

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده جغرافیا

عنوان

تغییرپذیری زمانی و مکانی تناوب های بارش در کرانه های جنوبی دریای خزر

پژوهش و نگارش:

یدالیه یوسفی

استاد راهنما:

دکتر حسین محمدی

استاد مشاور:

دکتر فرحناز تقوی

دکتر قاسم عزیزی

رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی (Ph.D)

در رشته جغرافیای طبیعی - گرایش اقلیم شناسی

شهریور ۱۳۹۰

به نام خالق هستی بخش

تقدیم به:

همان‌هایی زندگی ام

بشکر و قدردانی

حمد خدائی را که اول همه آثار هستی اوست و قبل از او اولی نبوده و آخر است بی آنکه پس از او آخری باشد.

پاس خدائی را که سخنان در ستودن او بماند و شکرگران شمرده نعمتهای او ندانند و کوشندگان حق او را کزاردن نتوانند. خدائی که پای اندیشه تیرگام در راه شناسایی او گنک است و سر فلک زرف ربه دریای معرفت بر سنگ. او را پاس می گویم که زیاد نخواه اویم، گردن نهاده عزت اویم، پناه خواه از محصیت اویم و نیاز مند کفایت او. خداوند متعال را شاکرم که توفیق تلاش در راه کسب علم و صبر و پشتکار در انجام این پژوهش به من ارزانی داشته است. پس از حمد و پاس خالق متعال بر حسب وظیفه و به رسم ادب بر خود واجب می دانم از تمامی کسانی که در به عمر رسیدن این کار بنده را مریون مساعدت خود نمودند بشکر و قدردانی بنامیم.

از اساتید بزرگوار و عزیزم جناب آقای دکتر محمدی به عنوان استاد راهنما، جناب آقای دکتر عزیزی به عنوان استاد مشاور، سرکار خانم دکتر فرخناز تقوی به عنوان استاد مشاور که طی مدت انجام این کار، بنده را مورد عنایت قرار دادند و همچنین آقای دکتر ایرج ملک پور که در برگردان داده مانده را راهنمایی نمودند و آقای دکتر خوش اخلاق نهایت قدردانی و بشکر را به عل می آورم.

از دوستان عزیزم: آقای دکتر مجتبی کویسی، مهندس عادل معصوم نیا، مهندس مسعود حسین زاده، مهندس ابوالفضل نیتانی، دکتر علی صدی، دکتر حمید محمد نژاد، دکتر جعفر معصوم پور، دکتر عامر نیک پور، دکتر محمود داوددی، دکتر وحید محمد نژاد، سرکار خانم دکتر معصومه مشعل، دکتر طیب رضی، دکتر اسدالله اسدی و دکتر حسین کریم زاده که لگهای خود را همواره مریون داشته اند کمال بشکر را دارم.

بر خود فرض میدانم از زحمات دکتر شاپور محمدی در این مقوله بشکر ویژه بنامیم.

و نیز از خانواده عزیزم که طی مدت تحصیل تمامی مشکلات را بر تانیده اند، نهایت قدردانی را به عل می آورم.

چکیده:

بحث از سری‌های زمانی بارش و الگوهای تغییرپذیری آن در مقیاس‌های مختلف یکی از مباحث جذاب است که توجه بسیاری از پژوهش‌گران علوم محیطی را به خود جلب نموده است. بارش‌های حدی و دوره‌های ترسالی یا خشکسالی نیز بحث‌های مهمی است که به واسطه اثرات خاص زیست محیطی در گوشه و کنار جهان با استفاده از تکنیک‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. جهت تحلیل فراوانی وقوع و برآورد احتمال وقوع (دوره بازگشت)، تئوری مقادیر حدی دارای کارآمدی بسیاری برای داده‌های حدی بارش می‌باشد. در این پژوهش چهار محور اصلی مورد نظر قرار گرفت. در ابتدا بیشینه بارش ۲۴ ساعته سالانه به عنوان بارش حدی مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از تئوری مقادیر حدی توابع مختلف با داده‌های حدی ایستگاه‌های کرانه‌های جنوبی دریای خزر برازش داده شد و مشخص گردید، روش جنکینسون GEV بهترین برازش را با داده‌های مورد بررسی داشته است. با استفاده از این روش دوره‌های بازگشت ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بارش‌های حدی استخراج و پراکنش مکانی بارش‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله بررسی گردید. در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل هارمونیک تغییرپذیری درون سالانه بارش‌های حدی طی دوره آماری بررسی گردید. تحلیل هارمونیک نشان داد که بیشترین درصد واریانس بارش‌های حدی در این منطقه که توسط هارمونیک اول توضیح داده شده ($PVR(1)$) و دامنه هارمونیک اول در مناطق ساحلی آن قرار دارد. مقدار $PVRI$ و دامنه هارمونیک اول به طور کلی دارای یک الگوی مکانی شرقی-غربی و شمالی-جنوبی است. از میزان هارمونیک اول از غرب به شرق و از شمال به جنوب کاسته می‌شود. جهت بررسی تغییرپذیری درون سالانه دوره‌های تر به صورت ماهانه، بیشینه بارش ماهانه از طریق تحلیل هارمونیک بررسی گردید. مقایسه میان هارمونیک‌های بارش حدی و بیشینه ماهانه نشان داد، میزان $PVRI$ بارش بیشینه ماهانه دارای میزان بیشتری است. جهت علت یابی الگوهای متفاوت هارمونیک بارش‌های حدی و بیشینه ماهانه همبستگی میان $PVRI$ بارش حدی و بیشینه ماهانه با فاصله از دشت و فاصله از دریا بررسی گردید. نتایج همبستگی نشان داد میزان همبستگی میان $PVRI$ بارش حدی با فاصله از عوامل محلی دارای میزان بیشتر و معنی‌دارتری است. میزان همبستگی $PVRI$ بارش بیشینه ماهانه با فاصله از دشت دارای همبستگی کمتری نسبت به بارش حدی است. همبستگی میان $PVRI$ بارش بیشینه ماهانه با فاصله از دریا بسیار کم و بی‌معنی است. روند تغییرات الگوهای هارمونیک رخدادهای بارش بیش از ۱ میلی‌متر با استفاده از آزمون من-کندال بررسی گردید. این روش نشان داد تغییرات روند هارمونیک اول معنی‌دار نمی‌باشد. در نهایت جهت بررسی شباهت‌های رفتاری الگوهای تغییرپذیری درون‌سالانه بارش حدی و بارش بیشینه ماهانه با تغییرپذیری درون سالانه SOI و NAO مقایسه گردید و شباهت‌های چندانی به جز در چند مورد محدود میان مولفه‌های بررسی شده مشاهده نگردید.

واژگان کلیدی: بارش، سری زمانی، حدی، احتمال، هارمونیک، واریانس، درون سالانه، همبستگی

فهرست مطالب.....صفحه

فصل اول: کلیات تحقیق

- ۱-۱. بیان مسئله.....۲
- ۲-۱. ضرورت انجام تحقیق.....۳
- ۳-۱. اهداف تحقیق.....۴
- ۴-۱. پرسش‌های تحقیق.....۵
- ۵-۱. فرضیات تحقیق.....۵
- ۶-۱. داده‌ها، ابزار گردآوری اطلاعات و روش‌های انجام تحقیق.....۵

فصل دوم: چهارچوب نظری و پیشینه تحقیق

- ۱-۲. سری‌های زمانی.....۱۰
- ۱-۱-۲. اجزای سری‌های زمانی.....۱۳
- ۲-۱-۲. روش‌های بررسی سری‌های زمانی.....۱۴
- ۲-۲. توابع و سری‌های زمانی تناوبی.....۱۵
- ۳-۲. تغییر و نوسان‌های اقلیمی.....۱۶
- ۱-۳-۲. شاخص ال‌نینو-نوسان جنوبی *ENSO*.....۱۸
- ۲-۳-۲. شاخص نوسان اطلس شمالی *NAO*.....۲۱
- ۴-۲. پیشینه مطالعات تغییرپذیری بارش.....۲۳

فصل سوم: معرفی عرصه تحقیق

- ۱-۳. موقعیت منطقه مورد مطالعه.....۲۸
- ۲-۳. ناهمواری‌ها.....۲۹
- ۱-۲-۳. جلگه مازندران.....۲۹
- ۲-۲-۳. جلگه گیلان.....۲۹
- ۳-۳. بررسی ویژگی‌های فیزیکی دریای خزر.....۲۹
- ۴-۳. پوشش گیاهی.....۳۲
- ۵-۳. عوامل محلی مؤثر بر آب و هوای منطقه.....۳۲

- ۳-۶. مختصری از ویژگی‌های بارشی منطقه..... ۳۳
- ۳-۷. معرفی ایستگاه‌های مورد مطالعه..... ۳۵

فصل چهارم: روش شناسی تحقیق

- ۴-۱. تدوین روش‌شناسی و طراحی مدل تحلیل داده‌ها..... ۳۸
- ۴-۲. توزیع مقادیر حدی..... ۴۱
- ۴-۳. آزمون نکوئی برازش (آزمون کلموگروف-اسمیرنوف $K.S$)..... ۴۴
- ۴-۴. تحلیل هارمونیک..... ۴۵
- ۴-۴-۱. توابع سینوسی و کسینوسی..... ۴۶
- ۴-۴-۲. اصول تحلیل هارمونیک..... ۴۹
- ۴-۵. بررسی روند (آزمون رتبه‌ای من-کندال)..... ۵۳

فصل پنجم: یافته‌های تحقیق

- ۵-۱. تحلیل فراوانی وقوع مقادیر حدی..... ۶۰
- ۵-۲. تحلیل هارمونیک مقادیر حدی بارش (بیشینه بارش ۲۴ ساعته)..... ۶۵
- ۵-۳. بررسی هارمونیک بارش بیشینه ماهانه..... ۸۷
- ۵-۴. مقایسه رفتار هارمونیک بارش حدی ۲۴ ساعته و بارش بیشینه ماهانه..... ۱۰۶
- ۵-۵. بررسی علل ایجاد الگوهای متفاوت هارمونیک بارش در بخش‌های جنوبی دریای خزر..... ۱۰۹
- ۵-۵-۱. بررسی میزان تاثیر فاصله از مناطق دشتی بر میزان هارمونیک بارش‌ها..... ۱۰۹
- ۵-۵-۲. بررسی میزان تاثیر فاصله از دریا بر میزان هارمونیک بارش‌ها..... ۱۱۰
- ۵-۶. بررسی تغییرات روند الگوهای تناوبی بارش..... ۱۱۲
- ۵-۷. بررسی همسانی رفتار نوسانی بارش‌ها با شاخص‌های پیوند از دور..... ۱۱۶
- ۵-۷-۱. همسانی رفتار نوسانی بارش کرانه‌های جنوبی دریای خزر با نوسان بیشینه شاخص NAO ۱۱۶
- ۵-۷-۲. همسانی رفتار نوسانی بارش کرانه‌های جنوبی دریای خزر با نوسان کمینه شاخص NAO ۱۱۹
- ۵-۷-۳. همسانی رفتار نوسانی بارش کرانه‌های جنوبی دریای خزر با نوسان بیشینه SOI ۱۲۰
- ۵-۷-۴. مقایسه همسانی رفتار نوسانی بیشینه SOI و مقادیر حدی بارش..... ۱۲۲
- ۵-۷-۵. مقایسه هماهنگی میان رفتار نوسانی بیشینه SOI و مقادیر بارش بیشینه ماهانه..... ۱۲۹
- ۵-۷-۶. مقایسه همسانی رفتار نوسانی بارش کرانه‌های جنوبی دریای خزر با نوسان کمینه SOI ۱۳۷
- ۵-۷-۷. مقایسه همسانی رفتار نوسانی کمینه SOI و مقادیر حدی بارش..... ۱۳۹

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۱-۶. آزمون فرضیه‌ها.....	۱۴۵
۲-۶. نتیجه گیری.....	۱۴۶
۳-۶. پیشنهادها.....	۱۴۹
منابع و مآخذ.....	۱۵۲
پیوست	۱۵۷

فهرست جداول.....صفحه

۱. جدول شماره ۳-۱ ایستگاه‌های مورد مطالعه در بخش‌های جنوبی دریای خزر.....۳۶
۲. جدول شماره ۴-۱ رابطه میان T_k و محتمل‌ترین زمان رخداد.....۵۱
۳. جدول ۴-۲ مراحل محاسبه آماره u_i و u'_i میزان PVR هارمونیک‌های سوم ایستگاه تلام.....۵۸
۴. جدول شماره ۵-۱ ویژگی‌های بارش حدی ایستگاه‌های بخش‌های جنوبی دریای خزر.....۶۱
۵. جدول ۵-۲ بارش پیش‌بینی شده برای دوره‌های مختلف از روش تئوری مقادیر حدی و مولفه‌های آزمون $K.S$۶۲
۶. جدول شماره ۵-۳ تناوب بارش حدی در هر یک از ماه‌ها طی دوره آماری.....۶۵
۷. جدول شماره ۵-۴ ایستگاه‌های دارای مجموع $PVRI, 2$ بیش از ۸۵٪ بارش بیشینه ۲۴ ساعته.....۶۶
۸. جدول شماره ۵-۵ ایستگاه‌های دارای هارمونیک بالاتر بارش حدی.....۷۱
۹. جدول شماره ۵-۶ تناوب بارش بیشینه ماهانه در هر یک از ماه‌ها طی دوره آماری.....۸۷
۱۰. جدول شماره ۵-۷ ایستگاه‌های دارای مجموع $PVRI, 2$ بیش از ۸۹٪ بارش بیشینه ماهانه.....۸۸
۱۱. جدول شماره ۵-۸ ایستگاه‌های شاخص دارای هارمونیک بالاتر بارش بیشینه ماهانه.....۹۳
۱۲. جدول شماره ۵-۹ قدر مطلق اختلاف میان PVR هارمونیک بارش حدی و بیشینه ماهانه.....۱۰۶
۱۳. جدول شماره ۵-۱۰ نتایج همبستگی ($PVRI$) بارش‌ها و فاصله از دشت ایستگاه‌ها.....۱۱۰
۱۴. جدول شماره ۵-۱۱ نتایج همبستگی میان هارمونیک ($PVRI$) بارش‌ها و فاصله از دشت ایستگاه‌ها (با جدا نمودن ایستگاه‌های بخش‌های شرقی).....۱۱۰
۱۵. جدول شماره ۵-۱۲ نتایج همبستگی میان هارمونیک ($PVRI$) بارش‌ها و فاصله از دریای ایستگاه‌ها.....۱۱۱
۱۶. جدول شماره ۵-۱۳ نتایج همبستگی میان $PVRI$ بارش‌ها و فاصله از دریای ایستگاه‌ها (با جدا نمودن ایستگاه‌های بخش‌های شرقی).....۱۱۱
۱۷. جدول ۵-۱۴ میزان T به دست آمده از آزمون من-کندال برای هارمونیک‌های بارش ایستگاه‌ها.....۱۱۲
۱۸. جدول ۵-۱۵ مولفه‌های هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر بیشینه NAO۱۱۷
۱۹. جدول شماره ۵-۱۶ مولفه‌های هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر کمینه NAO۱۲۰
۲۰. جدول ۵-۱۷ مولفه‌های هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر بیشینه SOI۱۲۲
۲۱. جدول شماره ۵-۱۸ مقایسه میان مولفه‌های هارمونیک بیشینه SOI و بارش‌های حدی.....۱۲۲
۲۲. جدول شماره ۵-۱۹ مقایسه میان مولفه‌های هارمونیک بیشینه SOI و بارش‌های بیشینه ماهانه.....۱۲۹
۲۳. جدول ۵-۲۶ مولفه‌های هارمونیک مقادیر کمینه SOI۱۳۸
۲۴. جدول ۵-۲۷ مقایسه میان مولفه‌های هارمونیک کمینه SOI و ایستگاه‌های دارای همسانی بیشتر.....۱۳۹

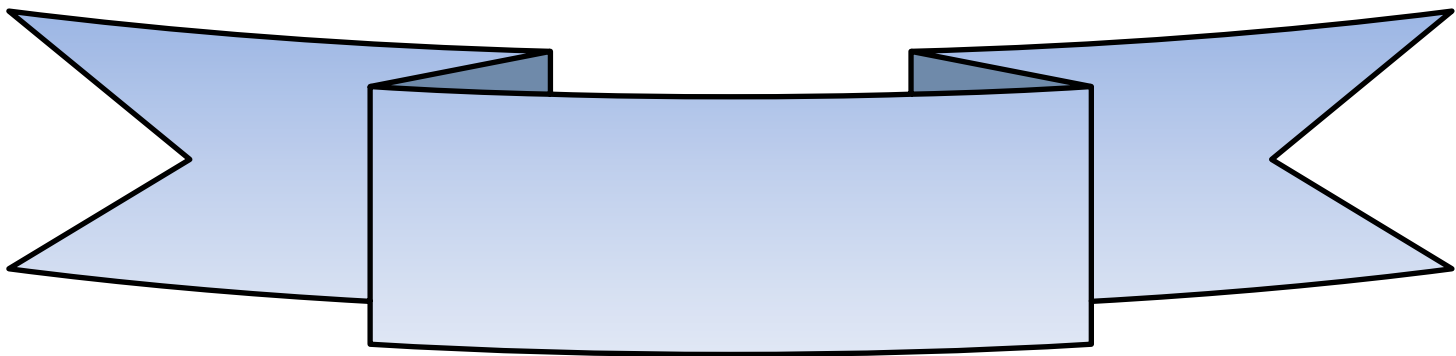
فهرست اشکال.....صفحه

۱. شکل شماره ۱-۲ انواع سری های زمانی.....۱۲
۲. شکل شماره ۲-۲ اجزاء سری های زمانی.....۱۳
۳. شکل شماره ۳-۲ روش های بررسی سری های زمانی.....۱۴
۴. شکل ۲-۴ تغییرات فراوانی بارش های حدی در اثر تغییر اقلیم.....۱۷
۵. شکل شماره ۵-۲ فازهای مختلف پدیده *ENSO*.....۱۹
۶. شکل ۲-۶ مناطقی که خشکسالی و سیل در آنها همراه با ال نینوی سال ۳-۱۹۸۲ رخ داده.....۲۰
۷. شکل شماره ۷-۲ فازهای مختلف نوسان اطلس شمالی.....۲۲
۸. شکل شماره ۸-۲ تغییرات *NAO* از اواخر سده ۱۸۰۰ تا اواخر سده ۱۹۰۰.....۲۳
۹. شکل شماره ۱-۳ موقعیت نسبی منطقه مورد مطالعه.....۲۸
۱۰. شکل ۳-۲ نقشه جریان های دورانی دریای خزر.....۳۱
۱۱. شکل ۳-۳ خطوط همبارش (میانگین) محدوده مورد مطالعه.....۳۴
۱۲. شکل ۴-۳ موقعیت مکانی ایستگاه های مورد مطالعه.....۳۵
۱۳. شکل شماره ۱-۴ مراحل انجام تحقیق.....۴۰
۱۴. شکل شماره ۲-۴ رابطه میان ضریب چولگی و مولفه *k*.....۴۲
۱۵. شکل ۳-۴ سه شکل توزیع مقادیر حدی.....۴۳
۱۶. شکل شماره ۴-۴ مولفه *D* به عنوان یکی از ارکان آزمون کلموگروف اسمیرنوف.....۴۵
۱۷. شکل شماره ۵-۴ نسبت توابع سینوسی و کسینوسی در فاصله زاویه ای صفر تا $5\pi/2$ رادیان یا صفر تا ۴۵۰ درجه.....۴۶
۱۸. شکل شماره ۶-۴ تبدیل یک تابع کسینوسی ساده به یک تابع که سری داده ها با مقیاس زمانی متفاوت.....۴۸
۱۹. شکل شماره ۷-۴ نمایش تصویری دامنه و دوره هارمونیک.....۵۰
۲۰. شکل شماره ۸-۴ بیان تصویری زاویه فاز.....۵۰
۲۱. شکل شماره ۱-۵ پراکنش مکانی میانگین بارش حدی در منطقه.....۶۳
۲۲. شکل شماره ۲-۵ پراکنندگی مکانی میزان *Max|D|* در منطقه.....۶۳

۲۳. شکل شماره ۳-۵ پراکنش بارش‌های حدی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در بخش‌های جنوبی دریای خزر ۶۴
۲۴. شکل شماره ۴-۵ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه ماشین خانه (a)، رشت (b) و بابلسر (c) ۶۷
۲۵. شکل شماره ۵-۵ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه بندرانزلی (a)، میاندشت (b) و محمودآباد هراز (c) ۶۸
۲۶. شکل شماره ۶-۵ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه ریگ چشمه (a)، ماسال (b) و نودرآباد (c) ۷۲
۲۷. شکل شماره ۷-۵ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه سدگرگان (a)، گرگان (b) ۷۲
۲۸. شکل شماره ۸-۵ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه نمارستاق (a) و مراوه تپه (b) ۷۳
۲۹. شکل شماره ۹-۵ توزیع مکانی $PVR1$ (a) و $Ck1$ (b) بارش حدی در منطقه ۷۴
۳۰. شکل ۱۰-۵ توزیع مکانی $T1$ (a) و $Tmax1$ (b) بارش حدی در منطقه ۷۵
۳۱. شکل شماره ۱۱-۵ توزیع مکانی $PVR2$ (a) و $Ck2$ (b) بارش حدی در منطقه ۷۷
۳۲. شکل شماره ۱۲-۵ توزیع مکانی $T2$ (a) و $Tmax2$ (b) بارش حدی در منطقه ۷۸
۳۳. شکل شماره ۱۳-۵ توزیع مکانی $PVR3$ (a) و $Ck3$ (b) بارش حدی در منطقه ۷۹
۳۴. شکل شماره ۱۴-۵ توزیع مکانی $T3$ (a) و $Tmax3$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۰
۳۵. شکل شماره ۱۵-۵ توزیع مکانی $PVR(4)$ (a) و $Ck4$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۱
۳۶. شکل شماره ۱۶-۵ توزیع مکانی $T4$ (a) و $Tmax4$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۲
۳۷. شکل شماره ۱۷-۵ توزیع مکانی $PVR(5)$ (a) و $C5$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۳
۳۸. شکل شماره ۱۸-۵ توزیع مکانی $T5$ (a) و $Tmax5$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۴
۳۹. شکل شماره ۱۹-۵ توزیع مکانی $PVR(6)$ (a) و $C6$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۵
۴۰. شکل شماره ۲۰-۵ توزیع مکانی $T6$ (a) و $Tmax6$ (b) بارش حدی در منطقه ۸۶
۴۱. شکل شماره ۲۱-۵ الگوی نوسانی بارش‌های بیشینه ماهانه ایستگاه آستانه (a)، بندر انزلی (b) و میاندشت (c) ۸۹

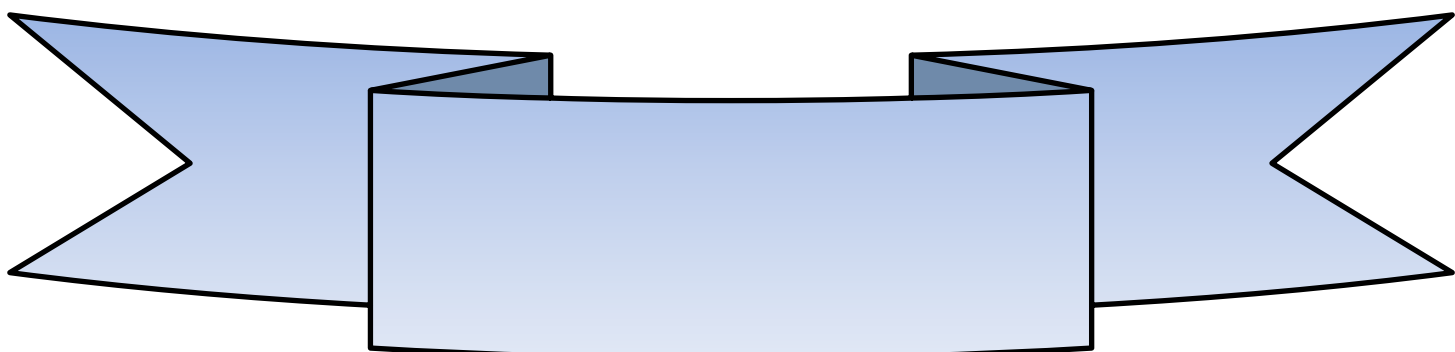
۴۲. شکل شماره ۵-۲۲ الگوی نوسانی بارش‌های بیشینه ماهانه ایستگاه رشت (سینوپتیک) (a)،
 کسما (b) و رشت (c) ۹۰
۴۳. شکل شماره ۵-۲۳ الگوی نوسانی بارش‌های بیشینه ماهانه ایستگاه شلمان (a)، هشتپر (تالش)
 (b) و عباس آباد (c) ۹۲
۴۴. شکل شماره ۵-۲۴ الگوی نوسانی بارش‌های بیشینه ماهانه ایستگاه کرسنگ (a)، گیلوان (b) ۹۴
۴۵. شکل شماره ۵-۲۵ الگوی نوسانی بارش‌های بیشینه ماهانه ایستگاه نمارستاق (a)، غفار حاجی (b) ۹۵
۴۶. شکل شماره ۵-۲۶ الگوی نوسانی بارش‌های حدی ایستگاه گرگان (a)، تلارم (b) ۹۶
۴۷. شکل ۵-۲۷ توزیع مکانی $PVR1(a)$ ، $C1(b)$ و $T1(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۹۸
۴۸. شکل ۵-۲۸ توزیع مکانی $PVR2(a)$ ، $C2(b)$ و $T2(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۹۹
۴۹. شکل ۵-۲۹ توزیع مکانی $PVR3(a)$ ، $C3(b)$ و $T3(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۱۰۱
۵۰. شکل ۵-۳۰ توزیع مکانی $PVR(4)(a)$ ، $C4(b)$ و $T4(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۱۰۲
۵۱. شکل ۵-۳۱ توزیع مکانی $PVR(5)(a)$ ، $C5(b)$ و $T5(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۱۰۳
۵۲. شکل ۵-۳۲ توزیع مکانی $PVR(6)(a)$ ، $C6(b)$ و $T6(c)$ بارش بیشینه ماهانه در منطقه ۱۰۵
۵۳. شکل شماره ۵-۳۳ مقایسه الگوهای هارمونیک بارش حدی و بیشینه ماهانه کلارآباد ۱۰۷
۵۴. شکل ۵-۳۴ اختلاف میان $PVR1(a)$ و مجموع $PVR(b)$ بارش حدی و بیشینه ماهانه ۱۰۸
۵۵. شکل شماره ۵-۳۵ روند تغییرات $PVR3$ بارش‌های ایستگاه هشتپر (تالش) ۱۱۳
۵۶. شکل شماره ۵-۳۶ روند تغییرات $PVR5$ بارش‌های ایستگاه محمودآباد (هراز) ۱۱۴
۵۷. شکل شماره ۵-۳۷ روند تغییرات $PVR3$ بارش‌های ایستگاه ریگ چشمه ۱۱۴
۵۸. شکل شماره ۵-۳۸ روند تغییرات $PVR2(a)$ و $PVR3(b)$ بارش‌های ایستگاه تلارم ۱۱۵
۵۹. شکل شماره ۵-۳۹ نمودار تناوب ماهانه بیشینه NAO از سال ۱۹۶۷-۲۰۰۶ ۱۱۶
۶۰. شکل شماره ۵-۴۰ نمودار هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر بیشینه شاخص NAO ۱۱۷
۶۱. شکل شماره ۵-۴۱ نمودار هارمونیک سوم (a) اول (b) و دوم (c) مقدار بیشینه شاخص NAO و
 بارش حدی ایستگاه گرگان ۱۱۹
۶۲. شکل شماره ۵-۴۲ نمودار تناوب ماهانه کمینه شاخص NAO از سال ۱۹۶۷-۲۰۰۶ ۱۱۹
۶۳. شکل شماره ۵-۴۳ نمودار هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر کمینه NAO ۱۲۰

۶۴. شکل شماره ۵-۴۴ تناوب ماهانه پیشینه *SOI* از سال ۱۹۶۷-۲۰۰۶.....۱۲۱
۶۵. شکل شماره ۵-۴۵ نمودار هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر پیشینه *SOI*.....۱۲۱
۶۶. شکل شماره ۵-۴۶ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش حدی ایستگاه گیلوان.....۱۲۳
۶۷. شکل شماره ۵-۴۷ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش حدی ایستگاه کانگسر.....۱۲۴
۶۸. شکل شماره ۵-۴۸ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش حدی ایستگاه کرسنگ.....۱۲۵
۶۹. شکل شماره ۵-۴۹ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش حدی ایستگاه رامسر.....۱۲۶
۷۰. شکل شماره ۵-۵۰ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش حدی ایستگاه منجیل.....۱۲۷
۷۱. شکل شماره ۵-۵۱ قدر مطلق اختلاف میان *PVRI* پیشینه *SOI* و *PVRI* بارش حدی در بخش‌های جنوبی دریای خزر.....۱۲۸
۷۲. شکل شماره ۵-۵۲ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه ایستگاه سد گرگان.....۱۳۰
۷۳. شکل شماره ۵-۵۳ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه تهر.....۱۳۱
۷۴. شکل شماره ۵-۵۴ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه تلامر.....۱۳۲
۷۵. شکل شماره ۵-۵۵ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه کلای بن.....۱۳۴
۷۶. شکل شماره ۵-۵۶ مقایسه رفتار هارمونیک پیشینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه منجیل.....۱۳۵
۷۷. شکل شماره ۵-۵۷ قدر مطلق اختلاف میان *PVRI* پیشینه *SOI* و *PVRI* بارش پیشینه ماهانه.....۱۳۶
۷۸. شکل شماره ۵-۵۸ نمودار تناوب ماهانه کمینه *SOI* از سال ۱۹۶۷-۲۰۰۶.....۱۳۷
۷۹. شکل شماره ۵-۵۹ نمودار هارمونیک‌های اول تا ششم مقادیر کمینه *SOI*.....۱۳۸
۸۰. شکل شماره ۵-۶۰ مقایسه رفتار هارمونیک کمینه *SOI* و بارش حدی نمارستاق.....۱۴۰
۸۱. شکل شماره ۵-۶۱ مقایسه رفتار هارمونیک کمینه *SOI* و بارش حدی تلامر.....۱۴۱
۸۲. شکل شماره ۵-۶۲ مقایسه رفتار هارمونیک کمینه *SOI* و بارش پیشینه ماهانه غفار حاجی.....۱۴۳



فصل اول

کلیات تحقیق



مقدمه

بارش به عنوان مهم‌ترین مولفه اقلیمی دارای تفاوت‌های مکانی و زمانی بسیاری در مقیاس‌های مختلف است. به واسطه نقش بسیار مهم بارش در ترسیم ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی هر مکان شناخت رفتار این عنصر در بحث‌های علوم طبیعی دارای جایگاه ویژه‌ای است.

۱-۱. بیان مسئله

نوسان و تغییر از مهم‌ترین ویژگی‌های عنصرهای اقلیمی است. از میان تمام این عنصرها، نوسان بارش دارای ویژگی‌های خاصی است. بارش و تناوب‌های رخداد آن، به عنوان یکی از مهم‌ترین عنصرهای اقلیمی، مورد توجه بسیاری از پژوهش‌گران علوم محیطی به ویژه هواشناسان و اقلیم‌شناسان می‌باشد. رفتار بارش به ویژه به علت نقش عوامل زیاد در ایجاد آن و تأثیرات زیاد عوامل گوناگون بر آن بسیار تغییرپذیر می‌باشد. بارش و الگوهای رفتاری آن به خصوص در بخش‌های کاربردی جهت مدیریت بهتر، ایجاد برنامه‌ریزی صحیح، کاهش خسارت، بهره‌گیری حداکثری از منابع و سیاست‌گذاری صحیح در زمینه منابع آب و هیدرولوژی، کشاورزی، گردشگری، تحلیل سیل و خشکسالی (دوره‌های خشک و تر) احتمالی و رخدادهای اقتصادی اجتماعی بسیار پراهمیت است. شکل‌های مختلف بارش نیز مورد نظر پژوهش‌گران مختلف بوده و هست. از طرفی یکی از مباحث مهم در بررسی بارش‌ها، مقادیر حدی آن است. بارش‌های حدی به واسطه اینکه باعث بروز مشکلات و معضلات در بخش‌های مختلف و زیرساخت‌ها به ویژه حمل و نقل و ترابری می‌گردند، مورد توجه بسیاری از برنامه‌ریزان و پژوهشگران می‌باشند. تغییرات در رخداد باران‌های سنگین و حدی موجب صدمات زیادی در بخش فرسایش خاک و در نتیجه افزایش تخریب آن می‌گردد (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲؛ بکر، ۲۰۰۸؛ ناستوس و زرفورس، ۲۰۰۹؛ دیریو، ۲۰۰۹).

تغییرپذیری بارش دارای پیچیدگی‌های زیادی است، بارش در محور زمان از لحاظ تعداد رخداد و میزان، تغییر و نوسان قابل توجهی دارد. تغییرپذیری زمانی بارش، مدت زمانی از چند دقیقه در یک توفان تا چندین روز در سیستم‌های موسمی را دربر می‌گیرد. بارش ممکن است در هر زمان از روز شروع شود و یا پایان یابد و همچنین می‌تواند برای چندین ساعت رخ دهد و یا برای چندین روز گسترش یابد. از لحاظ مکانی نیز به شکل شگفت‌انگیزی سری داده‌های بارش تنها در فاصله کمی دورتر، شباهت یا ارتباط کمی دارند (تامپسون، ۱۹۹۹؛ گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲؛ توسیچ و انکاسویچ، ۲۰۰۵؛ جمال‌الدین سهیلا و عبدالعزیز جمین، ۲۰۰۹).

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بارش دوره‌های توالی هارمونیک‌های مختلف آن است. به علت اختلاف در منشأ و ویژگی‌ها و سازوکار بارش‌ها، پژوهش‌گران بسیاری پذیرفتند که توزیع مقادیر بارش باید به صورت جداگانه براساس تعداد تکرار روزهای تر یا به عبارتی تناوب‌های بارشی بررسی گردد (اوجولا و کرکایدیس، ۲۰۰۳؛ لیوادا و همکاران، ۲۰۰۸؛ جمال‌الدین سهیلا و عبدالعزیز جمین، ۲۰۰۹). از طرفی یکی از جنبه‌های مهم در بحث تغییر اقلیم و گرم شدن کره زمین، افزایش رخدادهای حدی بارش است.