





دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی کشاورزی

**بررسی روند «الگوی سالانه بارش و دمای هوا»
در حوضه آبریز گاوخونی**

پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری وزهکشی

معصومه نجفی

استاد راهنما

دکتر علی رضا سلطانی تودشکی

دی ماه ۱۳۹۳



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آبیاری و زهکشی خانم معصومه نجفی

تحت عنوان

**بررسی روند «الگوی سالانه بارش و دمای هوا»
در حوضه آبریز گاوخونی**

در تاریخ دفاع ۱۳۹۳/۱۰/۲۲ توسط کمیته زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استاد راهنمای پایان نامه دکتر علیرضا سلطانی تودشکی

۲. استاد مشاور پایان نامه مهندس سیدحسین سقائیان نژاد

۳. استاد داور دکتر جهانگیر عابدی کوپایی

۴. استاد داور دکتر سعید سلطانی کوپایی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر محمد مهدی مجیدی

تقدیر و تشکر

اعتراف می‌کنم که نه زبان شکر تو را دارم و نه توان تشکر از بندگان تو، و اما بر حسب وظیفه از کلیه اساتید ارجمندم در طول سالهای به یاد ماندنی شاگردیشان تشکر می‌نمایم. از اساتید گرانقدرم آقای دکتر علیرضا سلطانی تودشکی و آقای مهندس سیدحسین سقائیان‌نژاد برای راهنمایی‌ها و حمایت‌های همه‌جانبه و بی‌دریغ ایشان در انجام این پایان‌نامه کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر جهانگیر عابدی کوپایی و جناب آقای دکتر سعیدسلطانی کوپایی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند و در این راه نهایت همکاری را نمودند، تشکر می‌نمایم.

در پایان از خانواده عزیزم، پدر فداکار، مادر دلسوز، خواهرم و برادران عزیزم که بالهای محبت خود را گسترانیدند و با تحمل دشواری‌ها، سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال و فراغت بال، شوق آموختن در من زنده بماند، صمیمانه سپاسگزارم و این نیست جز جلوه‌ای از لطف و رحمت پروردگاری که از ادای شکر حتی یک نعمت او ناتوانم.

معصومه نجفی

دی ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به تمام کسانی که دوستان دارم.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست اشکال.....	نه
فهرست جداول.....	یازده
چکیده.....	۱
فصل اول: کلیات.....	۶
۲-۱- هدف تحقیق.....	۴
فصل دوم: بررسی منابع.....	۶
۱-۲- مقدمه.....	۶
۲-۲- گازهای گلخانه‌ای.....	۷
۳-۲- اثرات گرم شدن زمین.....	۹
۴-۲- تغییرات اقلیم از دیدگاه قرآنی.....	۱۰
۵-۲- مطالعات انجام شده در زمینه تغییر اقلیم.....	۱۱
۶-۲- تحقیقات مربوط به منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز زاینده‌رود.....	۱۵
۷-۲- اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی.....	۱۵
فصل سوم: مواد و روش.....	۱۸
۱-۳- منطقه مورد مطالعه و ویژگی آن.....	۱۸
۲-۳- انتخاب ایستگاه.....	۲۲
۳-۳- آزمون‌های اولیه.....	۲۵
۴-۳- ساختار کلی آزمون‌های روند.....	۲۶
۵-۳- آزمون‌های روند.....	۲۶
۶-۳- الگوی بارش و دما در سال.....	۳۰
فصل چهارم: نتایج و بحث.....	۳۲
۱-۴- مشخصات آماری بارش در مناطق مطالعاتی.....	۳۲
۲-۴- مشخصات آماری دمای متوسط مناطق مطالعاتی.....	۳۹
۳-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر و حداقل مطلق مناطق مطالعاتی.....	۶۶
۴-۴- بررسی برقراری توزیع طبیعی (نرمال) داده‌ها.....	۵۷
۵-۴- بررسی روند متغیرهای دما و بارش در مقیاس ماهانه.....	۵۸
۶-۴- بررسی روند متغیرهای دما و بارش در مقیاس سالانه.....	۶۱
۷-۴- بررسی تغییرات الگوی متغیرهای دما و بارش با میانگین متحرک.....	۶۳
فصل پنجم: نتیجه‌گیری.....	۶۸
۱-۵- نتیجه‌گیری کلی.....	۶۸
۲-۵- پیشنهادات.....	۶۹
منابع.....	۷۰

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۳. موقعیت حوضه فرعی گاوخونی در میان حوزه‌های اصلی کشور (در حوزه مرکزی).....	۱۹
شکل ۲-۳. مقایسه شاخص سرانه آب در حوضه زاینده‌رود و استان اصفهان نسبت به دنیا و ایران	۲۰
شکل ۳-۳. پراکنش ایستگاه‌های تبخیرسنجی در زیرحوضه‌های حوضه گاوخونی	۲۳
شکل ۴-۳. نواحی پنج‌گانه مطالعاتی در حوضه گاوخونی همراه با پراکنش ایستگاه‌ها	۲۴
شکل ۵-۳. سهم‌بندی مناطق مطالعاتی (روش سطوح چندضلعی)، برای مناطق پنج‌گانه مطالعاتی	۲۵
شکل ۱-۴. بررسی‌های تصویری بارش (نمودار نقطه‌ای، منحنی فراوانی و سهم بارش در سال) در منطقه یک مطالعاتی.....	۳۳
شکل ۲-۴. بررسی‌های تصویری بارش (نمودار نقطه‌ای، منحنی فراوانی و سهم بارش در سال) در منطقه دو مطالعاتی.	۳۴
شکل ۳-۴. بررسی‌های تصویری بارش (نمودار نقطه‌ای، منحنی فراوانی و سهم بارش در سال) در منطقه سه مطالعاتی.	۳۵
شکل ۴-۴. بررسی‌های تصویری بارش (نمودار نقطه‌ای، منحنی فراوانی و سهم بارش در سال) در منطقه چهار مطالعاتی.	۳۶
شکل ۵-۴. بررسی‌های تصویری بارش (نمودار نقطه‌ای، منحنی فراوانی و سهم بارش در سال) در منطقه پنج مطالعاتی.....	۳۷
شکل ۶-۴. متوسط سهم بارش هر ماه در هر سال همراه با خطای معیار.....	۳۹
شکل ۷-۴. میانگین بلندمدت بارش در مناطق مطالعاتی پنجگانه، همراه با محدوده میان‌چارکی هر ماه.	۳۹
شکل ۸-۴. نمودار نقطه‌ای، منحنی‌های فراوانی و مقدار نسبی دمای متوسط هوا در منطقه یک مطالعاتی.....	۴۰
شکل ۹-۴. نمودار نقطه‌ای، منحنی‌های فراوانی و مقدار نسبی دمای متوسط هوا در منطقه دو مطالعاتی.	۴۱
شکل ۱۰-۴. نمودار نقطه‌ای، منحنی‌های فراوانی و مقدار نسبی دمای متوسط هوا در منطقه سه مطالعاتی.....	۴۲
شکل ۱۱-۴. نمودار نقطه‌ای، منحنی‌های فراوانی و مقدار نسبی دمای متوسط هوا در منطقه چهار مطالعاتی.	۴۳
شکل ۱۲-۴. نمودار نقطه‌ای، منحنی‌های فراوانی و مقدار نسبی دمای متوسط هوا در منطقه پنج مطالعاتی.....	۴۴
شکل ۱۳-۴. میانگین بلندمدت دمای متوسط در مناطق مطالعاتی پنجگانه، همراه با محدوده میان‌چارکی هر ماه.....	۴۵
شکل ۱۴-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداکثر مطلق در منطقه یک مطالعاتی.	۴۷
شکل ۱۵-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداکثر مطلق در منطقه دو مطالعاتی.	۴۸
شکل ۱۶-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداکثر مطلق در منطقه سه مطالعاتی.....	۴۹
شکل ۱۷-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداکثر مطلق در منطقه چهار مطالعاتی.....	۵۰
شکل ۱۸-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداکثر مطلق در منطقه پنج مطالعاتی.....	۵۱
شکل ۱۹-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداقل مطلق در منطقه یک مطالعاتی.....	۵۲
شکل ۲۰-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداقل مطلق در منطقه دو مطالعاتی.....	۵۲
شکل ۲۱-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداقل مطلق در منطقه سه مطالعاتی.....	۵۴
شکل ۲۲-۴. بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداقل مطلق در منطقه چهار مطالعاتی.....	۵۵

- شکل ۴-۲۳- بررسی تصویری (نمودار نقطه‌ای و منحنی‌های فراوانی) دمای حداقل مطلق در منطقه پنج مطالعاتی. ۵۶.....
- شکل ۴-۲۴- متوسط دمای حداکثر و حداقل مطلق هر ماه (همراه با خطای معیار بصورت میله‌ای). ۵۷.....
- شکل ۴-۲۵- بررسی تغییرات الگوی بارش در مناطق مطالعاتی. ۶۴.....
- شکل ۴-۲۶- بررسی تغییرات الگوی دمای متوسط در مناطق مطالعاتی. ۶۵.....
- شکل ۴-۲۷- بررسی تغییرات الگوی دمای حداکثر مطلق در مناطق مطالعاتی. ۶۶.....
- شکل ۴-۲۸- بررسی تغییرات الگوی دمای حداقل مطلق در مناطق مطالعاتی. ۶۷.....

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- شرایط و مشخصات مطالعات بررسی روند در متغیرهای بارش و دمای هوا (به ترتیب طول سری زمانی)....	۱۳
جدول ۱-۳- شاخص‌های ویژه حوضه زاینده‌رود (سهم حوضه نسبت به کشور).....	۲۰
جدول ۲-۳- نیازهای آبی حوضه زاینده‌رود در افق ۱۳۸۰-۱۴۰۰ (میلیون مترمکعب).....	۲۱
جدول ۳-۳- منابع و کمبودهای آبی حوضه زاینده‌رود در افق ۱۳۸۰-۱۴۰۰ (میلیون مترمکعب).....	۲۱
جدول ۴-۳- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های تبخیرسنجی منتخب.....	۲۳
جدول ۵-۳- سهم تأثیر ایستگاه‌های انتخابی در مناطق مطالعاتی (مساحت نسبی تحت پوشش هر ایستگاه).....	۲۴
جدول ۱-۴- مشخصات آماری بارش (میلی متر) در منطقه مطالعاتی یک: «مرغاب».....	۳۳
جدول ۲-۴- مشخصات آماری بارش (میلی متر) در منطقه مطالعاتی دو: «خشک‌رود».....	۳۴
جدول ۳-۴- مشخصات آماری بارش (میلی متر) در منطقه مطالعاتی سه: «شوردهاقان».....	۳۵
جدول ۴-۴- مشخصات آماری بارش (میلی متر) در منطقه مطالعاتی چهار: «پلاسجان».....	۳۶
جدول ۵-۴- مشخصات آماری بارش (میلی متر) در منطقه مطالعاتی پنج: «زرچشمه، رحیمی، تالاب گاوخونی».....	۳۷
جدول ۶-۴- مشخصات آماری دمای متوسط هوا؛ سانتیگراد، ناحیه یک مطالعاتی: «مرغاب».....	۴۰
جدول ۷-۴- مشخصات آماری دمای متوسط هوا؛ سانتیگراد، ناحیه دو مطالعاتی: «خشک‌رود».....	۴۱
جدول ۸-۴- مشخصات آماری دمای متوسط هوا؛ سانتیگراد، ناحیه سه مطالعاتی: «شوردهاقان».....	۴۲
جدول ۹-۴- مشخصات آماری دمای متوسط هوا؛ سانتیگراد، ناحیه چهار مطالعاتی: «پلاسجان».....	۴۳
جدول ۱۰-۴- مشخصات آماری دمای متوسط هوا؛ سانتیگراد، ناحیه پنج مطالعاتی: «زرچشمه، رحیمی، تالاب گاوخونی».....	۴۴
جدول ۱۱-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه یک مطالعاتی: «مرغاب».....	۴۷
جدول ۱۲-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه دو مطالعاتی: «خشک‌رود».....	۴۸
جدول ۱۳-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه سه مطالعاتی: «شوردهاقان».....	۴۹
جدول ۱۴-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه چهار مطالعاتی: «پلاسجان».....	۵۰
جدول ۱۵-۴- مشخصات آماری دمای حداکثر مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه پنج: «زرچشمه، رحیمی، تالاب گاوخونی».....	۵۱
جدول ۱۶-۴- مشخصات آماری دمای حداقل مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه یک مطالعاتی: «مرغاب».....	۵۲
جدول ۱۷-۴- مشخصات آماری دمای حداقل مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه دو مطالعاتی: «خشک‌رود».....	۵۳
جدول ۱۸-۴- مشخصات آماری دمای حداقل مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه سه مطالعاتی: «شوردهاقان».....	۵۴
جدول ۱۹-۴- مشخصات آماری دمای حداقل مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه چهار مطالعاتی: «پلاسجان».....	۵۵
جدول ۲۰-۴- مشخصات آماری دمای حداقل مطلق هوا؛ سانتیگراد، ناحیه پنج: «زرچشمه، رحیمی، تالاب گاوخونی».....	۵۶
جدول ۲۱-۴- مقادیر آماره p-value کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی برقراری توزیع طبیعی (نرمال) داده‌ها.....	۵۷
جدول ۲۲-۴- مقادیر آماره‌ها در آزمون‌ها برای منطقه یک مطالعاتی.....	۵۸
جدول ۲۳-۴- حداقل سطح احتمال در آزمون روندیابی متغیرهای بارش و دما در مقیاس ماهانه.....	۶۰
جدول ۲۴-۴- نتایج آزمون‌های روندیابی متغیرهای بارش و دما در مقیاس سالانه.....	۶۲

چکیده

با توجه به نقش تعیین کننده تنوع اقلیمی و تغییرات آن، در میزان تولید کشاورزی و پایداری آن، هدف این پژوهش، ارائه روشی برای تحلیل تغییرپذیری اقلیم، بر مبنای الگوی سالانه بارش و دمای هوا بود. بر این اساس، حوضه زاینده رود در قالب پنج منطقه مطالعاتی، شامل مُرغاب، خشک رود، شوردهاقان، پلاسجان، و زرچشمه، رحیمی، تالاب گاوخونی با طول دوره ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰، مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، الگوی بارش و دما در این مناطق، با استفاده از مشخصه‌های آماری، و با تفکیک ماه‌های پربارش و کم بارش و سرد و گرم مشخص شد و از آزمون‌های ناپارامتریک و پارامتریک برای بررسی وجود روند متغیرها (در مقیاس سالانه و ماهانه) استفاده شد. پنج منطقه مورد بررسی دارای شرایط آب و هوایی متنوعی بودند، بگونه‌ای که متوسط بارش سالانه آنها از ۳۰۰ میلی متر (منطقه چهار) تا کمتر از ۱۳۰ میلی متر (منطقه پنج) نوسان داشت. هم‌چنین منطقه چهار با دمای متوسط ۱۱ درجه سردترین، و منطقه یک و سه با دمای متوسط ۱۴ درجه، گرم‌ترین مناطق شناخته شدند. در عین حال، نتایج نشان داد الگوی سالانه بارش و دما در این مناطق مشابه بوده و ماه‌های آبان تا اردیبهشت با توزیع تقریباً یکنواخت به عنوان ماه‌های تأمین کننده اصلی بارش مطرح هستند. هم‌چنین، ماه‌های اردیبهشت تا مهر، ماه‌های گرم‌تر و آبان تا فروردین، ماه‌های سردتر شناخته شدند. بررسی روند متغیرها نیز نشان داد، در این مناطق بارش و دمای متوسط به ترتیب تحت تأثیر بیشترین و کمترین «نوسانات» و در عین حال، دارای کمترین و بیشترین «روند تغییرات» بوده‌اند. بارش در مقیاس ماهانه و سالانه (بجز فروردین در منطقه چهار)، روندی نداشته و متغیرهای دما نیز عمدتاً دارای روند افزایشی می‌باشند، گرچه نمی‌توان این روندها را منحصرأ به ماه‌های سرد یا گرم سال نسبت داد.

کلمات کلیدی: الگوی بارش، الگوی دمای هوا، نوسانات بارش و دما، روند تغییرات بارش و دما

فصل اول

کلیات

با ظهور انقلاب صنعتی و به دنبال آن افزایش بی‌رویه جمعیت، تخریب جنگل، تغییر الگوی کشت و افزایش شخم عمیق، گرم شدن جهانی به سرعت در حال افزایش بوده و هرگونه تغییر در وضعیت آب و هوای جهان، به طور مستقیم در تولید محصولات کشاورزی مناطق مختلف دنیا و در نتیجه بر موضوع **تامین امنیت غذایی** در سطح جهان تاثیرگذار است [۲۱].

با توجه به اینکه کشاورزی به آب و هوا و اقلیم وابسته است، از این رو تنوع اقلیمی و تغییرات آن در کوتاه مدت و دراز مدت، نقش تعیین کننده‌ای در میزان **تولید و پایداری** آن دارد. منابع علمی پرشمار و شواهد عینی زیاد در زمینه رویداد تغییر اقلیم جهانی بیانگر آن است که با وجود برخی تردیدها و ابهامات، این رویداد در حال رخ دادن است و بزودی کلیه فعالیت‌ها و زیرساخت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کشورهای جهان بویژه آن‌هایی که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند را تحت تاثیر قرار خواهد داد. تغییرات اقلیمی چه بصورت دوره‌ای و چه بصورت دائمی یک واقعیت عینی است. بنابراین برخورد با آن به آگاهی، آمادگی، برنامه ریزی و توانمندسازی نیاز دارد که همگی از ضرورت‌های لازم برای کاهش اثرگذاری زیانبار ناشی از این فرآیند است.

این رویداد که اثرات آن به شکل گرمایش جهانی، **تغییر الگو** و **دوره بارش‌ها**، افزایش پیشآمد و رخداد‌های غیرمترقبه مانند سیل، خشکسالی‌ها و گردوغبارهای گسترده بروز کرده و بیشتریت تاثیر سوء خود را بر فعالیت‌های تولید مواد غذایی، کشاورزی و عرصه‌های منابع طبیعی و محیط زیست گذاشته است. اثرات سوء کم‌آبی و خشکسالی‌ها، افزایش رویداد سیلاب‌ها، آب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن آب دریاها و سرانجام تغییر تدریجی **الگوهای کشاورزی** و دامپروری در بیشتر مناطق جهان گزارش شده است و در کشورما نیز به رغم کمبود داده‌های علمی کافی، اثرگذاری‌های آن بصورت خشک شدن

دریاچه‌ها، تالاب‌ها و کاهش ذخایر منابع آبی بخوبی نمایان است. کمبود آب در سطح کشور بطور مستقیم یا غیرمستقیم یکی از مهم‌ترین معضلات ناشی از **تغییر اقلیم** خواهد بود و در این مورد تمامی زیرساخت و شبکه‌های مربوط به بهره‌برداری، از آب و توزیع آن در عرصه‌های کشاورزی نیز تحت تاثیر قرار خواهند گرفت. از جمله پیامدهای تغییر اقلیم در ایران می‌توان برای نمونه به موارد زیر اشاره نمود:

- **افزایش دما:** بررسی ۶۰۰ ایستگاه تبخیرسنجی در ایران نشان داد که ۶۸ ایستگاه، تغییر آب‌وهوا را در دهه اخیر داشته‌اند [۳۰]. با افزایش دما نیاز آبی بیشتری انتظار می‌رود. از طرفی مقدار قابل توجهی از بارش برف به باران تبدیل می‌شود و به موازات آن زمان ذوب برف زودتر می‌شود و در نتیجه الگوی جریان در زمستان تغییر می‌کند این پدیده بطور موقت موجب **بهم خوردن تعادل** بین ارتباط نیاز آبی با منابع آب در برخی نواحی می‌شود. تبخیرتعمق می‌تواند موجب کاهش متوسط جریان شود که خود بر میزان آب مصرفی موثر است [۳۱].

- **آبیاری:** افزایش دما تا ۲ درجه سانتیگراد **نیاز به آبیاری** را تا ۳۰ درصد افزایش می‌دهد [۳۸].

- **تغییر در شدت و الگوی بارش:** تحلیل و بررسی بارندگی سالانه و ماهانه ۲۵ ایستگاه در نواحی خشک و نیمه خشک ایران نشان داد که در مقیاس سالانه و ماهانه بترتیب ۱۶ و ۵۰ درصد از ایستگاه‌ها روند معنی‌داری دارند و **روند بارش** در قسمت‌های مختلف نواحی نسبت به کل ناحیه دارای اثرات محلی مختلفی بوده است که بطور کلی نواحی خشک و نیمه خشک ایران در معرض خطر مواجه با پدیده بیابان‌زایی است این محققین هم‌چنین اشاره داشتند که تغییر پوشش زمین نیز اثر خود را روی اقلیم منطقه‌ای و محلی آشکار می‌کند و بیابان‌زایی را گسترش می‌دهد ضمن آنکه نه دخیل بودن تغییر پوشش زمین و نه پدیده نوسانات جنوبی (النینو و لانینا) بطور متمرکز و جامع روی نواحی خشک و نیمه خشک ایران تاکنون مورد بررسی قرار نگرفت است [۷۲]. هم‌چنین بررسی آمار دو ایستگاه باران‌سنجی با سابقه آماری بیش از ۱۰۰ سال نشان می‌دهد که شیب کلی منحنی بارش به سمت پایین میل می‌کند و میانگین متحرک ۵ساله اشاره به روند کاهشی بارش دارد [۳۸].

- **منابع سطحی و زیرزمینی:** کاهش بارش باعث کاهش منابع سطحی گشته و از طرفی، تغییر نسبت تبخیر به نفوذ، باعث تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی نیز می‌شود [۲۶].

- **کیفیت منابع آب:** تغییر اقلیم کیفیت منابع آب را نیز با مخاطرات جدی روبرو خواهد ساخت. کیفیت آب، بویژه آب‌های سطحی تنزل خواهد یافت و از میزان آب سالم قابل استحصال خواهد کاست [۲۶].

- **خطای پیش‌بینی:** تغییر اقلیم ضمن بوجود آوردن ناهمگنی در سری داده‌های تاریخی ایستگاه‌های هواشناسی و آب‌سنجی (هیدرومتری)، باعث ورود خطا در برآورد دوره بازگشت دبی جهت طراحی و ساخت سازه‌های آبی نظیر سدها می‌شود [۲۶].

- **پایین آمدن سطح دریا:** بررسی دراز مدت سطح آب دریای خزر نشان می‌دهد که طی مدت مطالعه، سطح آب از ۲۵/۲- متر به ۲۹/۱- نسبت به سطح آب های آزاد تغییر کرده و حدود ۴ متر کاهش یافته است. عامل اصلی موثر بر سطح آب دریای خزر در درازمدت و در دهه اخیر همانطور که اکثر محققین معتقدند، **تغییر آب‌وهوا** در این حوضه آبریز می‌باشد [۳۱].

در هر صورت، تغییرات اقلیم باعث تغییر در مدت، شدت، شکل و زمان بارش در مناطق مختلف کره زمین می‌شود که این مساله می‌تواند سبب ایجاد خشکسالی و سیلاب‌ها گشته و باعث تغییر در حجم زمان و مدت رواناب می‌شود. پیامد این اتفاق در عرصه مدیریت منابع آب تحولات و تغییرات بسیاری را بوجود خواهد آورد [۳۳]. بنابراین، اثرات سوء تغییرات اقلیم ممکن است بر همه اجزاء **امنیت غذایی** کشور از جمله تولید، دسترسی، مصرف و همچنین پایداری نظام‌های تامین و توزیع غذایی تاثیر داشته باشد. بدیهی است ضرورت دارد در این زمینه تلاش گردد.

۱-۲- هدف تحقیق

بجز تغییراتی که عمدتاً برای منابع آبی و معمولاً در مقیاس یک سال آبی بررسی می‌گردند، الگوی **متغیرهای اقلیمی در طول یک سال** نیز برای کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی تاثیرگذار بوده و بایستی مورد توجه و دقت قرار گیرد. بر این مبنا، این پژوهش با هدف بررسی یک روش پیشنهادی در بحث تغییر اقلیم، بر مبنای **الگوی توزیع سالانه بارش و دما** انجام شد. که این موضوع در حوضه زاینده‌رود و طی مراحل زیر مورد بررسی قرار گرفت.

الف- تشخیص ماه‌های «گرم یا سرد» و «خشک یا تر» در مناطق مورد بررسی،

ب- تعیین الگوی توزیع بارش و دمای این ماه‌ها در طول سال آبی؛

پ- بررسی تغییرات الگوی توزیع بارش و دما در سری زمانی؛

ت- بررسی تغییرات الگوی توزیع در دوره‌های خشک و تر سری زمانی؛

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- مقدمه

گرمایش جهانی و تغییرات معنی دار در سری‌های زمانی دما و بارش در نقاط مختلف دنیا بعنوان مهم‌ترین نمودهای تغییر اقلیم در قرون‌های ۲۰ و ۲۱ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. توجه افکار عمومی و مجامع بین‌المللی و علمی به این مسیله و تمرکز **گازهای گلخانه‌ای** در دهه اخیر باعث شده که نوعی همگرایی جهانی در بررسی این معضل بوجود آید. با روی آوردن بشر به استفاده از سوخت‌های فسیلی و صنعتی شدن و رشد جوامع شهری در یک‌صد سال اخیر و هم‌چنین استخراج نفت و زغال سنگ و مصرف روز افزون آن‌ها، تولید گازهای گلخانه‌ای سرعت سرسام‌آوری پیدا کرد.

هم‌چنین تعدادی از عوامل طبیعی چون حرکت‌های قاره‌ای، آتشفشان‌ها، گردش‌های اقیانوسی، زاویه شیب زمین، ستاره‌های دنباله‌دار و سنگ‌های آسمانی، باعث تغییر اقلیم می‌شوند؛ بحرانی که به تغییرات آب‌وهوایی و اقلیم کره زمین تعبیر می‌شود و عبارت است از **ناپایداری اقلیم‌های** مختلف کره زمین بر اثر تولید و افزایش گازهای دی‌اکسید کربن، متان و سایر گازهای گلخانه‌ای، که این بحران اکنون نشانه‌های اولیه آن بروز کرده است. علت این امر را بگونه‌ای می‌توان صنعتی شدن جوامع و افزایش تقاضای جامعه برای حامل‌های انرژی دانست. در هر صورت هر تغییر مشخص در «**الگوهای مورد انتظار**» وضعیت میانگین آب‌وهوایی که در «**طولانی مدت**» در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ بدهد، «تغییر اقلیم^۱» نامیده می‌شود. تغییر اقلیم نشان‌دهنده «**تغییرات غیر عادی**» در اقلیم درون اتمسفر زمین و پی‌آمدهای ناشی از آن در قسمت‌های مختلف کره زمین می‌باشد. در برخی موارد، این مفهوم با فرض رابطه علت و معلولی بشری نیز بکار می‌رود، همچنان که در «**موافقت‌نامه مقررات تغییر اقلیم سازمان ملل؛ UN-FCCC**»^۲ مورد استفاده قرار گرفت [۴۴]. به عبارتی می‌توان گفت بسیاری از **تغییرات آب‌وهوایی** نتیجه رشد صنعتی بشر

¹ Climate Change

² United Nations Framework Convention on Climate Change

است که **تغییر اقلیم**، به عنوان واکنش طبیعت در مقابل فعالیت بشر می‌باشد [۹۵]. در عین حال، وجود روند در سری زمانی عوامل آب-هواشناختی (hydro-meteorology) ممکن است یا ناشی از تغییرات طبیعی، مانند خشکسالی بوده و یا فعالیت‌های مستقیم انسانی مثل افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد. بروز تغییرات در عوامل اقلیمی هر ناحیه، امری عادی بوده اما تداوم آن در سال‌های بعد می‌تواند اثرات بارزتری بر مولفه‌های تولیدی، اقتصادی و اجتماعی داشته باشد. لازم به ذکر است، تغییر اقلیم فرآیندی منحصر به عصر حاضر نبوده و شواهدی از جابجایی دوره‌های سرد و گرم در کره زمین دارد [۴۳ و ۶۵]. یکی از پیامدهای این پدیده، تغییر در **عناصر اقلیمی بویژه دما و بارش** است. بهم خوردن اندکی از تعادل اقلیم جهان موجب شده متوسط درجه حرارت کره زمین تمایل به روند افزایش را نشان دهد [۶۱].

امروزه گرم شدن زمین، یکی از مهم‌ترین مسائلی است که جامعه جهانی با آن مواجه است. واژه گرمایش جهانی به معنای افزایش میانگین دمای سالیانه سطح زمین در چند دهه اخیر است [۵۱]. علاوه بر تحلیل مستقیم دمایی، شواهد دیگری دلیل بر افزایش دما در چند دهه اخیر وجود دارد. کاهش پوشش یخ و برف یکی از این شواهد است. داده‌های ماهواره ای نشان دهنده کاهش تقریبی ۱۰٪ پوشش برفی از اواخر دهه ۱۹۶۰ هستند. پوشش یخ روی دریا در نیمکره شمالی در فصول بهار و تابستان از دهه ۱۹۵۰ بین ۱۰ تا ۱۵ درصد کاهش داشته است هم‌چنین ضخامت یخ در اقیانوس منجمد شمالی در تابستان و بهار از دهه ۱۹۵۰، ۴۰٪ کاهش پیدا کرده است. نشانه دیگر، افزایش سطح تراز دریاها به میزان ۱/۱ تا ۲/۲ درصد در قرن بیستم است [۴۶].

۲-۲- گازهای گلخانه‌ای

عوامل زیادی در تغییرات دمایی زمین نقش دارند. از جمله می‌توان به مواردی چون تغییر مدار چرخش زمین حول خورشید، ذرات معلق در اتمسفر^۱، تغییر در انرژی خورشید، تغییر در توپوگرافی زمین و کف اقیانوس‌ها و تغییر در الگوی کاربری اراضی^۲ اشاره کرد. در عین حال برخی محققین معتقدند که عامل اصلی گرم شدن زمین در قرن بیستم، افزایش **غلظت گازهای گلخانه‌ای** در جو است [۶۱]. همه اجسام به نسبت درجه حرارتی که دارند، امواجی را از خود ساطع می‌کنند. هرچه درجه حرارت جسم بیشتر باشد، طول موج ساطع شده کمتر خواهد بود. خورشید تقریباً تمام طول موج‌ها را از خود ساطع می‌کند اما با توجه به اینکه دمای سطح خورشید حدود ۶۰۰۰ کلوین است، قسمت اعظم این امواج دارای طول موج کوتاه هستند. درصدی از این امواج در راه رسیدن به سطح زمین توسط اتمسفر و سطح زمین به سمت بالا منعکس شده و مقدار باقیمانده، جذب سطح زمین می‌شود و گازهای گلخانه‌ای بصورت یک عایق اطراف زمین را احاطه کرده و مانع از فرار سریع امواج با طول موج بلند از اتمسفر زمین می‌شود. در واقع خاصیت گازهای گلخانه‌ای این است که امواج مادون قرمز را بخوبی جذب کرده اما امواج مرئی خورشید را خیلی کم جذب می‌کند [۴۲].

¹ aerosol

² changing patterns of land use

موسسه بین الدول تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰ مقدار تمام گازهای گلخانه‌ای را پیش بینی کرده است که در اثر فعالیت‌های بشر تولید می‌شود. از موارد خاص مورد توجه، افزایش سریع CO₂ در اتمسفر بخاطر سوزاندن سوخت‌های فسیلی می‌باشد. این پژوهش‌ها بر اساس سناریوهای مختلف که هر کدام از این سناریوها بر مبنای فرضیات مختلف راجع به رشد جمعیت، توسعه اقتصادی و تحول تکنولوژی است، استوار بوده است. در این گزارش آمده است که زمین طی یک قرن اخیر، ۰/۶ سانتیگراد گرم‌تر شده است و بر اساس تخمین **تجمع گازهای گلخانه‌ای**، افزایش دمایی معادل ۱ تا ۳/۵ درجه سانتیگراد تا سال ۲۱۰۰ میلادی پیش‌بینی می‌گردد [۶۲].

بنابراین علت تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر را ناشی از رشد و تمرکز CO₂ و سایر گازهای گلخانه‌ای در جو دانستند [۵۵]. بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان، اکسیدهای نیتروژن، انواع کلروفلوروکربن‌ها و ازن، مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای بشمار می‌روند. بخار آب مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که حدود ۶۸٪ کل گرمای ناشی از اثر گلخانه‌ای توسط بخار آب ایجاد می‌شود. اما غلظت این گاز در مقیاس جهانی تحت اثر فعالیت‌های بشر نبوده و بیشتر توسط فرآیندهای طبیعی تعیین می‌شود. پس از بخار آب، CO₂ از طریق تنفس موجودات زنده، تجزیه بقایای آلی و آتش سوزی‌های طبیعی تامین می‌شود. هم‌چنین با بررسی گرمایش جهانی و اینکه چگونه افزایش دی‌اکسید کربن سبب حساسیت اقلیم می‌شود، نشان دادند بخار آب، دی‌اکسید کربن، و دیگر گازهای نادر جو همگی بطور موثری جاذب تابش فروسرخ و یا مادون قرمز می‌باشند [۷۴]. این گازها، تابش موج بلند خروجی از سطح زمین را جذب می‌کنند و مجدداً تابش راگسیل می‌کنند و تابش در همه جهات منتشر می‌شوند و بخشی از آن به فضا می‌رود و بخشی دیگر برگشته و دوباره بوسیله سطح زمین جذب می‌شوند و دمایی سطح زمین را افزایش می‌دهند. این امر مقدار تابش موج بلند جذب شده را زیاد می‌کند و مقداری که مجدداً بطرف زمین گسیل می‌شود، سبب گرم شدن زمین می‌گردد. وی محاسبه کرد که دوبرابر شدن دی‌اکسید کربن سبب افزایش دمای جهانی به میزان ۳ تا ۴ درجه سانتیگراد می‌گردد. در ایران وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای بصورت ۷۷٪ مربوط به بخش انرژی، ۸٪ مربوط به بخش جنگل، ۷٪ مربوط به بخش کشاورزی، ۶٪ مربوط به بخش صنعت و ۲٪ آن مربوط به مواد زائد است [۵۰].

بخش کشاورزی نیز یکی از منابع اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای است که می‌تواند از طریق تخریب جنگل‌ها، زهکشی مرداب‌ها، سوزاندن کاه و کلش، افزایش احشام و کودپاشی با کودهای نیتروژنه باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. دی‌اکسید کربن، اکسیدنیتروژن و متان سه گاز گلخانه‌ای مهمی است که در بخش کشاورزی توسط فعالیت‌هایی نظیر استفاده از سوخت‌های فسیلی جهت گرم نگه داشتن گلخانه‌ها و دامداری و مرغداری‌ها، تنفس حیوانات و گیاهان و تجزیه مواد ارگانیکی و تخمیر مواد ارگانیکی خاک بدون حضور اکسیژن، در کودپاشی‌ها و آتش سوزی جنگل‌ها و فضولات دامی و اجساد دام و طیور، در فضا منتشر می‌گردند. هم‌چنین لازم به ذکر است دی‌اکسید کربن به‌تنهایی مسئول ۶۰٪ اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای است و هرچند مقدار متان موجود در اتمسفر کمتر از دی‌اکسید کربن است، اما پتانسیل گرمایش جهانی آن ۲۱ برابر دی‌اکسید کربن است. خاک‌ها و اقیانوس‌ها نیز بطور طبیعی

باعث انتشار اکسید نیتروژن می گردند و پتانسیل گرمایش جهانی آن، ۳۱۰ برابر دی اکسید کربن است. در دهه ۱۹۹۰، زمین های کشاورزی مسئول انتشار ۱۵٪ از گازهای گلخانه ای بوده اند. در حال حاضر حدود ۱/۳ درصد از دی اکسید کربن منتشر شده به علت تغییر در کاربری زمین، جنگل تراشی، **تغییر کشت** و افزایش سطح کشاورزی است و هم چنین ۲/۳ درصد از متان و بیشتر اکسید نیتروژن منتشر شده نیز ناشی از اراضی کشاورزی است [۴۱].

۲-۳- اثرات گرم شدن زمین

کلی ترین نتایج بدست آمده از گرمایش زمین عبارتند از تغییرات موسمی کم، نوسانات زیاد در دمای روزانه و بارش، افزایش آنتروپی یا بی نظمی سیستم که باعث فراوانی و مقادیر رویدادهای حدی می شود. تغییر در مقادیر حدی که در اینجا سومین نتیجه از گرمایش جهانی بشمار آمده است، باعث بروز تغییرات اساسی اجتماعی و زیست محیطی می گردد. **تغییرات آب و هوا** بطور غیرمستقیم یا مستقیم بر گیاهان و جانوران موثر است بطوریکه باعث تغییرات ژنتیکی و بویژه بسیاری از بیماری ها در آن شده است. مهاجرت زود هنگام پرندگان مهاجر، تغییر زمان تخم گذاری در دوزیستان، ظهور زود هنگام پروانه ها و گل دهی زودرس گیاهان، و تغییر رفتار جانوران از آثار مشهود تغییرات اقلیمی است. این گرمایش بسیاری از گونه های موجودات زنده را تا معرض انقراض پیش برده و برخی را به آفت هایی خارج از کنترل بدل کرده است [۱۰].

اثر افزایش دی اکسید کربن بر **بسته شدن روزنه های برگ** گیاهان اهمیت ویژه ای دارد. این وضعیت باعث کاهش نیاز آبی گیاه از طریق کاهش تعرق و بهبود آنچه اصطلاحاً کارایی مصرف آب گفته می شود، خواهد شد. با دوبرابر شدن غلظت دی اکسید کربن، منفذ روزنه گیاهان C3 و C4، حدود ۴۰ درصد کاهش و تعرق، ۲۳ تا ۴۶ درصد کمتر می شود [۳۵]. مطالعات متعددی، افزایش **دمای زمین** سطح زمین را تایید نموده است [۳]. بر اساس محاسبات موسسه بین الدول تغییر اقلیم، IPCC، **متوسط دمای خشکی ها** و اقیانوس ها بین ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سلسیوس بین سال های ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۵ و حدود ۰/۲ تا ۰/۳ درجه سلسیوس طی ۴۰ سال گذشته افزایش یافته است [۶۱]. هم چنین در مقیاس های منطقه ای تا حداکثر ۶/۱۸ درجه سلسیوس در برخی نقاط دنیا افزایش دما در قرن اخیر گزارش شده است. میزان افزایش دما در اروپای غربی ۰/۵ درجه، آمریکا ۰/۴ درجه و روسیه ۱/۲۳ درجه و در شرق سبیری تا ۱/۳ درجه سلسیوس نیز در برخی گزارشات ارائه شده است. هم چنین افزایش ۱/۲۳ درجه سلسیوس دما نیز در منطقه سبیری رئسیه مورد تاکید قرار گرفته است [۶۴]. بررسی آمار ثبت شده **دمای جهانی** از سال ۱۸۶۰ تاکنون نشان دهنده تغییرات مشهودی در مقاطع مختلف زمانی است. هم چنین بین سال های ۱۸۶۰ تا ۱۹۱۰ با وجود مشخص نبودن یک روند کاملاً مشهود [۵۶]، اما یک کاهش آرام در حدود ۰/۱۵ درجه را می توان در سری های زمانی نشان داد [۵۷]. از سال ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۰ حدود ۰/۵ درجه افزایش در سری های زمانی مشاهده شد. از ۱۹۴۰ تا ۱۹۷۵ افتی در حدود ۰/۱۵ درجه سلسیوس در روند دما بوجود آمد. توجهات متعددی در رابطه با این تغییرات مطرح شد که می توان به توسعه شهری، استفاده روز افزون از انرژی،

توسعه جزایر گرمایی^۱ و تغییرات کاربری زمین اشاره نمود. موسسه بین الدول تغییر اقلیم، با گزارش‌های منتشره در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱ میلادی بر تغییرات جهانی اقلیمی حاکی از افزایش حدود ۰/۷ درجه سانتیگراد دمای کره زمین از نیمه دوم قرن نوزدهم اشاره نموده است [۶۱].

پس بطور کلی، افزایش وقایع ناگوار جوی^۲ مانند سیل، طوفان، گردباد، مرگ و میر ناشی از گرمی هوا، خشکسالی، تغییر فصول، فرا رسیدن زود هنگام بهار و دیر رسیدن زمستان، از بین رفتن گونه‌های حیوانات، افزایش سطح آب دریاها و ذوب شدن یخچال‌ها، گسترش بیماری‌ها، افزایش آلودگی در اتمسفر، از اثرات تغییر اقلیم می‌باشد.

۲-۴- تغییرات اقلیم از دیدگاه قرآنی

امروزه آنچه که در ارتباط با تغییرات اقلیم و پدیده‌های مستمر خشکسالی، سیلاب در جهان بخصوص کشور ایران مطرح می‌باشد این است که علل این پدیده‌ها چیست؟ و چرا مانند سال‌های قبل بارش‌های متناوب و متوالی نداریم؟ در برخی مناطق مانند پاکستان و یا استرالیا بارش سالانه در ۴۸ ساعت اتفاق می‌افتد و میلیون‌ها نفر در اثر وقوع سیلاب، مزارع و خانه‌هایشان از بین می‌رود و صدها هزار نفر نیز جان خودشان را از دست می‌دهند در مناطق دیگر نظیر کشورهای آسیایی غرب، پدیده خشکسالی و افزایش دما بگونه‌ای است که در طی ۵۰ سال گذشته تجربه نشده است، یا اینکه در کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی بارش برف و کاهش دما به شکلی است که زندگی روزمره مردم را مختل و میلیاردها دلار خسارت وارد کرده است.

پژوهشگران علوم اقلیم‌شناسی مباحثی از قبیل گرم شدن کره زمین به علت از بین رفتن لایه‌ی ازون، تولید گازهای گلخانه‌ای و تغییراتی در اتمسفر جو زمین، دخل و تصرفات بشر در محیط زیست، از بین رفتن منابع طبیعی و مهار و توسعه منابع آب سطحی، برداشت‌های غیرمجاز آبهای زیرزمینی و غیره را در این امر دخیل می‌دانند. در عین حال، کارشناسان معتقدند میزان بارش سالیانه در کره زمین کاهش نیافته است و علت‌های جزئی نظیر از بین رفتن لایه ازون، افزایش دما و دخل و تصرفات بشر در طول ۱۰ سال اخیر در این حد نبوده است که اثرات کلان و تاثیرگذاری بر میزان بارش یا نحوه ریزش نزولات جوی داشته باشد. خالق نظام آفرینش می‌فرماید: ... و از آسمان آبی به اندازه [معین] فرود آوردیم (قرآن کریم، زخرف، ۱۱). تقسیم همه چیز از جمله بارش باران در نقاط مختلف آن براساس حکمت، عدل و نظام الهی است [۶]. بنابراین، آنجائی که حکمت اقتضا نماید (چه برای آزمایش و چه برای عقاب یا پاداش)، بارش‌های پی در پی و فراوان بر مردمان نازل می‌نماید. مصادیق روشنی از این حکمت را می‌توان در آیات زیر مشاهده نمود: خالق حکیم جهان می‌فرماید: «و به یقین، قوم فرعون را به خشکسالی و کمبود

¹ heat islands

² Extreme Weather Events

میوه‌ها گرفتار نمودیم، بلکه متذکر شوند» (قرآن کریم، اعراف، ۱۳۰). «آیا ندیده‌اند ... بارانهایی از آسمان را پی‌درپی بر امت‌های آنان فرو فرستادیم ...، پس ایشان را به [سزای] گناهانشان هلاک کردیم ...» (قرآن کریم، انعام آیه ۶). از طرفی نیز می‌فرماید: «چنانچه مردمان دیارها ایمان آورده و پرهیزگاری پیشه سازند، قطعاً درهای برکت آسمانی را بر ایشان فرو می‌فرستیم» (قرآن کریم، اعراف، ۹۶). بنابراین، در این رابطه بایستی به جنبه‌های رفتاری و نیز معنوی زندگی نگاهی داشت (که در این گزارش نمی‌گنجد)^۱.

در رابطه با رفتار و مواجهه انسان با طبیعت، بدیهی است که هرگونه دخل و تصرف توسط انسان‌ها در محیط زندگی باید براساس عقل، اندیشه و درک صحیح از مسائل محیط زیست باشد، در غیر اینصورت تصرف در عوامل طبیعی، از بین بردن جنگل‌ها، مراتع، بستر رودخانه، برداشت‌های غیر مجاز از سفره‌های آب زیرزمینی منجر به حوادثی از قبیل سیلاب، کاهش جریانات سطحی، فرونشست زمین، کاهش ذخیره آبخوان‌های آبرفتی، کاهش کیفیت براساس برداشت بی‌رویه از منابع، هجوم آبهای شور، فرسایش خاک و اثر آن از نظر کمی و کیفی بر منابع و آلودگی منابع خاک و آب خواهد شد. باید باور نمود که این تغییرات تابعی از رفتارهای انسانی است که اگر این رفتار الهی باشد، حرکت جوهری ذرات براساس اراده الهی منظم و به سود بشر (نعمت) و در غیر اینصورت نامنظم (عذاب و نعمت) خواهد شد [۶]. جمله‌ای گهربار از پیامبر اعظم (که بر ایشان و خاندان پاکش درود باد) نقل است که ضمن بیان یک مبنای کلیدی راهنما در این رابطه، پیام‌های تأمل‌برانگیزی دارد: «۰۰۰ آری، [در وضوء هم اِسراف هست]، گرچه در کنار نهر جاری باشی!» به یک معنا: حتی برای «کمترین مصارف» در جوار منابع سرشار! یا حتی در زمان فراوانی! ... و، حتی اگر باقیمانده و اضافی آب به نهر بازگردد! ...

۲-۵- مطالعات انجام شده در زمینه تغییر اقلیم

بررسی تغییرات دما و نقش انسان در گرمایش جهانی، زمینه غالب مطالعات اقلیمی در دهه‌های اخیر بوده است. این مطالعات در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی تقریباً همگی افزایش دما در سده گذشته را تایید می‌کنند. هرچند آهنگ افزایش در همه نقاط یکسان نبوده و در برخی نقاط روندهای منفی نیز گزارش شده که در بیشتر تحقیقات افزایش دمای شبانه قویتر از دمای روزانه گزارش شده و همین امر برخی از محققین را بسوی شناسایی نقش انسان در گرمایش جهانی کشانده است [۶۱]. تحقیقات انجام شده در این زمینه متنوع است اما همواره تحلیل روندها در سری‌های زمانی، اولین گام می‌باشد [۲۵]. بررسی پیشینه مطالعات در این زمینه نشان می‌دهد که بطور معمول از سری‌های زمانی بارش، دمای هوا (بصورت میانگین یا مقادیر حداقل و حداکثر)، و رطوبت نسبی برای بررسی روند تغییرات اقلیمی استفاده شده است. برای تحلیل روند نیز روش‌های مختلف پارامتری (تحلیل رگرسیونی، ضریب همبستگی

^۱ بدیهی است آیات قرآنی صرفاً به یک مصداق خاص محدود نمی‌شود و برداشت‌های ظاهری نفی‌کننده معانی باطنی آنها نیست. در هر صورت، با توجه به تخصصی بودن موضوع، بحث بیشتر به منابع مربوطه ارجاع داده می‌شود.