and Khalili, A. (2019). Climate change impacts in Iran: assessing our current knowledge. *Theoretical and Applied Climatology*, 135(1): 545-564

Rahimian, M. (2016). Factors Affecting Sustainable Water Resources Management among Water Wheat Workers in Kouh Dasht County. *Iranian Journal of Agricultural Extension and Education*, 12(2): 233-247.

Rezaei Zaman, M.; Morid, S. and Delavar, M. (2013). Evaluation of Climate Change Impacts on Hydroclimatological Variables in Simineh Rood Basin, *Journal of Water and Soil*, 6: 1247-1259.

Rahmani, S.; Yazdanpanah, M.; Forouzani, M. and Abdshahi, A. (2018). Surveying Beliefs and Strategies of Adaptation of Farmers to Water Scarcity Conditions and their Effective Factors in Mamasani County, *Journal of Water Research in Agriculture*, 32(2): 321-340.

Rajabi, M.; Soltani, A.; Zeinali, E. and Soltani, E. (2012). Evaluation of greenhouse gas emissions and global warming potential resulting from wheat production in Gorgan, Crop Production, *Electronic Journal of Crop Production*, 3(5): 23-44.

Ramyar, R.; Zarghami, E. and Bryant, M. (2019). Spatio-temporal planning of urban neighborhoods in the context of global climate change: Lessons for urban form design in Tehran, *Iran. Sustainable Cities and Society*, 51: 101554.

Roshan, Gh.; Khosh Akhlagh, F. and Azizi, Gh. (2012). Testing the Appropriate General Circulation Model for Predicting Temperature and Precipitation in Iran, Under Global Warming, *Geography and Development*, 10(27): 19-35.

Roshan, Gh.; Oji, R.; Najafi, M. and Shahkoui, E. (2011). The Perspective of the Effect of Global Warming on Degree-Day Changes of Wheat for Different Iranian Climate Climates, *Regional Planning*, 1(4): 93-108.

Rustai, M.; Sohrabi, T.; Massah Bavani, A. and Ahadi, M. (2012). Investigation of Yield and Water Productivity of Corn at Different Risk Levels Affected by Climate Change in 2039-2010, Soil and Water (Agricultural Science and Technology), 26(2): 361-371.

Razakian, H.; Kaka Shahedi, M. and Habibnejad, R. (2016). Assessing the Impact of Climate Change on Runoff of Babolrood Watershed, *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 17(26).

Shahvari, N.; Khalilian, S.; Mosavi, S. H. and Mortazavi, S. A. (2019). Assessing climate change impacts on water resources and crop yield: a case study of Varamin plain basin, Iran. *Environmental monitoring and assessment*, 191(3): 134.

Simelton, E. and Fraser, E. D. (2009). Termansen, M., Forster, P. M., & Dougill, A. J.. 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.

Shifteh, S.; Ezani, A. and Tabari, H. (2012). Spatiotemporal trends and change point of precipitation in Iran, *Atmospheric Research*, 113: 1-12.

Sohrabi Melayousev, S.; Fakhri Fard, A. and Bozorg Haddad, O. (2000). Investigating the Intermittent Effect of Fall and Winter Rainfall on Annual Rainfall Yield Using Rainfall Time Index – RTI, *Journal of Aquaculture, Agricultural Science and Technology*, 26(1): 75-84.

Sohrabian, E.; Meftah Helaghi, M.; Ghorbani, Kh.; Galian, S. and Zakerinia, M. (2015). Investigation of the Impact of Climate Change on Basin Discharge with Intervention of Hydrology Model, *Journal of Soil and Water Conservation Research*, Issue 2.

Soleimani Nanadgani, M.; Parsinejad, M.; Araginejad, Sh. and Masah Bouwani, A. (2012). Investigation of Climate Change Occurrence and its Impact on Sowing Time, Growth Period and Water Requirement of Winter Wheat, *Iranian Journal of Water Research*, No 10.

Sayyari, N.; Alizadeh, A.; Banayan, M.; Farid Hosseini, F. and Hesami Kermani, M. (2011). Comparison of Two General Barley Circulation Models (HadCM3, CGCM2) in Forecasting Climate Parameters and Water Requirement of Climate Change, *Water and Soil Period*, 25(4): 912-925.

Saymohammadi, S.; Zarafshani, K.; Tavakoli, M.; Mahdizadeh, H. and Amiri, F. (2017). Prediction of climate change induced temperature & precipitation: The case of Iran. *Sustainability*, 9(1): 146.

Seyyari, N.; Amin, A.; Banayan, M.; Farid Hosseini, A. and Hesami Kermani, M. (2011). Investigation of Drought Trend under Climate Change Conditions in Kashafrood Basin (Mashhad Station) in Future Periods Using HadCM3 Model and Two B2 and Two scenarios, *Climatological Research*, 2(7): 21-42.

Shaemi, A. (2008). Assessing the Sensitivity of Iran's Bioclimatic Areas to Global Warming Using the Holderidge Model, *Teacher of Humanities*, 2(57): 97-117.

Shabestani, A.; Darzi Naft Chali, A. and Karandish, F. (2016). Forecasting and Analysis of Potential Evapotranspiration Uncertainty in Climate Change Conditions in a Semi-Arid Region, *Journal of Soil and Water Conservation Research*, No 5.

Shirvani Moghaddam, S. and Saeedi Mofrad, S. (2018). Assessing the Impact of Spatial Distribution of Population on Urban Climate Change with Emphasis on Thermal Islands, *Shariah Architecture and Sustainable Urban Development*, 6(1).

Sheikh Baklo Islam, B. (2018). Impacts of Climate Change and Drought on Iranian Human Societies from Neolithicism to the Thirteenth Congress of the Geographical Society of Iran, ID (COI) *Article*: IGAC13_049.

Salehnia, N.; Alizadeh, A. and Sayyri, N. (2014). Comparison of two Exponential LARS-WG and ASD Microscale Models in Prediction of Rainfall and Temperature Under Different Climate Conditions, *Irrigation and Drainage in Iran*, 8(2): 233-245.

Safarad, T.; Ghasem, A.; Mohammadi, H. and Faraji Sabokbar, H. (2015). Variability of Siberian High Intensity Variables in Global Warming Intensity, *Geography and Environmental Hazards*, 4(13): 77-94.

Sheffield, J.; WoodE, F.and Roderick, M. (2012). Little Change in Global Drought over the Past 60 Years. *Nature*, 491(7424): 435-438.

Wang, X. (2004). Modern dust storms in china, *Journal of arid environment*, 58: 559-574.

Xu, CY. (1999). From GCMs to river flow: a review of downscaling methods and hydrologic modelling approaches. *Prog. Phys. Geography*, 23(2): 229-249.

Yarmohammadi, S.; Zakerinia, M.; Ghorbani, K. and Soltani, A. (2017). Investigation of Climate Change Effect on Evapotranspiration and Water Requirement of Wheat in Bojnourd Region, *Journal of Water Resources Engineering*, Tenth Year.

Yazdan Panah, M.; Zubidi, T. and Zaeri, H. (2017). Knowledge of Agricultural Experts and Researchers in Khuzestan Province on Climate Change, *Journal of Agricultural Education Management Research*, 9(42): 12-26.

Yaghoubi, M. and Masahi Bouwani, A. (2016). Comparison and Evaluation of Different Sources of Uncertainty in the Study of the Impact of Climate Change on Semi-Arid Basin Runoff, *Iranian Journal of Water Resources Research*, 11(3): 113-130.

Yaghoubzadeh, M.; Amirabadi Zadeh, M.; Ramezani, Y. and Pourreza Bylandi, M. (2016). Investigation of Uncertainty of General Circulation Barley Models in Estimation of Soil Moisture Impacted by Climate Change, *Iranian Journal of Water and Soil Research*, 48(5): 1109-1119.

Yaghoubi, B.; Hosseini, A. and Nazif, S. (2017). Climate Change Effects on Outflow Runoff from Gavehrood Basin with Uncertainty, *Journal of Water Resources Engineering*, 10(23): 71- 86.

Yaghoubzadeh, M.; Amirabadi Zadeh, M. and Seyed Kaboli, H. (2017). Investigation of Climate Change Emission Scenario Uncertainties in Estimation of Soil Moisture during Wheat Growth Weeks, *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 11(4): 586-596.

Zarghami, M.; Abdi, A.; Babaeian, I.; Hassanzadeh, Y. and Kanani, R. (2011). Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran, *Global and Planetary Change*, 78: 137-146.

Zarei, A.; Asadi, E. and Ebrahimi, A. (2019). Mohammad Jafari, Arash Malekian, Investigation of Changes in Precipitation and Temperature Parameters under Climatic Scenarios in Rangelands of Chaharmahal va Bakhtiari Province, *Rangeland Magazine*, 12(4): 426-436.

Zirakzadeh, S. and Bazrafshan, J. (2013). Temporal-Spatial Analysis of Drought Intensity in Future Periods Affected by Climate Change Using the CGCM Model, Navar Magazine, No. 82.

Zahibion, B.; Goodarzim, M. and Massah Bavani, A. (2010). Application of SWAT Model to Estimation of Basin Runoff in Future Periods Affected by Climate Change, Journal of Climatological Research, 1(4): 45-60.

Zarasvandi, A.; Carranza, E. J. M.; Moore, F. and Rastmanesh, F. (2011). Spatio-temporal occurrences and mineralogical–geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). Journal of geochemical exploration, 111(3): 138-151.

پرتال جامع علوم انسانی