به نام خداوند جان و خرد

دانشگاه لرستان
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری

عنوان:

بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مؤلفه‌های بیلان‌آب در حوزه آبخیز قره‌سو کرمانشاه با استفاده از مدل‌های LARS-WG و WetSpa و آنالیز عدم‌قطعیت آنها

اساتید راهنما:
دکتر حسین زینی‌وند
دکتر علی حقی‌زاده

اساتید مشاور:
دکتر ناصر طهماسبی‌پور
دکتر ایمان بابائیان

پژوهش و نگارش:
منصور حسینی‌خواه

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته مهندسی آبخیزداری

بهمن ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

همه امتیازات این پایان‌نامه به دانشگاه لرستان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب در مجلات، سمینارها یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه لرستان (استاد یا اساتید راهنمای پایان‌نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم به

تو ای مادر . . .

سپاسگزاری

نخستین سپاس و ستایش از آن خداوندی است که بنده کوچکش را در دریای بیکران اندیشه، قطره‌ای ساخت تا وسعت آن را از دریچه اندیشه‌های ناب آموزگارانی بزرگ به تماشا نشیند. لذا اکنون که در سایه سار بنده نوازی‌هایش پایان‌نامه حاضر به انجام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا مراتب سپاس را از بزرگوارانی به جا آورم که اگر دست یاریگرشان نبود، هرگز این پایان‌نامه به انجام نمی‌رسید.

ابتدا از جناب آقای دکتر حسین زینی‌وند استاد راهنمای بزرگواری که صادقانه و خالصانه راهنمائی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند وحقیقتاً الگوی شایسته‌ای از علم و اخلاق برای ایجانب بودند، کمال سپاس را دارم. جناب آقای دکتر علی حقی‌زاده استاد راهنمای دوم که بسیار درس‌ها در محضر ایشان یاد گرفتم. جناب آقای دکتر ناصر طهماسبی‌پور و دکتر ایمان بابایان استاد مشاورین محترم که در این مدت خالصانه و با شکیبایی هرچه تمام‌تر آموزه‌های خود را در اختیار من نهادند. آرزوی سلامتی و توفیق برای هر چهار این بزرگواران دارم. سپاس آخر را به مهربانترین همراهان زندگیم، به خانواده و دوستان عزیزم تقدیم می‌نمایم که حضورشان درفضای زندگیم مصداق بی ریای سخاوت بوده است.

چکیده

تغییر اقلیم نوسان کلی و گسترده در آب و هوای یک منطقه است که در حال حاضر روند گرم شدن دمای کره زمین را بخشی از این پدیده قلمداد می‌کنند. تبعات منفی این پدیده تا آنجا می‌تواند مخرب باشد که در بین ده عامل تهدید آمیز زندگی بشری در قرن بیست و یکم (مانند فقر، سلاح‌های هسته‌ای، کمبود غذا و غیره) مقام اول را به خود اختصاص داده است. در این تحقیق حوزه آبخیز قره‌سو کرمانشاه به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب و برای بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مؤلفه‌های بیلان‌آب در حوزه مراحل زیر انجام شد: ۱- ارزیابی توانمندی مدل ریزمقیاس نمای آماری LARS-WG ۲- بررسی عدم‌قطعیت ده مدل گردش عمومی و سناریوهای آنها ۳- انتخاب دو مدل ECHO-G و HADCM3 به ترتیب تحت دو سناریوی انتشار A2 و A1B ۴- از مدل هیدرولوژیکی WetSpa نیز برای شبیه‌سازی مؤلفه‌های بیلان آب حوزه و از نرم افزار PEST جهت واسنجی، اعتبارسنجی، آنالیز حساسیت، عدم‌قطعیت پارامترهای مدل استفاده و سپس تغییرات هیدرولوژیکی حوزه برای آینده شبیه‌سازی شد. بر اساس نتایج معیار ارزیابی نش- ساتکلیف مدل WetSpa در مرحله واسنجی ۰/۷۵ و در مرحله اعتبارسنجی ۰/۷۳ بوده است. علاوه بر این، بررسی وضعیت هیدرولوژیکی حوزه نشان داد که مؤلفه‌های بیلان آب و دبی جریان نسبت به تغییر اقلیم از حساسیت زیادتری برخوردار هستند. به طوری‌که دبی جریان سالانه حوزه آبخیز قره‌سو تحت سناریوی A2 و A1B به ترتیب به میزان ۴۲/۲ و ۳۹/۲ درصد در دوره آینده (۲۰۳۰-۲۰۱۱) نسبت به دوره پایه (۲۰۰۸-۱۹۸۹) کاهش می‌یابد. همچنین، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی WetSpa مشخص شد که میزان تبخیر و تعرق پتانسیل در دو سناریوی A2 و A1B برای دوره آینده به ترتیب به اندازه ۴ و ۷/۴ درصد افزایش داشته است. ولی میزان کاهش مؤلفه‌های بارش، رواناب کل، تغییر ذخیره رطوبت خاک و تغییر دخیره آب زیرزمینی در سناریوی A2 به ترتیب به اندازه ۴/۴، ۳۲/۷، ۳۲۱/۳، ۴ و ۲۴/۸ درصد و در سناریوی A1B به اندازه ۰/۸، ۲۸/۴، ۳۲۳/۷، ۷/۴ و ۲۴/۷ درصد بوده است. نتایج پیش‌بینی مدل LARS-WG نشان داد که میزان دمای حوزه در هر دو سناریو افزایش می‌یابد ولی تغییرات بارش در سطح حوزه متفاوت خواهد بود. علاوه بر این، بر اساس نتایج برنامه PEST از بین نه پارامتر مورد بررسی، پارامترهای فاکتور تصحیح برای تبخیر و تعرق پتانسیل (Kep) و ضریب درجه- روز باران (Krain) به ترتیب با مقادیر حساسیت نسبی ۰/۱۷۴۴۶ و ۰/۰۰۰۰۴ دارای بیشترین و کمترین حساسیت بوده‌اند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، مؤلفه‌های بیلان آب، LARS-WG، WetSpa، قره‌سو

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تغییر اقلیم ۲

۱-۳ اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب ۳

۱-۴ بیان مسئله ۵

۱-۵ اهمیت و ضرورت تحقیق ۶

۱-۶ اهداف تحقیق ۷۷

۱-۷ فرضیات تحقیق ۷

فصل دوم: مبانی نظری و مرور منابع

۲-۱ مفاهیم تحقیق ۹

۲-۱-۱ مفهوم تغییر اقلیم ۹

۲-۱-۲ سناریوهای انتشار گازهای گلخانه ای ۹

۲-۱-۳ مدل های گردش عمومی ۱۲

۲-۱-۴ کوچک مقیاس کردن ۱۳

۲-۱-۵ بیلان آب حوزه آبخیز ۱۴

۲-۱-۶ مدل سازی هیدرلوژیکی حوزه آبخیز ۱۵

۲-۱-۷ عدم قطعیتها در مطالعات اثرات تغییر اقلیم بر هیدرولوژی حوزه آبخیز ۱۶

۲-۱-۸ تحلیل عدم قطعیت پارامترهای مدل هیدرولوژیکی ۱۷

۲-۲ پیشینه تحقیق ۱۷

۲-۲-۱ مقدمه ۱۷

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

۲-۲-۲ پیشینه تحقیق در خارج ازکشور ۱۸

۲-۲-۳ پیشینه تحقیق در داخل کشور ۲۲

فصل سوم: مواد و روش ها

۴-۱ مقدمه ۲۶

۴-۲ موقعیت و معرفی جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۲۷

۴-۳ روش پژوهش ۲۹

۴-۳-۱ داده های مورد استفاده ۲۹

۴-۳-۲ پردازش داده های هواشناسی و هیدرومتری و انتخاب دوره آماری ۳۰

۴-۳-۳ مدل کوچک مقیاس کننده آماری LARS-WG ۳۱

۴-۳-۴ نرم افزار EmPEst ۳۳

۴-۳-۵ بررسی توانمندی و عدم قطعیت مدل های گردش عمومی و سناریوهای انتشار ۳۳

۴-۳-۶ مدل هیدرولوژیکی توزیعی.WetSpa ۳۸

۴-۳-۷ آنالیز حساسیت و عدم قطعیت پارامترهای مدل WetSpa ۴۵

فصل چهارم: نتایج

۵-۱ مقدمه ۴۹

۵-۲ ارزیابی توانمندی مدل LARS-WG در بازتولید پارامترهای هواشناسی ۴۹

۵-۳ ارزیابی توانمندی مدل LARS-WG در شبیه سازی تبخیر و تعرق ۵۲

۵-۴ ارزیابی توانمندی روابط تجربی نرم افزار EmPEst در برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل ۵۳

۵-۵ آزمون و ارزیابی مدل های گردش عمومی (GCM) ۵۴

۵-۶ نتایج حاصل از بررسی عدم قطعیت مدل های گردش عمومی ۵۷

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

۵-۷ نتایج حاصل از بررسی عدم قطعیت سناریوهای انتشار ۵۹

۵-۸ نتایج حاصل از اجرای مدل WetSpa برای دوره پایه ۶۰

۵-۸-۱ نقشه پارامترهای توزیعی- مکانی حوزه آبخیز قره سو ۶۰

۵-۸-۲ نقشه پارامترهای توزیعی- مکانی مستخرج از نقشه پوشش گیاهی ۶۳

۵-۸-۳ نقشه پارامترهای توزیعی- مکانی مستخرج از نقشه بافت خاک ۶۵

۵-۸-۴ نقشه پارامترهای توزیعی- مکانی روندیابی جریان ۶۸

۵-۸-۵ نقشه پارامترهای توزیعی- مکانی ضریب رواناب پتانسیل و ظرفیت ذخیره چالابی ۷۰

۵-۸-۶ نقشه مربوط به چند ضلعی های تیسن بارندگی، دما و تبخیر و تعرق ۷۱

۵-۹ نتایج حاصل از اجرای مدل برای ۷۱

۵-۱۰ نتایج شبیه سازی دبی جریان پس از واسنجی ۷۲

۵-۱۱ نتایج حاصل از اعتبارسنجی مدل .WetSpa ۷۳

۵-۱۲ نتایج حاصل از شبیه سازی بیلان آب حوزه قره سو برای دوره گذشته (۲۰۰۸-۱۹۹۲) ۷۴

۵-۱۳ نتایج آنالیز حساسیت پارامترهای مدل در حوزه آبخیز قره سو ۷۵

۵-۱۴ نتایج بررسی عدم قطعیت پارامترهای عمومی مدل WetSpa ۷۶

۵-۱۵ نتایج حاصل از اجرای مدل LARS-WG برای دوره آینده ۷۷

۵-۱۶ نتایج حاصل از اجرای مدل WetSpa برای دوره آینده ۸۹

۵-۱۶-۱ نتایج حاصل از شبیه سازی مؤلفه های بیلان آب حوزه آبخیز قره سو ۸۹

۵-۱۶-۲ نتایج حاصل از شبیه سازی دبی حوزه آبخیز قره سو برای دوره آینده ۹۰

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۶-۱ مقدمه ۹۵

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

۶-۲ تحلیل ارزیابی توانمندی مدل LARS-WG ۹۵

۶-۳ تحلیل ارزیابی توانمندی و بررسی عدم قطعیت مدل و سناریوهای اقلیمی..... ۹۶

۶-۴ تحلیل واسنجی و اعتبار سنجی مدل هیدرولوژیکی WetSpa ۹۷

۶-۵ تحلیل آنالیز حساسیت و عدم قطعیت پارامترهای مدل..... ۹۸

۶-۶ تحلیل اثرات تغییر اقلیم بر بارش..... ۹۹

۶-۷ تحلیل اثرات تغییر اقلیم بر دما..... ۱۰۱

۶-۸ تحلیل نتایج اثرات تغییر اقلیم بر مؤلفه های بیلان آب..... ۱۰۲

۶-۹ تحلیل نتایج اثرات تغییر اقلیم بر دبی جریان..... ۱۰۳

۶-۱۰ آزمون فرضیه ها..... ۱۰۳

۶-۱۱ پیشنهادات..... ۱۰۴

منابع ۱۰۵

عنوان	فهرست شکل‌ها	صفحه

شکل ۱-۳ خانواده سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای ۱۰

شکل ۳-۱ نمودار جریانی تحقیق در حوزه آبخیز قره‌سو ۲۷

شکل ۳-۲ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز قره‌سو و ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۸

شکل ۳-۳ نمایش قالب کلی نمودار جعبه‌ای با معرفی مقادیر آن ۳۷

شکل ۳-۴ نقشه مدل رقومی ارتفاع حوزه آبخیز قره‌سو ۳۹

شکل ۳-۵ نقشه بافت خاک حوزه آبخیز قره‌سو ۴۰

شکل ۳-۶ نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز قره‌سو ۴۱

شکل ۳-۷ ورودی و خروجی مدل WetSpa ۴۲

شکل ۳-۸ ساختار مفهومی مدل WetSpa در مقیاس پیکسل ۴۳

شکل ۳-۹ نحوه کار برنامه PEST و ارتباط آن با مدل WetSpa ۴۷

شکل ۴-۱ مقایسه مقادیر مشاهداتی و مدل‌سازی در ایستگاه کرمانشاه ۵۰

شکل ۴-۲ نمودار پراکنش مقادیر مشاهداتی و مدل‌سازی ایستگاه کرمانشاه ۵۱

شکل ۴-۳ مقایسه مقادیر تبخیر مشاهداتی و مدل‌سازی شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۳

شکل ۴-۴ مقایسه ضرایب وزنی مدل‌های گردش عمومی در شبیه‌سازی بارش و دما در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۸

شکل ۴-۵ نقشه‌های جهت و تجمع جریان (تعداد سلول) در حوزه آبخیز قره‌سو ۶۲

شکل ۴-۶ نقشه شبکه آبراهه‌ها و شعاع هیدرولیکی (متر) حوزه آبخیز قره سو ۶۳

شکل ۴-۷ نقشه‌های ضریب زبری مانینگ (ثانیه در ریشه سوم متر) و عمق ریشه(متر) حوزه آبخیز قره‌سو ۶۴

شکل ۴-۸ نقشه‌های ضریب ذخیره برگابی حداکثر و حداقل حوزه آبخیز قره‌سو ۶۵

شکل ۴-۹ نقشه‌های رطوبت پیشین و هدایت هیدرولیکی حوزه آبخیز قره‌سو ۶۶

شکل ۴-۱۰ نقشه‌های رطوبت طرفیت زراعی و رطوبت تخلخل خاک ۶۷

شکل ۴-۱۱ نقشه‌های رطوبت باقیمانده و رطوبت نقطه پژمردگی حوزه آبخیز قره سو ۶۷

عنوان	فهرست شکل‌ها	صفحه

شکل ۴-۱۲ نقشه‌های سرعت جریان و زمان تمرکز جریان تا خروجی حوزه قره‌سو ۶۹

شکل ۴-۱۳ نقشه‌های زمان جریان تا خروجی اصلی و انحراف معیار زمان تمرکز جریان تا خروجی حوزه ۶۹

شکل ۴-۱۴ نقشه ضریب رواناب پتانسیل و ظرفیت ذخیره چالابی حوزه آبخیز قره سو ۷۰

شکل ۴-۱۵ نقشه چند ضلعی تیسن بارش، دما و تبخیر و تعرق حوزه آبخیز قره‌سو ۷۱

شکل ۴-۱۶ مقایسه بین دبی مشاهداتی و شبیه‌سازی شده مدل در دوره ۲۰۰۸-۱۹۹۷ در ایستگاه قورباغستان ۷۲

شکل ۴-۱۷ مقایسه دبی مشاهداتی و شبیه سازی مدل برای دوره ۱۹۹۹-۱۹۹۸ در ایستگاه قورباغستان ۷۳

شکل ۴-۱۸ مقایسه مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه سازی مدل برای دوره ۱۹۹۶-۱۹۹۲ در ایستگاه قورباغستان ۷۴

شکل ۴-۱۹ مقادیر مؤلفه‌های بیلان آب برای دوره پایه ۷۵

شکل ۴-۲۰ مقاسه مقادیر حساسیت پارامترهای عمومی مدل WetSpa ۷۶

شکل ۴-۲۱ مقایسه میانگین ماهانه دما و بارش مشاهداتی و شبیه سازی شده تحت سناریوی A2 در ایستگاه کرمانشاه. ۷۹

شکل ۴-۲۲ مقایسه میانگین ماهانه دما و بارش مشاهداتی و شبیه سازی شده تحت سناریوی A2 در ایستگاه روانسر ... ۸۰

شکل ۴-۲۳ مقایسه میانگین ماهانه دما و بارش مشاهداتی و شبیه سازی شده تحت سناریوی A2 در ایستگاه اسلام آباد ۸۰

شکل ۴-۲۴ نمودار مجموع بارش سالیانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره پایه و آینده ۸۲

شکل ۴-۲۵ نمودار مجموع دما سالیانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره پایه و آینده ۸۴

شکل ۴-۲۶ نمودار جعبه‌ای مقادیر بارش دوره پایه و آینده در ایستگاه کرمانشاه ۸۷

شکل ۴-۲۷ نمودار جعبه‌ای مقادیر دما دوره پایه و آینده در ایستگاه کرمانشاه ۸۸

شکل ۴-۲۸ مقایسه مقادیر مؤلفه های بیلان آب دوره پایه با دوره آینده ۹۰

شکل ۴-۲۹ مقایسه دبی سالانه دوره پایه با دوره آینده ۹۲

شکل ۴-۳۰ نمودار جعبه‌ای مقادیر دبی دوره پایه و آینده در ایستگاه قورباغستان ۹۳

عنوان	فهرست جدول‌ها	صفحه

جدول ۱-۱ تأثیرات احتمالی تغییرات بارندگی در اثر افزایش دما ۴

جدول ۱-۲ آثار پدیده تغییراقلیم بر منابع آب ۴

جدول ۲-۱ خلاصه‌ای از خصوصیات درنظر گرفته شده برای ۴ سناریوی شاخص در سال ۲۱۰۰ ..... ۳۰

جدول ۳-۱ مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۸

جدول ۳-۲ مشخصات ده مدل گردش عمومی مورد استفاده در این تحقیق ۳۴

جدول ۳-۳ پارامترهای مورد استفاده در مدل WetSpa ۴۴

جدول ۳-۴ دسته‌بندی کارایی مدل WetSpa ۴۵

جدول ۴-۱ مقایسه آزمون‌های آماری مقادیر بارش ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی در ایستگاه کرمانشاه ۵۲

جدول ۴-۲ مقادیر معیارهای ارزیابی پارامترهای هواشناسی ایستگاه کرمانشاه ۵۲

جدول ۴-۳ مقایسه مقادیر تبخیر و تعرق ماهانه مشاهداتی و مدل‌سازی در ایستگاه کرمانشاه ۵۲

جدول ۴-۴ مقادیر معیارهای ارزیابی تبخیر تعرق ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۳

جدول ۴-۵ نتایج ارزیابی توانمندی ۱۴ رابطه تجربی در برآورد تبخیر و تعرق پتانسل ۵۴

جدول ۴-۶ مقایسه مقادیر میانگین دما سالانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در ایستگاه کرمانشاه ۵۵

جدول ۴-۷ مقایسه مقادیر میانگین بارش سالانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در ایستگاه کرمانشاه ۵۵

جدول ۴-۸ نتایج شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدل‌ها نسبت به داده‌های مشاهداتی در ایستگاه کرمانشاه ۵۶

جدول ۴-۹ ضرایب وزنی مدل‌های گردش عمومی برای ایستگاه کرمانشاه ۵۸

جدول ۴-۱۰ ضرایب وزنی مدل‌های گردش عمومی برای ایستگاه روانسر ۵۸

جدول ۴-۱۱ ضرایب وزنی مدل‌های گردش عمومی برای ایستگاه اسلام آباد غرب ۵۸

جدول ۴-۱۲ میانگین کل ضرایب وزنی مدل‌های گردش عمومی برای هر سه ایستگاه ۵۸

جدول ۴-۱۳ ضرایب وزنی سناریوهای مدل ECHO-G و HADCM3 برای ایستگاه کرمانشاه ۵۹

جدول ۴-۱۴ ضرایب وزنی سناریوهای مدل ECHO-G و HADCM3 برای ایستگاه روانسر ۵۹

جدول ۴-۱۵ ضرایب وزنی سناریوهای مدل ECHO-G و HADCM3 برای ایستگاه اسلام آباد غرب ۶۰
جدول ۴-۱۶ میانگین کل ضرایب وزنی سناریوهای مدل ECHO-G و HADCM3 برای هر سه ایستگاه ۶۰
جدول ۴-۱۷ نقشه‌های توزیعی مکانی مستخرج از مدل رقومی ارتفاع از طریق مدل WetSpa ۶۱
جدول ۴-۱۸ نقشه‌های توزیعی مستخرج از پوشش گیاهی از طریق مدل WetSpa ۶۳
جدول ۴-۱۹ نقشه‌های توزیعی مستخرج از بافت خاک از طریق مدل WetSpa ۶۵
جدول ۴-۲۰ نقشه‌های روندیابی جریان از طریق مدل WetSpa ۶۸
جدول ۴-۲۱ نقشه‌های ضریب رواناب و ذخیره چالابی از طریق مدل WetSpa ۷۰
جدول ۴-۲۲ نتایج ارزیابی مدل در شبیه‌سازی دبی روزانه حوزه آبخیز قره سو در دوره واسنجی و اعتبارسنجی ۷۳
جدول ۴-۲۳ مؤلفه های بیلان آب شبیه‌سازی شده توسط مدل WetSpa برای دوره پایه ۷۴
جدول ۴-۲۴ آنالیز حساسیت پارامترهای عمومی مدل WetSpa با استفاده از PEST ۷۵
جدول ۴-۲۵ آنالیز عدم‌قطعیت پارامترهای عمومی مدل به وسیله برنامه PEST ۷۷
جدول ۴-۲۶ مقایسه میانگین ماهانه دما و بارش مشاهده‌ای با خروجی سناریوهای A1B و A2 ..... ۷۸
جدول ۴-۲۷ مجموع بارش سالیانه دوره آینده (A2,A1B) در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۸۵
جدول ۴-۲۸ میانگین دمای سالیانه دوره آینده (A2,A1B) در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۸۶
جدول ۴-۲۹ مؤلفه های بیلان شبیه‌سازی شده توسط مدل WetSpa برای دوره آینده (A2) ۸۹
جدول ۴-۳۰ مؤلفه‌های بیلان شبیه سازی شده توسط مدل WetSpa برای دوره آینده (A1B) ۸۹
جدول ۴-۳۱ نتایج حاصل از شبیه‌سازی دبی دوره آینده تحت سناریوهای A2 و A1B ۹۰
جدول ۴-۳۲ مقایسه مقادیر مجموع دبی سالیانه دوره پایه و دوره آینده در ایستگاه قورباغستان ۹۱

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

کره زمین در طول حیات چند میلیون ساله خود بارها به شدت سرد و به شدت گرم شده است دوره‌های سرمای شدید همواره با کاهش سطح آب اقیانوس‌ها همراه بوده است و نشانه‌های این دوران‌ها در یخچال‌های تاریخی باقی مانده از زمان‌های کهن قابل بررسی است. دوره‌های گرمای شدید نیز با افزایش سطح آب اقیانوس‌ها در اثر ذوب یخ‌های قطبی، با داغ‌آب‌هایی که در برخی از نقاط زمین باقی گذارده‌اند، همچنان پس از گذر قرن‌ها خود نمایی می‌کنند. در سال‌های پایانی قرن بیستم دانشمندان علوم زمین اعلام کردند که کره‌زمین در حال گرم شدن می‌باشد. ازآن زمان تاکنون این مسئله توجه دانشمندان جهان را به خود مشغول کرده است و هر روز هم بر اهمیت این موضوع تأکید بیشتری می‌شود. هیأت بین‌دول تغییر اقلیم[۱] (IPCC) در سال ۱۹۸۸ به وسیله سازمان ملل متحد، سازمان هواشناسی جهانی [۲](WMO) و برنامه محیط‌زیستی سازمان ملل [۳](UNEP) ایجاد شد تا خطر تغییر آب و هوای کره زمین در نتیجه فعالیت‌های انسانی را ارزیابی کند. یکی از فعالیت‌های اصلی IPCC که مقر اصلی آن در ژنو است، انتشار دادن گزارش‌های ویژه درباره موضوعات مربوط به اعمال " چارچوب کنوانسیون سازمان ملل درباره تغییرات اقلیمی [۴](UNFCCC) " است.

۱-۲ تغییر اقلیم

صنعتی شدن جوامع و افزایش گازهای گلخانه‌ای[۵] در دهه‌های گذشته باعث افزایش دمای کره‌زمین و تغییراتی در رژیم بارش، میزان رواناب، سرعت باد و تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین شده است که در نوشته‌های علمی به آن پدیده تغییر اقلیم[۶] اطلاق می‌شود (IPCC, 1995). گازهای موجود در اتمسفر زمین که عمدتاً شامل گاز کربنیک (CO_2)، متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (N_2O) می‌باشد و به گازهای گلخانه‌ای موسوم هستند، بخشی ازگرمای حاصل از پرتوهای مادون قرمز را نگه داشته و مانع خروج آنها از اتمسفر می‌شوند. گازهای گلخانه‌ای به خودی خود از اهمیت بالایی برخوردارند و از آنها به عنوان دلیل اصلی

1- International Panel of Climate Change
2- World Meteorological Organization
3-. United Nations Environmental Program
4- United Nations Framework convention on climate chang
5- Greenhouse Gases
6- Climate Change

شکل گرفتن حیات بر کره زمین یاد می کنند (IPCC, 2001a).

عامل اصلی افزایش گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر کره زمین فعالیت‌های انسان در تولید و سوزاندن سوخت-های فسیلی و تغییر کاربری زمین می‌باشد. افزایش گازهای گلخانه‌ای مخصوصاً گاز CO_2 در نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی، در چند دهه اخیر موجب شده که غلظت این گاز از ppm[۷] ۲۸۰ در سال ۱۷۵۰ میلادی به ppm ۳۹۹/۸۵ در ژانویه سال ۲۰۱۵ افزایش یابد (Co2now, 2015). هیأت بین دول تغییر اقلیم با قطعیت بالا (احتمال ۹۹ درصد) گزارش کرده است که دمای سطح خشکی و آب در کره زمین از قرن ۱۹ تاکنون به میزان ۰/۴ تا ۰/۷۸ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است(Muttiah and Wurbs, 2002).

گزارش‌های هیأت بین دول تغییراقلیم حاکی از آن است که در صورت ادامه روند کنونی مصرف این سوخت‌ها، غلظت این گاز تا قبل از پایان قرن ۲۱ام می‌تواند به بیش از ppm ۶۰۰ برسد. این در حالی است که اگر انتشار این گازها کاهش نیابد متوسط دمای سطحی کره‌زمین می‌تواند به میزان ۱/۱ تا ۶/۴ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۱۰۰ برسد و باعث پدیده تغییراقلیم شود (IPCC, 2007).

۱-۳ اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب

گرم شدن زمین و تأثیر آن بر چرخه آب مسئله‌ای است که امروزه تمام دانشمندان علوم جوی بر روی آن اتفاق نظر دارند. هیأت بین دول تغییر اقلیم اعلام کرده است که براساس پیش‌بینی‌های انجام شده افزایش دمای کره زمین سبب ایجاد تغییرات در میزان بارندگی‌ها خواهد شد. بر این اساس انتظار می‌رود که فعالیت سیکل هیدرولوژی جهان و همچنین محتوای رطوبت اتمسفر دچار تغییرات بسیاری شود.

افزایش دمای سطح زمین و تغییرات در الگوهای بارندگی، پدیده‌های غالب در تغییر اقلیم می‌باشد که این دو میزان مؤلفه‌های بیلان را تحت تاثیر قرار می‌دهند، به گونه‌ای که نمی‌توان فرض کرد که الگوی آینده پدیده‌های هیدرولوژیکی همچون گذشته خواهد بود. هوای گرم قادر به نگهداری رطوبت بیشتر می باشد که افزایش تبخیر از سطوح مرطوب را به همراه دارد. با افزایش رطوبت در اتمسفر، رخدادهای باران و برف شدیدتر شده و پتانسیل وقوع سیلاب افزایش می‌یابد. باتوجه به اینکه مقدار رطوبت در خاک برای تبخیر کم و یا ناچیز می‌باشد میزان بازتابش خورشیدی از سطح خاک بیشتر شده که این نیز به شدت و مدت گرم

7- Parts per million

شدن می‌افزاید. بنابراین تغییر در اقلیم مقدار رطوبت خاک، تغذیه آب‌های زیرزمینی، فراوانی سیلاب و وقوع خشکسالی در مناطق مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Chen *et al*., 2012).

جدول۱-۱ تأثیرات احتمالی تغییرات بارندگی در اثر افزایش دما (IPCC, 2001a)

تغییرات بارندگی	پیامدهای بالقوه این تغییرات
مقدار بارش	افزایش بارندگی‌ها می‌تواند سبب بهبود تأمین آب و شرایط زیست محیطی شود. افزایش بارندگی امکان افزایش سیلاب‌های ناگهانی را بسته به زمان و شدت بارش‌ها افزایش می‌دهد. کاهش بارندگی‌ها سبب بحران جدی در تأمین آب و شرایط زیست محیطی خواهد شد.
شکل بارش	تغییر نوع بارش‌ها از برف به باران سبب از دست رفتن ذخایر برفی درتابستان و تغییر در الگوی رواناب و جریان رودخانه خواهد شد، که می‌تواند سبب ایجاد مشکلاتی در تامین آب در تابستان بشود. کاهش ذخایر برفی همچنین اثرات منفی بر تولید برق و کنترل سیلاب دارد.
شدت، مدت و زمان بارش	افزایش شدت و مدت بارش سبب افزایش احتمال رخداد سیلاب‌ها خواهد شد. کاهش شدت و مدت بارش سبب کاهش احتمال رخداد سیلاب‌ها خواهد شد.
تغییرپذیری بارش	افزایش احتمال تغییر پذیری بارش می‌تواند برنامه‌های مدیریت منابع آب را مختل کند و در برنامه‌های بهره برداری از سدها اختلال ایجاد کند و سبب مشکلاتی در تأمین آب شود.
توزیع مکانی بارش	تغییر در توزیع بارش‌ها سبب سودهایی برای مناطقی که دچار افزایش باران می‌شوند، خواهد شد. در حالی که برخی از دیگر مناطق را دچار خشکسالی خواهد کرد.

تغییر اقلیم باعث تغییر در مدت، شدت، شکل و زمان بارش و همچنین باعث تغییر در حجم، زمان و مدت رواناب در مناطق مختلف کره زمین می‌گردد (واثقی، ۱۳۸۹).

جدول ۱-۲ آثار پدیده تغییراقلیم بر منابع آب (IPCC, 2001a)

اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر منابع آب	پیامدهای آن
کاهش مقدار متوسط ذخایر برفی سالیانه	احتمال کاهش متوسط ذخیره آب سالیانه
تغییر در زمان، شدت، موقعیت، مقدار و شکل بارش	افزایش چالش‌های مدیریت مخزن و چگونگی برقراری تعادل در کنترل سیلاب و تامین آب احتمال افزایش سیلاب‌های شدید احتمال رخداد خشکسالی‌ها
تغییرات بلند مدت پوشش گیاهی در حوزه	تغییر در شدت و زمان رواناب احتمال رخداد سیلاب‌ها و افزایش آورد رسوب رودخانه‌ها
بالا آمدن سطح آب دریاهای آزاد	احتمال افزایش شوری تالاب‌ها، شکست سیل بندها و شوری آبخوان‌های ساحلی
افزایش دمای آب	احتمال مرگ گونه‌های آبزی با تغییر کیفیت آب و افزایش تقاضای آب زیست محیطی به منظور کنترل دما
افزایش تقاضای کشاورزی و شهری برقابی	تغییر در الگوی مصرف و تبخیر و تعرق گیاهان احتمال کاهش تولید برقابی به دنبال تغییر سیاست‌های بهره‌برداری از مخازن

از سال ۱۹۸۷ با تأکید سازمان جهانی هواشناسی[۸](WMO) بر لزوم تحقیق درباره اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب و تخصیص یک بخش از یازدهمین نشست اتحادیه بین المللی ژئودزی و ژئوفیزیک توسط انجمن بین المللی علوم هیدرولوژیکی به اقلیم و منابع آب و همچنین با برگزاری اجلاس بررسی مشکلات احتمالی تغییرات اقلیم بر منابع آب در سال ۱۹۸۸ در استرالیا، دانشمندان تحقیقات گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ‌های هیدرولوژیکی تغییرات اقلیم در حوزه‌های آبخیز و بررسی آثار این پدیده بر منابع آب آغاز کردند که این تحقیقات از آن زمان تاکنون ادامه دارد (سید قاسمی، ۱۳۸۵).

۱-۴ بیان مسئله

استان کرمانشاه در دامنه غربی رشته کوه زاگرس در معرض سیستم‌های غربی مدیترانه‌ای و سیستم‌های تلفیقی مدیترانه ای- سودانی می‌باشد. از این نظر هر گونه تغییر در میزان بارش ناشی از پدیده گرمایش جهانی در بخش‌های غربی کشور می‌تواند در رفتار بارش و دمای مدل‌سازی شده دهه‌های آتی این استان ظاهر شود. از طرفی بخش بزرگی از کشاورزی، شرب و صنعت این استان وابسته به منابع آبی حاصل از بارش سیستم‌های جوی می‌باشد. همچنین، بررسی داده‌های روزانه هیدرواقلیمی حوزه آبخیز قره‌سو کرمانشاه در دوره پایه این تحقیق با استفاده از آزمون منکندال نشان از روند افزایشی دما و کاهشی دبی جریان می‌دهد. بر این اساس در این مطالعه حوزه آبخیز قره‌سو کرمانشاه جهت بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مؤلفه¬های بیلان آب انتخاب شد.

در مطالعات این پایان‌نامه تحقیقات در سه بخش زیر انجام گرفت:

۱. کوچک مقیاس کردن داده مدل‌های گردش عمومی برای حوزه هدف توسط مدل LARS-WG
۲. استفاده از داده‌های کوچک مقیاس شده به عنوان ورودی‌های مدل هیدرولوژیکی WetSpa
۳. بررسی عدم‌قطعیت مدل‌های اقلیمی و پارامترهای مدل هیدرولوژیکی

8- World Meteorological Organization