دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی ـ گروه عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته:

مهندسی عمران ـ مهندسی آب

بهینه سازی ایستگاههای شبکه باران سنجی جهت برآورد توزیع مکانی بارش با استفاده از ژئواستاتیستیک و الگوریتم ژنتیک

نگارش:

محسن مسلم زاده

استاد راهنما:

دکتر آرش ادیب

استاد مشاور:

دکتر محمد محمودیان شوشتری

بهمن

۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر و مادرم

که هر چه دارم از آنهاست

نام خانوادگی: مسلم زاده	نام: محسن
عنوان پایان نامه: بهینه سازی ایستگاه های شبکه باران سنجی جهت برآورد مکانی توزیع بارش با استفاده از ژئواستاتیستیک و الگوریتم ژنتیک	
استاد راهنما: دکتر آرش ادیب	استاد مشاور: دکتر محمد محمودیان شوشتری
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	ر شته: مهندسی عمران گرایش: آب
محل تحصیل(دانشگاه): شهید چمران اهواز	
دانشکده: مهندسی	
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۱۱/۲۶	تعداد صفحات: ۱۵۷
کلید واژه ها: ایستگاه باران سنجی،زمین آمار (ژئواستاتیستیک)، کریجینگ، بهینه سازی، الگوریتم ژنتیک، واریوگرام	

چکیده:

ایستگاههای باران سنجی نقش مهمی را درتولید اطلاعات هیدرولوژیکی جهت مطالعات و اقدامات اجرایی دارند. این مساله سالهاست که مورد توجه محققین قرار گرفته و تا کنون تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است . تاسیس و نگهداری ایستگاه برای متولیان امر هزینه هایی در بر دارد که نتایج این تحقیق می تواند کمک زیادی در صرفه جویی اقتصادی مربوطه داشته باشد. واضح است که بررسی کلیه حالات در انتخاب یک زیر مجموعه برای شبکه موجود باران سنجی جهت ارزیابی کیفیت تخمین در بسیاری از اوقات کاری غیر عملی است . هدف از انجام تحقیق، بهینه سازی ایستگاههای شبکه باران سنجی موجود جهت برآورد مکانی توزیع بارش است. در این راه از روش زمین آمار(کریجینگ) توسط یک مدل شبیه ساز و همچنین الگوریتم ژنتیک جهت دستیابی به بهترین ترکیب ممکنه استفاده گردید . الگوریتم ژنتیک با دریافت اطلاعات مورد نیاز از مدل شبیه ساز به بهینه سازی ترکیب ایستگاهها (جستجوی کمترین خطای تخمین ممکنه) در حالات مختلف می پردازد.کاربرد این مدل برای منطقه ای در حوضه رودخانه گوادلهورس اسپانیا بکار گرفته شد . نتایج برای حالات مختف ۱ تا ۱۰ ایستگاهه بدست آمد و مورد تحلیل قرار گرفت .همچنین تاثیر تغیر پارامترهای مدل تئوری واریوگرام،تقسیط بلوک و مقایسه حالات تخمین بلوکی و نقطه ای در روش کریجینگ برای نتایج حاصله بررسی شد.

فهرست مطالب

عنوان/ صفحه

فصل اول- مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مقدمه ای بر اندازه گیری نزولات جوی ۲

۱-۳- محل نصب باران سنجها ۴

۱-۴- تعدادباران سنجها در شبکه باران سنجی ۴

۱-۵- ضرورت و اهمیت تحقیق ۶

۱-۶- روش تحقیق ۷

۱-۷- ساختار پایان نامه ۸

فصل دوم- پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- مروری بر تحقیقات گذشته ۱۱

فصل سوم- کریجینگ و الگوریتم ژنتیک

۳-۱- مروری کوتاه بر روشهای تخمین بارندگی در سطح یک منطقه ۳۰

۳-۱-۱-روش میانگین گیری ریاضی ۳۰
۳-۱-۲- روش چند ضلعی های تیسن..... ۳۱
۳-۱-۳- روش خطوط همباران ۳۲
۳-۲- زمین آمار ۳۳
۳-۲-۱- برتری زمین آمار نسبت به آمار کلاسیک ۳۴
۳-۲-۲- متغیر منطقه ای ۳۵
۳-۳- روش کریجینگ ۳۷
۳-۳-۱- محاسبات کریجینگ ۳۹
۳-۳-۲- واریوگرام ۴۲
۳-۳-۳- انواع محلهای واریوگرام تئوری ۴۵
۳-۳-۳-۱- مدلهای ایستا ۴۵
۳-۳-۳-۲- مدلهای غیر ایستا ۴۸
۳-۳-۴- همسانگردی و غیر همسانگردی ۴۹
۳-۳-۴-۱- انواع ناهمسانگردی ۵۰
۳-۳-۵- انواع کریجینگ ۵۱
۳-۳-۵-۱- تقسیم بندی انواع کریجینگ بر اساس ساختارهای زمانی و مکانی..... ۵۱
۳-۳-۵-۲- تقسیم بندی انواع کریجینگ بر اساس روش محاسبات ۵۲
۳-۳-۵-۳- کریجینگ بلوکی ۵۴
۳-۳-۶- کاربرد کریجینگ ۵۵
۳-۳-۷- خطای تخمین کریجینگ ۵۶
۳-۳-۸- کاربرد واریانس تخمین ۵۷

۳-۳-۹- روش کریجینگ ۵۷
۳-۳-۱۰- ارزیابی مدلها ۵۸
۳-۳-۱۱- نتیجه گیری مبحث کریجینگ ۶۰
۳-۴- الگوریتم ژنتیک (جی آ) ۶۱
۳-۴-۱- مقدمه الگوریتم ژنتیک ۶۱
۳-۴-۲- تعریف الگوریتم های ژنتیک ۶۲
۳-۴-۳- تاریخچه الگوریتم ژنتیک ۶۳
۳-۴-۴- امتیازات الگوریتم ژنتیک و دلایل بکارگیری آن ۶۴
۳-۴-۵- کدگذاری ۶۶
۳-۴-۶- روشهای مختلف کدگذاری ۶۶
۳-۴-۶-۱- کدگذاری اعداد باینری ۶۶
۳-۴-۶-۲- کدگذاری خاکستری ۶۷
۳-۴-۶-۳- کدگذاری اعداد حقیقی ۶۷
۳-۴-۷- الگوریتم ژنتیک دودویی ۶۸
۳-۴-۷-۱- انتخاب متغیر ها و تابع هدف (هزینه)..... ۷۰
۳-۴-۷-۲- کدبندی و کدگشایی متغیرها ۷۱
۳-۴-۷-۳- جمعیت اولیه ۷۳
۳-۴-۷-۴- تولید مجدد یا انتخاب ۷۵
۳-۴-۷-۴-۱- انتخاب چرخ رولت ۷۵
۳-۴-۷-۴-۲- انتخاب مسابقه ای ۷۸
۳-۴-۷-۴-۳- تخصیص شایستگی به روش رتبه بندی ۷۹

۳-۴-۷-۵- جفت گیری یا تقاطع ۸۰
۳-۴-۷-۵-۱- روشهای مختلف جفت گیری ۸۱
۳-۴-۷-۵-۲- تلفیق ۸۲
۳-۴-۷-۵-۳- مقایسه روشهای مختلف ترکیب ۸۶
۳-۴-۷-۶- جهش ۸۶
۳-۴-۷-۷- نسل بعدی ۸۸
۳-۴-۸- الگوریتم ژنتیک پارامتر واقعی (جی آ پیوسته)..... ۸۹
۳-۴-۸-۱- مولفه های جی آ پارامتر واقعی ۹۰
۳-۴-۸-۲- متغیرها و تابع هدف(هزینه) ۹۱
۳-۴-۸-۳- جمعیت اولیه ۹۲
۳-۴-۸-۴- انتخاب ۹۴
۳-۴-۸-۵- جفت گیری و ترکیب ۹۴
۳-۴-۸-۶- جهش ۹۷
۳-۴-۸-۷- نسل های بعدی و همگرایی ۱۰۰
۳-۴-۹- نوع کدگذاری و نرم افزار بکار گرفته شده ۱۰۲

فصل چهارم – بهینه سازی ایستگاههای باران سنجی

۴-۱- مقدمه ۱۰۴
۴-۲- بهینه سازی ایستگاهها در شبکه موجود باران سنجی ۱۰۴
۴-۳- تابع جریمه ۱۰۹

۴-۴- تشریح کامل فرآیند بهینه یابی ترکیب ۱۱۰

فصل پنجم – صحت سنجی و کاربرد مدل بهینه ساز

۵-۱- صحت سنجی مدل بهینه ساز ۱۱۳
۵-۱-۱- صحت سنجی مدل شبیه سازی ۱۱۳
۵-۱-۲- صحت سنجی الگوریتم ژنتیک ۱۱۵
۵-۲- کاربرد مدل بهینه ساز ۱۱۷
۵-۲-۱- مقدمه ۱۱۷
۵-۲-۳- انتخاب بهینه ایستگاههای باران سنجی ۱۱۹
۵-۲-۳-۱- پارامترهای مسأله ۱۲۰
۵-۲-۳-۲- مقادیر بهینه ترکیبات مختلف ۱۲۱
۵-۲-۳-۲-۱- اثر تقسیط بلوک بر نتایج ۱۲۲
۵-۲-۳-۲-۲- مقایسه تفاوت اثر کریجینگ نقطه ای و بلوکی بر نتایج ۱۲۵
۵-۲-۳-۲-۳- نتایج مدل بهینه ساز در حوضه مورد مطالعه ۱۲۸
۵-۲-۳-۲-۴- تأثیر مشخصات واریوگرام بر نتایج حاصله ۱۳۳
۵-۲-۳-۲-۵- مقایسه و تفسیر بعضی از نتایج مدل با حالت جستجوی کامل..... ۱۳۸
۵-۲-۳-۳- پارامتر های جی آ ۱۴۰

فصل ششم- نتایج و پیشنهادات

۶-۱- بحث و نتایج ۱۴۳

۶-۲- پیشنهادات ۱۴۶

فهرست شکل ها

عنوان/ صفحه

شکل ۲-۱- مقایسه توابع واریوگرام کروی برای دو بارش با زمانهای متفاوت..... ۱۲

شکل ۲-۲-فلوچارت روند تخمین توسط کریجینگ با استفاده از اطلاعات ایستگاهها وماهواره..... ۱۵

شکل ۲-۳-فلوچارت مقایسه کریجینگ دوبعدی و سه بعدی(بعد سوم :زمان بارش)..... ۱۸

شکل ۲-۴-طراحی یک شبکه مونیتورینگ با استفاده از کریجینگ و الگوریتم ژنتیک..... ۲۴

شکل ۳-۱-شماتیک کاربرد کریجینگ در دو بعد..... ۳۸

شکل ۳-۲- صورت ماتریسی دستگاه معادلات سیستم کریجینگ..... ۴۱

شکل ۳-۳-نمونه ای از یک جفت واریوگرام تئوری و تجربی..... ۴۴

شکل ۳-۴-مقایسه انواع حالتهای مشهور مدل تئوری واریوگرام..... ۴۷

شکل ۳-۵-نمایش یک کروموزوم با ارقام صفر و یک..... ۶۶

شکل ۳-۶-مراحل مختلف الگوریتم ژنتیک دودویی..... ۶۹

شکل ۳-۷-نمونه کوانتیزه شده(۶ بیتی) تابع بسل..... ۷۱

شکل ۳-۸-نمایی از روش چرخ رولت..... ۷۶

شکل ۳-۹-انتخاب چرخ رولت..... ۷۷

شکل ۳-۱۰-عملیات تلفیق تک نقطه..... ۸۲

شکل ۳-۱۱-نمایی از تلفیق چند نقطه..... ۸۳

شکل ۳-۱۲-مراحل مختلف الگوریتم ژنتیک پارامتر واقعی..... ۹۱

شکل ۴-۱-فضای کلی روش انجام پروژه..... ۱۰۸
شکل ۴-۲-فلوچارت مدل بهینه ساز..... ۱۱۰
شکل ۵-۱-نمودار سه بعدی تابع Rastrigin..... ۱۱۵
شکل ۵-۲-نمودار کانتور تابع Rastrigin..... ۱۱۶
شکل ۵-۳-مشکل حدود منطقه در نرم افزارهای تجاری..... ۱۱۸
شکل ۵-۴-موقیت حوضه رودخانه گوادلهورس در مالاگای اسپانیا..... ۱۱۹
شکل ۵-۵- حوضه مورد مطالعه با ۲۵ ایستگاه باران سنجی..... ۱۲۰
شکل ۵-۶-گراف واریانس تخمین با تقسیط متفاوت..... ۱۲۴
شکل ۵-۷-گراف نتایج واریانس تخمین با دو سیستم نقطه ای و بلوکی..... ۱۲۶
شکل ۵-۸-۱ الی ۵-۸-۱۰ –حوضه با بهترین ترکیبات ایستگاهی..... ۱۲۸
شکل ۵-۹-گراف واریانس-تعداد ایستگاه..... ۱۳۳
شکل ۵-۱۰-واریوگرام با اثر مقیاس (آستانه متفاوت)..... ۱۳۴
شکل ۵-۱۱-گراف واریانس تخمین تحت واریوگرام با اثر دامنه متفاوت..... ۱۳۴
شکل ۵-۱۲-دو واریوگرام در جهت x با دامنه متفاوت..... ۱۳۵
شکل ۵-۱۳-گراف واریانس خطای تخمین تحت واریوگرام با اثر دامنه متفاوت..... ۱۳۶
شکل ۵-۱۴-دو وتریوگرام با اثر قطعه ای متفاوت..... ۱۳۷
شکل ۵-۱۵-گراف واریانس خطای تخمین تحت واریوگرام با اثر قطعه متفاوت..... ۱۳۷
شکل ۵-۱۶-گراف نتایج کامل حالت تک و دو ایستگاهه..... ۱۴۰
شکل ۶-۱-نمادی از یک منطقه نامنظم..... ۱۴۷

فهرست جداول

عنوان/ صفحه

جدول ۱-۱-مقادیر پیشنهادی برای رابطه بین وسعت منطقه و تعداد ایستگاه باران سنجی.....۵

جدول ۱-۲-مقادیر پیشنهادی سازمان حفاظت منابع آمریکا برای رابطه بین وسعت منطقه وتعداد ایستگاه.....۶

جدول ۳-۱- مقادیر شایستگی و احتمال انتخاب.....۷۶

جدول ۳-۲-جهش دودویی.....۸۷

جدول ۳-۳-نتایج جهش دودویی.....۸۸

جدول ۳-۴-جمعیت اولیه ۸ کروموزومی مثال به همراه مقادیر آنها.....۹۳

جدول ۳-۵-کروموزومهای باقیمانده پس از اعمال عملگر انتخاب با درصد ۵۰.....۹۴

جدول ۳-۶-جمعیت پس از اعمال عملگرهای تقاطع و جهش.....۹۹

جدول ۳-۷-جمعیت مرتب شده در آغاز نسل دوم.....۱۰۰

جدول ۳-۸-جمعیت پس از اعمال عملگرهای تقاطع و جهش در نسل دوم.....۱۰۱

جدول ۳-۹-جمعیت مرتب شده در آغاز نسل سوم.....۱۰۱

جدول ۳-۱۰-جمعیت مرتب شده نسل سوم بر اساس حداقل مقدار.....۱۰۲

جدول ۵-۱-نتایج واریانس تخمین با کریجینگ بلوکی در تقسیطهای متفاوت.....۱۲۲

جدول ۵-۲-نتایج واریانس خطای تخمین بر اساس سیستم بلوکی و نقطه ای.....۱۲۵

جدول ۵-۳- نتایج کامل حالت دو ایستگاهه.....۱۳۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه:

بارندگی را می توان مهمترین عاملی دانست که بطور مستقیم در چرخه هیدرولوژی دخالت دارد. از زمانی که یک قطره باران در هوا تشکیل می شود تا موقعی که به زمین می رسد پدیده هایی رخ می دهد که بیشتر در قلمرو علم هواشناسی است. اما هنگامی که به سطح زمین رسید به عنوان اساسی ترین عنصر چرخه هیدرولوژی به حساب می آید. هر چند رطوبت موجود در هوا به لحاظ کمی در مقایسه با کل آب موجود در کره زمین زیاد نیست اما از نظر تأمین آب قابل تجدید، مهمترین منبع حیاتی برای بشر به شمار می رود و از اینرو است که مطالعه و اندازه گیری بارندگی در ردیف با اهمیت ترین بخشهای علم هیدرولوژی قرار گرفته است. تاریخچه و قدمت اندازه گیری بارش خود مهمترین موکد ضرورت این علم برای بشر می تواند باشد.

۱-۲- مقدمه ای بر اندازه گیری نزولات جوی

منظور از اندازه گیری بارندگی تعیین مقدار ارتفاع آب حاصله از نزولات جوی در سطح زمین است. به عبارت دیگر چنانچه آب ناشی از نزولات جوی در سطح زمین تجمع پیدا کرد، بدون آنکه تبخیر شده و یا در زمین نفوذ نماید، ارتفاعی را به وجود می آورد که به آن مقدار بارندگی گفته می شود. اندازه گیری باران قدمتی ۲۰۰۰ ساله دارد. در واقع اولین اندازه گیریهای ساده بارندگی از ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در هندوستان آغاز گردید. اما نخستین باران سنجی که به صورت امروزی در دنیا نصب شده است به سال ۱۴۰۰ میلادی در کشور کره برمی گردد. ثبت خودکار بارندگی ها نیز از سال ۱۶۰۰ در انگلستان آغاز گردید با توجه به اینکه اندازه گیری تمام بارانهایی که روی یک حوضه باریده می شود عملا امکان پذیر نیست، لذا به اندازه گیری نمونه ای آن در نقاط مختلف حوضه اکتفا می گردد. نقاطی که در آن بارندگی اندازه گیری می شود

ایستگاه باران سنجی نام دارد و چون نتایج حاصله از این نمونه های اندازه گیری شده برای کل منطقه تعمیم داده می شود باید در انتخاب محل و تعداد ایستگاه ها، نحوه اندازه گیری، ثبت و تحلیل داده ها دقت کافی به عمل آید. اندازه گیری نقطه ای باران توسط دستگاه های باران سنج [۱]انجام می شود.در ایستگاههای هواشناسی (باران سنجی) معمولاً دو نوع باران سنج مورد استفاده قرار می گیرد که عبارتند از باران سنج ساده و باران سنج ثبات یا باران نگار. باران سنجهای ساده خود به دو گروه باران سنجهای معمولی[۲] (روزانه) و باران سنجهای ذخیره ای[۳] تقسیم می شوند. باران سنجهای ذخیره ای برای استفاده در نقاط دور دست که امکان اندازه گیری روزانه باران در آنها وجود ندارد به کار برده می شود. اجزای تشکیل دهنده این باران سنج ها مشابه باران سنج های روزانه است ولی اندازه گیری ارتفاع بارندگی در آنها، هر فصل یا هر سال یکبار انجام می شود. چون این باران سنجها معمولاً در نقاط دور دست و کوهستانی نصب می شوند زمان قرائت باران سنج و یا به اصطلاح شارژ آنها در اواخر شهریورماه یا اوایل مهرماه انتخاب می شود تا اگر چند روزی در بازدید و شارژ باران سنجها تأخیری به عمل آید این اطمینان وجود داشته باشد که بارندگی وجود نداشته و لذا تمام باران سنجها بارندگی سالانه را اندازه گیری کرده باشند. باران سنج ثبات یا باران نگار [۴] وسیله ای است که مقدار بارندگی را نسبت به زمان بطور پیوسته ثبت می کند. سه نوع معمولی آن که در ایستگاههای هواشناسی به کار برده می شود عبارتند از : باران نگار وزنی، باران نگار سیفونی و باران نگار با سیستم ترازویی که در هر سه مورد به طرقی مقدار بارندگی در طول زمان نگاشته می شود. امروزه در ایستگاههای مدرن هواشناسی از باران سنجهایی استفاده می شود که در آنها حساسه های کامپیوتری بکار برده شده و لذا مقدار بارندگی به دقت ثبت و توسط کامپیوتر پردازش می شود. با این دستگاهها می توان بارندگی را در دوره های بسیار کوتاه ثبت و اندازه گیری کرد. بنابراین باران سنج های ثبات الکترونیکی را که امروزه در ایستگاههای هواشناسی دیده می شوند باید به انواع باران سنجها اضافه کرد.

[1] - Rain gauge
[2]- Daily raing gauge
[3] - Storage gauge
[4]- Recording rain gauge

۱-۳- محل نصب باران سنجها

انتخاب محل برای نصب باران سنج کار ساده ای نیست. مقدار بارانی که توسط باران سنج اندازه گیری می شود باید بتواند نمایانگر بارندگی در سطح وسیعی از منطقه خود باشد. مثلاً چنانچه باران سنجی را که سطح دهانهٔ قیف آن ۱۵۰ سانتی متر مربع است در حوضه ای به وسعت ۱۵ کلیومتر مربع نصب کرده باشیم در واقع این نقطه باید نمایانگر[۹] ۱۰ جزء مشابه خود باشد. از این رو هر چه در انتخاب محل این نقطه و افزایش تعداد آن دقت شود نتایج حاصله بیشتر به واقعیت نزدیک خواهد بود. بعبارت دیگر دقت تخمین بارندگی در یک منطقه بستگی به دقت اندازه گیری های نقطه ای دارد.در این رابطه دور بودن محل باران سنج از ساختمانها و یا درختهای بلند، چه در زمان نصب و چه پیش بینی آن برای گسترشهای آینده مهم است. محل باران سنج باید طوری باشد که اگر دهانهٔ آن خطی به بلندترین نقطهٔ ساختمان یا دیوارهای مجاور وصل شود زاویه ای کوچکتر از ۳۰ درجه را تشکیل دهد یعنی فاصله باران سنج تا بلندیهای اطراف مثل ساختمان و یا درختها بیش از دو برابر ارتفاع آنها باشد. هر گونه تغییری که در اطراف محل باران سنج در طول دورهٔ آمارگیری به عمل آید بر نتایج حاصله مؤثر بوده و لازم است داده ها بر مبنای آن اصلاح شود.بنابراین باید به مسئول مربوطه تذکر داده شود که چنین تغییراتی را بلافاصله گزارش نماید[۱۱].

۱-۴- تعداد باران سنجها در شبکه باران سنجی

موضوعی که در اکثر مطالعات هیدرولوژیکی به آن توجه می شود این است که برای تخمین بارندگی در یک منطقه چه تعداد ایستگاه باید در شبکه باران سنجی گنجانده شوند. چنانچه تعداد ایستگاههاکم باشد مسلماً تخمین، دقیق نخواهد بود و اگر بیش از تعداد مورد نیاز باشد مخارج اضافی در برخواهد داشت. در صورتی که برای اولین بار در یک منطقه به نصب باران سنج اقدام می شود بهتر است از توصیه های سازمان جهانی هواشناسی استفاده شود. بر این اساس مناطق مختلف به سه گروه تقسیم می شود:

الف – در مناطق مسطح و با آب و هوای معتدل یک ایستگاه در هر ۶۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر مربع کافی است، ولی در کشورهایی که به دلایلی مثلاً فقدان راههای ارتباطی و یا کارمندان ماهر مشکلاتی دارند در هر ۹۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتر مربع یک ایستگاه قابل قبول است.

ب – در مناطق کوهستانی با آب و هوای معتدل یک ایستگاه در هر ۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلومتر مربع. ضمناً از نظر ارتفاع نیز باید حداقل یک ایستگاه در هر فاصله تراز ۵۰۰ متری وجود داشته باشد. در مناطق دور تا یک ایستگاه به ازای هر ۲۵۰ تا ۱۰۰۰کیلومتر نیز قابل قبول است.

ج - در مناطق کویری یک ایستگاه به ازای هر ۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع کفایت دارد.

توصیه های فوق بیشتر برای کسب اطلاعات عمومی هواشناسی و بارندگی از منطقه است و در حوضهٔ های آبریز که به منظور اجرای طرحهای هیدرولیکی مورد مطالعه قرار می گیرند تعداد ایستگاههای باران سنجی در وهلهٔ اول به وسعت حوضه و دوم به دقت مورد نیاز در تخمین بارندگی بستگی دارد.از لحاظ رابطه بین وسعت منطقه و تعداد ایستگاهها می توان از توصیه های جدول (۱-۱) استفاده نمود.

جدول ۱-۱- مقادیر پیشنهادی برای رابطه بین وسعت منطقه و تعداد ایستگاه باران سنجی

وسعت حوضهٔ (Km^2)	حداقل تعداد ایستگاههای باران سنجی
تا ۷۵	۱
۷۵ تا ۱۵۰	۲
۱۵۰ تا ۳۰۰	۳
۳۰۰ تا ۵۵۰	۴
۵۵۰ تا ۸۰۰	۵
۸۰۰ تا ۱۲۰۰	۶

مثلاً اگر وسعت حوضه ای ۶۰۰ کیلومتر مربع باشد برای تخمین بارندگی حداقل باید ۵ باران سنج در حوضه وجود داشته باشد.در مطالعات دقیق آبخیزدارای، فرسایش، هیدرولوژی و کشاورزی شبکه مورد نیاز برای

ایستگاههای بارن سنجی باید بسیار فشرده باشد. سازمان حفاظت منابع در آمریکا برای این منظور معیارهای زیر را پیشنهاد نموده است :

جدول ۱-۲- معیار پیشنهادی سازمان حفاظت منابع در آمریکا برای رابطه بین وسعت منطقه و تعداد ایستگاه باران سنجی

وسعت حوضهٔ (Km^2)	حداقل تعداد ایستگاههای باران سنجی
۲۰هکتار	۲
۵۰ هکتار	۲
۳۰ هکتار	۴
۲ کلیومتر مربع	۱۰
۴ کلیومتر مربع	۱۵
۴۰ کیلومتر مربع	۲۰
۱۰۰ کیلومتر مربع	۳۰

بعنوان مثال در صورتی که وسعت حوضه مطالعاتی حدود ۵۰ هکتار باشد با توجه به ارقام جدول(۱-۲) نصب ۳ عدد باران سنج بفواصل مطلوب کفایت خواهد کرد[۱۱]. البته همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد تمامی اطلاعات فوق بصورت توصیه و پیشنهاد آمده اند.

۱-۵- ضرورت و اهمیت تحقیق

در قسمت قبل معیارهای پیشنهادی برای حداقل تعداد ایستگاههای باران سنجی بر طبق مساحت منطقه گفته شد. در یک حوضه مشخص، از باران سنج های موجود که بصورت نقطه ای مقدار بارش را می دهند می توان به کمک روشهایی که در فصل سوم درباره آنها توضیح داده خواهد شد، برای تخمین مقدار بارندگی در سطح کل منطقه استفاده نمود. از طرفی تأسیس و همچنین نگهداری یک ایستگاه باران سنجی، برای سازمان های مربوطه هزینه هایی دربر دارد و بی تردید هنگامی که تعداد ایستگاه ها در یک حوضه رقم قابل توجهی باشد این هزینه ها بسیار قابل توجه خواهند بود. حال باید دید که اگر در یک منطقه تعدادی ایستگاه باران سنج موجود باشد و بنا به دلایلی از جمله هزینه

بالا و... تصمیم گرفته شود که از بین ایستگاهها تعدادی را تعطیل و تعدادی را انتخاب کنند کدامیک از ایستگاهها می توانند با همدیگر ترکیب بهتری جهت تخمین بارندگی در سطح منطقه ارائه دهند. به عبارتی دیگر اگر N ایستگاه موجود باشد و قرار باشد که فقط n ایستگاه (n<N) جهت برآورد بارشی مورد استفاده قرار گیرد کدام n ایستگاه بهترین ترکیب تخمین را فراهم می سازد. با استفاده از روش کریجینگ[1] که بهترین تخمینگر خطی نااریب[2] می باشد و بطور مفصل در فصل سوم درباره آن توضیح داده خواهد شد مدلی ایجاد می گردد که به کمک آن می توان جواب چنین پرسشی را برای حالات مختلف ترکیبات بدست آورد و پس از کمک گیری از الگوریتم بهینه سازی ، ایده آل ترین ترکیب ممکنه پیدا خواهد گردید. بدین ترتیب با استفاده ازنتایج این پروژه می توان صرفه جویی های کلان اقتصادی را در صورت نیاز در این زمینه بوجود آورد. لازم به توضیح است که از عملکرد این تحقیق نه تنها برای بهینه سازی ایستگاههای خاص باران سنجی که برای هر نوع مجموعه ایستگاهی که از اعداد آنها در تخمین یک کمیت برای یک منطقه استفاده می شود می توان به بهترین نحو بهره جست.

۱-۶- روش تحقیق:

در تحقیق حاضر، ترکیب ایده آل و بهینه موجود از بین کلیه ایستگاههای باران سنجی یک حوضه که برای تخمین بارندگی منطقه مورد استفاده قرار می گیرند به کمک ترکیبی از یک مدل شبیه ساز و یک بهینه ساز بدست خواهد آمد. در این روش ابتدا سطح حوضه مورد نظر را با مجموعه ای اشکال منظم به بهترین صورت تقریب زده سپس به کمک یکی از سری برنامه های جی اِس لیب[3] که روی روش کریجینگ استوار است مقدار خطای برآورد هر ترکیب n تایی از مجموعه N ایستگاه بیرون و یا درون حوضه را بدست آورده، واریانس خطای تخمین توسط مجموعه مشخص خواهد شد.

[1] - Kriging
[2] -Best Linear Unbiased estimator
[3] - Gslib

نهایتا با استفاده از بخش بهینه ساز که در اینجا الگوریتم ژنتیک می باشد بهترین ترکیب که در واقع کمینه ترین خطای برآورد را حاصل می کند بدست می آید.در این راه بررسی عملکرد پارامترهای موثر تخمین امری اجتناب ناپذیر است لذا در فصل پنجم نحوه دخالت این عوامل بر نتایج گرفته شده از مدل به تفصیل آورده شده است. در این تحقیق، به منظور درک بهتر روش یک مثال بصورت کامل از حوضه ای در اسپانیا انتخاب گردید و روش های مزبور برای پیاده سازی بر آن بکار گرفته شد.

۱-۷- ساختار پایان نامه

پایان نامه حاضر در ۶ فصل تدوین شده است که در ادامه در مورد هر یک از آنها شرح مختصری ارائه می گردد:

در فصل اول پایان نامه در مورد اهمیت موضوع حاضر و اهداف تحقیق بحث شده است.

فصل دوم به مروری بر مطالعاتی که در این زمینه انجام شده اختصاص دارد. در فصل سوم تعریف و معرفی روش زمین آمار به خصوص سرآمد آن کریجینگ و همچنین روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک بصورت مفصل صورت گرفته است.

فصل چهارم به تشریح کامل فلوچارت مدل بهینه ساز و همچنین برنامه های مورد نیاز روشهای موجود این تحقیق می پردازد.

فصل پنجم ضمن ارائه یک میدان عملی بارشی جهت پیاده سازی مدل بهینه ساز به ذکر نتایج برآمده از حوضه مورد مطالعه پرداخته ضمن آنکه دربارهٔ صحت سنجی مدل نیز بحث خواهد کرد و در نهایت فصل ششم به تحلیل نتایج فصل پنجم و ارائه پیشنهادات تحقیق اختصاص دارد.