

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

**ارائه راهکارهای سازگاری با سطوح احتمالی مختلف تاثیر تغییر اقلیم بر منابع آب  
حوضه زاینده‌رود با رویکرد دینامیک سیستم‌ها**

رساله دکتری مهندسی آب

علیرضا گوهری

اساتید راهنما

دکتر سید سعید اسلامیان

دکتر جهانگیر عابدی کوپایی



## تشکر و قدردانی

کوله بارم بر دوش، سفری باید رفت، سفری بی همراه، گم شدن تا ته تنهایی محض،  
یار تنهایی من با من گفت: هر کجا لرزیدی، از سفر ترسیدی، تو بگو از ته دل، من خدا را دارم...

شکر و سپاس آفریدگاری را سزااست که بشر را قدرت تعقل و تفکر عطا فرمود. یقین که الطاف بی کران آن دانای بی همتا مرا یاری نمود تا قدم در راه تحصیل گذاشته و هم او بود که دستم بگرفت و پا به پا برد. اکنون که به پایان مرحله‌ای دیگر از این مسیر رسیده‌ام موجب افتخار من است تا از کسانی که در این راه با من همراه بودند تشکر نمایم. از استاد بسیار عزیز و ارجمندم جناب آقای **دکتر اسلامیان** که در تمامی مراحل تحصیل در دانشگاه صنعتی اصفهان، بهترین راهنما، دوست و پشتیبان من بودند و در طی ۱۱ سال از محضرشان کسب فیض نمودم تشکر می‌کنم. از استاد بزرگوارم جناب آقای **دکتر عابدی کویابی** که با راهنمایی‌ها، تشویق‌ها و همراهی‌هایشان مرا یاری نمودند قدردانی نموده و برای ایشان آرزوی سلامتی دارم.

انجام این رساله فرصت آشنایی با دو استاد اندیشمند و پرانرژی را برای بنده فراهم نمود. از استاد گرانقدر و خستگی ناپذیر جناب آقای **دکتر مساح بوانی** که آشنایی با ایشان دریچه جدیدی در پیش روی من فرا نهاد قدردانی نموده و امیدوارم بتوانم ذره ای از محبت‌های ایشان را جبران نمایم. از دوست عزیز و استاد مهربانم **دکتر کاوه مدنی** که علاوه بر زحمات بسیار پرارزش و ثمربخش در این رساله، در طی دوره فرصت مطالعاتی در کشور آمریکا از هر لحاظ مرا پشتیبانی کردند سپاسگزارم. از درگاه خداوند برای آن‌ها آرزوی سلامت نموده تا بتوانم همچنان از محضرشان کسب فیض نمایم. از دیگر اساتید محترم، **دکتر منوچهر حیدرپور**، **دکتر سعید سلطانی** و **دکتر حسین صمدی** که زحمت داوری و بازخوانی رساله را عهده‌دار شدند صمیمانه تشکر می‌کنم. بر خود لازم می‌دانم از جناب آقای دکتر مصدقی که قبول زحمت نموده و نظارت بر جلسه دفاع را عهده‌دار شدند سپاسگذاری نمایم. همچنین، از دیگر اعضای محترم هیئت علمی گروه مهندسی آب خصوصاً اساتید گرانقدر، **دکتر حسین افضل‌ی مهر** و **دکتر بهروز مصطفی زاده** تقدیر و تشکر می‌نمایم. از دوستان و اساتید عزیزم در دانشگاه فلوریدا **دکتر دینگ‌باو ونگ** و **دکتر پطروس زانناپولوس** و همچنین **دکتر علی میرچی** در دانشگاه ایالتی میشیگان که با رهنمودهای خود در مراحل انجام این پایان نامه مرا یاری دادند قدردانی می‌نمایم.

بوسه بر دستان پدری می‌زنم که برای من اسوه فداکاری و اخلاق است، بر خاک پای مادری بوسه می‌زنم که در تمام مراحل زندگی مشوق و پشتیبانم بوده است. از خدای متعال برایشان آرزوی سلامت و خوشحالی داشته و امیدوارم بتوانم قدردان زحماتشان باشم.

از همسر عزیز و مهربانم به خاطر تمام فداکاری‌هایش که از آغاز زندگی مشترکمان خالصانه نثار نمود و با تحمل غم و سختی‌های دوری، با الطاف بی‌شائبه خود طی طریق را برایم سهل و لذت‌بخش کرد تشکر می‌کنم. بی شک بسیاری از ساعتی که متعلق به او بود صرف انجام این رساله گردید. از خانواده محترم همسر که یار و پشتیبان بنده در تمام مراحل زندگی مشترک بنده بوده‌اند قدردانی می‌نمایم. از دو ستاره آسمان زندگیم، خواهران عزیزم بخاطر محبت‌های همیشگی‌شان ممنون و سپاسگزارم. از دوست بسیار خوبم، جناب آقای مهندس زارعیان، که در طی دوران تحصیل در دانشگاه صنعتی اصفهان صمیمانه یار و همراهیم نمود تشکر می‌کنم. یاد دوستان خوبم جناب آقایان مهندس کارگر، دکتر نوروزی، دکتر بحرینی، مهندس گوهری، دکتر مختاری، دکتر بهمنش و دکتر هادیان همیشه در خاطر من خواهد ماند، برای ایشان آرزوی توفیق روزافزون و سلامتی دارم.

علیرضا گوهری

پائیز ۹۲



**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،**

**ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع**

**این رساله متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.**









## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
فهرست شکل‌ها	یازده
فهرست جدول‌ها	چهارده
چکیده	۱
<b>فصل اول: کلیات</b>	
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ ضرورت تحقیق	۶
۳-۱ اهداف تحقیق	۱۰
۴-۱ ساختار فصول رساله	۱۱
<b>فصل دوم: مقدمه و بررسی منابع</b>	
۱-۲ مقدمه	۱۲
۲-۲ تغییر اقلیم	۱۲
۱-۲-۲ مفهوم تغییر اقلیم	۱۴
۲-۲-۲ سناریوهای اقلیمی و غیر اقلیمی در دوره‌های آتی	۱۵
۳-۲-۲ داده‌های قابل دسترس از مدل‌های AOGCM	۱۸
۴-۲-۲ ریزمقیاس‌نمایی	۱۹
۵-۲-۲ عدم قطعیت در مطالعات تغییر اقلیم	۲۰
۶-۲-۲ اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی	۲۲
۷-۲-۲ سازگاری با پدیده تغییر اقلیم	۲۵
۳-۲ مدیریت جامع منابع آب	۳۰
۴-۲ روش‌شناسی رویکرد دینامیک سیستم‌ها	۳۳
۱-۴-۲ مبانی رویکرد دینامیک سیستم‌ها	۳۴
۲-۴-۲ ضرورت به کارگیری تفکر سیستمیک در مدیریت منابع آب	۳۵
۳-۴-۲ تعاریف و مفاهیم پایه رویکرد دینامیک سیستم‌ها	۳۶
۴-۴-۲ نرم‌افزار Vensim	۳۹
۵-۴-۲ بررسی منابع	۳۹
<b>فصل سوم: منطقه مورد مطالعه</b>	
۱-۳ مقدمه	۴۴
۲-۳ منابع تامین آب حوضه	۴۶
۱-۲-۳ منابع آب سطحی	۴۶
۲-۲-۳ منابع آب زیرزمینی	۴۷
۳-۳ توسعه منابع آب در حوضه زاینده‌رود	۴۸
۱-۳-۳ مرحله اول: توسعه منابع آبی حوضه آبریز زاینده‌رود قبل از سال ۱۳۳۲	۴۸

۴۹	مرحله دوم: اولین طرح انتقال آب بین حوضه‌ای
۴۹	مرحله سوم: احداث سد زاینده‌رود
۵۰	مرحله چهارم: دومین انتقال آب بین حوضه‌ای
۵۰	مرحله پنجم: سومین انتقال آب بین حوضه‌ای
۵۱	مرحله ششم: طرح‌های انتقال آب آتی
۵۲	مصارف آب در حوضه
۵۲	شرب
۵۲	صنعت
۵۳	کشاورزی
۵۷	زیست محیطی

#### فصل چهارم: مواد و روش‌ها

۶۰	مقدمه
۶۰	ایستگاه‌های مورد مطالعه به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب
۶۲	پردازش داده‌های اقلیمی در دوره‌های آتی
۶۴	بررسی عدم قطعیت تغییر اقلیم با استفاده از وزن‌دهی مدل‌های AOGCM
۶۷	ریز مقیاس نمایی
۶۹	شبیه‌سازی بارش - رواناب
۷۴	امکان‌سنجی باروری ابرها
۷۶	اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی
۷۷	مدل AEZ
۸۳	شاخص‌ها
۸۵	مدل‌سازی جامع سیستم منابع آب
۸۵	مراحل مختلف مدل‌سازی
۸۶	مدل مدیریت و پایداری حوضه آبریز زاینده‌رود (ZRW-MSM)
۹۳	صحت‌سنجی مدل
۹۸	الگوهای سازگاری با تغییر اقلیم
۱۰۰	شاخص‌های منابع آب

#### فصل پنجم: نتایج و بحث

۱۰۲	مقدمه
۱۰۲	پردازش داده‌های اقلیمی در دوره‌های آتی
۱۰۳	سناریوهای بزرگ مقیاس تغییر اقلیم برای دما و بارندگی
۱۰۴	بررسی عدم قطعیت تغییر اقلیم با استفاده از وزن‌دهی مدل‌های AOGCM
۱۰۸	ریز مقیاس نمایی متغیرهای دما و بارندگی
۱۱۰	اثرات تغییر اقلیم بر دما و بارش
۱۱۴	اثرات تغییر اقلیم بر جریان سطحی

۱۱۷.....	۶-۲-۵ امکان سنجی باروری ابرها
۱۲۲.....	۷-۲-۵ اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی
۱۲۷.....	۳-۵ مدیریت جامع منابع آب
۱۲۷.....	۱-۳-۵ شناسایی استراتژی‌های موثر
۱۳۱.....	۲-۳-۵ تحلیل سیاست‌های مدیریتی
۱۳۶.....	۳-۳-۵ ارزیابی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای
۱۳۹.....	۴-۵ سازگاری با تغییر اقلیم
۱۳۹.....	۱-۴-۵ سناریوهای هیدرولوژیک
۱۳۹.....	۲-۴-۵ سیاست‌های سازگاری اتخاذ شده در مدل
۱۴۲.....	۳-۴-۵ نتایج پیاده‌سازی سناریوها و سیاست‌های سازگاری در مدل
۱۷۵.....	۴-۴-۵ تحلیل استراتژی‌های سازگاری با تغییر اقلیم

#### فصل ششم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

۱۷۸.....	۱-۶ مقدمه
۱۸۴.....	۲-۶ پیشنهادها
۱۸۶.....	مراجع



عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: حوضه زاینده‌رود و پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای	۹
شکل ۱-۲: مقادیر انتشار گاز دی‌اکسید کربن تحت سناریوهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای	۱۸
شکل ۲-۲: مدل باز در تفکر خطی	۳۶
شکل ۳-۲: مدل بسته در تفکر سیستمیک	۳۶
شکل ۱-۳: موقعیت قرارگیری حوضه آبریز زاینده‌رود در کشور	۴۵
شکل ۲-۳: حجم آب در مخزن زاینده‌رود طی ۳۰ سال اخیر	۴۷
شکل ۳-۳: توسعه منابع آب در حوضه زاینده‌رود	۵۱
شکل ۴-۳: شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضه زاینده‌رود	۵۴
شکل ۵-۳: میزان جریان ورودی به تالاب گاوخونی (مأخذ شرکت آب منطقه‌ای اصفهان)	۵۹
شکل ۱-۴: موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های منتخب در حوضه زاینده‌رود	۶۱
شکل ۲-۴: تابع توزیع احتمالی بتا	۶۶
شکل ۳-۴: شبیه‌سازی بارش- رواناب همراه با مدل‌های خطی و غیرخطی در روش ارائه شده توسط جکمن و هورن برگر (۱۹۹۳)	۷۰
شکل ۴-۴: هیستوگرام بارندگی موثر واحد	۷۲
شکل ۵-۴: هیدروگراف حاصل از بارندگی موثر واحد	۷۲
شکل ۶-۴: حوضه زاینده‌رود و موقعیت شبکه‌های آبیاری و زهکشی منتخب	۷۶
شکل ۷-۴: نمودار علی و معلولی زیرسیستم هیدرولوژیک	۸۷
شکل ۸-۴: نمودار علی و معلولی زیرسیستم اجتماعی- اقتصادی	۸۸
شکل ۹-۴: نمودار علی و معلولی زیرسیستم کشاورزی	۹۰
شکل ۱۰-۴: نمودار ذخیره جریان زیرسیستم هیدرولوژیک	۹۱
شکل ۱۱-۴: نمودار ذخیره جریان زیرسیستم اجتماعی- اقتصادی	۹۲
شکل ۱۲-۴: نمودار ذخیره جریان زیرسیستم کشاورزی	۹۲
شکل ۱۳-۴: مقایسه خروجی مدل با داده‌های مشاهداتی در طی آزمون تکرار رفتار	۹۵
شکل ۱۴-۴: روند تغییرات حجم منابع آب زیرزمینی در شرایط عدم برداشت از منابع سطحی	۹۶
شکل ۱۵-۴: روند تغییرات حجم منابع آب زیرزمینی در شرایط عدم برداشت از منابع زیرزمینی	۹۷
شکل ۱۶-۴: روند تغییرات حجم آب زیرزمینی در شرایط رکود اقتصادی	۹۷
شکل ۱۷-۴: روند تغییرات رفاه ساکنان حوضه در شرایط رکود اقتصادی	۹۷
شکل ۱۸-۴: روند تغییرات تقاضای آب در بخش کشاورزی در شرایط رکود بخش اقتصادی کشاورزی	۹۸
شکل ۱۹-۴: روابط علی روش DPSIR	۹۹
شکل ۲۰-۴: الگوی مطالعه سازگاری حوضه زاینده‌رود با تغییر اقلیم	۱۰۰
شکل ۱-۵: نمودار باکس- ویسکر (نمودار جعبه‌ای) محدوده تغییرات درجه حرارت ماهانه برحسب درجه سانتی‌گراد تحت مدل‌های مختلف AOGCMs. خط- نقطه افقی ترسیم شده نشان‌دهنده سطح عدم تغییرات درجه حرارت می‌باشد.	۱۰۳





شکل ۵-۲: نمودار باکس- ویسکر (نمودار جعبه‌ای) محدوده درصد تغییرات بارندگی ماهانه تحت مدل‌های مختلف AOGCMs. ماه‌های ژوئن، جولای و آگوست به دلیل ناچیز بودن مقادیر بارندگی در دوره پایه حذف شده‌اند. خط-نقطه افقی ترسیم شده نشان‌دهنده سطح عدم تغییرات بارندگی می‌باشد. .... ۱۰۴

شکل ۵-۳: مقادیر تغییرات دمای ماهانه تحت تاثیر سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. .... ۱۰۷

شکل ۵-۴: نسبت تغییرات بارندگی ماهانه تحت تاثیر سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. خط-نقطه افقی ترسیم شده نشان‌دهنده سطح عدم تغییرات بارندگی می‌باشد. .... ۱۰۸

شکل ۵-۵: مقادیر تغییرات دمای ماهانه ایستگاه دامنه فریدن تحت تاثیر سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. خط-نقطه افقی ترسیم شده نشان‌دهنده سطح عدم تغییرات دما می‌باشد. .... ۱۱۱

شکل ۵-۶: میانگین درازمدت بارش ماهانه ایستگاه چلگرد تحت تاثیر سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. .... ۱۱۲

شکل ۵-۷: مقادیر ریزمقیاس تغییرات دمای ایستگاه اصفهان تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. .... ۱۱۳

شکل ۵-۸: مقادیر ریزمقیاس درصد تغییرات بارندگی ایستگاه اصفهان تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. در این نمودارها از ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر به دلیل ناچیز بارندگی در دوره پایه صرف‌نظر شده است. خط-نقطه افقی ترسیم شده نشان‌دهنده سطح عدم تغییرات بارندگی می‌باشد. .... ۱۱۴

شکل ۵-۹: سری زمانی رواناب مشاهداتی و مدل شده IHACRES در دوره واسنجی. .... ۱۱۵

شکل ۵-۱۰: سری زمانی رواناب مشاهداتی و مدل شده IHACRES در دوره صحت سنجی. .... ۱۱۶

شکل ۵-۱۱: میانگین دراز مدت جریان ورودی به سد زاینده‌رود تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. .... ۱۱۷

شکل ۵-۱۲: متوسط بارندگی سالانه ایستگاه‌های منتخب حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۱۵-۲۰۴۴ تحت سناریوی A2-75% ..... ۱۱۸

شکل ۵-۱۳: متوسط بارندگی سالانه ایستگاه‌های منتخب حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۱۵-۲۰۴۴ تحت سناریوی B1-75% ..... ۱۱۸

شکل ۵-۱۴: نمودار ستونی توزیع بارش فصلی در ۴ ایستگاه حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۱۵-۲۰۴۴ تحت سناریوی A2-75% ..... ۱۱۹

شکل ۵-۱۵: نمودار ستونی توزیع بارش فصلی در ۴ ایستگاه حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۱۵-۲۰۴۴ تحت سناریوی B1-75% ..... ۱۲۰

شکل ۵-۱۶: جریان ورودی به سد زاینده‌رود تحت تاثیر تغییر اقلیم و بارورسازی ابرها. .... ۱۲۲

شکل ۵-۱۷: جریان ورودی به سد زاینده‌رود تحت تاثیر تغییر اقلیم. .... ۱۲۲

شکل ۵-۱۸: تغییر طول دوره رشد گیاهان مورد مطالعه تحت سطوح احتمالی مختلف اثرات تغییر اقلیم. .... ۱۲۳

شکل ۵-۱۹: مقادیر شاخص تغییرات میزان محصول تحت سطوح احتمالی مختلف اثرات تغییر اقلیم. .... ۱۲۵

شکل ۵-۲۰: مقادیر شاخص نیاز خالص آب مورد نیاز تحت تاثیر سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم. .... ۱۲۶

شکل ۵-۲۱: مقادیر شاخص بهره‌وری آب پتانسیل تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم. .... ۱۲۷

شکل ۵-۲۲: رفتار متغیرهای منتخب در سیستم حوضه زاینده‌رود تحت سناریوهای حدی در طول دوره شبیه‌سازی. .... ۱۲۹

شکل ۵-۲۳: رفتار متغیرهای منتخب سیستم حوضه زاینده‌رود تحت استراتژی‌های منتخب مدیریت منابع آب. .... ۱۳۳

شکل ۵-۲۴: جریان ورودی به تالاب گاوخونی در دوره شبیه‌سازی تحت سناریوهای مختلف مدیریت منابع آب. متوسط جریان آب لازم برای حفظ اکوسیستم تالاب ۱۵۰ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. از آنجایی که تالاب تحت سناریوی ادامه شرایط موجود (B.a.U.) هیچ آبی دریافت نمی‌کند در این شکل آورده نشده است. .... ۱۳۴

- شکل ۵-۲۵: الگوی راه‌حل‌های منجر به شکست ..... ۱۳۷
- شکل ۵-۲۶: حلقه اصلی سیستم منابع آب در حوضه زاینده‌رود ..... ۱۳۷
- شکل ۵-۲۷: روند شبیه‌سازی شده کمبود آب در حوضه زاینده‌رود ..... ۱۳۸
- شکل ۵-۲۸: رفتار متغیرهای منتخب سیستم حوضه زاینده‌رود تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم (بسته سیاستی ۱) ..... ۱۴۵
- شکل ۵-۲۹: رفتار متغیرهای منتخب سیستم حوضه زاینده‌رود تحت تاثیر بارورسازی ابرها (بسته سیاستی ۱) ..... ۱۴۷

## فهرست جدول‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱: مشخصات پروژه‌های انتقال آب ورودی به حوضه زاینده‌رود (مأخذ شرکت آب منطقه‌ای اصفهان)	۸
جدول ۱-۲: مشخصات پروژه‌های انتقال آب به خارج از حوضه زاینده‌رود (مأخذ شرکت آب منطقه‌ای اصفهان)	۸
جدول ۱-۲: مطالعات انجام شده با رویکرد دینامیک سیستم‌ها در زمینه توسعه منطقه‌ای منابع آب	۴۰
جدول ۲-۲: مطالعات انجام شده با رویکرد دینامیک سیستم‌ها در زمینه مطالعات حوضه آبریز و رودخانه	۴۰
جدول ۳-۲: مطالعات انجام شده با رویکرد دینامیک سیستم‌ها در زمینه مطالعات مدیریت آب شهری	۴۱
جدول ۴-۲: مطالعات انجام شده با رویکرد دینامیک سیستم‌ها در زمینه مطالعات آبیاری و زهکشی	۴۱
جدول ۵-۲: مطالعات انجام شده با رویکرد دینامیک سیستم‌ها در زمینه مطالعات کیفیت منابع آب	۴۱
جدول ۱-۳: مراحل توسعه منابع آب در حوضه زاینده‌رود	۴۸
جدول ۲-۳: حجم آب سطحی ورودی و تحویلی به شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضه زاینده‌رود بر حسب میلیون مترمکعب (مأخذ شرکت آب منطقه‌ای اصفهان)	۵۵
جدول ۳-۳: میزان مصرف کشاورزی از منابع آب حوضه زاینده‌رود بر حسب میلیون مترمکعب (مأخذ شرکت آب منطقه‌ای اصفهان)	۵۶
جدول ۴-۳: مشخصات دشت‌های حوضه آبریز زاینده‌رود	۵۸
جدول ۵-۳: میزان متوسط حداقل دبی مورد نیاز تالاب در هر فصل از سال و حجم آب ورودی به آن [۶]	۵۹
جدول ۱-۴: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منتخب	۶۱
جدول ۲-۴: مشخصات ۱۰ مدل AOGCM مربوط به گزارش ارزیابی چهارم IPCC	۶۳
جدول ۳-۴: سطح زیر کشت گیاهان اصلی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی منتخب (بر حسب هکتار)	۷۶
جدول ۴-۴: سرعت تولید $(y_m)$ بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت برای گروهی از گیاهان با توجه به میانگین درجه حرارت	۷۹
جدول ۵-۴: آزمون کلموگروف اسمیرنوف برای داده‌های شبیه‌سازی و مشاهداتی مدل در $\alpha=0.01$	۹۵
جدول ۶-۴: نتایج آزمون‌های آماری متغیرهای منتخب مدل	۹۵
جدول ۱-۵: وزن‌های بدست آمده برای ۱۰ مدل AOGCM مربوط به متغیر دما	۱۰۵
جدول ۲-۵: وزن‌های بدست آمده برای ۱۰ مدل AOGCM مربوط به متغیر بارندگی	۱۰۵
جدول ۳-۵: نتایج مربوط به برازش تابع بتا بر سناریوهای تغییرات دما در ایستگاه اصفهان	۱۰۶
جدول ۴-۵: نتایج مربوط به برازش تابع بتا بر سناریوهای تغییرات بارندگی در ایستگاه اصفهان	۱۰۶
جدول ۵-۵: نتایج آزمون کای-اسکور برای توزیع‌های احتمال داده‌های بارندگی مشاهده شده و تولید شده توسط LARS-WG	۱۰۹
جدول ۶-۵: نتایج آزمون کای-اسکور برای توزیع‌های احتمال داده‌های دمای حداقل مشاهده شده و تولید شده توسط LARS-WG	۱۰۹
جدول ۷-۵: نتایج آزمون کای-اسکور برای توزیع‌های احتمال داده‌های دمای حداکثر مشاهده شده و تولید شده توسط LARS-WG	۱۱۰

جدول ۵-۸: تغییرات فصلی و سالانه متغیرهای اقلیمی ایستگاه‌های دامنه فریدن و چلگرد تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم	۱۱۲
جدول ۵-۹: تغییرات فصلی و سالانه متغیرهای اقلیمی ایستگاه اصفهان تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم	۱۱۴
جدول ۵-۱۰: تغییرات نسبی جریان ورودی به سد زاینده‌رود تحت سطوح احتمالی مختلف تغییر اقلیم	۱۱۷
جدول ۵-۱۱: توزیع ماهانه بارش در ۴ ایستگاه حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۴۴-۲۰۱۵ تحت سناریوی A2-75%	۱۲۰
جدول ۵-۱۲: توزیع ماهانه بارش در ۴ ایستگاه حوضه زاینده‌رود در دوره ۲۰۴۴-۲۰۱۵ تحت سناریوی B1-75%	۱۲۱
جدول ۵-۱۳: تغییرات نسبی جریان ورودی به سد زاینده‌رود تحت تاثیر بارورسازی ابرها	۱۲۲
جدول ۵-۱۴: تغییرات دمای متوسط طول دوره رشد گیاهان مورد مطالعه تحت سطوح احتمالی مختلف اثرات تغییر اقلیم	۱۲۳
جدول ۵-۱۵: سناریوهای حدی مورد استفاده برای تحلیل حساسیت	۱۲۸
جدول ۵-۱۶: نتایج مربوط به شاخص‌های منابع آب تحت سناریوهای حدی مورد استفاده برای تحلیل حساسیت	۱۲۹
جدول ۵-۱۷: تشریح نتایج مربوط به سناریوهای حدی مورد استفاده برای تحلیل حساسیت	۱۳۰
جدول ۵-۱۸: تعریف استراتژی‌های انتخاب شده برای مدیریت منابع آب	۱۳۲
جدول ۵-۱۹: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت استراتژی‌های منتخب مدیریت منابع آب	۱۳۳
جدول ۵-۲۰: تشریح نتایج مربوط به استراتژی‌های انتخاب شده برای مدیریت منابع آب در حوضه زاینده‌رود	۱۳۵
جدول ۵-۲۱: سناریوهای هیدرولوژیک در نظر گرفته شده در سال‌های مدل‌سازی حوضه (۲۰۴۴-۲۰۱۵)	۱۴۰
جدول ۵-۲۲: پارامترهای برون‌زا جهت تولید بسته‌های سیاستی و سطوح اعمالی آن‌ها	۱۴۱
جدول ۵-۲۳: بسته‌های سیاستی سازگاری با تغییر اقلیم اعمال شده در مدل	۱۴۳
جدول ۵-۲۴: بسته‌های سیاستی سازگاری با تغییر اقلیم اعمال شده در مدل	۱۴۴
جدول ۵-۲۵: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱	۱۴۶
جدول ۵-۲۶: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۲	۱۴۸
جدول ۵-۲۷: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۳	۱۵۰
جدول ۵-۲۸: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۴	۱۵۱
جدول ۵-۲۹: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۵	۱۵۲
جدول ۵-۳۰: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۶	۱۵۳
جدول ۵-۳۱: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۷	۱۵۴
جدول ۵-۳۲: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۸	۱۵۵
جدول ۵-۳۳: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۹	۱۵۷
جدول ۵-۳۴: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۰	۱۵۸
جدول ۵-۳۵: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۱	۱۵۹
جدول ۵-۳۶: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۲	۱۶۰
جدول ۵-۳۷: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۳	۱۶۱
جدول ۵-۳۸: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۴	۱۶۲
جدول ۵-۳۹: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۵	۱۶۴
جدول ۵-۴۰: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۶	۱۶۵
جدول ۵-۴۱: نتایج مربوط به اندیس‌های منابع آب تحت بسته سیاستی ۱۷	۱۶۶