



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و  
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه  
متعلق به دانشگاه رازی است.



دانشکده ادبیات و علوم انسانی  
گروه جغرافیا

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا  
گرایش اقلیم‌شناسی

**عنوان پایان نامه:**

**بررسی تطبیقی روش‌های زمین‌آماري و میان‌یابی در برآورد مکانی بارش  
(مطالعه موردی: استان کرمانشاه)**

استاد راهنما:

دکتر فیروز مجرد

نگارش:

هوشنگ کاکایی

۱۳۹۲



دانشکده ادبیات و علوم انسانی

گروه جغرافیا

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا گرایش اقلیم‌شناسی

نام دانشجو:

هوشنگ کاکایی

**عنوان پایان نامه:**

بررسی تطبیقی روش‌های زمین‌آماري و میان‌یابی در برآورد مکانی بارش  
(مطالعه موردی: استان کرمانشاه)

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنما: دکتر فیروز مجرد با مرتبه علمی استادیار

۲- استاد داور داخل گروه: دکتر حسن ذوالفقاری با مرتبه علمی دانشیار

۳- استاد/استادان داور خارج از گروه: دکتر امان‌اله فتح‌نیا با مرتبه علمی استادیار

تقدیرم بہ:

پدر و مادر مجاہد طرز خدمات ہیں یہ نشان  
ہم سہ مرم کہ با ہم یاری و ہمراہی ایوبہ مرط ورنما نال شدم  
دلہندم کہ آسایش او آراہش من ارسٹ.

## چکیده

بارش یکی از عناصر مهم در مطالعات جغرافیایی و امور مربوط به توسعه‌ی فعالیت‌های عمرانی و کشاورزی محسوب می‌شود. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و لزوم استفاده‌ی بهینه از توان‌های منابع آب ایران، ضروری است که داده‌های بارش برای مطالعات کشاورزی، مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژی (مثل سیل و رواناب) و همچنین توسعه‌ی منابع آب در دسترس باشد. به دلیل آن که تراکم ایستگاه‌های هواشناسی در ایران و در منطقه مورد مطالعه کم است و نمی‌توان اطلاعات ایستگاه‌ها را به یک سطح وسیع تعمیم داد و از آن در مطالعات استفاده نمود به‌ناچار لازم است با استفاده از روش‌های مناسب، میزان بارش برای نقاطی که فاقد ایستگاه می‌باشند برآورد شود.

به‌منظور برآورد میانگین بارش فصلی و سالانه‌ی استان کرمانشاه، ضمن مراجعه به سازمان هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، آمار ۲۰ ساله‌ی بارش ۴۶ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک جمع‌آوری شد. پس از تنظیم و تهیه فایل‌ها، برای برآورد دقیق‌تر میانگین بارش فصلی و سالانه با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS ۱۰ و SPSS ۱۸، از روش‌های تک‌متغیره‌ی قطعی و زمین‌آمار و روش‌های چندمتغیره‌ی زمین‌آمار و رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، میزان شیب، طول و عرض جغرافیایی به‌عنوان متغیرهای کمکی (مستقل) در روش‌های چند متغیره به‌کار گرفته شد. شرط ورود متغیرهای کمکی برای مدل‌سازی بارش، معنی‌دار بودن همبستگی آنها در سطح ۰/۰۱ و داشتن حداقل همبستگی به‌میزان ۰/۵ با هر یک از متغیرهای وابسته (میانگین بارش فصلی و سالانه‌ی ایستگاه‌های استان کرمانشاه) بوده است.

نتایج نشان داد که از بین ۷ روش مورد استفاده در سری روش‌های تک‌متغیره، در تمام موارد روش زمین‌آمار تک‌متغیره کربجینگ معمولی خطای کمتری نسبت به روش‌های تک‌متغیره قطعی (RBF و IDW) در برآورد میانگین بارش فصلی و سالانه‌ی استان کرمانشاه داشته است. از بین دو روش مورد استفاده در سری روش‌های چندمتغیره نیز، روش رگرسیون خطی تنها در برآورد میانگین بارش فصل بهار خطای کمتری نسبت به روش کوکربجینگ معمولی داشته است اما در سایر موارد روش کوکربجینگ معمولی نسبت به رگرسیون خطی عملکرد بهتری داشته است.

برای برآورد میانگین بارش فصل بهار، روش رگرسیون چندمتغیره‌ی خطی با میزان خطای (RMSE) ۱۷/۴ میلی‌متر و ضریب تعیین ( $r^2$ ) به‌میزان ۰/۶۱ به‌عنوان بهترین مدل شناخته شد. برای فصل تابستان، روش کربجینگ معمولی با میزان خطای ۰/۷۳ میلی‌متر و ضریب تعیین ۰/۶۹ مدل قابل قبولی بود. برای فصل پاییز روش کربجینگ معمولی با میزان خطای ۱۴/۸ میلی‌متر و ضریب تعیین ۰/۶۴ پذیرفته شد. برای فصل زمستان روش کوکربجینگ معمولی با میزان خطای ۲۶/۱ میلی‌متر و ضریب تعیین ۰/۷۴ روش مناسبی شناخته شد و همچنین برای برآورد میانگین بارش سالانه روش کوکربجینگ معمولی با میزان خطای ۵۳/۸۵ میلی‌متر و ضریب تعیین ۰/۶۸، مدل بهینه تشخیص داده شد.

کلید واژه‌ها: زمین‌آمار، میان‌یابی، بارش، استان کرمانشاه

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول: طرح تحقیق</b>	
۱-۱- بیان مسأله .....	۲
۲-۱- پیشینه موضوع .....	۳
۳-۱- اهداف پایان نامه .....	۶
۱-۳-۱- هدف اصلی .....	۶
۲-۳-۱- اهداف مرحله‌ای .....	۶
۴-۱- اهمیت، ارزش و کاربرد نتایج پایان نامه .....	۶
۵-۱- فرضیه‌ها .....	۷

## فصل دوم: مبانی نظری و ویژگی‌های جغرافیایی

مقدمه .....	
۱-۲- مبانی نظری تحقیق .....	۹
۱-۱-۲- میان‌یابی .....	۹
۱-۱-۱-۲- میان‌یابی مبتنی بر قطعی یا احتمالی بودن تخمین .....	۱۰
۱-۱-۱-۱-۲- روش‌های قطعی یا جبری .....	۱۰
۲-۱-۱-۱-۲- روش‌های زمین‌آمار .....	۱۴
۲-۱-۱-۲- میان‌یابی مبتنی بر مدل‌های رگرسیونی چندمتغیره .....	۲۱
۲-۱-۲- تغییرنما و نیم‌تغییرنما .....	۲۲



۲۳	..... ویژگی‌های تغییرنما	۱-۲-۱-۲
۲۴	..... برآزش مدل تغییرنما	۲-۲-۱-۲
۲۴	..... مدل‌های تئوریک تغییرنما	۳-۲-۱-۲
۲۵	..... ناهمسانگردی	۴-۲-۱-۲
۲۶	..... کوواریانس	۳-۱-۲
۲۷	..... روش و معیار ارزیابی	۴-۱-۲
۲۹	..... ویژگی‌های جغرافیایی منطقه	۲-۲
۲۹	..... موقعیت منطقه	۱-۲-۲
۲۹	..... توپوگرافی	۲-۲-۲
۳۰	..... آب‌وهوا	۳-۲-۲
۳۱	..... کشاورزی	۴-۲-۲
۳۲	.....  دآمداری	۵-۲-۲
۳۲	..... خاک	۶-۲-۲

### فصل سوم: روش تحقیق

۳۵	..... مقدمه	
۳۵	..... جمع‌آوری داده‌ها	۱-۳
۳۵	..... داده‌های بارش فصلی و سالانه استان کرمانشاه	۱-۱-۳
۳۸	..... DEM استان کرمانشاه	۲-۱-۳
۳۸	..... استخراج موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه	۳-۱-۳
۴۰	..... متغیرهای مستقل	۲-۳
۴۰	..... عامل ارتفاع	۱-۲-۳
۴۱	..... عامل شیب	۲-۲-۳
۴۱	..... طول و عرض جغرافیایی	۳-۲-۳

- ۳-۳-۳- انجام آزمون‌های لازم برای کنترل و اصلاح داده‌ها ..... ۴۲
- ۳-۳-۱- بازسازی داده‌ها ..... ۴۲
- ۳-۳-۲- تبدیل آمار بارش ایستگاه‌ها ..... ۴۲
- ۳-۳-۳- آزمون همگنی داده‌ها ..... ۴۳
- ۳-۳-۴- آزمون روند در داده‌ها و روش برداشتن روند ..... ۴۳
- ۳-۳-۵- آزمون نرمال بودن داده‌ها و روش نرمال‌سازی داده‌های غیر نرمال ..... ۴۳
- ۳-۳-۶- آزمون همبستگی ..... ۴۳
- ۳-۴-۴- تولید لایه مبنا از متغیرهای کمکی ..... ۴۴
- ۳-۵-۵- روش‌های میان‌یابی مورد استفاده ..... ۴۴
- ۳-۵-۱- روش‌های قطعی ..... ۴۴
- ۳-۵-۲- روش‌های زمین‌آمار ..... ۴۵
- ۳-۵-۳- مدل رگرسیون خطی ..... ۴۵
- ۳-۶- تهیه نقشه‌های نهایی ..... ۴۵

### فصل چهارم : بحث و نتیجه‌گیری

- ۴-۱- بررسی روند در داده‌های بارش و حذف آن ..... ۴۸
- ۴-۲- نرمال‌سازی داده‌های بارش ..... ۴۹
- ۴-۳- متغیرهای مستقل مورد استفاده برای میان‌یابی بارش ..... ۵۰
- ۴-۴- بررسی روش‌های میان‌یابی تک‌متغیره و چند متغیره ..... ۵۰
- ۴-۵- انتخاب مدل بهینه برای میان‌یابی میانگین بارش فصلی و سالانه منطقه ..... ۵۸
- ۴-۵-۱- انتخاب مدل بهینه برای برآورد میانگین بارش فصل بهار ..... ۵۸
- ۴-۵-۲- انتخاب مدل بهینه برای برآورد میانگین بارش فصل تابستان ..... ۶۱
- ۴-۵-۳- انتخاب مدل بهینه برای برآورد میانگین بارش فصل پاییز ..... ۶۴
- ۴-۵-۴- انتخاب مدل بهینه برای برآورد میانگین بارش فصل زمستان ..... ۶۷

۷۴ ..... ۵-۵-۴- انتخاب مدل بهینه برای برآورد میانگین بارش فصل سالانه

### فصل پنجم: جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

- ۸۱ ..... ۵-۱- جمع‌بندی
- ۸۲ ..... ۵-۲- نتیجه‌گیری
- ۸۲ ..... ۵-۱-۲- آزمون فرض اول
- ۸۲ ..... ۵-۲-۲- آزمون فرض دوم
- ۸۲ ..... ۵-۳-۲- آزمون فرض سوم
- ۸۲ ..... ۵-۳- محدودیت‌ها و نقاط قوت تحقیق
- ۸۴ ..... ۵-۴- پیشنهادات
- ۸۵ ..... منابع

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲- انواع قطاع در نرم افزار ArcGIS .....	۱۴
شکل ۲-۲- اجزاء تغییرنما .....	۲۴
شکل ۳-۲- اجزاء کوواریوگرام .....	۲۷
شکل ۴-۲- میانگین بارش سالانه استان کرمانشاه .....	۳۱
شکل ۱-۳- DEM استان کرمانشاه و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه .....	۳۹
شکل ۲-۳- فلوچارت مراحل انجام کار .....	۴۶
شکل ۱-۴- آنالیز روند بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه .....	۴۸
شکل ۲-۴- نقشه میانگین بارش فصل بهار به روش رگرسیون خطی .....	۶۰
شکل ۳-۴- نیم تغییرنما بارش تابستان در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۶۷ درجه).....	۶۲
شکل ۴-۴- نیم تغییرنما بارش تابستان در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۲۵۷ درجه).....	۶۳
شکل ۵-۴- نقشه میانگین بارش فصل تابستان به روش کریجینگ معمولی .....	۶۳
شکل ۶-۴- نیم تغییرنما میانگین بارش فصل پاییز در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۶۰ درجه).....	۶۵
شکل ۷-۴- نیم تغییرنما میانگین بارش فصل پاییز در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۵۰ درجه) ..	۶۵
شکل ۸-۴- نقشه میانگین بارش فصل پاییز به روش کریجینگ معمولی .....	۶۶
شکل ۹-۴- نیم تغییرنمای میانگین بارش فصل زمستان در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۳ درجه) .....	۶۸
شکل ۱۰-۴- نیم تغییرنمای میانگین بارش فصل زمستان در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۳ درجه).....	۶۹

- شکل ۴-۱۱- نیم‌تغییرنمای میزان شیب در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۳ درجه) ..... ۶۹
- شکل ۴-۱۲- نیم‌تغییرنمای میزان شیب در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۳ درجه) ..... ۷۰
- شکل ۴-۱۳- نیم‌تغییرنمای X در سیستم مختصات UTM در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۳ درجه) ..... ۷۰
- شکل ۴-۱۴- نیم‌تغییرنمای X در سیستم مختصات UTM در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۳ درجه) ..... ۷۰
- شکل ۴-۱۵- کواریوگرام بین میانگین بارش زمستان و میزان شیب در راستای قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۳ درجه) ..... ۷۱
- شکل ۴-۱۶- کواریوگرام بین میانگین بارش زمستان و میزان شیب در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۳ درجه) ..... ۷۲
- شکل ۴-۱۷- کواریوگرام بین میانگین بارش زمستان و X در سیستم مختصات UTM در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۳ درجه) ..... ۷۲
- شکل ۴-۱۸- کواریوگرام بین میانگین بارش زمستان و X در سیستم مختصات UTM در راستای قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۳ درجه) ..... ۷۳
- شکل ۴-۱۹- نقشه میانگین بارش فصل زمستان به روش کوکریجینگ معمولی ..... ۷۳
- شکل ۴-۲۰- نیم‌تغییرنمای میانگین بارش سالانه و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۲ درجه) ..... ۷۶
- شکل ۴-۲۱- نیم‌تغییرنمای میانگین بارش سالانه و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۲ درجه) ..... ۷۶
- شکل ۴-۲۲- نیم‌تغییرنمای میزان شیب و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۲ درجه) ..... ۷۶
- شکل ۴-۲۳- نیم‌تغییرنمای میزان شیب و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۲ درجه) ..... ۷۷
- شکل ۴-۲۴- کواریوگرام بین میانگین بارش سالانه و میزان شیب و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر بزرگ بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۲ درجه) ..... ۷۸
- شکل ۴-۲۵- کواریوگرام بین میانگین بارش سالانه و میزان شیب و مدل برازش داده شده با آن در امتداد قطر کوچک بیضی ناهمسانگردی (زاویه ۱۰۲ درجه) ..... ۷۸

شکل ۴-۲۶- نقشه میانگین بارش سالانه به روش کوکرجینگ معمولی ..... ۷۹

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- میانگین بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه بین سال‌های ۱۳۷۲ الی ۱۳۹۱ .....	۳۵
جدول ۲-۳- مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق .....	۳۷
جدول ۱-۴- نتایج آزمون بررسی نرمال بودن داده‌های بارش از طریق آزمون کلموگروف-اسمیرنوف .....	۴۹
جدول ۲-۴- میزان همبستگی بین متغیرهای م (اورد مطالعه) .....	۵۰
جدول ۳-۴- مشخصات مدل‌های قطعی در برآورد میانگین بارش بهار منطقه .....	۵۱
جدول ۴-۴- مشخصات مدل‌های قطعی در برآورد میانگین بارش تابستان منطقه .....	۵۲
جدول ۵-۴- مشخصات مدل‌های قطعی در برآورد میانگین بارش پاییز منطقه .....	۵۲
جدول ۶-۴- مشخصات مدل‌های قطعی در برآورد میانگین بارش زمستان منطقه .....	۵۳
جدول ۷-۴- مشخصات مدل‌های قطعی در برآورد میانگین بارش سالانه منطقه .....	۵۳
جدول ۸-۴- مشخصات روش کریجینگ معمولی (OK) در برآورد میانگین بارش فصلی و سالانه منطقه .....	۵۴
جدول ۹-۴- مشخصات روش کوکریجینگ معمولی (OCK) در برآورد میانگین بارش فصلی و سالانه منطقه ...	۵۵
جدول ۱۰-۴- ضرایب مدل رگرسیون و سطح معنی‌داری برآورد پارامترها برای میانگین بارش سالانه منطقه .....	۵۶
جدول ۱۱-۴- ضرایب مدل رگرسیون و سطح معنی‌داری برآورد پارامترها برای میانگین بارش بهار منطقه .....	۵۶
جدول ۱۲-۴- ضرایب مدل رگرسیون و سطح معنی‌داری برآورد پارامترها برای میانگین بارش تابستان منطقه .....	۵۶
جدول ۱۳-۴- ضرایب مدل رگرسیون و سطح معنی‌داری برآورد پارامترها برای میانگین بارش پاییز منطقه .....	۵۶
جدول ۱۴-۴- ضرایب مدل رگرسیون و سطح معنی‌داری برآورد پارامترها برای میانگین بارش زمستان به روش Enter .....	۵۷
جدول ۱۵-۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون میانگین بارش سالانه منطقه .....	۵۷
جدول ۱۶-۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون میانگین بارش فصل بهار منطقه .....	۵۷
جدول ۱۷-۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون میانگین بارش فصل تابستان منطقه .....	۵۷
جدول ۱۸-۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون میانگین فصل بارش پاییز منطقه .....	۵۸
جدول ۱۹-۴- آنالیز واریانس مدل رگرسیون میانگین بارش فصل زمستان منطقه .....	۵۸

- جدول ۴-۲۰- ارزیابی و صحت روش‌های میان‌یابی برای برآورد میانگین بارش فصل بهار در منطقه ..... ۵۸
- جدول ۴-۲۱- آماره‌های مربوط به میانگین بارش فصل بهار ..... ۶۰
- جدول ۴-۲۲- ارزیابی و صحت روش‌های میان‌یابی برای برآورد میانگین بارش فصل تابستان ..... ۶۱
- جدول ۴-۲۳- مشخصات مدل نیم‌تغییرنمای منتخب برای برآورد میانگین بارش فصل تابستان ..... ۶۱
- جدول ۴-۲۴- آماره‌های مربوط به میانگین بارش فصل تابستان ..... ۶۴
- جدول ۴-۲۵- ارزیابی و صحت روش‌های میان‌یابی برای برآورد میانگین بارش فصل پاییز ..... ۶۴
- جدول ۴-۲۶- مشخصات مدل نیم‌تغییرنمای منتخب برای برآورد میانگین بارش فصل پاییز ..... ۶۵
- جدول ۴-۲۷- آماره‌های مربوط به داده‌های بارش فصل پاییز ..... ۶۷
- جدول ۴-۲۸- ارزیابی و صحت روش‌های میان‌یابی برای برآورد میانگین بارش فصل زمستان ..... ۶۷
- جدول ۴-۲۹- مشخصات مدل نیم‌تغییرنما و کوواریوگرام منتخب برای برآورد میانگین بارش فصل زمستان منطقه ۶۸
- جدول ۴-۳۰- آماره‌های مربوط به داده‌های بارش فصل زمستان ..... ۷۴
- جدول ۴-۳۱- ارزیابی و صحت روش‌های میان‌یابی برای برآورد میانگین بارش سالانه ..... ۷۴
- جدول ۴-۳۲- مشخصات مدل نیم‌تغییرنما و کوواریوگرام منتخب برای برآورد میانگین سالانه منطقه ..... ۷۵
- جدول ۴-۳۳- آماره‌های مربوط به داده‌های بارش سالانه منطقه ..... ۷۹



## پیشگفتار

بارش یکی از عناصر اقلیمی است که نقش مهمی در فعالیتهای بشری دارد. گزینش نوع فعالیت و مکان‌گزینی اولیه تمدن‌های بشری تا حد بسیار زیادی به بارش هر ناحیه بستگی داشته است. امروزه نیز انجام پروژه‌های مختلف کشاورزی، عمرانی و هیدرولوژی به خصوصیات بارشی هر ناحیه بستگی دارد و بدون آمار مربوط به ویژگی‌های بارشی هر مکان تقریباً چنین مطالعاتی بدون نتیجه خواهد بود. در گذشته برای برآورد بارش از روش‌های میان‌یابی ساده مثل میانگین وزنی، پلی‌گون‌های تی‌سن و ... استفاده می‌شد. این روش‌ها به خصوص برای مناطقی که از پیچیدگی توپوگرافی بیشتری برخوردارند نتایج قابل قبولی ندارد و نتایج حاصل از آن از واقعیت بسیار فاصله دارد. برای برآورد دقیق‌تر بارش در اینگونه مناطق محققین از روش‌های مناسب‌تری استفاده کرده‌اند که می‌توان به نتایج حاصل از آن اطمینان کرد. چرا که نتایج با خطای کمتری همراه بوده است. در بیشتر پژوهش‌ها، برای برآورد بارش از متغیر ارتفاع استفاده شده است. این امر سبب می‌شود تا نتایج حاصله با مقادیر واقعی اختلاف داشته باشد. چرا که در بارش عوامل متعددی مؤثر بوده و تنها نمی‌توان ارتفاع را برای برآورد مکانی بارش در نظر گرفت. عوامل متعدد دیگری از جمله دوری و نزدیکی به منبع تأمین‌کننده رطوبت منطقه مورد مطالعه، میزان و جهت شیب، طول و عرض جغرافیایی و ... مؤثر باشد و با بهره‌گیری مناسب از هر کدام این متغیرها می‌توان برآورد دقیق‌تری از بارش را برای هر ناحیه انجام داد.

در این پایان‌نامه، آمار بارش ۴۶ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی استان کرمانشاه تحت نظر سازمان هواشناسی و وزارت نیرو به منظور برآورد میانگین بارش فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین اهداف این تحقیق عبارتند از: برآورد مکانی میانگین بارش فصلی و سالانه در سطح استان کرمانشاه با استفاده از روش‌های میان‌یابی، گزینش یکی از روش‌های میان‌یابی که برآورد مکانی دقیق‌تری از بارش سالانه و فصلی در سطح استان کرمانشاه ارائه می‌دهد و به‌کارگیری نقش متغیرهای کمکی در برآورد مکانی بارش در سطح استان کرمانشاه.

برای این منظور ابتدا با استفاده از روش‌های میان‌یابی تک‌متغیره (روش زمین‌آمار کریجینگ و روش‌های قطعی) میانگین بارش سالانه و فصلی سطح استان برآورد گردید. سپس همین کار، با استفاده از روش‌های چندمتغیره (کوکریجینگ و رگرسیون چند متغیره)، با انتخاب و ورود متغیرهایی که همبستگی معنی‌داری با بارش سالانه و فصلی در استان کرمانشاه داشتند به عنوان متغیرهای کمکی انجام گردید. در نهایت بهترین و مناسب‌ترین روش برای برآورد مکانی بارش سالانه و فصلی در سطح استان کرمانشاه که کمترین خطا و بیشترین همبستگی را با مقادیر واقعی داشته باشد انتخاب گردید.

این پایان‌نامه در پنج فصل تهیه و تنظیم گردیده است. فصل اول طرح تحقیق است که در آن به تعریف موضوع، پیشینه تحقیق، اهداف تحقیق، اهمیت و کاربرد نتایج و فرضیات تحقیق پرداخته شده است. فصل دوم مبانی نظری و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را مورد بررسی قرار داده است. فصل سوم روش تحقیق به‌کار گرفته در پایان‌نامه را بررسی نموده است که شامل چگونگی اخذ و پردازش داده‌ها و روش‌های به‌کار رفته در تحقیق است. فصل چهارم نتایج تحقیق فصل پنجم جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از کل مطالعه را ارائه می‌نماید. امید است که مورد استفاده محققین محترم قرار گیرد.

# فصل اول

## طرح تحقیق

## ۱-۱- بیان مسأله

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و لزوم استفاده بهینه از توان‌های منابع آب موجود در هر مکان، لازم است که داده‌های بارندگی برای مطالعات کشاورزی، مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژی و توسعه منابع آب در دسترس باشد. بدون وجود این اطلاعات تقریباً انجام این گونه مطالعات غیرممکن خواهد بود. با توجه به این که تغییرپذیری مکانی و زمانی بارش، اغلب فرایندهای هیدرولوژیکی زمینی را کنترل می‌کند (جون<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹: ۵۷۸)، می‌توان با توجه به اطلاعات بارش هر ناحیه، این فرایندها را برآورد کرد. دقت در برآورد فرایندهای هیدرولوژیکی مثل رواناب و سیل برای مطالعه مشکلات مربوط به نوسانات و کاهش آب بسیار اهمیت دارد (تاسومبات و سری‌ونگ‌سیتانون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹: ۲۶۸).

میزان دقت این برآوردها به اطلاعات اقلیمی موجود هر ناحیه بستگی دارد. امروزه برای انجام پروژه‌های سدسازی، راه‌سازی، مکان‌یابی فعالیت‌های کشاورزی، انتخاب زمان مناسب کشت، آبخیزداری، برنامه‌ریزی برای توسعه فعالیت‌های گردشگری و ... به داده‌های هواشناسی به خصوص بارش نیاز است. در نواحی ای که ایستگاه‌های هواشناسی به اندازه کافی وجود ندارد، کمبود اطلاعات هواشناسی و اقلیمی مانعی جدی در انجام مطالعات و برنامه‌ریزی‌های عمرانی، اقتصادی، زیست‌محیطی و غیره می‌باشد. میزان تغییرپذیری بارش با شرایط توپوگرافی محل رابطه مستقیمی دارد. هر نقطه با توجه به ویژگی‌های مکانی خاص خود مانند ارتفاع، جهت و میزان شیب، پوشش زمین، درجه زبری زمین و غیره می‌تواند رژیم بارشی خاص خود را داشته باشد. حتی در مساحت چندین کیلومتر مربع میزان بارش می‌تواند متفاوت باشد. این ویژگی تغییرپذیری مکانی بارش در نواحی کوهستانی، بسیار زیادتر از مناطق هموارتر است. تغییرپذیری زیاد بارش سبب شده است تا داده‌های اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی، تنها نماینده‌ی مناسبی برای نقطه‌ای که ایستگاه در آن مستقر است، باشد.

در نواحی ای که تراکم ایستگاه‌های هواشناسی کم است و یا نواحی که فاقد ایستگاه هستند ناچار هستیم با روش‌های مناسب، پارامترهای هواشناسی را برآورد کنیم. اگر چه ممکن است این برآوردها کاملاً دقیق نباشد، ولی می‌توان به نتایج به دست آمده، در صورتی که میزان خطا پایین باشد، اطمینان کرد. در کشور ایران به‌ویژه در نواحی کوهستانی تعداد ایستگاه‌های هواشناسی، کم و محدود است. به‌علاوه ایستگاه‌ها توزیع

۱- Guan

۲- Taesombat and Sriwongsitanon

مکانی مناسبی ندارند و این مسائل سبب شده است تا اطلاعات کافی راجع به داده‌های هواشناسی و اقلیمی این نواحی وجود نداشته باشد و برنامه‌ریزی برای توسعه این مناطق در زمینه‌های مختلف با مشکلاتی مواجه شود. چرا که عدم وجود اطلاعات اقلیمی و هواشناسی در یک محل، ریسک انجام پروژه‌های عمرانی و کشاورزی را در آن محل بالا خواهد برد.

وقوع بارش در سرتاسر استان کرمانشاه به دلیل تنوع توپوگرافی، کشیدگی در طول جغرافیایی و قرارگیری در ناحیه نیمه‌خشک ایران، یکنواخت نیست و پراکنش یکسانی ندارد. به علاوه ایستگاه‌های هواشناسی در سطح استان، توزیع مناسبی ندارد و سطوح وسیعی از استان فاقد چنین ایستگاه‌هایی است. با توجه به این مسائل، ضروری است در شرایط موجود، بارش را در این گونه مناطق با استفاده از روش‌های مناسب برآورد کنیم.

لزوم انجام این گونه مطالعات، زمانی معلوم می‌شود که باید توجه داشت استان کرمانشاه شرایط ویژه و مناسبی برای توسعه فعالیت‌های مختلف از جمله کشاورزی، سدسازی، دامپروری، گردشگری و غیره دارد و اطلاعات مربوط به میانگین بارش‌های ماهانه و سالانه در زمینه برنامه‌ریزی برای توسعه این فعالیت‌ها و هدایت و انجام آنها ضروری است. البته باید این نکته را مد نظر داشت که برای برآورد بارش نمی‌توان از روش‌های قدیمی و ساده‌ای مثل میانگین وزنی و یا پلی‌گون‌های تی‌سن، که با خطای زیادی همراه است، بهره جست. لذا ضرورت دارد با گزینش روش‌های مناسب، برای مناطق فاقد ایستگاه، بارش را با خطای پایینی برآورد کرد به نحوی که بتوان به مقادیر برآورد شده اطمینان کرد.

## ۱-۲- پیشینه موضوع

برای محاسبه و برآورد پارامترهای اقلیمی به‌ویژه بارش، در گذشته روش‌های زیادی به کار گرفته شده است از آن جمله می‌توان به روش‌های رگرسیون<sup>۱</sup>، قطعی<sup>۲</sup> و تی‌سن<sup>۳</sup> اشاره کرد. در مناطقی که بارش، بی‌نظمی و تغییرپذیری مکانی زیادی دارد و یا فاصله ایستگاه‌های هواشناسی در آن منطقه زیاد است، میزان خطا در این روش‌ها افزایش پیدا می‌کند به‌طوری که نتایج حاصل شده کارایی لازم را ندارند. با توجه به مشکلات فوق، استفاده از روش‌های میان‌یابی بر پایه مدل رقومی زمین در چند دهه گذشته، به‌خصوص علمی که با داده‌های مکانی سروکار دارند، مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های زمین‌آمار<sup>۴</sup> به‌خصوص روش کریجینگ<sup>۵</sup> در اغلب پژوهش‌های خارجی و داخلی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج قابل قبولی در زمینه برآورد مکانی بارش به‌دست آمده است. با توجه به این که هر منطقه، ویژگی‌های مکانی خاص خود را

---

۱- Regression  
۲- Deterministic  
۳- Thiessen  
۴- Geostatistic  
۵- kriging