



دانشگاه سمنان

دانشکده کویر شناسی

عنوان پایان نامه

ارزیابی روشهای زمین آماری در تغییرات مکانی بارندگی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز قره قوم

استان خراسان رضوی)

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته بیابانزدایی

نام دانشجو

محسن مراد زاده میرزایی

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر محمد رحیمی

دکتر محمد رضا یزدانی

استاد (اساتید) مشاور:

دکتر جعفر دستورانی

مهندس مسعود سمیعی

مهرماه ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سمنان

دانشکده کویر شناسی

صور تجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه‌ی آقای/خانم محسن مراد زاده میرزایی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته بیابانزدایی تحت عنوان " ...ارزیابی روشهای زمین آماری در تغییرات مکانی بارندگی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی) در جلسه مورخ / / بررسی و با نمره

عدد	
حروف	

مورد تایید قرار گرفت.

اعضای هیئت داوران:

استاد راهنمای اول: دکتر محمد رحیمی امضاء:

استاد راهنمای دوم: دکتر محمد رضا یزدانی امضاء:

استاد مشاور اول: دکتر جعفر دستورانی امضاء:

استاد مشاور دوم: مهندس مسعود سمیعی امضاء:

استاد داور: امضاء:

استاد داور: امضاء:

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده: امضاء



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب محسن مراد زاده میرزایی..... متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان " ارزیابی روشهای زمین آماری در تغییرات مکانی بارندگی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی) " که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته بیابانزدایی به دانشگاه ارائه شده است، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی:

شماره دانشجویی:

امضاء

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

- بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان با ذکر مرجع بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما با ذکر مرجع بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما: دکتر محمد رحیمی

دکتر محمدرضا یزدانی

تاریخ:

امضاء:

تقدیم به: (اختیاری)

تشکر و قدردانی: (اختیاری)

چکیده:

در این مطالعه، روشهای کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی، کریجینگ جهانی، کوکریجینگ ساده، کوکریجینگ معمولی، کوکریجینگ جهانی، تابع پایه شعاعی، درون یاب عام، درون یاب موضعی، نسبت عکس مجذور فاصله با توانهای مختلف (IDW) با توانهای مختلف برای برآورد متوسط بارندگی سالیانه با استفاده از آمار ۲۶ ساله ایستگاههای باران سنجدی در حوزه قره قوم حوزه آبخیز قره قوم استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. پس از آنالیز واریوگرام، مناسبترین روش درون یابی با استفاده از معیار ارزشیابی متقابل و استفاده از روشهای ارزیابی خطا نظیر $RMSE$ و R^2 (کمتر، R^2 بالاتر) انتخاب گردید. نتایج نشان داد که از بین روشهای مختلف، روشهای کوکریجینگ معمولی و کوکریجینگ جهانی با مدل نمائی با $RMSE$ برابر با ۳۴.۷۵ و R^2 برابر با ۰.۶۳، و استحکام ساختار فضائی بهترین روش ها میباشند. از اینرو روشهای کوکریجینگ معمولی و کوکریجینگ جهانی با کمترین خطا برای نقشه پهنه‌بندی بارندگی مورد استفاده قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: پراکنش مکانی، بارندگی، روشهای درون یابی، پهنه‌بندی بارش، حوزه قره قوم استان خراسان رضوی

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۶	فصل دوم: مرور بر منابع
۷	۱-۲- مبانی نظری تحقیق
۷	۱-۱-۲- روشهای درون یابی
۸	۲-۱-۲- مفاهیم اولیه در زمین آمار
۸	۱-۲-۱-۲- سمیواریوگرام (نیم تغییرنما)
۹	۲-۲-۱-۲- پارامترهای نیم تغییرنما
۹	۱-۲-۲-۱-۲- اثر قطعهای
۱۰	۲-۲-۲-۱-۲- دامنه یا شعاع تاثیر
۱۱	۳-۲-۲-۱-۲- سقف تغییرنما (آستانه)
۱۲	۳-۲-۱-۲- مدلهای تئوری تغییرنما
۱۲	۱-۳-۲-۱-۲- مدل اثر قطعهای تام
۱۲	۲-۳-۲-۱-۲- مدلهای سقف دار
۱۳	۱-۲-۳-۲-۱-۲- مدل کروی
۱۳	۲-۲-۳-۲-۱-۲- مدل نمایی
۱۴	۴-۲-۱-۲- تفسیر تغییرنما
۱۴	۵-۲-۱-۲- همسانگردی و ناهمسانگردی
۱۵	۱-۵-۲-۱-۲- ناهمسانگردی هندسی
۱۵	۲-۵-۲-۱-۲- ناهمسانگردی ناحیهای

- ۱۵ ۲-۱-۲-۶-روشهای درون یابی ۱-۶-۲-۱-۲
- ۱۵..... کریجینگ
- ۱۶..... ۲-۱-۲-۶-انواع کریجینگ
- ۱۶..... ۲-۱-۲-۶-۱-کریجینگ بر حسب حجم پایه
- ۱۷..... ۲-۱-۲-۶-۱-۱-کریجینگ نقطهای
- ۱۷..... ۲-۱-۲-۶-۲-۱-کریجینگ بلو کی
- ۱۷..... ۲-۱-۲-۶-۲-۲-کریجینگ بر اساس مشخصات ساختار فضائی
- ۱۷..... ۲-۱-۲-۶-۲-۲-۱-کریجینگ ساده
- ۱۷..... ۲-۱-۲-۶-۲-۲-۲-کریجینگ معمولی
- ۱۸..... ۲-۱-۲-۶-۳-۲-کریجینگ جهانی
- ۱۸..... ۲-۱-۲-۶-۳-کو کریجینگ
- ۱۹..... ۲-۱-۲-۶-۴-روش پایه تابع شعاعی
- ۱۹..... ۲-۱-۲-۶-۵-درون یاب موضعی
- ۱۹..... ۲-۱-۲-۶-۶-درون یاب عام
- ۱۹..... ۲-۱-۲-۶-۷-نسبت عکس مجذور فاصله
- ۲۰..... ۲-۱-۲-۶-۸-روش اسپیلاین
- ۲۱..... ۲-۱-۲-۶-۸-۱-اسپیلاین منظم
- ۲۱..... ۲-۱-۲-۶-۸-۲-اسپیلاین کششی
- ۲۲..... ۲-۱-۲-۶-۹-روش رگرسیون
- ۲۲..... ۲-۱-۲-۷-روش و معیار ارزیابی
- ۲۳..... ۲-۲-پیشینه تحقیق

۲۳.....۱-۲-۲-تحقیقات انجام شده در داخل کشور.....

۲۸.....۲-۲-۲-تحقیقات انجام شده در خارج کشور.....

۳۲.....۳-۲-۲-نتیجه گیری.....

۳۳ فصل سوم: روش تحقیق

۳۴.....۱-۳-مقدمه.....

۳۴.....۲-۳-منطقه مورد مطالعه.....

۳۷.....۳-۳-جمعآوری اطلاعات.....

۳۷.....۴-۳-ایستگاههای باران سنجی.....

۳۹.....۵-۳-آزمون همگنی دادهها.....

۴۰.....۶-۳-بازسازی دادههای ناقص.....

۴۰.....۷-۳-تبدیل مختصات جغرافیایی ایستگاهها به سیستم متریک.....

۴۰.....۸-۳-روش تحقیق.....

۴۲.....۹-۳-نرم افزارهای مورد استفاده.....

۴۳ فصل چهارم: نتایج و تفسیر آن

۴۴.....۱-۴-بررسی خصوصیات مکانی و آماری توزیع داده ها.....

۴۴.....۱-۱-۴-بررسی توزیع دادهها.....

۳-۱-۱-۴-

۴۵.....نمودارسمیواریوگرام.....

۴۷.....۲-۴-تحلیل مکانی بارش با استفاده از روشهای درون یابی.....

فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادها

۷۶

۵-۱-

مقدمه ۷۷

۵-۲-جمع

بندی ۷۷

۵-۳-پیشنهادها ۷۸

۸۱

مراجع

پیوست‌ها

پیوست

الف ۹۰

پیوست ب ۹۱

فهرست جداول

- جدول (۳-۱) مشخصات ایستگاههای باران سنجی استان خراسان رضوی ۳۷
- جدول (۳-۳) روشهای درون یابی مورد استفاده در تحقیق ۴۱
- جدول (۴-۱) مشخصات آماری بارندگی در منطقه مورد مطالعه ۴۵
- جدول (۴-۳) نتایج ارزیابی درون یابی جهت برآورد متوسط بارندگی سالانه ۴۹
- جدول (۴-۴) مشخصات سمیواریوگرام مدل‌های مختلف در روشهای زمین آماری ۵۰

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) پارامترهای تغییر نما ۱۱
- شکل (۳-۱) موقعیت حوزه آبخیز قره قوم استان خراسان رضوی در شرق ایران ۳۶
- شکل (۴-۱) هیستوگرام مقادیر متوسط بارندگی سالانه ۴۴
- شکل (۴-۲) نمودار Normal QQ Plot متوسط بارندگی سالانه ۴۵
- شکل (۴-۳) نمودار سمیواریوگرام متوسط بارش سالانه ۴۶
- شکل (۴-۴) نیم تغییرنمای تجربی و مدل برازش داده شده بر دادههای بارندگی ۴۷

- شکل (۴-۵) مقایسه مقادیر بارندگی با روش عکس فاصله وزنی با توان ۲۰۱..... ۵۱
- شکل (۴-۶) مقایسه مقادیر بارندگی با روش چند جمله‌های جهانی..... ۵۱
- شکل (۴-۷) مقایسه مقادیر بارندگی با روش چند جمله‌های مکانی..... ۵۲
- شکل (۴-۸) مقایسه بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین کاملاً منظم..... ۵۲
- شکل (۴-۹) مقایسه بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین باکشش..... ۵۳
- شکل (۴-۱۰) مقایسه مقادیر بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل مولتی کوادریک..... ۵۳
- شکل (۴-۱۱) مقایسه مقادیر بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل مولتی کوادریک معکوس..... ۵۴
- شکل (۴-۱۲) مقایسه بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین صفحه نازک..... ۵۴
- شکل (۴-۱۳) مقایسه بارندگی با روش کریجینگ معمولی با مدل نمائی..... ۵۵
- شکل (۴-۱۴) مقایسه بارندگی با روش کریجینگ ساده با مدل نمائی..... ۵۵
- شکل (۴-۱۵) مقایسه بارندگی با روش کریجینگ جهانی با مدل نمائی..... ۵۶
- شکل (۴-۱۶) مقایسه بارندگی با روش کوکریجینگ معمولی با مدل نمائی..... ۵۶
- شکل (۴-۱۷) مقایسه بارندگی با روش کوکریجینگ جهانی با مدل نمائی..... ۵۷
- شکل (۴-۱۸) مقایسه بارندگی با روش کوکریجینگ ساده با مدل نمائی..... ۵۷
- شکل (۴-۱۹) نمودار تغییرات بارندگی و ارتفاع..... ۵۸
- شکل (۴-۲۰) مقایسه بارندگی با استفاده از روش رگرسیون..... ۵۹
- شکل (۴-۲۱) نقشه پهنه بندی بارندگی با استفاده از روش عکس فاصله وزنی با توان ۲۰۱..... ۶۰
- شکل (۴-۲۲) نقشه پهنه بندی بارندگی با استفاده از روش چند جمله‌های جهانی..... ۶۱
- شکل (۴-۲۳) نقشه پهنه بندی بارندگی با استفاده از روش چند جمله‌های مکانی..... ۶۲

- شکل (۴-۲۴) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین کاملاً منظم..... ۶۳
- شکل (۴-۲۵) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین باکشش..... ۶۴
- شکل (۴-۲۶) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل مولتی کوادریک..... ۶۵
- شکل (۴-۲۷) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل مولتی کوادریک معکوس..... ۶۶
- شکل (۴-۲۸) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش تابع پایه شعاعی با مدل اسپیلاین صفحه نازک..... ۶۷
- شکل (۴-۲۹) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کریجینگ معمولی با مدل نمائی..... ۶۸
- شکل (۴-۳۰) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کریجینگ ساده با مدل نمائی..... ۶۹
- شکل (۴-۳۱) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کریجینگ جهانی با مدل نمائی..... ۷۰
- شکل (۴-۳۲) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کوکریجینگ معمولی با مدل نمائی..... ۷۱
- شکل (۴-۳۳) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کوکریجینگ جهانی با مدل نمائی..... ۷۲
- شکل (۴-۳۴) نقشه پهنه بندی بارندگی با روش کوکریجینگ ساده با مدل نمائی..... ۷۳
- شکل (۴-۳۵) نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه..... ۷۴

فصل اول:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

برنامه‌ریزی، توسعه، مدیریت بهینه از سیستم منابع آب، به اطلاعات متنوعی در زمین‌های هواشناسی، هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و... نیازمند می‌باشد. در این میان، ریزش‌های جوی، خصوصاً بارندگی از مهم‌ترین فرایندهای چرخه هیدرولوژیکی بوده و تنها در صورت وقوع آن، فرایندهایی نظیر سیلاب فرسایش، رسوبگذاری، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و غیره... به وقوع می‌پیوندد. این فرایند از بیشترین تغییرات مکانی و زمانی برخوردار بوده و کمیت بخشیدن به آن در مکان و زمان همواره مورد توجه محققان مختلف بوده و می‌باشد. از اطلاعات بارندگی به طور معمول در مطالعات برآورد نیاز آبی گیاهان موجود در الگوی کشت، تحلیل منطقی‌های، آنالیز دوره خشکسالی و ترسالی و پیش‌بینی به هنگام سیلاب استفاده به عمل می‌آید. تغییرات قابل ملاحظه بارندگی در زمان و مکان از یک سو و کمی ایستگاه‌های باران سنجی معمولی در ثبت عمق بارندگی روزانه از سوی دیگر، ضرورت تبیین مدل‌های تخمین بارندگی را در زمان و مکان امری اجتناب ناپذیر مینماید. دستیابی به توزیع مکانی بارش براساس داده‌های نقطه‌ای بارش که از ایستگاه‌های باران سنجی به دست می‌آیند، براساس روش‌های درونیابی[□] میسر می‌گردد. به فرایند برآورد ارزش‌های کمی، برای نقاط بدون داده، به کمک نقاط مجاور و معلوم، درونیابی می‌گویند (عساکره، ۱۳۸۷). این کار معمولاً برای یک شبکه یا گره، یا تمامی سلول‌های یک پهنه صورت می‌گیرد. بنابراین درونیابی، به معنای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای است (تسونگ، ۲۰۰۴)[□]. در تعیین ارزش یک نقطه، تمامی نقاط مجاور و معلوم، به گونه یکسان و همسان مؤثر نیستند. لذا، هر یک از نقاط یادشده، به تناسب تاثیرشان بر ارزش نقطه ای مجهول، حامل وزنی خواهد بود. روش‌های تعیین وزنی مرتبط با هر یک از نقاط، سبب تکوین روش‌های گوناگونی در درونیابی شده است. همه این روش‌ها، بر این اصل اساسی استوار هستند که مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نزدیکتر، نسبت به نقاط دورتر، تاثیر بیشتری بر مقدار محاسبه شده خواهند داشت. در حقیقت، تفاوت کلیدی روش‌های درونیابی، از تفاوت در نحوه محاسبه میزان تاثیر (وزن) مقادیر بارش در نقاط اندازه‌گیری شده بر مقادیر بارش در نقاط غیرنمونه و اندازه‌گیری نشده ناشی می‌شود. ارکان اساسی در درونیابی، تعیین پیمونگه (محدوده ای که متغیر مکانی در آن اندازه‌گیری شده و دارای ارزش معلوم می‌باشد)، تعیین شبکه که به معنی تشخیص اندازه بهینه برای سلول‌های نقشه است، به گونه‌ای که کیفیت و توان تفکیک نقشه به بهترین شیوه نمود یابد.

1. Interpolation

2. Tssung

۱-۲- بیان مسئله

اطلاع از میزان بارندگی منطقی‌های و تغییرات آن در نقاط مختلف، در بسیاری از مطالعات کاربردی مانند، هیدرولوژی، کشاورزی و... از اهمیت بسزایی برخوردار است. با توجه به اینکه برداشت اطلاعات اغلب به صورت نقطه‌ای انجام می‌شود، حتی در صورت تراکم بالای ایستگاه‌های باران سنجی در یک منطقه، باز هم نقاط بسیار زیادی فاقد اطلاعات اندازه‌گیری شده بارش خواهند بود. بنابراین تخمین مقدار بارش در نقاط فاقد اندازه‌گیری، با توجه به اطلاعات بارش در نقاط مجاور و با توجه به اینکه یکی از مهمترین عوامل مورد استفاده در مطالعات منابع طبیعی، متوسط میزان بارش و بویژه متوسط بارش منطقی‌های است، امری ضروری است (اورمی^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). فرایند برآورد مقادیر اطلاعاتی برای نقاطی که اطلاعاتی برای آنها وجود ندارد، بر اساس اطلاعات مناطق نمونه، همانطور که گفته شد، درون یابی مکانی^۲ نامیده می‌شود (کاروسو^۳، ۱۹۹۸). امروزه به منظور تخمین متغیرهای مکانی یک منطقه از جمله (بارش و رواناب)، از روشی آماری تحت عنوان زمین‌آمار که نوعی درونیابی مکانی است، استفاده می‌شود. روش‌های زمین‌آمار، به دلیل در نظر گرفتن همبستگی و ساختار مکانی داده‌ها، اهمیت زیادی دارند. در این روش‌ها می‌توان موقعیت مکانی نمونه‌ها را همراه با مقدار کمیت مورد نظر، یک جا مورد تحلیل قرار داد. در بسیاری از مطالعات و بررسی‌های منابع طبیعی و کشاورزی به دلیل عدم پوشش کامل ایستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه ای باران، برآورد بارش منطقی‌های یا تخمین بارش در مناطق خشک میان ایستگاه‌ها، ضروری است. بنابراین، آگاهی از میزان متوسط بارندگی در یک حوزه آبخیز، از عوامل اساسی در هیدرولوژی و طراحی سازه است. به همین منظور تحقیق پیش رو سعی دارد به ارزیابی روش‌های زمین‌آمار و در تغییرات مکانی بارش در حوزه آبخیز قره قوم استان خراسان رضوی بپردازد.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

امروزه یکی از روش‌های اساسی به منظور رسیدن به توسعه پایدار در برنامه‌ریزی‌ها و همچنین جلوگیری از خسارات وارده (از قبیل سیل، فرسایش، یخبندان و غیره)، اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی در مناطق فاقد ایستگاه‌های مربوطه می‌باشد. اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی به روش سنتی نیاز به شبکه‌های مترام سینوپتیکی و باران سنجی دارد اما به دلیل موقعیت توپوگرافی و نیز مشکلات هزینه‌های آن (به

3-Ormsbee
4- Spatial Interpolation
5-Caruso

خصوص در کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته)، ایجاد چنین شبکه‌های غیرممکن مینماید(گل محمدی وهمکاران، ۱۳۸۷). بنابراین باتوجه به موارد مذکور وبه دلیل عدم پوشش کامل ایستگاههای باران سنجی در منطقه، برآورد بارش منطقیهای در مناطق مابین ایستگاهها امری ضروری است. امروزه با پیشرفت تکنولوژی وانواع نرم افزارها این مسئله قابل حل میباشد. بین صورت که برای حل مشکل مذکور، از روش های مختلف درون یابی استفاده میشود. لذا مطالعه توزیع بارش از طریق روشهای مختلف درون یابی علاوه بر اینکه میزان بارش دریافتی مناطق فاقد ایستگاه را در محدوده‌ی مورد مطالعه برآورد میکند(که با توجه به این امر، کمک مؤثری در برنامه‌ریزی توسعه‌ی آبی محدودهی مورد مطالعه از لحاظ تامین منابع آبی میشود)، بلکه میتوان با بررسی میزان دقت در تخمین بارش دریافتی مناطق فاقد ایستگاه، در داخل محدوده‌ی مورد مطالعه، به مقایسه‌ی میزان دقت روشهای درون یابی در محدوده‌ی مذکور نیز پرداخت و همچنین باتوجه به میانگین بارش سالانه در ایران که در حدود ۲۴۰ میلی متر که تقریباً معادل یک سوم میانگین بارش جهان روی قاره‌ها (۸۰۰ میلی متر) میباشد، ایران را در شمار کشورهای خشک ونیمه خشک قرار داده وهمواره با مشکل کمبود آب روبه روست. بنابراین برآورد نسبتاً دقیق ونزدیک به واقعیت میزان بارش به صورت نقطه‌های یا منطقه‌های میتواند مفید واقع شود.

۴-۱- اهداف تحقیق

۴-۱-۱- ارزیابی روشهای درونیابی و بدست آوردن مناسبترین روش برای پهنبندی متوسط بارندگی در استان خراسان رضوی

۴-۱-۲- مشخص کردن بهترین مدل برازش یافته بر واریوگرام دادههای بارندگی

۵-۱- سوالات تحقیق

این تحقیق در پی دست یافتن به جواب سوال های زیر است :

۵-۱-۱- مناسبترین روش درون یابی در تهیه نقشه پهنه بندی متوسط بارندگی چه روشی میباشد؟

۱-۵-۲- براساس معیار ارزشیابی متقابل و روش های ارزیابی خطا بهترین مدل برازش یافته بر واریوگرام دادههای بارندگی از چه نوعی میباشد؟

۱-۶- فرضیات تحقیق

چارچوب فرضیات این تحقیق مشتمل بر موارد زیر است:

۱-۶-۱- روش کریجینگ معمولی مناسبترین روش در پهنه بندی متوسط بارندگی سالیانه در حوزه آبخیز قره قوم استان خراسان رضوی می باشد.

۱-۶-۲- براساس نتایج تحلیل فضائی واریوگرام بدست آمده، مشخص گردید که مدل برازش یافته بر واریوگرام دادههای بارندگی از نوع دایره‌ای بوده و در بین سایر شبیه‌های دیگر برازش یافته، دارای بیشترین مقدار R^2 و کمترین RMSE میباشد و این مطلب نشان میدهد که ساختار فضائی مناسبی بر دادهها حاکم است.