

بررسی ارتباط بین تغییرات پارامترهای هواشناسی سطح زمین و بارش بهاره استان خراسان رضوی

غلامعباس فلاح قاله‌ری¹، جواد خوشحال²، حسن صالحی³، مجید حبیبی نوخندان⁴

1- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان و عضو گروه اقلیم‌شناسی کاربردی پژوهشکده اقلیم‌شناسی

2- استادیار گروه جغرافیای طبیعی - اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

3- دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

4- عضو هیات علمی پژوهشکده اقلیم‌شناسی

تاریخ پذیرش: 88/12/11

تاریخ دریافت: 87/6/13

چکیده

تغییرات اقلیمی جهان و چرخه عمومی جو تحت تاثیر پدیده های بزرگ مقیاسی است که در سطح آب های آزاد جهان اتفاق می افتد. بسیاری از این پدیده ها که به سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی معروفند، از بیش از یک قرن پیش شناخته شده بودند. سیگنال های مزبور معمولاً با استفاده از شاخص هایی نظیر فشار و دمای سطح آب اقیانوس ها و غیره محاسبه می شوند. به منظور بررسی ارتباط تغییرات پارامترهای هواشناسی سطح زمین نظیر آب قابل بارش، باد مداری و باد نصف النهاری با بارش، استان خراسان رضوی انتخاب شد. پس از بررسی های لازم و تکمیل خلاهای آماری، تعداد 38 ایستگاه همدیدی، اقلیم شناسی و باران سنجی تحت پوشش سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو، انتخاب شد. در مرحله بعد، در محیط نرم افزار Arc GIS، سری زمانی بارش متوسط منطقه ای به روش کریجینگ محاسبه شد. با استفاده از روابط همبستگی به دست آمده بین بارش متوسط منطقه ای و سیگنال های هواشناسی شاخص در بازه های زمانی مختلف، ارتباط این پارامترها با بارش متوسط منطقه ای استان خراسان رضوی مشخص شد. نتایج نشان دهنده ارتباط معنی دار این پارامترها با بارش استان خراسان رضوی می باشد و می توان از این پارامترها در تشخیص دوره های خشک و تر در منطقه مورد مطالعه استفاده کرد.

کلید واژه ها: سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی، بارش متوسط منطقه ای، روش کریجینگ.

مقدمه

پیش بینی بارش برای کشورهای در حال توسعه که اقتصاد آن ها مبتنی بر کشاورزی است، خیلی مهم است. به طور مشخص، اقلیم و بارش پدیده های غیرخطی بزرگی در طبیعت هستند، چیزی که به اثر پروانه ای مشهور است (11).

امروزه محققین، با ابداع و پیشرفت علمی چون روش های هوشمند که ابزاری توانمند، انعطاف پذیر و مستقل از مدل های دینامیکی سیستم می باشند،

در جستجوی راه هایی برای پیشرفت و پیش بینی پارامترهای مهم هواشناسی می باشند (1). در سال های اخیر، تحقیقات وسیعی در زمینه پیش بینی های میان مدت و بلند مدت (ماهانه و فصلی) در نقاط مختلف جهان انجام شده است. بسیاری از این تحقیقات بر مبنای تاثیر الگوهای سینوپتیکی بزرگ مقیاس بوده است (8).

فراز تایلند استفاده کردند. برای این کار از پارامترهایی نظیر پتانسیل سرعت باد و دمای سطح دریا استفاده کرده‌اند. پیش‌بینی بارش با استفاده از هر دو مدل رگرسیونی پارامتری و غیر پارامتری انجام شده است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که پیش‌بینی مدل رگرسیونی غیرپارامتری در سال‌های حادی (خشک یا تر) مناسب‌تر است.

آشب‌ی و همکاران⁴ (13)، از مدل رگرسیونی چند متغیره برای پیش‌بینی بارش فصل مرطوب زود هنگام (ژوئن تا ژوئیه) و فصل مرطوب دیر هنگام (اوت تا اکتبر) در حوضه دریای کارائیب استفاده کرده‌اند. پارامترهای مورد استفاده آنها متغیرهایی نظیر بی‌نظمی⁵ مؤلفه قائم باد برشی در ناحیه استوایی اقیانوس اطلس، بی‌نظمی دمای سطح دریای کارائیب و بی‌نظمی فشار سطح دریا در ناحیه حاره ای اقیانوس اطلس شمالی است. نتایج نشان دهنده موفقیت مدل رگرسیونی در پیش‌بینی بارش فصلی است. همچنین نتایج تنوع فضایی در اهمیت پیش‌بینی کننده‌های فصلی را نشان می‌دهند.

گیسیلا و همکاران⁶ (19) بارش‌های فصلی اتیوپی را در بازه ژوئن تا سپتامبر بررسی کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که پیش‌بینی بارش برای بخش غربی مرکز اتیوپی خیلی مناسب است.

ماریا و همکاران⁷ (21) از شبکه‌های عصبی و مدل‌های رگرسیونی برای پیش‌بینی بارش در منطقه سائوپائولو برزیل استفاده کرده‌اند. متغیرهای مورد استفاده آن‌ها عبارت است از: دمای پتانسیل، مؤلفه قائم باد، رطوبت ویژه، دمای هوا، آب قابل بارش، چرخندگی نسبی و شار واگرایی رطوبت. نتایج

آستین¹ (14)، از مدل رگرسیونی چند گانه برای پیش‌بینی بارش فصلی در شمال نیجریه استفاده نموده است. 19 ایستگاه سینوپتیک در منطقه انتخاب و داده‌های تاریخی 35 ساله برای ساخت مدل رگرسیونی پیش‌بینی بارش فصلی استفاده شده است. این مدل از مقادیر نوامبر، دسامبر و فوریه الگوهای پیوند از دور به عنوان ورودی استفاده می‌کند. مدل بر مبنای میزان بارش مورد نیاز برای رشد دیم سه محصول ذرت، سورگوم و ارزن در خلال سال‌های 1995-1991 تست شد. نتایج نشان دهنده همبستگی بالا بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده به مقدار 0/98 و 0/91 به ترتیب برای ارزن و سورگوم می‌باشد که می‌تواند بدون آبیاری به صورت دیم کشت شوند، در حالیکه ذرت به بارش فصلی بیشتری نیاز دارد و در بین 3 محصول پایین‌ترین همبستگی را بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده به میزان 0/6 داشته است.

سن و همکاران² (24)، از مدل رگرسیونی برای پیش‌بینی بارش فصلی مونسونی در جنوب غربی هند استفاده کردند. برای این کار از پارامترهای هواشناسی نظیر شاخص وزش مداری در سطح 10 هکتوپاسکال ماه ژانویه، شاخص وزش شرقی-غربی سطح 50 هکتوپاسکال در بازه زمانی ژانویه تا فوریه و اطلاعات ریح (پشته) سطح 500 هکتوپاسکال ماه آوریل استفاده نمودند. نتایج نشان دهنده کارایی روش‌های رگرسیونی در پیش‌بینی بارش فصلی است.

سینگراتنا و همکاران³ (25)، از روش‌های آماری برای پیش‌بینی بارش مونسونی تابستانه بر

⁴ -Ashby et al

⁵ -Anomaly

⁶ - Gissila et al

⁷ -Maria et al

¹ -Astine

² -Sen et al

³ -Singhrattna et al

تا 1980 به دست آمده اند. نتایج نشان دهنده کارایی بالای این روش در پیش بینی ماهیانه میدان های ژئوپتانسیل سطح 700 میلی بار است. جورج و کیمبر⁵ (18) از متغیرهای رطوبت، سرعت باد، ماکزیمم و مینیمم دمای روزانه و درجه روزهای گرم و سرد برای پیش بینی بارش فصلی ایالت فلوریدا استفاده کردند. نتایج آن ها نشان دهنده موفقیت آمیز بودن روش رگرسیونی در پیش بینی بارش است.

کیم و همکاران⁶ (20) تاثیر سیگنال های اقلیمی بزرگ مقیاس نظیر NAO⁷ و SOI⁸ را بر بارش فصلی حوضه رودخانه کلرادو در آمریکا تحلیل کرده اند. نتایج آن ها نشان می دهد که مدل سازی سیستم های دینامیکی اقلیم می تواند در توسعه یک مدل پیش بینی بلند مدت با ارزش برای مدیریت منابع آب نتیجه بخش باشد. ناظم السادات (10)، نشان داده است که تغییرات دمای سطح آب درخلیج فارس تاثیر معنی داری بر تغییرات بارندگی در مناطق جنوب و جنوب غربی ایران دارد. مطالعات وی نشان می دهد که بارش زمستانه (ژانویه تا مارس) مناطق مزبور با SST⁹ خلیج فارس نسبت عکس دارد.

کارآموز (8)، تاثیر سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی¹⁰ بر بارش مناطق غرب کشور را بررسی کرده است. نتایج او نشان دهنده ارتباط معنی دار بارش مناطق غرب کشور با سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی است. به عنوان مثال، نتایج به دست آمده از این تحقیق، نشان دهنده ارتباط معکوس

نشان دهنده کارایی هر دو روش در پیش بینی بارش است.

آنوپام و همکاران¹ (12)، از چرخش اتمسفری کوچک مقیاس برای پیش بینی بارش مونسونی در حوضه آبریز آناس² هند استفاده کردند. پارامترهای کالیبراسیون مدل از یک سری زمانی بارش روزانه که به دوره ده ساله 1994 - 1985 محدود می شد، بدست آمد. از این پارامترها برای پیش بینی بلند مدت بارش مونسونی در خلال سالهای 1994 - 1961 استفاده شد. آن ها فرض کردند رخداد بارش بر حسب نوع چرخش اتمسفری روزانه و توالی آن مشخص می شود. نتایج آن ها نشان می دهد که مدل کوچک مقیاس آماری برای پیش بینی بارش بر مبنای الگوی چرخش اتمسفری روزانه در مناطق نیمه خشک هند برتری دارد.

مولی و پائولینو³ (22)، رابطه بین میدانهای ارتفاع ژئوپتانسیل سطوح 700 و 500 هکتوپاسکال نیمکره شمالی را با بارش مونسونی هند (ژوئن تا سپتامبر) بررسی نموده اند. برای این منظور، از بازه های زمانی ژانویه تا آوریل و مارس تا آوریل دوره 1984-1950 سطوح فوق استفاده کرده اند. نتایج نشان می دهد بهترین منطقه تاثیر ارتفاع ژئوپتانسیل سطح 700 هکتوپاسکال بر بارش مونسونی هند، بر فراز اقیانوس آرام در بازه زمانی ژانویه تا آوریل قرار دارد.

پراساد و سینگ⁴ (23)، از روش تحلیل عاملی برای پیش بینی ماهیانه میدان های ژئوپتانسیل سطح 700 میلی بار بر فراز هند استفاده کرده اند. داده های مورد نیاز در فاصله بین سال های 1958

⁵ -George and Kimber

⁶ -Kim *et al*

⁷ -Northern Atlantic Oscillation

⁸ -Southern Oscillation Index

⁹ -Sea Surface Temperature

¹⁰ -Large Scale Climate Sygnals

¹ - Anupam *et al*

² - Anas

³ - Mooley and Paolino

⁴ -Prasad and Singh

وزارت نیرو اخذ شده است. از این تعداد، 24 ایستگاه مربوط به آمار و اطلاعات ایستگاه های باران سنجی وزارت نیرو و بقیه مربوط به سازمان هواشناسی می باشند. شکل (1) نقشه محدوده مورد مطالعه و نام ایستگاه های مورد استفاده را نشان می دهد. در این تحقیق برای تکمیل برخی از نواقص اطلاعاتی بارش از روش تفاضل ها و نسبت ها و برای آزمون همگنی داده ها از آزمون ران تست استفاده گردیده است.

داده های مورد نیاز:

داده های مورد نیاز به استثنای داده های بارش که از سازمان هواشناسی کشور اخذ شده است، از سایت NOAA² در شبکه های $2/5 \times 2/5$ درجه در فاصله بین سال های 1970-2002 میلادی استخراج گردیده است.

محاسبه بارش متوسط منطقه ای: هدف

نهایی از بررسی تغییرات مکانی بارش، شبیه سازی تغییرات اطلاعات بارش در بعد مکان است، به نحوی که زمینه برای اهداف بعدی از جمله پیش بینی بارش و به دست آوردن اطلاعات لازم برای تحلیل بلند مدت وضعیت بارش در هر منطقه از محدوده مورد مطالعه فراهم گردد. در این تحقیق از روش کریجینگ برای محاسبه بارش متوسط منطقه ای استفاده گردیده است. گام های زیر برای به دست آوردن سری زمانی بارش متوسط منطقه ای انجام شد:

1- ساختن فایل های ورودی نرم افزار Arcmap، به دست آوردن واریوگرام تجربی، 3- تحلیل و ترسیم تغییرات مکانی بارش در منطقه برای هر سال، 4- به دست آوردن مقادیر متوسط بارش در منطقه مورد مطالعه برای هر سال، 5- ساخت سری های زمانی بارش برای منطقه مورد مطالعه.

اختلاف فشار بین جنوب گرینلند و آזור با بارش مناطق غرب کشور است. خورشید دوست و قویدل (2)، نقش انسو در تغییرپذیری بارش های فصلی استان آذربایجان شرقی را مورد مطالعه قرار داده اند. در بین فصول چهار گانه، میزان همبستگی فقط در فصل پائیز معنی دار بوده و در سایر فصول همبستگی معنی داری بین بارش و پدیده های ال نینو و لانینا مشاهده نگردیده است.

فتاحی و صداقت کردار (3)، تاثیر پدیده انسو¹ بر بارشهای زمستانه ایران را بررسی نموده اند. بدین منظور، رابطه فراوانی تیپ های هوا با شاخص انسو مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج آن ها نشان می دهد که تیپ های هوای پر فشار اروپای شمالی، پرفشار مرکزی، پر فشار اروپای شرقی و تلفیق سامانه پر فشار سیبری با پرفشار اروپایی در فاز ال نینو از فراوانی بیشتری برخوردارند، در حالی که تیپ هوای پر فشار سیبری و پر فشار شرقی - شمال شرقی در دوره های لانینا بیشتر است. هدف از این تحقیق، بررسی ارتباط بین سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی و بارش بهار استان خراسان رضوی می باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان خراسان رضوی می باشد. سری زمانی مورد مطالعه در این تحقیق، متوسط بارش بهار 38 ساله فروردین تا خرداد (آوریل تا ژوئن) هر سال می باشد. داده های بارش بهار برای هر سال میلادی شامل بارندگی 38 ایستگاه همدیدی، اقلیم شناسی و باران سنجی می باشد که از سازمان هواشناسی کشور و

2 - NOAA (www.cdc.noaa.gov)

¹ - ENSO

محدوده مناطقی را شامل می‌گردد که تغییرات الگوی دما، فشار، رطوبت و سرعت باد در آنها بر بارش منطقه اثرگذار است.

روش تحقیق

متدولوژی مورد استفاده در تحلیل پارامترهای جو بالا، استفاده از الگوی تحلیل عاملی است. الگوی تحلیل عاملی از جمله روش‌های آماری می‌باشد که برای کاهش تعداد متغیرها به وجود آمده است. در این روش متغیرهای اولیه بر اساس ضرائب همبستگی بین آن‌ها به متغیرهای غیر وابسته تبدیل می‌شوند. این متغیرهای غیر وابسته عامل یا فاکتور³ نامیده می‌شوند. اندازه هر کدام از مشاهدات در عامل‌های جدید با عنوان نمرات عاملی محاسبه می‌شود. در نتیجه به جای اندازه‌های واقعی مشاهدات، نمرات آن‌ها در مؤلفه‌های جدید به عنوان معیارهای جدید برای خوشه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امتیاز این روش در این است که ضمن اینکه تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد، مقدار اولیه واریانس موجود در داده‌های اصلی را حفظ می‌کند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تغییرات باد مداری با تغییرات بارش بهاره در شبکه‌های 5×5 درجه

نتایج تحلیل عاملی انجام شده برای عامل‌هایی که میزان قابل توجهی از داده‌ها را پوشش می‌دهند، مورد بررسی قرار گرفت. هر عامل نیز متغیرهایی را شامل می‌گردد که مقدار همبستگی آن‌ها با عامل بیش از 0/6 می‌باشد. در نهایت در بازه زمانی فوق‌الذکر، برای هر یک از فاکتورهای استخراج شده مناطقی تحت عنوان مناطق شاخص شناسایی گردید. این مناطق در شکل شماره (2)

بررسی ارتباط سیگنال‌های شاخص با بارش

سیگنال‌هایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند. عبارتند از: 1- آب قابل بارش، 2- باد مداری، 3- باد نصف‌النهاری. لازم به ذکر است برای انجام آزمون‌های آماری لازم و به دست آوردن همبستگی بین سیگنال‌های شاخص از نرم افزار جامپ¹ نسخه 4 و نرم افزار اکسل² استفاده شده است.

فصل بندی بارندگی و سیگنال‌ها

فصل بندی بارندگی و سیگنال‌ها بر این اساس بوده است که با استفاده از میانگین مقادیر یک سیگنال خاص در چند ماه متوالی، بتوان میزان بارندگی فصلی را در ماه‌های آینده مشخص نمود. بنابراین سعی شده است که فصول مربوط به سیگنال‌ها، ماه‌های دارای بارندگی را شامل نشوند. با توجه به اینکه در این تحقیق، بررسی ارتباط پارامترهای هواشناسی با بارش بهاره مد نظر بوده است، از میانگین مقادیر سیگنال‌های هواشناسی در بازه زمانی مهر تا اسفند (اکتبر تا مارس) به عنوان سری زمانی سیگنال‌ها و از میانگین بارندگی ماه‌های فروردین تا خرداد (آوریل تا ژوئن) به عنوان سری زمانی بارندگی استفاده شده است.

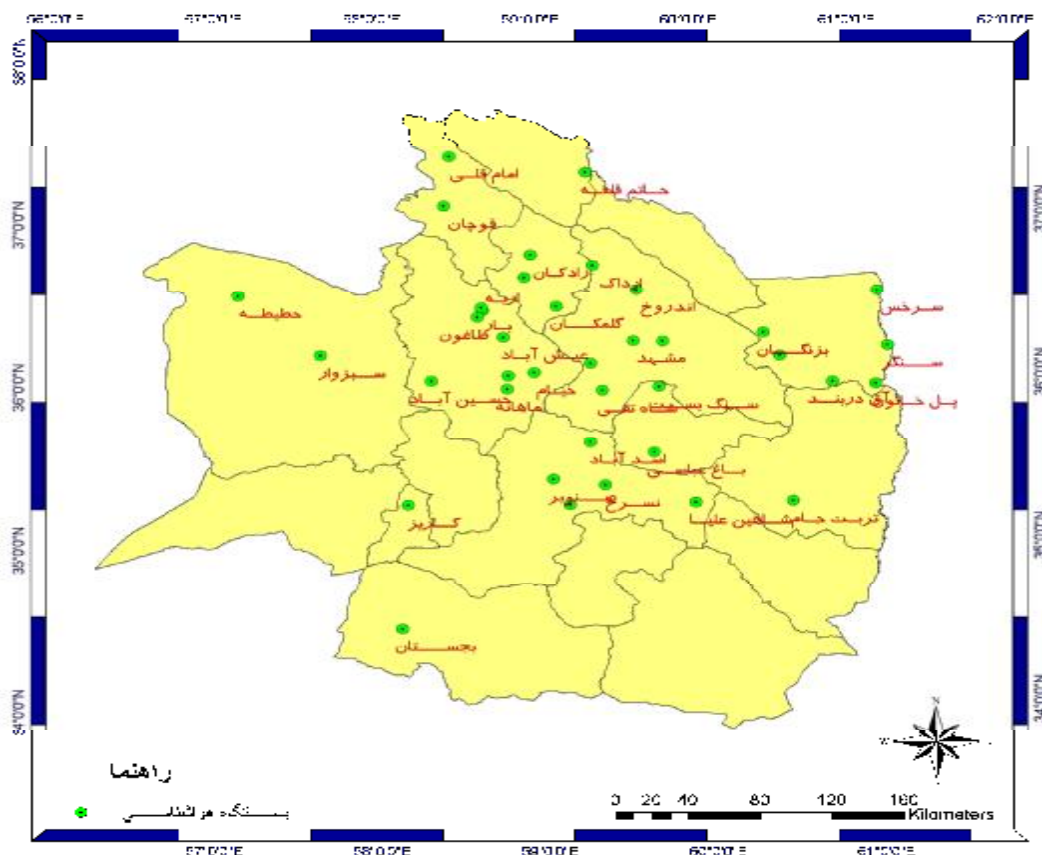
محدوده مکان مورد بررسی

در این تحقیق از دو شبکه 5×5 درجه و 10×10 درجه استفاده شده است. محدوده مکان مورد بررسی که مؤلفه‌های جو بالا در آن با روش تحلیل عاملی تحلیل شده، در حد فاصل 0-80 درجه شرقی و 50-10 درجه شمالی در شبکه‌های 5×5 درجه و 0-100 درجه شرقی و 0-70 درجه شمالی در شبکه‌های 10×10 درجه می‌باشد. این

¹ - Jump

² - Excel

³ - Factor



شکل (1)- نقشه محدوده مورد مطالعه به همراه ایستگاه های منتخب

شده نشان می دهند که هیچکدام از فاکتورهای انتخاب شده در شبکه های 5×5 درجه ارتباطی را با وقوع دوره های کم بارش و پر بارش منطقه نشان نمی دهند.

نتایج مربوط به تغییرات باد مداری با تغییرات بارش بهاره در شبکه های 10×10 درجه

در این قسمت نیز برای هر یک از فاکتورهای استخراج شده، مناطقی تحت عنوان مناطق شاخص شناسایی گردید. این مناطق در شکل شماره (3) نمایش داده شده است. به منظور بررسی رابطه تغییرات بارش فصل بعد (آوریل تا ژوئن) با داده های باد مداری با استفاده از نتایج روش تحلیل عاملی،

برای شبکه های 5×5 درجه نمایش داده شده است. مناطق مشخص شده نشانگر سطوحی است که تغییرات باد مداری در آن ها با بارش منطقه بررسی گردیده است. به منظور بررسی رابطه تغییرات بارش فصل بعد (آوریل تا ژوئن) با داده های باد مداری با استفاده از نتایج روش تحلیل عاملی، ابتدا نمرات عاملی داده های یاد شده در مناطق شاخص شناسایی شده در هر سال محاسبه گردیده و سپس تغییرات آن با بارش فصل بعد ترسیم می گردد. بر این اساس ضریب همبستگی نمرات عاملی در مناطق شاخص انتخاب شده با بارش فصل بعد در سطح 5 درصد مورد آزمون و بررسی آماری قرار گرفت. نتایج بررسی های انجام

طول عرض	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
25	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
20	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
15	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
10	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
40	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
35	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
30	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85

فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷	فاکتور ۸	فاکتور ۹

شکل (2) مناطق شناسایی شده باد مداری در بازه زمانی اکتبر تا مارس در شبکه های 5×5 درجه

با مراجعه به آزمون های آماری انجام شده برای مناطق شاخص انتخاب شده باد مداری در سطح 5 درصد و همچنین مقدار P-Value به دست آمده برای هر کدام از فاکتورها متوجه می شویم که بیشترین همبستگی های معنی دار مربوط به مناطق شاخص فاکتورهای 3 و 7 با مقدار P-Value نزدیک به 0/02 بوده است و بعد از آن ها منطقه شاخص فاکتور 5 با مقدار P-Value نزدیک به 5 درصد قرار دارند. لذا نقش مناطق شاخص فاکتورهای 3 و 7 در تشخیص دوره های خشک و تر در منطقه مورد مطالعه نسبت به منطقه شاخص فاکتور 5 بیشتر می باشد.

ابتدا نمرات عاملی داده های یاد شده در مناطق شاخص شناسایی شده در هر سال محاسبه گردیده و سپس تغییرات آن با بارش فصل بعد ترسیم می گردد.

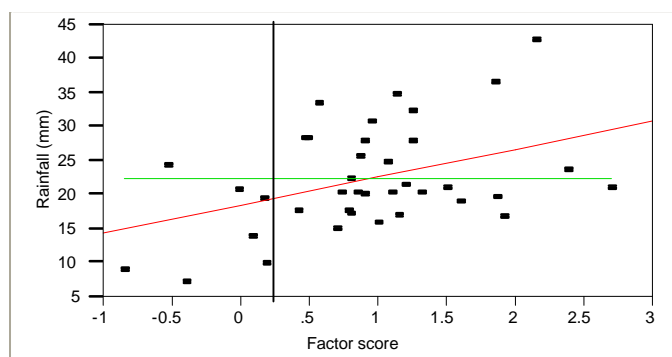
بر این اساس مناطق شاخصی که ضریب همبستگی نمرات عاملی آن ها با بارش فصل بعد در سطح 5 درصد معنی دار و مقدار P-value آنها کمتر از 5% بود، مورد بررسی قرار گرفت. اشکال (4) تا (6) و جداول (1) تا (9) نتایج این بررسی ها را همراه با آزمونهای آماری لازم نشان می دهد.

همانطور که دیده میشود، تنها مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 3، 5 و 7 در شبکه های 10×10 درجه بارش منطقه موثر بوده است.

طول عرض →	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
50	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
30	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
20	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
0	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷	فاکتور ۸	فاکتور ۹

شکل (3) مناطق شناسایی شده باد مداری در بازه زمانی اکتبر تا مارس در شبکه های 10×10 درجه



شکل (4) - تغییرات بارش فصل بعد نسبت به مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 3 در شبکه های 10×10 درجه همراه با محاسبات آماری انجام شده

جدول (1) - خلاصه مشاهدات مربوط به خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 3 در شبکه های 10×10 درجه

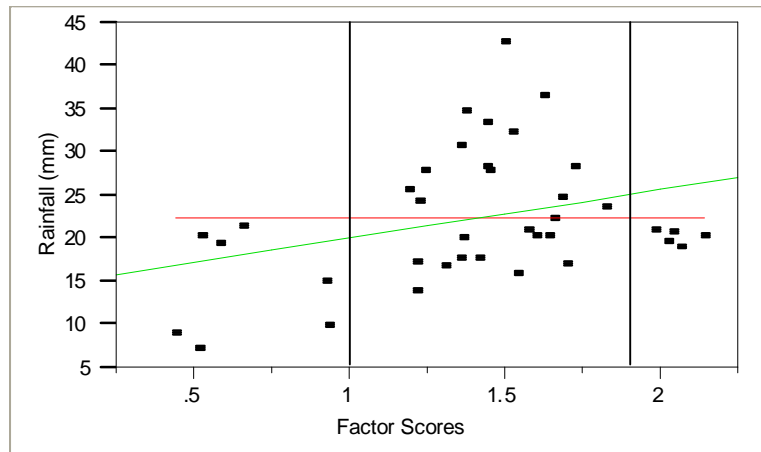
ضریب تبیین	0/17
ضریب تبیین تعدیل شده	0/14
ریشه میانگین مربعات خطا	6/98
میانگین	22/36
تعداد مشاهدات	38

جدول (2)- تجزیه واریانس خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 3 در شبکه های 10×10 درجه

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون	1	360/725	360/725	7/38
خطا	36	1758/6780	48/852	Prob > F
کل	37	2119/4035		0/01

جدول (3)- مقادیر برآورد شده پارامترها مربوط به خط رگرسیون بین بارش و نمرات عاملی

منابع	تخمین زده شده	خطای استاندارد	نسبت T	Prob> t
عرض از مبدا	18/5365	1/807	10/27	<0/0001
نمرات عاملی	4/08	1/503	2/72	0/01



شکل (5)- تغییرات بارش فصل بعد نسبت به مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه همراه با محاسبات آماری انجام شده

جدول (4)- خلاصه مشاهدات مربوط به خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه

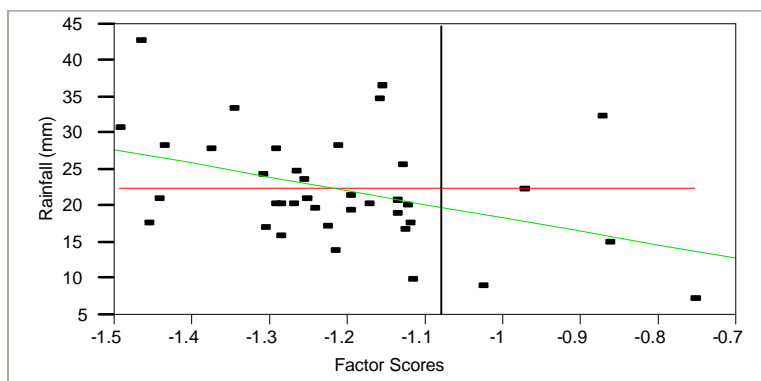
ضریب تبیین	0/1
ضریب تبیین تعدیل شده	0/08
ریشه میانگین مربعات خطا	7/24
میانگین	22/36
تعداد مشاهدات	38

جدول (5)- تجزیه واریانس خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون	1	228/6822	228/6822	4/35
خطا	36	1890/7213	52/52	Prob > F
کل	37	2119/4035		0/04

جدول (6) - مقادیر برآورد شده پارامترها مربوط به خط رگرسیون بین بارش و نمرات عاملی

منابع	تخمین زده شده	خطای استاندارد	نسبت T	Prob> t
عرض از مبدا	14/47	3/95	3/66	0/0008
نمره عاملی	5/62	2/69	2/09	0/04



شکل (6) - تغییرات بارش فصل بعد نسبت به مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 7 در شبکه های 10×10 درجه همراه با محاسبات آماری انجام شده

جدول (7) - خلاصه مشاهدات مربوط به خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 7 در شبکه های 10×10 درجه

ضریب تبیین	0/164
ضریب تبیین تعدیل شده	0/1416
ریشه میانگین مربعات خطا	7/1377
میانگین	22/361
تعداد مشاهدات	38

جدول (8) - تجزیه واریانس خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد مداری در منطقه شاخص فاکتور 7 در شبکه های 10×10 درجه

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون	1	360/349	360/349	7/1
خطا	36	1770/0430	49/168	Prob > F
کل	37	2119/4035		0/01

جدول (9) - مقادیر برآورد شده پارامترها مربوط به خط رگرسیون بین بارش و نمرات عاملی

منابع	تخمین زده شده	خطای استاندارد	نسبت T	Prob> t
عرض از مبدا	-0/187	8/5352	-0/02	0/6826
نمره عاملی	-18/6464	6/9951	-2/67	0/01

بارش منطقه در سطح 5 درصد همبستگی معنی دار داشته است.

نتیجه گیری

جدول (16) خلاصه مشاهدات ارتباط تغییرات آب قابل بارش، باد مداری و باد نصف النهاری با بارش بهاره منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می شود، هیچکدام از متغیرها در شبکه های 5×5 ارتباطی را با وقوع دوره های کمتر و بیشتر از میانگین در سطح 5 درصد در منطقه مورد مطالعه نشان نمی دهند. اما تمام متغیرها در شبکه های 10×10 درجه، ارتباط هایی را با وقوع دوره های کمتر و بیشتر از میانگین در منطقه نشان می دهند. بیشترین ارتباط معنی دار مربوط به پارامتر باد مداری می باشد که با 3 فاکتور معنی دار شامل فاکتورهای 3، 5 و 7 بهترین ارتباط در وقوع دوره های کمتر و بیشتر از میانگین در منطقه مورد مطالعه نشان داده است.

از مجموع موارد فوق چنین استنباط می شود که می توان از متغیرهای انتخاب شده در این تحقیق، در مدل های پیش بینی بارش و همچنین تشخیص دوره های خشک و تر در منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. بدیهی است که این امر، نقش بسیار برجسته ای در مدیریت بهینه مصرف آب در بخش شرب و کشاورزی ایفا می کند و می توان با استفاده از این پیش بینی ها، سیاست های آینده را جهت بهینه نمودن مصرف آب و بهره وری حداکثر طرح ریزی نمود.

نتایج مربوط به تغییرات باد نصف النهاری با

تغییرات بارش بهاره در شبکه های 5×5 درجه

این مناطق در شکل شماره (7) برای شبکه های 5×5 درجه نمایش داده شده است. مناطق مشخص شده نشانگر سطوحی است که تغییرات باد نصف النهاری در آن ها با بارش منطقه بررسی گردیده است.

نتایج مربوط به تغییرات باد نصف النهاری با

تغییرات بارش بهاره در شبکه های 10×10 درجه

این مناطق در شکل شماره (8) نمایش داده شده است. شکل (9) و جداول (10) تا (12) هم نتایج آزمون های آماری را نشان می دهد. همانطور که دیده می شود، تنها منطقه شاخص فاکتور (5) با بارش منطقه در سطح 5 درصد همبستگی معنی دار داشته است.

نتایج مربوط به تغییرات آب قابل بارش با

تغییرات بارش بهاره در شبکه های 5×5 درجه

این مناطق در شکل شماره (10) برای شبکه های 5×5 درجه نمایش داده شده است. هیچکدام از مناطق شاخص به دست آمده نتوانستند ارتباط معنی داری را با بارش بهاره منطقه مورد مطالعه در سطح 5 درصد نشان دهند.

نتایج مربوط به تغییرات آب قابل بارش با

تغییرات بارش بهاره در شبکه های 10×10 درجه

شکل (11)، نتایج تحلیل عاملی انجام شده برای آب قابل بارش در شبکه های 10×10 درجه را نشان می دهد. شکل (12) و جداول (13) تا (15) هم نتایج آزمون های آماری را نشان می دهد. همانطور که دیده می شود، تنها منطقه شاخص فاکتور (10) با

طول عرض	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
35	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
30	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
25	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
20	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
15	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
10	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153

فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷
1	2	3	4	5	6	7

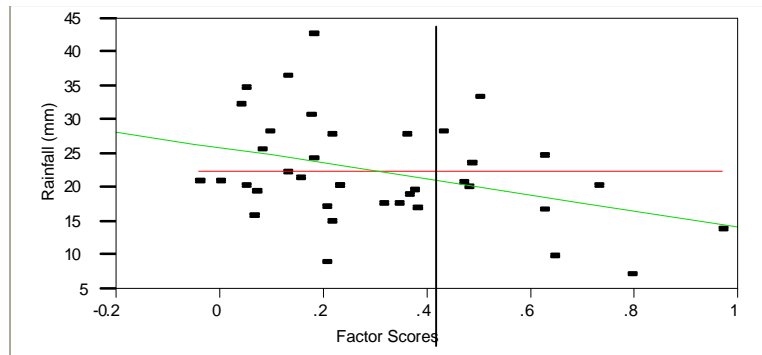
شکل (7) مناطق شاخص شناسایی شده باد نصف النهاری در بازه زمانی اکتبر تا مارس

در شبکه های 5×5 درجه

طول عرض	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
50	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
30	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
20	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
0	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

فاکتور 1	فاکتور 2	فاکتور 3	فاکتور 4	فاکتور 5
1	2	3	4	5

شکل (8) مناطق شاخص باد نصف النهاری در بازه زمانی اکتبر تا مارس در شبکه 10×10 درجه



شکل (9) - تغییرات بارش فصل بعد نسبت به مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های باد نصف النهاری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه همراه با محاسبات آماری انجام شده

جدول (10) - خلاصه مشاهدات مربوط به خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد نصف النهاری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه

ضریب تبیین	0/1392
ضریب تبیین تعدیل شده	0/1153
ریشه میانگین مربعات خطا	7/1824
میانگین	22/361
تعداد مشاهدات	38

جدول (11) - تجزیه واریانس خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های باد نصف النهاری در منطقه شاخص فاکتور 5 در شبکه های 10×10 درجه

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون	1	295/0583	295/0583	5/72
خطا	36	1824/3052	50/675	Prob > F
کل	37	2119/4035		0/03

جدول (12) - مقادیر برآورد شده پارامترها مربوط به خط رگرسیون بین بارش و نمرات عاملی

منابع	تخمین زده شده	خطای استاندارد	نسبت T	Prob> t
عرض از مبدا	25/7556	1/9029	13/53	<0/0001
نمره عاملی	-11/0759	4/9095	-2/26	0/03

طول → عرض ↓	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
35	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
30	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
25	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
20	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
15	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
10	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153

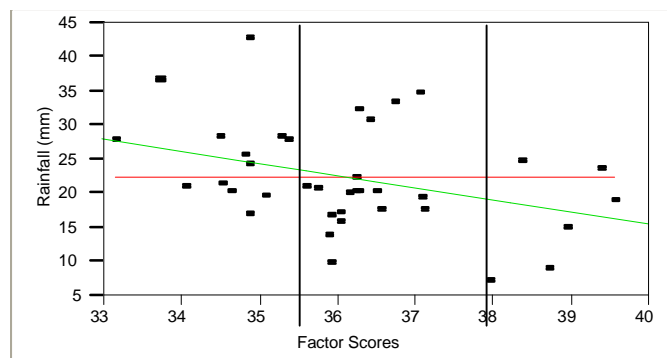
فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷	فاکتور ۸	فاکتور ۹

شکل (10) مناطق شناسایی شده آب قابل بارش در بازه زمانی اکتبر تا مارس در شبکه های 5×5 درجه

طول → عرض ↓	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70					5	6	7	8	9	10	11
60	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
50	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
30	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
20	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
0	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷	فاکتور ۸	فاکتور ۹	فاکتور ۱۰	فاکتور ۱۱

شکل (11) مناطق شناسایی شده آب قابل بارش در بازه زمانی اکتبر تا مارس در شبکه های 10×10 درجه



شکل (12)- تغییرات بارش فصل بعد نسبت به مقادیر نمرات عاملی اکتبر تا مارس داده های آب قابل بارش در منطقه شاخص فاکتور 10 در شبکه های 10×10 درجه همراه با محاسبات آماری انجام شده

جدول (13)- خلاصه مشاهدات مربوط به خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های آب قابل بارش در منطقه شاخص فاکتور 10 در شبکه های 10×10 درجه

ضریب تبیین	0/1252
ضریب تبیین تعدیل شده	0/1009
ریشه میانگین مربعات خطا	7/17
میانگین	22/361
تعداد مشاهدات	38

جدول (14)- تجزیه واریانس خط رگرسیون بین بارش و مقادیر نمرات عاملی داده های آب قابل بارش در منطقه شاخص فاکتور 10 در شبکه های 10×10 درجه

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F
رگرسیون	1	265/4696	265/4696	5/1549
خطا	36	1853/9340	51/498	Prob > F
کل	37	2119/4035	-	0/02

جدول (15)- مقادیر برآورد شده پارامترها مربوط به خط رگرسیون بین بارش و نمرات عاملی

منابع	تخمین زده شده	خطای استاندارد	نسبت T	Prob> t
عرض از مبدا	86/2728	28/1734	3/06	0/0041
نمره عاملی	-1/7689	0/7791	-2/27	0/02

جدول (16)- خلاصه مشاهدات اثر پارامترهای سطح زمین تحلیل شده به روش تحلیل عاملی در مناطق شاخص انتخاب شده بر بارش منطقه مورد مطالعه

نام پارامتر	فصل	شبکه مورد استفاده	فاکتور	شماره گزیده شبکه	میانگین > بارش	میانگین < بارش
آب قابل بارش	اکتبر تا مارس	10 ¹ 10	فاکتور 10	66 و 77-74	نمره عاملی > 35,5	نمره عاملی < 37
باد مداری	اکتبر تا مارس	10 ¹ 10	فاکتور 3	6-11	-	نمره عاملی < 0/5
			فاکتور 5	18-22	-	نمره عاملی < 1 نمره عاملی > 2
باد نصف النهاری	اکتبر تا مارس	10 ¹ 10	فاکتور 7	81	نمره عاملی < 1,3	نمره عاملی > -1
			فاکتور 5	56, 23-25, 13 67-68	-	نمره عاملی > 0/4

با بارش منطقه شمال شرق کشور است و چنین استنباط می شود که می توان از این پارامترها برای پیش بینی بارش منطقه شمال شرق کشور استفاده کرد. همچنین نتایج به دست آمده توسط موسوی

مقایسه نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط محققین دیگر از قبیل تحقیق انجام شده توسط ناظم السادات (5) نشان دهنده ارتباط معنی دار پارامترهای مورد استفاده در تحقیق

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از نتایج طرح پژوهشی 'پیش بینی بارش بهاره استان خراسان رضوی بر اساس سیگنال های هواشناسی با استفاده از منطق فازی، شبکه های عصبی مصنوعی و شبکه های عصبی فازی تطبیقی' توسط نگارنده مقاله است. نگارنده مراتب سپاس و قدردانی خود را به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات لازم برای انجام این طرح، از مسئولین محترم پژوهشکده اقلیم شناسی، ابراز می دارد.

بایگی و همکاران (9)، نشان دهنده ارتباط معنی دار بارش منطقه خراسان بزرگ با دمای سطح دریا در مناطقی مانند خلیج فارس، دریای عمان، دریای لابرادور، دریای سرخ، دریای مدیترانه و دریای سیاه است. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، می توان از این نشانه های اقلیمی در مدل های پیش بینی بارش و تشخیص دوره های خشک و تر در منطقه استفاده کرد (4، 5، 6، 7، 9، 15، 16، 17).

منابع

- 1- خلیلی، ن، 1385، پیش بینی بارش با استفاده از شبکه های عصبی، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، صص 22-28.
- 2- خورشید دوست، ع، قویدل رحیمی، ی، 1385، ارزیابی اثر پدیده انسو بر تغییرپذیری بارش های فصلی استان آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص چند متغیره انسو، مجله پژوهش های جغرافیایی، سال سی و هشتم، شماره 57، پاییز 1385، ص 15.
- 3- فتاحی، الف، صداقت کردار، ع، 1386، تاثیر پدیده انسو بر بارش های زمستانه ایران، دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ص 13.
- 4- فلاح قاله‌ری، غ، موسوی بایگی، م، حبیبی نوخندان، م، 1386، پیش بینی بارش فصلی بر اساس الگوهای سینوپتیکی فشار و اختلاف فشار سطح دریا با استفاده از مدل های آماری، مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 21، شماره 2، صص 104-95.
- 5- فلاح قاله‌ری، غ، موسوی بایگی، م، حبیبی نوخندان، م، 1387، پیش بینی بارش فصلی بر اساس الگوهای سینوپتیکی با استفاده از سیستم استنباط فازی عصبی تطبیقی (ANFIS)، مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره 66، صص 139-121.
- 6- فلاح قاله‌ری، غ، موسوی بایگی، م، حبیبی نوخندان، م، خوشحال، ج، 1388، پیش بینی بارش فصلی بر اساس الگوهای همدید با استفاده از تئوری مجموعه های فازی، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره 15، صص 132-113.

7- فلاح قاله‌ری، غ، خوشحال، ج، 1388، پیش بینی بارش بهاره استان خراسان رضوی بر اساس سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره 69، صص 115-133.

8- کارآموز، م، 1385، پیش بینی بلند مدت بارش با استفاده از سیگنال های هواشناسی، پروژه شماره 342 سازمان هواشناسی کشور، صص 80-85.

9- موسوی بایگی، م، فلاح قاله‌ری، غ، حبیبی نوخندان، م، 1387، بررسی ارتباط نشانه های پهن مقیاس اقلیمی با بارش خراسان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد پانزدهم، شماره دوم، صص 217-224.

10- ناظم السادات، م، 1380، آیا باران می بارد؟ خشکسالی و بارندگی مزاد در ایران و ارتباط آن ها با پدیده ال نینو-نوسانات جنوبی، انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ اول، صص 45-60.

11- Abraham, A, 2002. "Will We Have a Wet Summer? Soft Computing Models For Long-Term Rainfall Forecasting", Journal of Applied Science and Computations, PP 12.

12-Anupam, K. Ervin, Z. Andras & B. Franz, N., 2005, Prediction of monsoon rainfall for a mesoscale Indian catchment based on stochastic downscaling and objective circulation patterns, journal Hydrology and Earth System Sciences, 2: 1961-1993.

13-Ashby, S. A. Taylor, M. A and Chen A. A, 2005, Statistical models for predicting rainfall in the Caribbean, Journal of Theoretical and Applied Climatology, Vol. 82, No. 1-2, PP. 65-80.

14- Astine, O, N , 2001, Forecasting seasonal rainfall for agricultural decision-making in northern Nigeria, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 107, Issue 3, Pp. 193-205

15- Fallah Ghalhary, G.H., Habibi Nokhandan, M., Mousavi Baygi, M., Khoshhal, J., Shaemi Barzoki, A., 2009, Spring rainfall prediction based on remote linkage controlling using adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), Theoretical and applied climatology, available online :<http://dx.doi.org/10.1007/s00704-009-0194-x>.

16- Fallah Ghalhary, G.H., Mousavi Baygi, M., Habibi Nokhandan, M., 2009, the application of factor analysis and artificial neural networks in predicting spring rainfall forecasting by mean of climatic parameters of the upper levels of atmosphere, Trend in applied sciences research, 4(2), 85-97.

17- Fallah Ghalhary, G.H., Mousavi Baygi, M., Habibi Nokhandan, M., 2009, seasonal rainfall forecasting using artificial neural network, journal of applied sciences, 9(6), 1098-1105.

18-George, W. Kimber, Jr., 2007, A Statistical Model for Predicting Average Rainfall in the State of Florida, Fifth International Conference on Dynamic Systems and Applications, Morehouse College, Atlanta, Georgia, USA

19- Gissila, T., Black, E., Grimes, D. I. F and Slingo, J. M., 2004. Seasonal Forecasting of the Ethiopian summer rains. *International Journal of Climatology*. Volume 24: 1345 – 1358

20-Kim W, T., Yoo, C and Hyun, A.J., 2007. Influence of climate variation on seasonal precipitation in the Colorado River Basin, *Journal of Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*

21-Maria, C. Haroldo, F and Ferreira, N., 2005, Artificial neural network technique for rainfall forecasting applied to the São Paulo region, *Journal of Hydrology* , Volume 301, Issues 1-4, PP.146-162.

22-Mooley, D. A and . Paolino, D. A, 2006, Relationship of the Indian monsoon rainfall to the northern hemispheric 700 mb height tendency, *International Journal of Climatology*, Vol. 8, Issue 5, Pp. 499 – 509

23-Prasad, K. D. and Singh, S. V, 2006, exploring the possibility of forecasting monthly - 700 hPa geopotential fields over India, *International Journal of Climatology*, Vol. 14, Issue 4, Pp. 371 – 378.

24-Sen, N., 2003, New forecast models for Indian south-west monsoon season rainfall, *Current Science*, Vol. 84, No.10, PP.1290-1292.

25-Singhrattna, N. Rajagopalan, B. Clark, M and Kumar, K., 2004, Seasonal Forecasting of Thailand Summer Monsoon Rainfall, *International Journal of Climatology*, November, PP. 145-167.