دانشکده جغرافیا
گروه جغرافیای طبیعی

برای دریافت درجه دکتری تخصصی اقلیم شناسی در برنامه‌ریزی محیطی

عنوان :

آشکارسازی تاثیر تغییرات دما و بارش بر دبی ایستگاه‌های منتخب ناحیه خزر

استاد راهنما:
دکتر علی محمدخورشیددوست

اساتید مشاور:
دکتر علی اکبر رسولی
دکتر علی سلاجقه

پژوهشگر:
مجتبی نساجی زواره

اسفندماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

و

همسر مهربانم

نام خانوادگی: نساجی زواره نام: مجتبی

عنوان رساله: آشکارسازی تاثیر تغییرات دما و بارش بر دبی ایستگاه‌های منتخب ناحیه خزر

استاد راهنما: دکتر علی محمد خورشیددوست
اساتید مشاور: دکتر علی اکبر رسولی و دکتر علی سلاجقه

مقطع تحصیلی: دکتری تخصصی (PhD) رشته: جغرافیای طبیعی گرایش: اقلیم شناسی در برنامه‌ریزی محیطی
دانشکده: جغرافیا

کلید واژه‌ها: آشکارسازی،همگنی، فراداده، تحلیل روند، دما و بارش، آبدهی، ناحیه خزر

چکیده:

داده‌های اقلیمی اطلاعات زیادی را در مورد جو زمین دارند دما و بارش به عنوان مهم‌ترین متغیرهای جوی بر آبدهی رودخانه‌ها تاثیرگذار می‌باشند. تحلیل دقیق تغییرات روند دما، بارش و آبدهی برای برنامه‌ریزی در بخش‌های مرتبط با این متغیرها بسیار پراهمیت است. هدف از این مطالعه در ابتدا آشکارسازی روند متغیرهای اقلیمی دمای کمینه، بیشینه، بارش و شاخص‌های مختلف آبدهی بوده است. سپس با بررسی هم‌زمان روند آبدهی، بارش و دما اثرات تغییرات روند دما و بارش بر روی آبدهی فصلی و سالانه مشخص گردید. بدین منظور سری‌های زمانی روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه دما و بارش ایستگاه‌های منتخب همدید ناحیه شمال کشور در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰ مورد استفاده قرار گرفت. از طرف دیگر برای تحلیل روند آبدهی سری‌های زمانی روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه ۴ حوضه آبخیز منتخب از بدو تاسیس تا پایان سال آبی ۱۳۸۹ انتخاب گردید. روش‌های به کار رفته در این پژوهش برای تحلیل روند دما و بارش، شامل استفاده از قضاوت‌های کارشناسی، فراداده ایستگاه‌ها و آزمون همگنی نرمال استاندارد مطلق و نسبی بود. برای تحلیل روند شاخص‌های مختلف آبدهی، روش تایل-سن و آزمون من-کندال و برای بررسی اثرات هم‌زمان دما و بارش بر آبدهی از روش من-کندال ترسیمی استفاده گردید. این تحقیق در سه مرحله به شرح ذیل انجام گرفت. در مرحله اول با استفاده از روش همگنی نرمال استاندارد مطلق و نسبی ناهمگنی دمای کمینه، بیشینه و بارش فصلی و سالانه استخراج گردید. دلیل اصلی ناهمگنی در سری‌های سالانه و فصلی جابجایی ایستگاه‌ها بود. ناهمگنی‌های موجود در سری‌های زمانی با فراداده ایستگاه تطابق مناسبی داشت. بیش‌ترین ناهمگنی در سری‌های دمای کمینه و سپس در سری‌های دمای بیشینه رخ داده است. به دلیل عدم همبستگی بین سری‌های زمانی بارش آزمون همگنی مطلق برای این متغیر اقلیمی استفاده گردید. نتایج آزمون نشان داد سری‌های بارش فاقد ناهمگنی معنی‌داری بودند. پس از تعیین سری‌های ناهمگن این سری‌ها تعدیل و سری‌های همگن ایجاد گردید. برای اطمینان از همگنی سری‌های ایجاد شده مجددا آزمون همگنی بر روی سری‌های همگن شده اعمال شد. نتایج روند دمای کمینه و بیشینه فصلی و سالانه نشان داد که روند این دو متغیر جوی در ناحیه شمال کشور تقریبا یکسان است. بیش‌ترین و کم‌ترین روند دمای کمینه و بیشینه فصلی به ترتیب متعلق به فصل تابستان و زمستان بود. برآوردها نشان داد که روند دمای کمینه و بیشینه مثبت و مقدار آن برای دمای کمینه بیش‌تر از روند دمای بیشینه بوده است. بنابراین در پایان مرحله اول سری‌های زمانی دما و بارش مرجع فاقد ناهمگنی ایجاد گردید. در مرحله دوم ۸ شاخص‌های آبدهی شامل Q_{Mean} , Q_{95}،Q_{90}،Q_{70}،Q_{50}،Q_{30}،Q_{10}،Q_5 برای ۴ رودخانه منتخب با استفاده از روش تایل-سن و من-کندال تحلیل گردید. نتایج اولیه نشان داد که روند میانگین آبدهی فصلی و سالانه منفی بود. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد تغییرات روند آبدهی متوسط(Q_{Mean}) را به ترتیب فصول تابستان و زمستان

به خود اختصاص داد. شاخص پرآبی(Q_{95}) فصل تابستان دارای بیش‌ترین روند منفی بود در حالی‌که این شاخص برای فصل زمستان روند مثبت را نشان داد. کم‌ترین و بیش‌ترین روند برای شاخص کم‌آبی(Q_5) به ترتیب مربوط به فصل زمستان و تابستان بود. آماره Z من-کندال برای دوره زمانی مشترک ۸۹-۱۳۵۳ نشان داد که روند آبدهی در سطح معنی‌داری ۵ درصد به سمت خشکسالی‌ها و سیلاب‌های شدیدتر متمایل شده است. در مرحله سوم روند میانگین آبدهی فصلی و سالانه رودخانه‌های منتخب با متغیرهای جوی دما و بارش نزدیک‌ترین ایستگاه با استفاده از آزمون من-کندال ترسیمی به طور هم‌زمان تفسیر گردید. نتایج مشخص نمود که جهت تغییرات روند میانگین آبدهی با میانگین بارش تطابق دارد. افزایش دما از دهه هفتاد شمسی از طریق ذوب برف و یا تغییر نوع نزولات جوی باعث افزایش روند تعدادی از شاخص‌های آبدهی شده است. در حالی‌که روند افزایشی دمای فصل تابستان سبب افزایش روند منفی میانگین آبدهی این فصل گردیده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحات**

فصل اول ۷

طرح تحقیق ۷

۱-طرح تحقیق ۸

۱-۱-مقدمه: ۸

۱-۲-بیان مسئله: ۱۰

۱-۳- اهداف تحقیق: ۱۱

۱-۴- سئوالات تحقیق: ۱۲

۱-۵-فرضیات تحقیق ۱۲

فصل دوم ۱۳

مبانی نظری و پیشینه تحقیق ۱۳

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق: ۱٤

۲-۱-مبانی نظری تحقیق ۱٤

۲-۱-۱-فراداده: ۱٤

۲-۱-۲- همگنی داد ه ها: ۱٤

۲-۱-۳- روند آبدهی ۱٦

۲-۲- بررسی منابع ۱۷

۲-۲-۱- منابع خارجی: ۱۷

۲-۲-۲- منابع داخلی: ۳۲

۲-۳- نتیجه گیری: ٤۰

فصل سوم ٤٤

داده ها و روش ها ٤٤

۳- منطقه مورد مطالعه و مواد و روش ها ٤٥

فهرست مطالب

۳-۱-منطقه مورد مطالعه ٤٥

۳-۲-داده ها و روش ها ٤٦

۳-۲-۱- داده ها: ٤٦

۳-۲-۲- روش مطالعه ٤٧

فصل چهارم ٥٧

یافته های تحقیق ٥٧

۴- یافته های تحقیق ٥٨

۴-۱- فراداده ایستگاه ها ٥٨

۴-۲- بررسی روند دما و بارش با مقایسه هم زمان ایستگاه های مختلف ٥٩

۴-۳- آزمون همگنی نرمال استاندارد (SNHT) ٦١

۴-۳-۱- آزمون همگنی دما ٦١

۴-۴- روند دما و بارش فصلی و سالانه ٧٠

۴-۵- روند آبدهی ٧٤

۴-۵-۱- محاسبه روند شیب تغییرات آبدهی ٧٤

۴-۶- بررسی روند آبدهی با استفاده از روش من-کندال: ٨١

۴-۷- حساسیت روند به طول دوره آماری ٨٤

۴-۸- روش من-کندال ترسیمی ٨٦

۴-۹- مقایسه هم زمان روند آبدهی، بارش و دما ٨٩

۴-۹-۱-حوضه آبخیز قران-طالار (فصل زمستان) ٨٩

۴-۹-۲-حوضه آبخیز کسیلیان (فصل بهار) ٩١

۴-۱۰-نتیجه گیری ٩٦

فصل پنجم ٩٦

نتیجه گیری، بررسی فرضیات و پیشنهادات برای ادامه تحقیق ٩٦

فهرست مطالب

۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۱

۵-۲- پاسخ به فرضیات تحقیق: ۱۰۳

۵-۳- پیشنهادات ۱۰٤

پیوست ۱۰۵

منابع: ۱۲۱

جدول ۳-۱- مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه ۴۷
جدول ۳-۲- ویژگی های مورفومتری حوضه آبخیز منتخب ۴۷
جدول ۳-۳- مقادیر بحرانی T_k در سطح اطمینان ۵٪ و ۱٪ آماره SNHT ۵۱
جدول۴-۱- فراداده ایستگاه های مورد مطالعه ۵۸
جدول۴-۲- فراداده ایستگاه های منتخب هیدرومتری ۵۸
جدول ۴-۳- نتایج بررسی ناهمگنی دمای کمینه، بیشینه و بارش سالانه و فصلی ۶۵
جدول ۴-۴- شیب خط روند(β) آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۳۴ در حوضه آبخیز کسیلیان ۷۴
جدول۴-۵- شیب خط روند(β) آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۲۹ در حوضه آبخیز قران طالار ۷۶
جدول۴-۶- شیب خط روند(β) آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۳۴ در حوضه آبخیز قران طالار ۷۶
جدول۴-۷- شیب خط روند (β) آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۴۶ در رودخانه خرمالو ۷۷
جدول۴-۸- شیب خط روند (β) آبدهی در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۵۳ در حوضه آبخیز رودبارسرا ۷۸
جدول ۴-۹- آماره Z من-کندال برای شاخص های آبدهی رودخانه های منتخب ناحیه خزر برای دوره های زمانی مختلف ۸۱
جدول ۴-۱۰ - آماره Z من-کندال برای شاخص های آبدهی رودخانه های منتخب ناحیه خزر برای دوره زمانی ۸۹-۱۳۵۳ ..... ۸۲

شکل۳-۱- موقعیت جغرافیایی ناحیه خزر ۴۵
شکل۴-۱- موقعیت ایستگاههای همدید و حوضههای منتخب ناحیه خزر..... ۵۹
نمودار ۴-۱- تغییرات دمای کمینه سالانه ایستگاههای منتخب ۶۰
نمودار ۴-۲- تغییرات دمای بیشینه سالانه ایستگاههای منتخب ۶۰
نمودار ۴-۳- تغییرات بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه ۶۰
نمودار ۴-۴- تغییرات آماره T دمای کمینه فصل تابستان ایستگاه رشت از روش آزمون همگنی نرمال استاندارد نسبی ۶۲
نمودار ۴-۵- تغییرات آماره T دمای کمینه فصل تابستان ایستگاه رشت از روش آزمون همگنی نرمال استاندارد مطلق ۶۲
نمودار ۴-۶- تغییرات آماره T دمای کمینه سالانه ایستگاه گرگان ۶۳
نمودار ۴-۷- تغییرات آماره T دمای کمینه سالانه ایستگاه گرگان بعد از اولین تعدیل ۶۳
نمودار ۴-۸- تغییرات آماره T دمای کمینه سالانه ایستگاه گرگان بعد از دومین تعدیل ۶۴
نمودار ۴-۹- تغییرات آماره T بارش سالانه ایستگاه بندر انزلی ۶۴
شکل ۴-۲- روند سریهای زمانی ناهمگن دمای کمینه فصلی و سالانه ایستگاههای منتخب ناحیه خزر در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰، مقادیر روند بر حسب درجه سانتیگراد در دهه میباشد (c/decade°)..... ۶۶
شکل ۴-۴- روند سریهای زمانی ناهمگن دمای بیشینه فصلی و سالانه ایستگاههای منتخب ناحیه خزر در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰، مقادیر روند بر حسب درجه سانتیگراد در دهه میباشد (c/decade°)..... ۶۸
شکل ۴-۵- روند سریهای زمانی همگن دمای بیشینه فصلی و سالانه ایستگاههای منتخب ناحیه خزر در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰، مقادیر روند بر حسب درجه سانتیگراد در دهه میباشد (c/decade°)..... ۶۹
شکل ۴-۶- روند سریهای زمانی بارش فصلی و سالانه ایستگاههای منتخب ناحیه خزر در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰، مقادیر روند بر حسب میلیمتر در دهه میباشد (mm/decade). ۷۰
نمودار ۴-۱۰- مقایسه ناهنجاریهای دمای کمینه سالانه ایستگاه گرگان در سری های همگن و ناهمگن..... ۷۱
نمودار ۴-۱۱- مقایسه میانگین متحرک ۵ ساله دمای کمینه سالانه ناهمگن ایستگاههای منتخب ناحیه خزر ۷۱
نمودار ۴-۱۲- مقایسه میانگین متحرک ۵ ساله دمای کمینه سالانه همگن ایستگاههای منتخب ناحیه خزر..... ۷۲
نمودار ۴-۱۳- مقایسه میانگین متحرک ۵ ساله دمای بیشینه سالانه ناهمگن ایستگاههای منتخب ناحیه خزر ۷۲
نمودار ۴-۱۴- مقایسه میانگین متحرک ۵ ساله دمای بیشینه سالانه همگن ایستگاههای منتخب ناحیه خزر..... ۷۲
نمودار ۴-۱۵- مقایسه میانگین متحرک ۵ ساله بارش سالانه همگن ایستگاههای منتخب ناحیه خزر ۷۳

نمودار ۴-۱۶- درصد تغییراتروند شاخصهای آبدهی سالانه و فصلی رودخانه کسیلیان ۷۵
نمودار ۴-۱۷- درصد تغییرات روند شاخصهای آبدهی سالانه و فصلی رودخانه قران-طالار در دوره زمانی ۸۹-۱۳۳۴ ..... ۷۷
نمودار ۴-۱۸- درصد تغییراتروند شاخصهای آبدهی سالانه و فصلی رودخانه خرمالو ۷۸
نمودار ۴-۱۹- درصد تغییرات روند شاخصهای آبدهی سالانه و فصلی رودخانه چاف رود ۷۹
نمودار ۴-۲۰- درصد تغییرات Q_{Mean} برای فصول مختلف برای حوضههای منتخب ناحیه خزر ۷۹
نمودار ۴-۲۱- درصد تغییرات Q_{95} برای فصول مختلف در حوضههای منتخب ناحیه خزر ۸۰
نمودار ۴-۲۲- درصد تغییرات Q_5 برای فصول مختلف در حوضههای منتخب ناحیه خزر ۸۰
نمودار۴-۲۳- درصد روند منفی در سطح معنیداری ۵ درصد حوضههای منتخب با دورههای آماری متفاوت ۸۲
نمودار ۴-۲۴ درصد روند منفی شاخصهای مختلف آبدهی در سطح معنیداری ۵ درصد برای حوضههای منتخب ۸۳
نمودار ۴-۲۵ –درصد روند منفی فصلی شاخصهای آبدهی حوضههای منتخب در سطح معنیداری ۵ درصد ۸۴
نمودار ۴-۲۶- تغییرات پنجره متحرک برای میانیگن متوسط آبدهی فصل زمستان در حوضههای آبخیز منتخب ۸۴
نمودار ۴-۲۷- تغییرات پنجره متحرک برای میانیگن آبدهی فصل تابستان در حوضههای آبخیز منتخب ۸۵
نمودار ۴-۲۸- تغییرات پنجره متحرک برای Q_{95} فصل زمستان در حوضههای آبخیز منتخب ۸۵
نمودار ۴-۲۹- تغییرات پنجره متحرک برای Q_5 فصل تابستان در حوضههای آبخیز منتخب ۸۶
نمودار۴-۳۰- روند تغییرات میانگین آبدهی فصل تابستان در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۶
نمودار۴-۳۱- روند تغییرات میانگین آبدهی فصل زمستان در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۷
نمودار۴-۳۲- روند تغییرات میانگین آبدهی فصل بهار در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۷
نمودار۴-۳۳- روند تغییرات میانگین آبدهی فصل پائیز در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۷
نمودار۴-۳۴- روند تغییرات Q_{95} فصل زمستان در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۸
نمودار۴-۳۵- روند تغییرات Q_{95} فصل پائیز در حوضه آبخیز کسیلیان ۸۸
نمودار ۴-۳۶- تغییرات روند میانگین آبدهی فصل زمستان حوضه قرآن طالار در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۰
نمودار ۴-۳۸- تغییرات روند دمای متوسط فصل زمستان ایستگاه بابلسر در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۰
نمودار ۴-۳۹- تغییرات روند دمای کمینه فصل زمستان ایستگاه بابلسر در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۱
نمودار ۴-۴۰ تغییرات روند میانگین آبدهی فصل بهار رودخانه کسیلیان در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۲
نمودار ۴-۴۱- تغییرات روند میانگین بارش فصل بهار ایستگاه بابلسر در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۲

نمودار۴-۴۲- تغییرات روند میانگین دمای فصل بهار ایستگاه بابلسر در دوره زمانی ۸۸-۱۳۳۰ ..... ۹۲
نمودار۴-۴۳- تغییرات روند میانگین آبدهی فصل تابستان حوضه نوده- خرمالو در دوره زمانی ۸۷-۱۳۴۶..... ۹۳
نمودار ۴-۴۴- تغییرات روند میانگین بارش فصل تابستان ایستگاه گرگان در دوره زمانی ۸۷-۱۳۴۶ ..... ۹۴
نمودار ۴-۴۵- تغییرات روند میانگین دمای فصل تابستان ایستگاه گرگان در دوره زمانی ۸۷-۱۳۴۶ ..... ۹۴
نمودار ۴-۴۶- تغییرات روند میانگین آبدهی فصل تابستان حوضه رودبارسر در دوره زمانی ۸۷-۱۳۵۳ ..... ۹۵
نمودار ۴-۴۷- تغییرات روند میانگین بارش فصل پائیز ایستگاه بندرانزلی در دوره زمانی ۸۷-۱۳۵۳ ..... ۹۵
نمودار ۴-۴۸- تغییرات روند میانگین دمای فصل پائیز ایستگاه بندرانزلی در دوره زمانی ۸۷-۱۳۵۳ ..... ۹۶
نمودار پ-۱- روند تغییرات میانگین آبدهی سالانه در حوضه آبخیز نوده-خرمالو ۱۰۵
نمودار پ-۲- روند تغییرات میانگین بارش سالانه در ایستگاه گرگان ۱۰۵
نمودار پ-۳- روند تغییرات میانگین دمای میانگین سالانه در ایستگاه گرگان..... ۱۰۵
نمودار پ-۴- روند تغییرات میانگین آبدهی پائیز در حوضه آبخیز نوده-خرمالو ۱۰۶
نمودار پ-۵- روند تغییرات میانگین بارش پائیز در ایستگاه گرگان ۱۰۶
نمودار پ-۶- روند تغییرات دمای میانگین پائیز در ایستگاه گرگان ۱۰۶
نمودار پ-۷- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در حوضه آبخیز نوده-خرمالو ۱۰۷
نمودار پ-۸- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در ایستگاه گرگان ۱۰۷
نمودار پ-۹- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در ایستگاه گرگان ۱۰۷
نمودار پ-۱۰- روند تغییرات میانگین آبدهی بهار در حوضه آبخیز نوده-خرمالو ۱۰۸
نمودار پ-۱۱- روند تغییرات میانگین بارش بهار در ایستگاه گرگان ۱۰۸
نمودار پ-۱۲- روند تغییرات میانگین دمای بهار در ایستگاه گرگان ۱۰۸
نمودار پ-۱۳- روند تغییرات میانگین آبدهی سالانه در حوضه آبخیز کسیلیان ۱۰۹
نمودار پ-۱۴- روند تغییرات میانگین بارش سالانه در ایستگاه بابلسر ۱۰۹
نمودار پ-۱۵- روند تغییرات میانگین دمای سالانه در ایستگاه بابلسر ۱۰۹
نمودار پ-۱۶- روند تغییرات میانگین آبدهی پائیز در حوضه آبخیز کسیلیان ۱۱۰
نمودار پ-۱۷- روند تغییرات میانگین بارش پائیز در ایستگاه بابلسر ۱۱۰
نمودار پ-۱۸- روند تغییرات میانگین دمای پائیز در ایستگاه بابلسر ۱۱۰

نمودار پ-۱۹- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در حوضه آبخیز کسیلیان ۱۱۱
نمودار پ-۲۰- روند تغییرات میانگین بارش زمستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۱
نمودار پ-۲۱- روند تغییرات میانگین دمای زمستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۱
نمودار پ-۲۲- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در حوضه آبخیز کسیلیان ۱۱۲
نمودار پ-۲۳- روند تغییرات میانگین بارش زمستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۲
نمودار پ-۲۴- روند تغییرات میانگین دمای زمستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۲
نمودار پ-۲۵- روند تغییرات میانگین آبدهی سالانه در حوضه آبخیز قرآن-طالار ۱۱۳
نمودار پ-۲۶- روند تغییرات میانگین بارش سالانه در ایستگاه بابلسر ۱۱۳
نمودار پ-۲۷- روند تغییرات میانگین دمای سالانه در ایستگاه بابلسر ۱۱۳
نمودار پ-۲۸- روند تغییرات میانگین آبدهی پائیز در حوضه آبخیز قرآن-طالار ۱۱۴
نمودار پ-۲۹- روند تغییرات میانگین بارش پائیز در ایستگاه بابلسر ۱۱۴
نمودار پ-۳۰- روند تغییرات میانگین دمای پائیز در ایستگاه بابلسر ۱۱۴
نمودار پ-۳۱- روند تغییرات میانگین آبدهی بهار در حوضه آبخیز قرآن-طالار ۱۱۵
نمودار پ-۳۲- روند تغییرات میانگین بارش بهار در ایستگاه بابلسر ۱۱۵
نمودار پ-۳۳- روند تغییرات میانگین دمای بهار در ایستگاه بابلسر ۱۱۵
نمودار پ-۳۴- روند تغییرات میانگین آبدهی تابستان در حوضه آبخیز قرآن-طالار ۱۱۶
نمودار پ-۳۵- روند تغییرات میانگین بارش تابستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۶
نمودار پ-۳۶- روند تغییرات میانگین دمای تابستان در ایستگاه بابلسر ۱۱۶
نمودار پ-۳۷- روند تغییرات میانگین آبدهی سالانه در حوضه آبخیز رودبارسر ۱۱۷
نمودار پ-۳۸- روند تغییرات میانگین بارش سالانه در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۷
نمودار پ-۳۹- روند تغییرات میانگین دمای سالانه در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۷
نمودار پ-۴۰- روند تغییرات میانگین آبدهی زمستان در حوضه آبخیز رودبارسر ۱۱۸
نمودار پ-۴۱- روند تغییرات میانگین بارش زمستان در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۸
نمودار پ-۴۲- روند تغییرات میانگین دمای زمستان در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۸
نمودار پ-۴۳- روند تغییرات میانگین آبدهی بهار در حوضه آبخیز رودبارسر ۱۱۹

نمودار پ-۴۴- روند تغییرات میانگین بارش بهار در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۹
نمودار پ-۴۵- روند تغییرات میانگین دمای بهار در ایستگاه بندر انزلی ۱۱۹
نمودار پ-۴۶- روند تغییرات میانگین آبدهی تابستان در حوضه آبخیز رودبارسر ۱۲۰
نمودار پ-۴۷- روند تغییرات میانگین بارش تابستان در ایستگاه بندر انزلی ۱۲۰
نمودار پ-۴۸- روند تغییرات میانگین دمای تابستان در ایستگاه بندر انزلی ۱۲۰

فصل اول

طرح تحقیق

۱-طرح تحقیق

۱-۱-مقدمه:

برای تحلیل روند تغییر پذیری اقلیم نیازمند سری‌های زمانی طولانی مدت و دقیق می‌باشیم. آشکارسازی روند سری‌های زمانی اقلیمی و هیدرولوژیکی موضوع مورد بحث محافل علمی در چند دهه اخیر بوده است. براساس گزارش چهارم هیات بین‌الدول تغییر اقلیم تحت عنوان "گزارشات ارزیابی تغییرات اقلیم" (IPCC, 2007) افزایش جهانی دما بر اساس مشاهدات دمایی که از سطح خشکی‌ها و آب‌های جهان به دست آمده، تائید شده است. روند خطی میانگین دمای سطح زمین در دوره صد ساله (۲۰۰۵-۱۹۰۶) از رابطه ۰/۷۴°c ± ۰/۱۸°c تبعیت می‌نماید. روند افزایشی دما در ۵۰ سال دوم این دوره صد ساله تقریبا دو برابر ۵۰ سال اول می‌باشد. بر اساس این گزارش، سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۵ به ترتیب گرم-ترین سال‌های جهان بوده‌اند و ۱۱ سال از ۱۲ سال گرم دنیا در دوره ۱۲ ساله ۲۰۰۶-۱۹۹۵ قرار گرفته است. اما الگوی نسبتا مشخصی مانند دما در مورد بارش وجود ندارد. برای مثال اغلب قسمت‌های شمالی و جنوبی آمریکا، شمال و مرکز اروپا به طور معنی‌داری مرطوب‌تر و ساحل مدیترانه، آفریقای جنوبی و قسمت‌هایی از آسیا خشک‌تر شده‌اند. نوسانات بارش افزایش یافته و تمایل رفتار بارش بیشتر به بارش‌های سنگین‌تر بوده است. اما در مناطقی که بارش به طور معنی‌دار تغییر یافته دبی رودخانه‌ها نیز تغییر کرده است. بر اساس همین گزارش میانگین سالانه جریان رودخانه‌ای در عرض‌های بالا و بخش‌هایی از نواحی گرم و مرطوب ۱۰ تا ۴۰ درصد افزایش داشته است، اما بخش‌هایی از نواحی خشک در عرض-های متوسط کاهش ۱۰ تا ۲۰ درصدی این جریان را نشان می دهد. بررسی روند دما و بارش در دنیا در سه دهه اخیر مطرح شده است. در حالی‌که عمر بررسی روند آبدهی بیش از یک دهه نیست، این بررسی‌ها در سال‌های اخیر به دلیل مطرح شدن موضوع تغییرات اقلیمی بیشتر نظر دانشمندان را به خود جلب کرده است. از طرف دیگر در ارزیابی روند دما و بارش به عنوان متغیرهای اقلیمی مورد بررسی قرار می‌گیرند، در حالی‌که روند آبدهی، یک پارامتر وابسته به تغییرات دما و بارش می‌باشد. بیشتر مطالعات صورت گرفته در دنیا بر روی روند بارش و دما به موضوع همگنی[۱] سری‌های زمانی فصلی و سالانه این دو متغیر جوی پرداخته‌اند (کارل[۲] و ولیامز[۳] ۱۹۸۷، وینسنت ۱۹۹۸، پیترسون و همکاران ۱۹۹۸، تومن ویرتا[۴] ۲۰۰۱، وینسنت[۵] و همکاران ۲۰۰۲، ویجنگارد[۶] و همکاران ۲۰۰۳، بگرت[۷] و همکاران ۲۰۰۵، کارابرک[۸] و

1 _ Homogeneity
2 - Karl
3 - Williams
4 - Tuomenvirta
5 - Vincent
6 - Wijngaard
7 - Begert
8 - Karabork

همکاران ۲۰۰۷ و گوگترگ[۹] و همکاران۲۰۰۸، سریاکووا[۱۰] و استفانوا[۱۱]۲۰۰۹، شاهین[۱۲] و جیگزلو[۱۳] ۲۰۱۰ ویسنت سرانو[۱۴] و همکاران ۲۰۱۰، پاندزیک[۱۵] و لیکسو[۱۶] ۲۰۱۰). روش‌های مختلفی برای تشخیص همگنی توسط دانشمندان مختلف ارائه شده است. برای این منظور مطالعات جامعی در نشریات معتبر علمی و توسط سازمان جهانی هواشناسی[۱۷] (WMO) صورت گرفته است (پیترسون و همکاران ۱۹۹۸، اگیولر[۱۸] و همکارن ۲۰۰۳). محققان در اکثر منابع و مقالات علمی از روش همگنی نرمال استاندارد[۱۹](SNHT) به عنوان یک روش متداول استفاده کرده‌اند. (تومن ویرتا، ۲۰۰۱، ویجنگارد و همکاران ۲۰۰۳، ، بگرت و همکاران، ۲۰۰۵، کرابوک و همکاران، ۲۰۰۷، گوگترک و همکاران، ۲۰۰۸، سیراکوا و استفانوا، ۲۰۰۹، شاهین و جیگزلو، ۲۰۱۰، ویسنت سرانو ۲۰۱۰، ال کناوی[۲۰] و همکاران، ۲۰۱۳، بیشاند[۲۱] و همکاران ۲۰۱۳).

در تحلیل روند آبدهی رودخانه‌ها می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد. تمرکز اصلی تحقیقات در این زمینه بر روی واکنش دبی حوضه‌های آبخیز به تغییرات اقلیمی و تغییر پوشش گیاهی توسط انسان است (اسکانلون[۲۲] و همکاران ۲۰۰۷). تعددای از تحقیقات با استفاده از مدل‌ها هیدرولوژیکی و معادلات بیلان آبی (لی و همکاران، ۲۰۰۹، و ژانگ و همکاران۲۰۱۱) و تعداد دیگری از مطالعات سهم تغییر پذیری اقلیم و فعالیت‌های انسان را روی تغییرات دبی رودخانه به صورت کمی بررسی نموده‌اند (لی و همکاران، ۲۰۰۷، ما[۲۳] و همکاران ۲۰۰۸). اخیرا پژوهشگران برای بررسی اثرات تغییرپذیری و تغییر اقلیم، تحقیقاتی را با استفاده از روش‌های آماری در حوضه‌های آبخیز دست نخورده انجام داده‌اند (هانفورد و بایز ۲۰۱۲ و بیرسان و همکاران۲۰۰۵). اما در هر صورت استفاده از روش‌های آماری برای تحلیل روند در این تحقیقات امری لازم و ضروی بوده است (حامد[۲۴] ۲۰۰۸). بیشتر تحقیقات صورت گرفته بر روی روند آبدهی به بررسی متوسط آبدهی فصلی و سالانه پرداخته است (عبدالعزیز و برن[۲۵] ۲۰۰۶، میو[۲۶] و همکاران، ۲۰۰۷، حامد، ۲۰۰۸) در

9 - Göktürk
10 - Syrakova
11 - Stefanova
12 - Sahin
13 - Cigizoglu
14 - Vicente-serrano
15 - Pandžić
16 - Likso
17 -World Metrorological Organization
18 - Aguiler
19 - Standard Normal Nomogeneity Test
20 - El kenawy
21 - Buishand
22 - Scanlon
23 - Ma
24 - Hamed
25 - Abdul Aziz and Burn

صورتی‌که تحقیقات اخیر پژوهشگران بر روی روند شاخص‌های آبدهی می‌باشد (نوتنی و استفان ۲۰۰۷ و پترو و مرز ۲۰۰۹ و هانفورد و بایز ۲۰۱۲).

۱-۲-بیان مسئله:

روند متوسط سالانه یا فصلی متغیرهای دما و بارش به عنوان شاخص‌هایی برای ارزیابی تغییر پذیری اقلیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای این منظور استفاده از سری‌های زمانی طولانی‌مدت ضرورتی اجتناب ناپذیر است. مقالات تحقیقاتی در نشریات معتبر روند دما را در مناطق اقلیمی یکسان مشابه نشان می‌دهد. برای مثال در کشور بلغارستان روند تغییرات دمای سالانه بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۵- درجه سانتی‌گراد در دوره ده ساله می‌باشد (سیراکوا و استفانوا، ۲۰۰۹). در کشور کرواسی روند تغییرات دمای سالانه بین۰/۴۵ تا ۱/۴۲ درجه سانتی‌گراد در دوره چهل‌ساله بود(پاندزیک و لیکسو، ۲۰۱۰). در کشور سوئیس روند دمای سالانه بین ۰/۹ تا ۱/۱ در دوره صد ساله در ناحیه شمالی و روند تقریبی ۰/۶ درجه سانتی-گراد در همین دوره را در ناحیه جنوبی نشان می‌دهد. اما روند بارش سالانه در یک دوره صدساله بین ۷ تا ۱۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد(بگرت و همکاران ۲۰۰۵). در ناحیه مدیترانه روند بارش سالانه ۳۵- میلی‌متر در دوره ده ساله می‌باشد. این مقدار کاهش ۲۳درصدی بارندگی متوسط سالانه در دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۱۸ را داشته است (لنگوباردی و ویلانی، ۲۰۱۰). در کشور ما محققان مختلف نتایج متفاوتی را برای روند دما و بارش در یک ناحیه اقلیمی بیان نموده‌اند. به عنوان مثال شیخ و همکاران(۱۳۸۸) روند بارش در حوضه آبخیز گرگان‌رود را بررسی نموده و روندهای مختلفی را در مناطق متفاوت بدست آوردند. بنایان و همکاران(۱۳۸۹) روند دما و تعدادی از پارامترهای هواشناسی را در شمال شرق کشور مورد بررسی قرار دادند. آنها نتایج روند دمای بیشینه و کمینه را در ایستگاه‌های سبزوار، مشهد و بیرجند مثبت و در ایستگاه تربت حیدریه منفی بدست آوردند. غضنفری[۲۷] و همکاران (۲۰۰۹) نیز در شمال شرق کشور نتایجی مشابه یافته‌های بنایان و همکاران(۱۳۸۹) برآورد کردند. در تحقیقات فوق در کشورهای دیگر روندهای مختلفی قبل از همگنی وجود داشته است در صورتی‌که پس از تعدیل داده‌ها روند عوامل اقلیمی در یک منطقه در ایستگاه‌های مختلف تقریبا مقادیر مشابهی را نشان می‌دهد. اما در کشور ما برای بررسی روند در ایستگاه‌های یک منطقه همگنی داده‌ها بررسی نگردیده و روندهای متفاوت در ایستگاه‌های مختلف یک منطقه مشاهده می‌گردد این موضوع ناشی از ناهمگنی داده‌ها می‌باشد. بنابراین قبل از تحلیل روند عوامل اقلیمی بررسی همگنی این داده‌ها امری لازم و ضروری است. در هر صورت برای چنین تحلیل‌هایی داده‌های هواشناسی باید تنها تحت تاثیر عوامل آب و هوایی قرار گرفته باشد.

یک سری زمانی اقلیمی در صورتی همگن است که تغییرات آن تنها تحت تاثیر آب و هوا قرار گرفته باشد (کنرد و پلک، ۱۹۵۰). اما اغلب سری‌های زمانی طولانی مدت اقلیمی تحت تاثیر تعدادی از عوامل غیر اقلیمی قرار می‌گیرند. این عوامل

26 - Mu

27 - Ghazanfari

باعث می‌گردد که داده‌های اقلیمی معرف تغییرات اقلیمی مذکور در طول زمان در ناحیه مورد مطالعه نباشند. این عوامل عبارتند از تغییر در ادوات و تجهیزات هواشناسی، عملیات دیده‌بانی، مکان ایستگاه، روش محاسبه میانگین‌های محاسباتی و محیط اطراف ایستگاه می‌باشد (رحیم زاده،۱۳۹۰، کارل و ویلیامز، ۱۹۸۷، اگیولر و همکاران، ۲۰۰۳، پیترسون و همکاران، ۱۹۹۸، شنوایز[۲۸]، ۱۹۹۷).

تعدادی از تغییرات فوق باعث جهش‌های بزرگ و تعدادی دیگر باعث انحراف تدریجی در داده‌های اقلیمی می‌شوند. برای مثال اگر یک ایستگاه هواشناسی در زمان مشخص در یک منطقه جابجایی مکانی از منطقه مرتفع به منطقه کم ارتفاع‌تر داشته باشد، در این صورت در روند سری زمانی دما جهش دیده خواهد شد. اگر اختلاف ارتفاع جابجایی ایستگاه زیاد باشد تشخیص چنین جهشی در سری زمانی آسان است. اما اگر این تغییر ارتفاع کم باشد، چنین تشخیصی مشکل‌تر خواهد بود. در صورتی‌که به دلیل تغییرات تدریجی محیط‌های اطراف مانند شهرسازی و یا تغییرات پوشش گیاهی محیط اطراف ایستگاه هواشناسی، ناهمگنی به شکل روند تدریجی در سری زمانی دما ایجاد گردد، تشخیص چنین ناهمگنی‌هایی بسیار مشکل خواهد بود. این ناهمگنی‌ها باعث انحراف در سری‌های زمانی اقلیمی می‌شود و در نتیجه تفسیر نامناسبی از مطالعات اقلیمی صورت می‌پذیرد که در اکثر مواقع اختلاف زیادی را با واقعیت نشان می‌دهد. بنابراین حذف ناهگمنی‌ها یا کاهش خطای سری‌های زمانی اقلیمی قبل از مطالعات اقلیمی که نیاز به استفاده از این سری‌های زمانی را دارد، امری لازم و ضروری است. در سال‌های اخیر گرمایش جهانی هوا سیکل هیدرولوژی جهانی را تحت تاثیر قرار داده است (بریوتسرت و پارلانگ ۱۹۹۸). تغییرات روند آبدهی به عنوان یکی از موضوعات مهم می‌تواند بر روی سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب تاثیرگذار باشد. اما برای بررسی دقیق اثر متغیرهای اقلیمی دما و بارش بر روی آبدهی می‌توان از سری‌های زمانی آبدهی در حوضه‌های آبخیز دست نخورده استفاده نمود (هانفورد و بایز ۲۰۱۲ و بیرسان و همکاران۲۰۰۵). اخیرا برای ارزیابی دقیق روند آبدهی از مقادیر متوسط و شاخص‌های دیگر آبدهی استفاده گردیده است (نوتنی و استفان ۲۰۰۷ و پترو و مرز ۲۰۰۹ و هانفورد و بایز ۲۰۱۲). نتایج تحقیقات اخیر در دنیا نشان می‌دهد که بررسی شاخص‌های دیگر آبدهی، پیامد تغییرات اقلیمی را در تغییر رژیم رودخانه دقیق‌تر نشان می‌دهد(پترو و مرز ۲۰۰۹ و هانفورد و بایز ۲۰۱۲).

۱-۳- اهداف تحقیق:

- استفاده از روش مناسب برای ارزیابی داده‌های دما و بارش قبل از تعیین روند
- بررسی دقیق روند دما و بارش فصلی و سالانه در دوره زمانی مورد مطالعه
- تعیین روند شاخص‌های مختلف آبدهی فصلی و سالانه
- اثر متغیرهای جوی دما و بارش بر آبدهی فصلی و سالانه رودخانه‌های منتخب

28 - Schönwiese