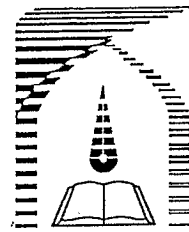


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٥٢١/١



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم انسانی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته جغرافیای طبیعی گرایش کاربرد اقلیم در  
برنامه ریزی محیطی

تغییرپذیری منابع آب و اثر تغییر اقلیم بر آن  
(مطالعه موردی: حوضه آبریز سد لتیان)

سمیه رفعتی آلاشتی



۱۳۸۷ / ۵ / ۲۲

استاد راهنما:

دکتر منوچهر فرج زاده اصل


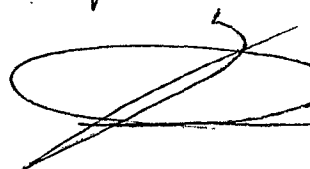


استاد مشاور:

دکتر حسن لشکری

تیر ۱۳۸۶

۱۵۱۳۶۵

تائیدیه اعضای هیئت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد  
 اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم سمیه رفعتی آلاشتی تحت عنوان: " تغییر پذیری  
 منابع آب و اثر تغییر اقلیم بر آن " را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل  
 درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱-استاد راهنما	دکتر فرج زاده	استادیار	
۲-استاد مشاور	دکتر لشکری	دانشیار	
۳-استاد ناظر	دکتر محمدی	دانشیار	
۴-استاد ناظر	دکتر عزیزی	دانشیار	



بسمه تعالی

## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته

که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب

آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار

خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجوی تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب سید مرتضی اسکندرانی دانشجوی رشته مهندسی مکانیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:  
تاریخ و امضا:

۸۷/۴/۸

## دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

### دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاستهای پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

**ماده ۱-** حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعملهای مصوب دانشگاه باشد.

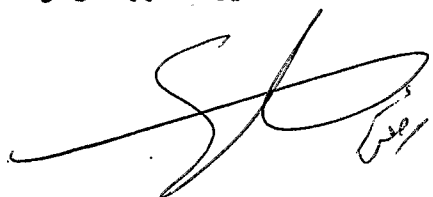
**ماده ۲-** انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می‌باید به نام دانشگاه بوده و استناد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

**ماده ۳-** انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

**ماده ۴-** ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استناد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

**ماده ۵-** این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

۱۳۸۴/۴/۲۰



تقدیم به

پدر عزیزم منوچهر

و

مادر مهربانم پری سیما

که همواره بهترینند

با سپاس فروان از

اساتید محترم راهنما، جناب آقای دکتر منوچهر فرج‌زاده و مشاور، جناب

آقای دکتر حسن لشکری که در مدت انجام تحقیق از هیچ کمکی دریغ

نموده‌اند و همواره از رهنمودهای ارزنده ایشان استفاده نمودم

اساتید محترم گروه جغرافیا

اساتید محترم ناظر جناب آقای دکتر قاسم عزیزی و جناب آقای دکتر حسین

محمدی

سازمان تحقیقات منابع آب و سازمان هواشناسی کشور

## چکیده

در تحقیق حاضر روند تغییرات منابع آب و فاکتورهای تاثیرگذار بر آن در حوضه آبریز سد لتیان مورد بررسی قرار گرفت. به این ترتیب که پس از بررسی نحوه تغییرات دما، بارش و دبی در طول چهار دهه اخیر و تعیین روند هر یک از این متغیرها در مقیاس‌های سالانه و ماهانه با استفاده از آزمون تاوکندال، به بررسی ارتباط میان دبی، بارش و دما پرداخته شد و برای مقادیر دبی سالانه و دبی روزانه در ماه‌های مختلف سال با استفاده از روش رگرسیون خطی مدلی ارائه شد.

نتایج حاصل بیانگر اهمیت میزان بارش ماه‌های آبان، آذر، بهمن، اسفند و اردیبهشت و همچنین میانگین دمای ماه فروردین در تعیین میزان دبی سالانه می‌باشد. طی چهار دهه گذشته، میزان دبی سالانه به تبعیت از بارش سالانه علی‌رغم افزایش میانگین دما، تغییر جهت‌داری را نشان نمی‌دهد. بررسی دبی در ماه‌های مختلف سال نشان داد که مهم‌ترین فاکتور در تغییرات میزان دبی روزانه در ماه‌های مهر و آبان، بارش همان روز است به این دلیل که بالا بودن میانگین دما سبب ریزش بارش به شکل مایع و واکنش سریع دبی نسبت به آن می‌شود. اما از ماه آذر به بعد که دما رو به کاهش می‌گذارد و واکنش دبی نسبت به بارش با تاخیر زمانی همراه می‌گردد، اهمیت بارش روزانه در میزان دبی به تدریج تا ماه اسفند کم می‌شود و به موازات آن اثر مثبت دمای روزانه بر میزان دبی آشکار می‌گردد. به این ترتیب، دمای روزانه و بارش ماه‌های قبل در تعیین میزان دبی اهمیت می‌یابند. دما به تدریج پس از ماه اردیبهشت اثری منفی بر میزان دبی می‌گذارد و میانگین دمای ماه‌های قبل به همراه مجموع بارش ماه‌های سرد سال، متغیرهای عمده تعیین کننده میزان دبی می‌باشند. بنابراین به دلیل اهمیت دما در تعیین میزان دبی ماهانه در حوضه مورد مطالعه که دارای رژیم برفی-بارانی می‌باشد، میزان دبی اغلب ماه‌های سال دستخوش تغییر شدیدی در طول ۴۰ سال اخیر شده است. به این صورت که افزایش دما منجر به افزایش میزان دبی در ماه‌های سرد سال (آذر، دی، بهمن و فروردین) و کاهش میزان دبی در ماه‌های گرم سال (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) شده است.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، دبی، بارش، دما، آزمون تاوکندال، مدل، حوضه آبریز سد لتیان



## فهرست مطالب

### فصل اول: طرح تحقیق

۲	۱-۱- تعریف مساله و سوالات تحقیق
۳	۲-۱- ضرورت انجام تحقیق
۴	۳-۱- پیشینه تحقیق
۴	۱-۳-۱- سوابق پژوهشی در جهان
۵	۲-۳-۱- سوابق پژوهشی در ایران
۷	۴-۱- فرضیه‌های تحقیق
۷	۵-۱- اهداف تحقیق
۸	۶-۱- روش انجام تحقیق

### فصل دوم: مبانی نظری

۱۰	۱-۲- مقدمه
۱۰	۲-۲- علل تغییر اقلیم
۱۴	۳-۲- نتایج و اثرات تغییر اقلیم
۱۵	۴-۲- اثرات تغییر اقلیم بروی منابع آب
۱۶	۱-۴-۲- تغییرات بارش
۱۶	۲-۴-۲- تبخیر و تعرق
۱۷	۳-۴-۲- تغییرات در رطوبت خاک
۱۷	۴-۴-۲- تغییرات در ریزش برف و رژیم ذوب برف
۱۸	۵-۴-۲- تغییرات در توالی و شدت طوفان‌ها
۱۸	۶-۴-۲- تغییرات در رواناب، سیل و خشک‌سالی‌ها
۱۹	۵-۲- بررسی تغییر اقلیم
۱۹	۱-۵-۲- عوامل مشخص کننده تغییرات اقلیمی
۱۹	۱-۱-۵-۲- دما
۲۰	۲-۱-۵-۲- بارش
۲۱	۳-۱-۵-۲- تغییرات در پدیده‌های اقلیمی
۲۲	۴-۱-۵-۲- ترکیبات جو
۲۲	۵-۱-۵-۲- باد
۲۲	۶-۱-۵-۲- یخبندان
۲۲	۷-۱-۵-۲- تابش



۷۲	..... ۴-۲-۱- دبی سالانه
۷۴	..... ۴-۲-۲- دبی ماهانه
۷۶	..... ۴-۲-۱- تحلیل دبی ماهانه مهر
۷۶	..... ۴-۲-۲- تحلیل دبی ماهانه آبان
۷۷	..... ۴-۲-۳- تحلیل دبی ماهانه آذر
۷۸	..... ۴-۲-۴- تحلیل دبی ماهانه دی
۷۹	..... ۴-۲-۵- تحلیل دبی ماهانه بهمن
۷۹	..... ۴-۲-۶- تحلیل دبی ماهانه اسفند
۸۰	..... ۴-۲-۷- تحلیل دبی ماهانه فروردین
۸۱	..... ۴-۲-۸- تحلیل دبی ماهانه اردیبهشت
۸۱	..... ۴-۲-۹- تحلیل دبی ماهانه خرداد
۸۲	..... ۴-۲-۱۰- تحلیل دبی ماهانه تیر
۸۳	..... ۴-۲-۱۱- تحلیل دبی ماهانه مرداد
۸۳	..... ۴-۲-۱۲- تحلیل دبی ماهانه شهریور
۸۵	..... ۴-۳- تحلیل بارش
۸۵	..... ۴-۳-۱- بارش سالانه
۸۶	..... ۴-۳-۲- بارش ماهانه
۸۸	..... ۴-۳-۱- تحلیل بارش ماهانه مهر
۸۸	..... ۴-۳-۲- تحلیل بارش ماهانه آبان
۸۹	..... ۴-۳-۳- تحلیل بارش ماهانه آذر
۹۰	..... ۴-۳-۴- تحلیل بارش ماهانه دی
۹۰	..... ۴-۳-۵- تحلیل بارش ماهانه بهمن
۹۰	..... ۴-۳-۶- تحلیل بارش ماهانه اسفند
۹۱	..... ۴-۳-۷- تحلیل بارش ماهانه فروردین
۹۲	..... ۴-۳-۸- تحلیل بارش ماهانه اردیبهشت
۹۲	..... ۴-۳-۹- تحلیل بارش ماهانه خرداد
۹۳	..... ۴-۳-۱۰- تحلیل بارش ماهانه تیر
۹۳	..... ۴-۳-۱۱- تحلیل بارش ماهانه مرداد
۹۴	..... ۴-۳-۱۲- تحلیل بارش ماهانه شهریور
۹۵	..... ۴-۴- تحلیل دما
۹۵	..... ۴-۴-۱- دمای سالانه
۹۶	..... ۴-۴-۲- دمای ماهانه

۹۸	..... ۴-۴-۱-۲- تحلیل دمای ماهانه مهر
۹۹	..... ۴-۴-۲-۲- تحلیل دمای ماهانه آبان
۹۹	..... ۴-۴-۳-۲- تحلیل دمای ماهانه آذر
۱۰۰	..... ۴-۴-۴-۲- تحلیل دمای ماهانه دی
۱۰۱	..... ۴-۴-۵-۲- تحلیل دمای ماهانه بهمن
۱۰۱	..... ۴-۴-۶-۲- تحلیل دمای ماهانه اسفند
۱۰۲	..... ۴-۴-۷-۲- تحلیل دمای ماهانه فروردین
۱۰۳	..... ۴-۴-۸-۲- تحلیل دمای ماهانه اردیبهشت
۱۰۳	..... ۴-۴-۹-۲- تحلیل دمای ماهانه خرداد
۱۰۴	..... ۴-۴-۱۰-۲- تحلیل دمای ماهانه تیر
۱۰۵	..... ۴-۴-۱۱-۲- تحلیل دمای ماهانه مرداد
۱۰۵	..... ۴-۴-۱۲-۲- تحلیل دمای ماهانه شهریور
۱۰۷	..... ۴-۵-مدل سازی تغییرات دبی
۱۰۷	..... ۴-۵-۱- تحلیل ارتباط میانگین دبی سالانه با مجموع بارش و میانگین دمای سالانه
۱۱۱	..... ۴-۵-۲- تعیین ارتباط بین دما و بارش ماهانه با دبی سالانه
۱۱۳	..... ۴-۵-۳- مدل سازی دبی سالانه
۱۱۸	..... ۴-۵-۴- مدل سازی دبی روزانه ماه مهر
۱۲۰	..... ۴-۵-۵- مدل سازی دبی روزانه ماه آبان
۱۲۳	..... ۴-۵-۶- مدل سازی دبی روزانه ماه آذر
۱۲۵	..... ۴-۵-۷- مدل سازی دبی روزانه ماه دی
۱۲۷	..... ۴-۵-۸- مدل سازی دبی روزانه ماه بهمن
۱۳۰	..... ۴-۵-۹- مدل سازی دبی روزانه ماه اسفند
۱۳۳	..... ۴-۵-۱۰- مدل سازی دبی روزانه ماه فروردین
۱۳۵	..... ۴-۵-۱۱- مدل سازی دبی روزانه ماه اردیبهشت
۱۳۷	..... ۴-۵-۱۲- مدل سازی دبی روزانه ماه خرداد
۱۴۰	..... ۴-۵-۱۳- مدل سازی دبی روزانه ماه تیر
۱۴۲	..... ۴-۵-۱۴- مدل سازی دبی روزانه ماه مرداد
۱۴۴	..... ۴-۵-۱۵- مدل سازی دبی روزانه ماه شهریور
۱۴۷	..... ۲-۶- تبیین روند تغییرات دبی
۱۴۹	..... ۲-۷- جمع بندی

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و آزمون فرضیات

۱۵۲	.....	۱-۵- مقدمه
۱۵۲	.....	۱-۵- بحث و نتیجه‌گیری
۱۵۶	.....	۲-۵- آزمون فرضیات
۱۵۷	.....	منابع

چکیده انگلیسی

## فهرست جداول

۲۷	جدول (۱-۲): خلاصه‌ای از مشخصات سناریوهای اقلیمی در سال ۲۱۰۰ .....	۲۷
۳۱	جدول (۲-۲): دیدگاه سلسله مراتبی آزمون عملی شبیه‌سازی‌های هیدرولوژیکی .....	۳۱
۶۶	جدول (۱-۳): مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی .....	۶۶
۶۷	جدول (۲-۳): مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری .....	۶۷
۶۸	جدول (۳-۳): متغیر و دوره‌های آماری بازسازی شده .....	۶۸
۷۳	جدول (۱-۴): آمار توصیفی میانگین دبی سالانه .....	۷۳
۷۵	جدول (۲-۴): آمار توصیفی میانگین دبی ماهانه .....	۷۵
۸۴	جدول (۳-۴): ضریب همبستگی آزمون تاو کندال و میزان تغییرات دبی در هر ماه .....	۸۴
۸۵	جدول (۴-۴): آمار توصیفی بارش سالانه .....	۸۵
۸۷	جدول (۵-۴): آمار توصیفی بارش ماهانه .....	۸۷
۹۵	جدول (۶-۴): آمار توصیفی دمای سالانه .....	۹۵
۹۷	جدول (۷-۴): آمار توصیفی دمای ماهانه .....	۹۷
۱۰۶	جدول (۸-۴): ضریب همبستگی آزمون تاو کندال و میزان تغییرات دما در هر ماه .....	۱۰۶
۱۱۱	جدول (۹-۴): دبی، بارش و دمای سالانه و ضریب تغییرات آن‌ها طی سال‌های آبی .....	۱۱۱
۱۱۲	جدول (۱۰-۴): ضرایب همبستگی پیرسون بین دبی میانگین سالانه با مقادیر بارش و دمای ماهانه .....	۱۱۲
۱۱۳	جدول (۱۱-۴): ضرایب و دقت مدل‌های آرایه شده از روش مرحله‌ای رگرسیون خطی .....	۱۱۳
۱۳۲	جدول (۱۲-۴): ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر دبی روزانه ماه‌های مهر تا اسفند با متغیرهای دما و بارش ماه‌های مختلف سال .....	۱۳۲
۱۴۶	جدول (۱۳-۴): ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر دبی روزانه ماه‌های فروردین تا شهریور با متغیرهای دما و بارش ماه‌های مختلف سال .....	۱۴۶
۱۴۷	جدول (۱۴-۴): ضرایب همبستگی پیرسون بین مقادیر دبی روزانه مشاهده شده و شبیه‌سازی شده .....	۱۴۷

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۲): وضعیت چهار گروه سناریوی SRES بطور شماتیک ..... ۲۷
- شکل (۲-۲): مقایسه دمای اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده قبل و بعد تقلیل مقیاس ..... ۳۷
- شکل (۳-۲): مقایسه بارش ماهانه اندازه‌گیری شده با (a) خروجی‌های GCM خام (b) خروجی‌های GCM تقلیل ..... ۴۰
- شکل (۴-۲): مقایسه دمای ماکزیمم میانگین اندازه‌گیری شده با (a) خروجی‌های GCM خام (b) خروجی‌های GCM تقلیل مقیاس شده ..... ۴۱
- شکل (۵-۲): مقایسه مقادیر مشاهده شده و تولید شده توسط مدل ..... ۴۶
- شکل (۶-۲): فلوجارت مدل تعادل آب ..... ۵۰
- شکل (۷-۲): مقادیر رواناب ماهانه میانگین اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده به وسیله مدل هیدرولوژیکی برای دوره‌های کالیبراسیون و تایید مدل ..... ۵۳
- شکل (۱-۳): نقشه موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه ..... ۶۷
- شکل (۲-۳): فلوجارت مراحل انجام تحقیق ..... ۷۰
- شکل (۱-۴): تغییرات دبی سالانه ..... ۷۳
- شکل (۲-۴): میانگین مقادیر دبی ماهانه ..... ۷۴
- شکل (۳-۴): تغییرات دبی میانگین ماه‌های مهر، آبان و آذر ..... ۷۸
- شکل (۴-۴): تغییرات دبی میانگین ماه‌های دی، بهمن و اسفند ..... ۸۰
- شکل (۵-۴): تغییرات دبی میانگین ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد ..... ۸۲
- شکل (۶-۴): تغییرات دبی میانگین ماه‌های تیر، مرداد و شهریور ..... ۸۴
- شکل (۷-۴): تغییرات سالانه مجموع بارش ..... ۸۶
- شکل (۸-۴): میانگین مقادیر بارش ماهانه ..... ۸۷
- شکل (۹-۴): تغییرات بارش ماه‌های مهر، آبان و آذر ..... ۸۹
- شکل (۱۰-۴): تغییرات بارش ماه‌های دی، بهمن و اسفند ..... ۹۱
- شکل (۱۱-۴): تغییرات بارش ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد ..... ۹۳
- شکل (۱۲-۴): تغییرات بارش ماه‌های تیر، مرداد و شهریور ..... ۹۴
- شکل (۱۳-۴): تغییرات دمای میانگین سالانه ..... ۹۶
- شکل (۱۴-۴): میانگین دمای ماهانه ایستگاه مهرآباد ..... ۹۷
- شکل (۱۵-۴): تغییرات دمای میانگین ماه‌های مهر، آبان و آذر ..... ۱۰۰
- شکل (۱۶-۴): تغییرات دمای میانگین ماه‌های دی، بهمن و اسفند ..... ۱۰۲
- شکل (۱۷-۴): تغییرات دمای میانگین ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد ..... ۱۰۴
- شکل (۱۸-۴): تغییرات دمای میانگین ماه‌های تیر، مرداد و شهریور ..... ۱۰۶

- شکل (۴-۱۹): رابطه بین میانگین دبی سالانه و مجموع بارش سالانه ..... ۱۰۷
- شکل (۴-۲۰): توزیع ماهانه بارش در سال‌هایی که نسبت دبی به بارش سالانه کمتر از حد معمول می‌باشد ..... ۱۰۸
- شکل (۴-۲۱): توزیع ماهانه بارش در سال‌هایی که نسبت دبی به بارش سالانه بیشتر از حد معمول می‌باشد ..... ۱۰۹
- شکل (۴-۲۲): رابطه بین میانگین دبی سالانه و میانگین دمای سالانه ..... ۱۰۹
- شکل (۴-۲۳): رابطه بین میانگین دمای سالانه و مجموع بارش سالانه ..... ۱۱۰
- شکل (۴-۲۴): مقایسه مقادیر دبی میانگین سالانه مشاهده شده و شبیه‌سازی شده ..... ۱۱۷
- شکل (۴-۲۵): مقایسه مقادیر دبی میانگین سالانه مشاهده شده و شبیه‌سازی شده ..... ۱۱۷
- شکل (۴-۲۶): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مهر) ..... ۱۱۹
- شکل (۴-۲۷): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مهر) ..... ۱۲۰
- شکل (۴-۲۸): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مهر) ..... ۱۲۰
- شکل (۴-۲۹): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آبان) ..... ۱۲۲
- شکل (۴-۳۰): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آبان) ..... ۱۲۲
- شکل (۴-۳۱): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آبان) ..... ۱۲۳
- شکل (۴-۳۲): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آذر) ..... ۱۲۴
- شکل (۴-۳۳): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آذر) ..... ۱۲۵
- شکل (۴-۳۴): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه آذر) ..... ۱۲۵
- شکل (۴-۳۵): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه دی) ..... ۱۲۶
- شکل (۴-۳۶): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه دی) ..... ۱۲۷
- شکل (۴-۳۷): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه دی) ..... ۱۲۷
- شکل (۴-۳۸): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه بهمن) ..... ۱۲۹
- شکل (۴-۳۹): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه بهمن) ..... ۱۲۹
- شکل (۴-۴۰): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه بهمن) ..... ۱۳۰
- شکل (۴-۴۱): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اسفند) ..... ۱۳۱
- شکل (۴-۴۲): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اسفند) ..... ۱۳۱
- شکل (۴-۴۳): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اسفند) ..... ۱۳۲
- شکل (۴-۴۴): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه فروردین) ..... ۱۳۳
- شکل (۴-۴۵): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه فروردین) ..... ۱۳۴
- شکل (۴-۴۶): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه فروردین) ..... ۱۳۴
- شکل (۴-۴۷): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اردیبهشت) ..... ۱۳۶
- شکل (۴-۴۸): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اردیبهشت) ..... ۱۳۶



- شکل (۴-۴۹): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه اردیبهشت) ..... ۱۳۷
- شکل (۴-۵۰): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه خرداد) ..... ۱۳۸
- شکل (۴-۵۱): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه خرداد) ..... ۱۳۹
- شکل (۴-۵۲): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه خرداد) ..... ۱۳۹
- شکل (۴-۵۳): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه تیر) ..... ۱۴۱
- شکل (۴-۵۴): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه تیر) ..... ۱۴۱
- شکل (۴-۵۵): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه تیر) ..... ۱۴۲
- شکل (۴-۵۶): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مرداد) ..... ۱۴۳
- شکل (۴-۵۷): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مرداد) ..... ۱۴۳
- شکل (۴-۵۸): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه مرداد) ..... ۱۴۴
- شکل (۴-۵۹): مقایسه مقادیر دبی روزانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه شهریور) ..... ۱۴۵
- شکل (۴-۶۰): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه شهریور) ..... ۱۴۵
- شکل (۴-۶۱): مقایسه مقادیر دبی ماهانه مشاهده شده با شبیه‌سازی شده (ماه شهریور) ..... ۱۴۶

## فصل اول

### طرح تحقیق

## ۱-۱- تعریف مساله و سوالات تحقیق

آب با ارزش‌ترین سرمایه طبیعی هر منطقه به شمار می‌رود و نقش مهم و زیربنایی در توسعه و پیشرفت جوامع بر عهده دارد. کشورهایی که در کمربند خشک جهانی واقع شده‌اند، همواره با محدودیت منابع آب مواجه هستند و تغییر اقلیم به همراه دیگر عوامل از قبیل رشد جمعیت، آلودگی، تغییرات کاربری اراضی و غیره منجر به وضعیت بحرانی در منابع آب خواهد شد.

در طول قرن گذشته، تشدید فعالیت‌های بشر، میزان گازهای گلخانه‌ای (متان، دی‌اکسید کربن، CFC) را در اتمسفر افزایش داده است. این گازها قادر به حبس تشعشع برگشتی از زمین می‌باشند که نتیجه آن افزایش میانگین دمای سطح زمین و تغییر روند بارش می‌باشد. چنانچه از اواخر قرن نوزدهم میانگین دمای جهان به میزان  $0/6$  درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است.

تغییر اقلیم؛ اکوسیستم‌ها، سیستم‌های ساحلی، کشاورزی، و سلامت انسان را تحت تاثیر قرار داده و مهم‌ترین این تاثیرات را در بخش هیدرولوژی و منابع آب که از طریق تغییرات در زمان، مقدار و شکل بارش، نرخ تبخیر و تعرق و رطوبت خاک صورت می‌گیرد، شاهد خواهیم بود. به این دلیل که تغییر در چرخه آب بین اتمسفر، هیدروسفر و بیوسفر تاثیر زیادی بر روی بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خواهد داشت که نشان‌گر لزوم توجه به امر برنامه‌ریزی‌های دقیق و مناسب با در دست داشتن اطلاعات کامل می‌باشد.

تخمین فاکتورهای مهم برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب از جمله ریزش برف، رژیم ذوب برف، رژیم رودخانه، زمان و بزرگی سیل‌ها و خشک‌سالی‌ها، شدت طوفان‌ها، تبخیر و تعرق، رطوبت خاک، نیازمند آگاهی از روند تغییرات دما و بارش و چگونگی تاثیر آن بر منابع آب خواهد بود تا بتوان به برنامه‌ریزی‌ها در زمینه برداشت و ذخیره‌سازی آب کمک نمود و از استرس‌های کمبود آب در آینده جلوگیری به عمل آورد.

سؤالات تحقیق:

۱. آیا روند معنی داری در تغییرات دما و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه

آبریز سد لتیان مشاهده می‌شود؟

۲. آیا نوسانات منابع آب در حوضه آبریز سد لتیان در ارتباط با تغییر اقلیم است؟

#### ۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

رشد بی‌رویه جمعیت و خشک‌سالی‌های اخیر منابع آب را به شدت تهدید می‌نماید و دیدگاه‌های جدیدی را برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب می‌طلبد. در کشورهایی مثل ایران، که افزایش روز افزون مصرف آب باعث تهی شدن منابع آب می‌شود، تغییر اقلیم می‌تواند یک عامل تشدید کننده در بحران آب محسوب شود.

با توجه به متفاوت بودن تغییر روند بارش و به تبع آن شرایط هیدرولوژیکی در نقاط مختلف و اهمیت حیاتی آب در توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی و ویژگی‌های زیست محیطی، انجام بررسی‌های همه‌جانبه در راستای روشن شدن تاثیر تغییر اقلیم بر روی سیکل هیدرولوژیکی جهت برنامه‌ریزی‌های بلند مدت و مدیریت مناسب منابع آب ضروری است.