دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی ۳۸
تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۹۶-۱۸۳

حمیدرضا فولادمند[۱]

بررسی مکانی- زمانی ماتریس‌های انتقال ماهانه زنجیره مارکف برای انتخاب مکان‌های مناسب کشت دیم در استان فارس[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰٤/۱۵

چکیده

تقریب اول زنجیره مارکف به فرآیندی گفته می‌شود که به یک فرایند قبل از خود وابسته باشد. برای استفاده از تقریب اول زنجیره مارکف باید ماتریس انتقال دو در دو که نشان‌دهنده وضعیت وقوع یا عدم وقوع بارندگی در دو روز متوالی است، تعیین گردد. در این تحقیق با استفاده از آمار بارندگی روزانه ٤۹ ایستگاه در استان فارس و به وسیله تقریب اول زنجیره مارکف، ماتریس‌های انتقال ماه‌های آبان تا فروردین تعیین گردید و سپس تغییرات مکانی آن‌ها در سطح استان فارس تهیه شد. استفاده از این ماتریس‌ها در پیش‌بینی وقوع و یا عدم وقوع بارندگی روزانه و همچنین تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت کاربرد دارد. نتایج نشان داد که در ماه‌های بهمن و اسفند احتمال وقوع بارش و دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت در سطح استان فارس بیشتر از سایر ماه‌های سال و در ماه آبان کمتر از ماه‌های آذر تا فروردین می‌باشد. از طرف دیگر احتمال وقوع بارش و دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت در ماه‌های آبان تا فروردین در جنوب استان کم و به سمت شمال و شمال غرب استان افزایش

۱- استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت. Email: hrfoolad@yahoo.com

۲- برگرفته از قسمتی از طرح تحقیقاتی شرکت سهامی مدیریت منابع آب وابسته به وزارت نیرو تحت عنوان: استفاده از زنجیر مارکوف برای پیش‌بینی دوره‌های خشکی (مطالعه موردی: استان فارس)

Archive of SID
www.SID.ir

می‌یابد؛ بنابراین مناطق شمال و شمال غرب استان شامل شهرستان‌های سپیدان، کازرون و ممسنی مناسب‌ترین مناطق استان فارس برای کشت دیم گیاهان مختلف مانند گندم می‌باشند.

کلید واژه‌ها: زنجیره مارکف، ماتریس‌های انتقال، مکان‌های مناسب برای کشت دیم، استان فارس.

مقدمه

استان فارس از مهم‌ترین مناطق کشور از نظر زراعت آبی و دیم بسیاری از گیاهان می‌باشد، اما عملکرد دیم اکثر گیاهان زراعی از جمله گندم در نقاط مختلف این استان در مقایسه با کل کشور قابل توجه نیست. از مهم‌ترین دلایل این موضوع کمی بارش، توزیع زمانی و مکانی نامناسب بارش، وقوع خشکسالی و وقوع دوره‌های خشکی می‌باشد. دوره خشک دنباله‌ای از روزهای خشک متوالی است که قبل و بعد از آن روز بارانی است. نقش دوره‌های خشکی با تعداد روزهای متفاوت در زراعت دیم و به خصوص گندم قابل توجه می‌باشد. از این رو انجام تحقیقاتی جهت بررسی وقوع دوره‌های خشکی به منظور تعیین مناطق مناسب کشت گندم دیم در سطح استان فارس ضروری است. از جمله روش‌های تعیین دوره‌های خشکی استفاده از زنجیره مارکف[۳] می‌باشد که ساده‌ترین نوع آن تقریب اول است.

در تحقیقاتی از تقریب اول زنجیره مارکف برای تعیین دوره‌های خشکی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات شارما[٤] (۱۹۹٦)، ونگ[٥] (۲۰۰۲)، اوچالا و کرکیدیس[٦] (۲۰۰۳) و پائولو و همکاران[۷] (۲۰۰۵) اشاره نمود. در تحقیقات دیگری نیز از زنجیره مارکف در مسائل مربوط به اقلیم‌شناسی و هواشناسی استفاده شده است که از آن‌جمله می‌توان به تحقیقات سری‌کانتان و همکاران[۸] (۲۰۰۵)، مهروترا و همکاران[۹] (۲۰۰٦)، فراست و همکاران[۱۰] (۲۰۰۹)، جایاواردنا و همکاران[۱۱] (۲۰۰۹) و جنینگز و همکاران[۱۲] (۲۰۱۰) اشاره نمود.

در ایران نیز در تحقیقاتی از زنجیره مارکف در مسائل مختلف از جمله مدل‌سازی بارندگی روزانه و خشکسالی استفاده شده است. فولادمند (۱۳۸۵) برای مدل‌سازی بارندگی روزانه در منطقه باجگاه در استان فارس، مقیمی و

1- Markov
4- Sharma
3- Weng
4- Ochola and Kerkides
5- Paulo et al.
6- Srikanthan et al.
7- Mehrotra et al.
8- Frost et al.
9- Jayawardena et al.
10- Jennings

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسخواه (۱۳۸۷) برای مدل‌سازی بارندگی روزانه در ایستگاه‌های فاقد آمار کافی در استان فارس و عساکره (۱۳۸۷) برای بررسی احتمال وقوع و یا عدم وقوع بارندگی در تبریز از تقریب اول زنجیره مارکف استفاده نموده‌اند. همچنین آشگرطوسی و همکاران (۱۳۸٤) و علیزاده و آشگرطوسی (۱۳۸۷) در دو تحقیق جداگانه از زنجیره مارکف برای پیش‌بینی خشکسالی در استان خراسان استفاده نمودند. در تحقیقی دیگر رضیئی و همکاران (۱۳۸۲) شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی هواشناسی در سطح استان سیستان و بلوچستان را با کاربرد زنجیره مارکف مورد بررسی قرار دادند و در ادامه رضیئی و همکاران (۱۳۸٦) با ترکیب نمایه خشکسالی SPI و زنجیره مارکف، خشکسالی‌های هواشناسی را در سطح این استان مورد ارزیابی قرار دادند. عساکره و مازینی (۱۳۸۹) نیز در تحقیقی با استفاده از آمار بارندگی روزانه ۵۱ ایستگاه هواشناسی در استان گلستان بر اساس زنجیره مارکف، احتمال وقوع روزهای بدون بارش و روزهای با بارش کمتر از یک میلی‌متر را تعیین نمودند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات مکانی احتمال وقوع روز خشک در سطح استان گلستان چشمگیر نیست.

لازم به ذکر است که به علت کمبود آمار هواشناسی در ایران و نرمال نبودن توزیع آن‌ها، مطالعات خشکسالی در بازه‌های زمانی غیر روزانه با استفاده از زنجیره مارکف چندان صحیح نیست و لذا بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه بر اساس داده‌های هواشناسی روزانه می‌باشد. چنانچه ذکر شد نقش دوره‌های خشکی با تعداد روزهای متفاوت در زراعت دیم و به خصوص گندم قابل توجه می‌باشد و تاکنون چنین تحقیقی در سطح استان فارس انجام نشده است. از این رو هدف از این تحقیق تعیین تغییرات مکانی ماتریس‌های انتقال تقریب اول زنجیره مارکف در ماه‌های آبان تا فروردین در سطح استان فارس با استفاده از آمار بارندگی روزانه ایستگاه‌های مختلف می‌باشد تا به کمک آن‌ها بتوان مناطق مناسب کشت دیم در سطح این استان را تعیین نمود.

مواد و روش‌ها

مارکف برگرفته از نام یک ریاضی‌دان روسی است و ویژگی مارکف که یکی از روش‌های توصیف فرآیندهای تصادفی گسسته است، به فرآیندی گفته می‌شود که هر فرآیند به فرآیندهای قبل از خود وابسته باشد. هر فرآیند تصادفی که در ویژگی مارکف صدق کند زنجیره مارکف نامیده می‌شود. چنانچه هر فرآیند تنها به یک فرآیند قبل از خود وابسته باشد به آن تقریب اول زنجیره مارکف گفته می‌شود و در صورتی که هر فرآیند به دو یا سه فرآیند قبل از خود وابسته باشد به آن تقریب دوم و سوم زنجیره مارکف گفته می‌شود. تقریب اول زنجیره مارکف از تقریب‌های دوم و سوم ساده‌تر و کاربردی‌تر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

استان فارس در جنوب ایران بین طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ٤۲ دقیقه شمالی واقع شده و میانگین بارندگی سالانه در نقاط مختلف استان بین ۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر متغیر است (صادقی و همکاران[۱۳]، ۲۰۰۲). از آنجا که در اکثر مناطق استان فارس زمان تداوم بارندگی زیاد نیست و بارندگی‌های متوالی روزانه زیاد اتفاق نمی‌افتد، لذا در این تحقیق از تقریب اول زنجیره مارکف استفاده گردید. همچنین از آنجا که بیشتر بارندگی‌های این استان در ماه‌های آبان تا فروردین رخ می‌دهد، لذا در این تحقیق تنها این شش ماه سال در نظر گرفته شد. برای این منظور از آمار بارندگی روزانه کلیه سال‌های دارای آمار ٤۹ ایستگاه باران‌سنجی وابسته به سازمان آب استان فارس با حداقل ۱۵ سال آمار استفاده شد. نام ایستگاه‌ها و تعداد سال‌های دارای آمار هر ایستگاه در جدول ۱ و موقعیت مکانی ایستگاه‌های به کار رفته در این تحقیق در سطح استان فارس در شکل ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نام ایستگاه‌ها و تعداد سال‌های دارای آمار ایستگاه‌های به کار رفته در این تحقیق.

نام ایستگاه	سال‌های دارای آمار	نام ایستگاه	سال‌های دارای آمار	نام ایستگاه	سال‌های دارای آمار
آباده طشک	۳۱	دشتک	۲۱	جهرم	۳۷
ارسنجان	۳۱	دوبنه	۳۳	قطرویه	۱۸
امازاده اسماعیل	۲۵	سد دردوزن	۱۵	جووکان	۳۰
برغان	۳۲	سزوستان	۱۸	دهرود	۲٦
بن‌رود	۲۳	شهید	۳٤	دهرم	۲٤
بند بهمن	۳۳	شیراز (محل سازمان)	۳۷	باتون	۱۹
پل‌خان	۳۳	علی آباد خفر	٤۲	بوشیگان	۲۷
جمال‌بیگ	۳۵	فخرآباد رامجرد	۳۹	پیرمهلت	۲۳
چوخله	۳۱	قلات	۳۳	قائمیه	۱۸
جهان‌آباد بختگان	۳۷	گشنگان	۱۵	کوسنگان	۲۸
چم‌ریز	۳۸	مل قائدی	۳۲	قنبرآباد	۲٤
حسین‌آباد سراب	۳۱	موروزه	۳۲	کازرون	۲۷
خانزنیان	۳۱	درب قلعه	۳۷	نرگسی	۲٦
خرامه	۳۲	زرین دشت	۳۱	دریاچه پریشان	۲٤
خلار	۲۲	هکان	۱۵	پس قلات	۲۸
دشت‌ارژن	۲۷	هرگان	۳٦	جره	۳۷
دشتبال	۳۳				

11- Sadeghi et al.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطح استان فارس.

برای استفاده از تقریب اول زنجیره مارکف باید ماتریس انتقال دو در دو که نشان‌دهنده وضعیت وقوع یا عدم وقوع بارندگی در دو روز متوالی است، تعیین گردد. برای تعیین این ماتریس از آمار طولانی‌مدت بارندگی روزانه منطقه استفاده شده است. همچنین می‌توان از کلیه آمار موجود استفاده نمود و یک ماتریس کلی برای تمام سال به دست آورد. اما در این صورت احتمال پیش‌بینی وقوع و یا عدم وقوع بارندگی و همچنین تعیین دوره بازگشت دوره‌های مختلف خشکی در تمام ماه‌های سال یکسان می‌شود که این موضوع صحیح نمی‌باشد. از این رو بعضی از محققین برای تعیین ماتریس‌های انتقال از آمار بارندگی واقعی در ماه‌های مختلف سال استفاده کردند و برای ماه‌های مختلف سال، ماتریس‌های انتقال جداگانه‌ای به دست آوردند (هان و همکاران[۱۴]، ۱۹۷۶)؛ بنابراین با تعیین ماتریس‌های انتقال جداگانه برای هر ماه سال احتمال پیش‌بینی وقوع و یا عدم وقوع بارندگی و همچنین دوره بازگشت دوره‌های خشکی مختلف در تمام ماه‌های سال یکسان نمی‌گردد و نتایج به دست آمده به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود؛ لذا در این تحقیق با در نظر گرفتن حداقل بارندگی برابر با یک میلی‌متر و با استفاده از تقریب اول زنجیره مارکف، ماتریس‌های انتقال برای ماه‌های مختلف سال در هر ایستگاه به صورت جداگانه تعیین گردید. برای این منظور و بر اساس تقریب اول زنجیر مارکوف از روابط زیر استفاده شد (وولهایزر و رولدان[۱۵]، ۱۹۸۶):

$$P_{i,j(n)} = P(X_n = i \mid X_{n-1} = j) \qquad i, j = 0, 1 \quad n = 1, 2, 3, \ldots, 365 \qquad (۱)$$

$$P_{00} + P_{01} = 1 \qquad (۲)$$

$$P_{10} + P_{11} = 1 \qquad (۳)$$

12- Haan et al.
13- Woolhiser and Roldan.

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن‌ها P: احتمال بارندگی، صفر و یک به ترتیب نشان‌دهنده روزهای غیربارانی و بارانی، X_{n-1} و X_n: نشان‌دهنده وضعیت بارندگی یا عدم بارندگی در دو روز متوالی و n: برابر تعداد روزهای سال می‌باشد. معادله (۱) دارای چهار حالت است که به آن ماتریس انتقال گفته می‌شود. اجزای این ماتریس عبارتند از: P_{00}: احتمال آنکه یک روز غیربارانی باشد به شرط آنکه روز قبل از آن هم غیربارانی باشد، P_{01}: احتمال آنکه یک روز غیربارانی باشد به شرط آنکه روز قبل از آن بارانی باشد، P_{10}: احتمال آنکه یک روز بارانی باشد به شرط آنکه روز قبل از آن غیربارانی باشد و P_{11}: احتمال آنکه یک روز بارانی باشد به شرط آنکه روز قبل از آن هم بارانی باشد (وولهایزر و رولدان، ۱۹۸٦). برای تعیین مقادیر عددی P_{00}، P_{01}، P_{10} و P_{11} در هر ماه سال و هر ایستگاه، با توجه به تعریف‌های ذکر شده از یک برنامه رایانه‌ای نوشته شده به زبان فرترن پاور استیشن[16] استفاده گردید.

با محاسبه اجزای چهارگانه ماتریس انتقال در هر ماه سال و هر ایستگاه می‌توان پیش‌بینی وقوع و یا عدم وقوع بارندگی روزانه را انجام داد و مقدار باران در روزهای بارانی را نیز شبیه‌سازی نمود. جزئیات کامل این موضوع به عنوان نمونه برای منطقه باجگاه در استان فارس توسط فولادمند (۱۳۸۵) ارائه شده است. یکی دیگر از کاربردهای زنجیره مارکف تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت می‌باشد که چنانچه ذکر شد در زراعت و به خصوص در زراعت دیم دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. منظور از دوره خشک دنباله‌ای از روزهای خشک متوالی می‌باشد که قبل و بعد از آن روز بارانی است. برای برآورد این دوره بازگشت از معادله زیر استفاده می‌شود (ویکتور و ساستری[17]، ۱۹۷۹):

$$T_m = \frac{P_{01} + P_{10}}{N P_{01} P_{10} (P_{00})^{m-1}} \qquad (٤)$$

که در آن T_m: دوره بازگشت دوره خشک m روزه در هر ماه سال بر حسب سال و N: تعداد روزهای ماه مورد نظر می‌باشد. لذا با استفاده از معادله (٤) می‌توان دوره بازگشت دوره‌های خشکی m روزه (به عنوان مثال یک تا ۲۰ روز) را در هر ماه سال و در هر ایستگاه تعیین نمود. از مزایای این روش آن است که تنها بر اساس داده‌های بارندگی روزانه می‌توان دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت را به دست آورد و از محدودیت‌های این روش نیز آن است که برای تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت باید آمار بارندگی روزانه طولانی مدت منطقه مورد نظر موجود باشد و لذا در مناطقی که آمار بارندگی روزانه طولانی مدت موجود نیست، از این روش نمی‌توان برای تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت استفاده نمود. دلیل این امر این است که در صورت کم بودن آمار بارندگی

14- Fortran Power Station
15- Victor and Sastry

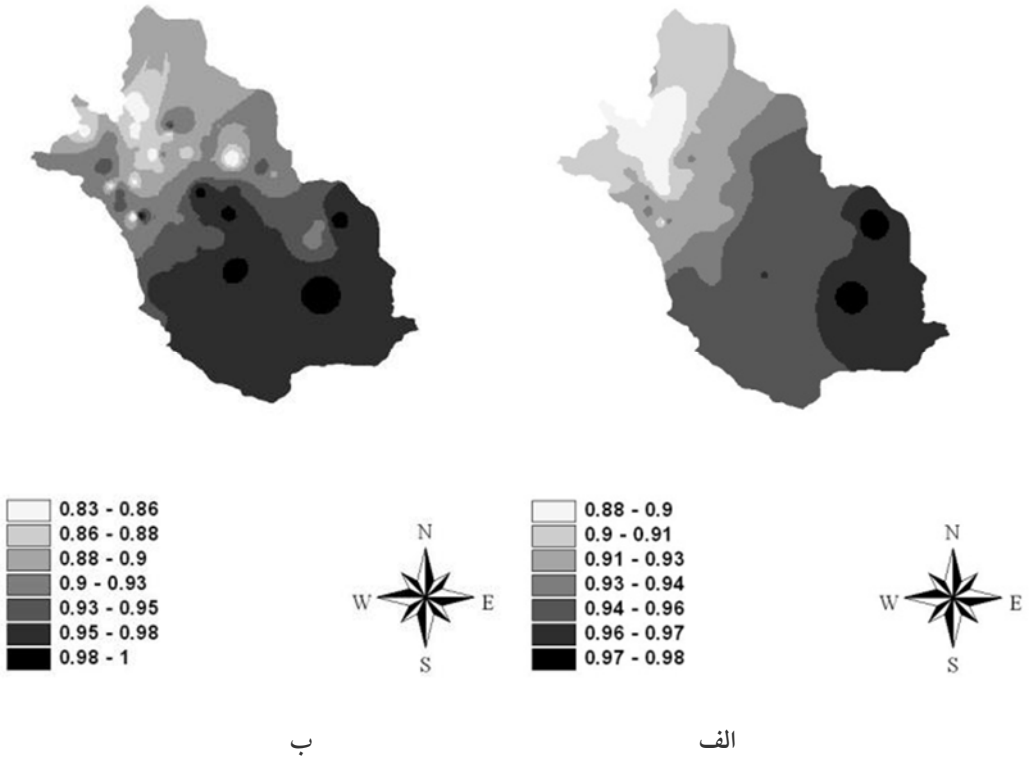
Archive of SID

www.SID.ir

روزانه، ماتریس‌های انتقال با دقت مناسبی برآورد نمی‌شوند. به همین علت در این تحقیق فقط از ایستگاه‌هایی استفاده شد که حداقل دارای ۱۵ سال آمار بارندگی روزانه بودند. بر این اساس در این تحقیق مقادیر عددی P_{00}، P_{01}، P_{10} و P_{11} ماه‌های آبان تا فروردین در هر ایستگاه به طور جداگانه تعیین گردید. سپس با استفاده از موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های محدوده تحقیق، نقشه‌های هم مقدار ماتریس‌های انتقال برای ماه‌های آبان تا فروردین در سطح استان فارس تهیه گردید. از طریق این نقشه‌ها می‌توان در هر منطقه از سطح استان فارس در ماه‌های آبان تا فروردین مقادیر چهارگانه ماتریس‌های انتقال را تعیین نموده و مقدار بارندگی روزانه را شبیه‌سازی و دوره بازگشت دوره‌های خشکی مورد نظر را تخمین زد. در ماه‌های اردیبهشت تا مهر به علت کمی بارش، شبیه‌سازی بارندگی روزانه و یا تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت اهمیت چندانی ندارد و از این رو نقشه‌های مورد نظر ارائه نشده است.

نتایج

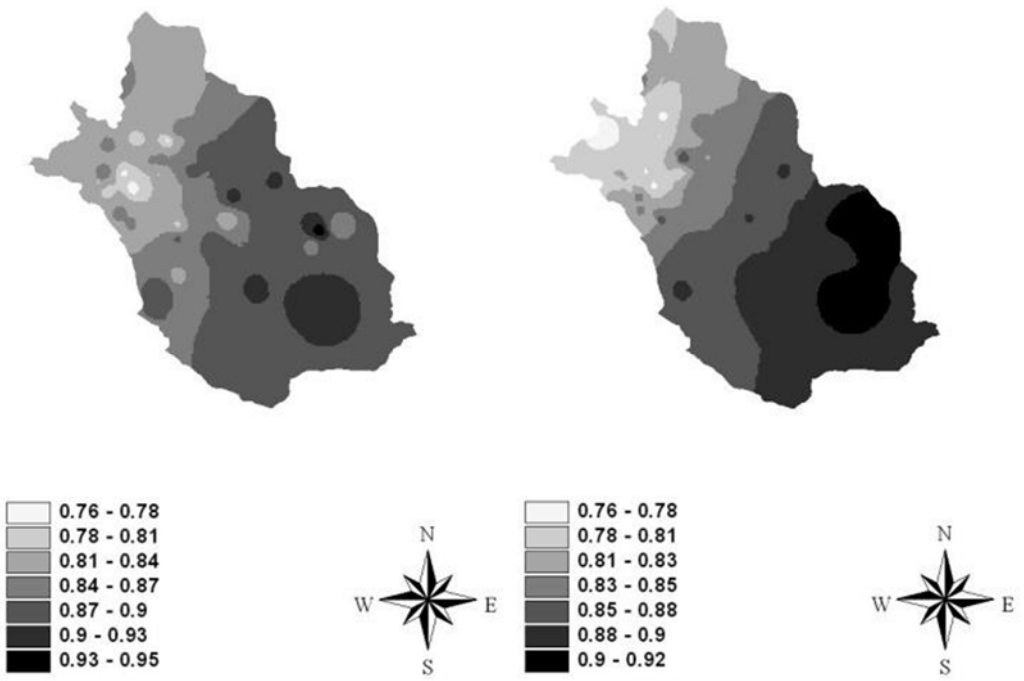
تغییرات مکانی مقادیر P_{00} و P_{10} در ماه‌های آبان تا فروردین در سطح استان فارس در شکل‌های ۲ تا ۷ ارائه شده است.



ب الف

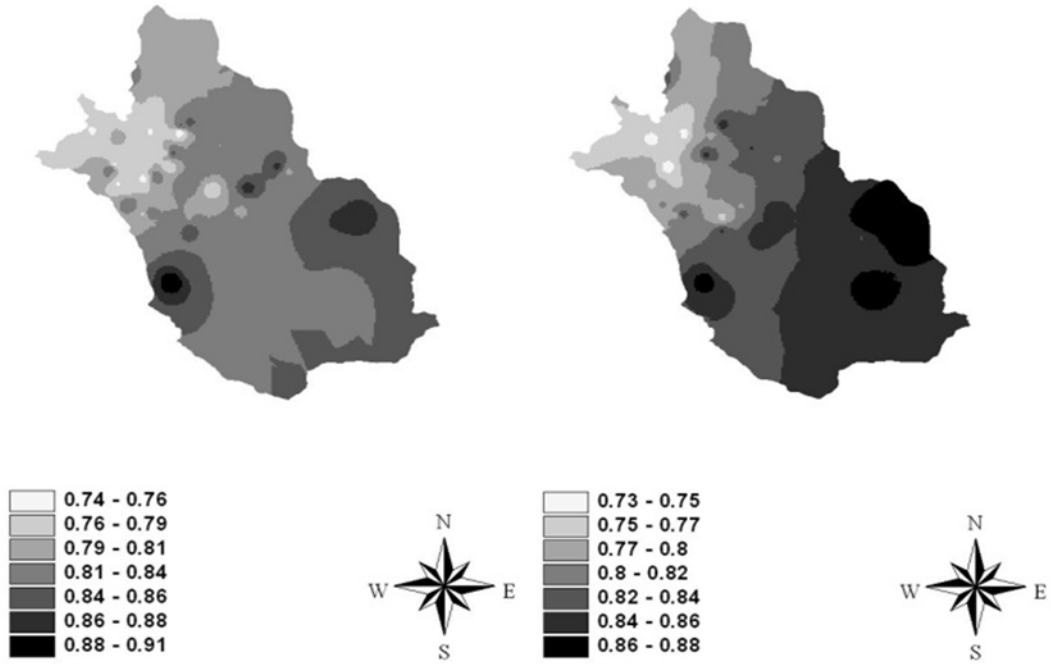
شکل ۲- تغییرات مکانی مقادیر P_{00} (الف) و P_{10} (ب) در ماه آبان در سطح استان فارس

www.SID.ir



ب الف

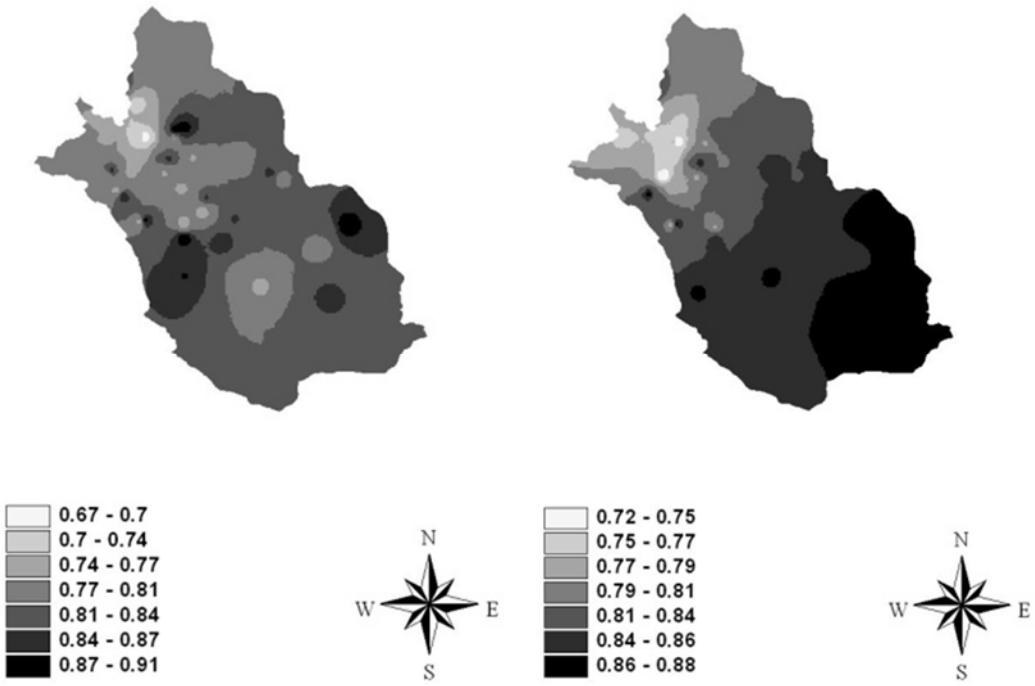
شکل ۳- تغییرات مکانی مقادیر P00 (الف) و P10 (ب) در ماه آذر در سطح استان فارس.



ب الف

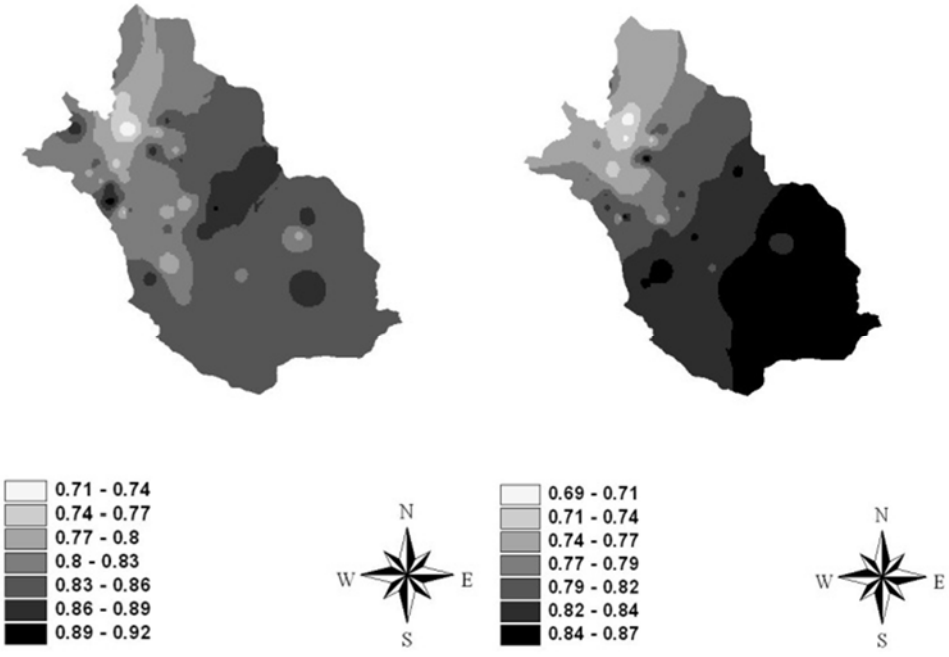
شکل ٤- تغییرات مکانی مقادیر P00 (الف) و P10 (ب) در ماه دی در سطح استان فارس.

www.SID.ir



ب الف

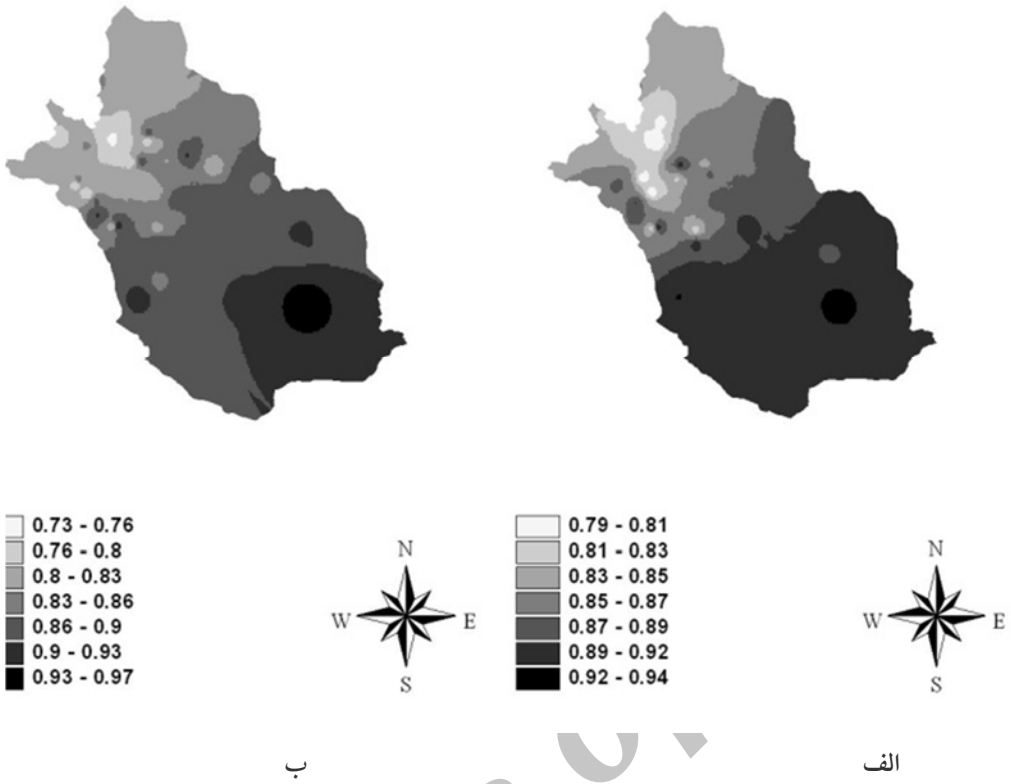
شکل ۵- تغییرات مکانی مقادیر P00 (الف) و P10 (ب) در ماه بهمن در سطح استان فارس.



ب الف

شکل ٦- تغییرات مکانی مقادیر P00 (الف) و P10 (ب) در ماه اسفند در سطح استان فارس.

www.SID.ir



شکل ۷- تغییرات مکانی مقادیر P00 (الف) و P10 (ب) در ماه فروردین در سطح استان فارس

مقادیر P_{01} و P_{11} در ماه‌های آبان تا فروردین در هر منطقه دلخواه نیز با توجه به نقشه تغییرات مکانی مقادیر P_{00} و P_{10} و با استفاده از معادله‌های ۲ و ۳ قابل محاسبه می‌باشد. چنانچه در این شکل‌ها مشاهده می‌شود، مقدار P_{00} در ماه اسفند کمتر و در ماه آبان بیشتر از سایر ماه‌های سال می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در ماه اسفند احتمال وقوع دو روز غیربارانی متوالی کمتر است و به عبارت دیگر در این ماه احتمال وقوع بارش در سطح استان فارس زیاد می‌باشد و از طرف دیگر دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت نیز در این ماه زیاد خواهد بود. عکس مطالب ذکر شده برای ماه آبان صادق است. به عبارتی احتمال وقوع بارش و دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت در سطح استان فارس در این ماه کمتر از ماه‌های آذر تا فروردین می‌باشد. از طرف دیگر چنانچه در شکل‌های ۲ تا ۷ مشاهده می‌شود، مقدار P_{10} در ماه بهمن کمتر و در ماه آبان بیشتر از سایر ماه‌های سال می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در ماه بهمن احتمال وقوع یک روز غیربارانی پس از یک روز بارانی خیلی زیاد نیست، به عبارت دیگر احتمال وقوع دو روز بارانی متوالی خیلی کم نمی‌باشد. اما در ماه آبان احتمال وقوع یک روز غیربارانی پس از یک روز بارانی زیاد است، به عبارت دیگر احتمال وقوع دو روز بارانی متوالی در این ماه زیاد نیست که این موضوع نیز نشان‌دهنده کمی بارش در این ماه در سطح استان فارس می‌باشد. همچنین مطابق

Archive of SID

www.SID.ir

شکل‌های ۲ تا ۷ مشاهده می‌شود که مقادیر P_{00} و P_{10} در ماه‌های آبان تا فروردین در جنوب استان زیاد بوده و به سمت شمال و شمال غرب استان کاهش می‌یابد؛ بنابراین احتمال وقوع بارش در ماه‌های ذکر شده در جنوب استان کم و به سمت شمال استان افزایش می‌یابد. همچنین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت در جنوب استان کم و به سمت شمال استان افزایش می‌یابد. به همین علت مناطق شمال و شمال غرب استان شامل شهرستان‌های سپیدان، کازرون و ممسنی مناسب‌ترین مناطق استان فارس برای کشت دیم گیاهان مختلف مانند گندم می‌باشند.

لازم به ذکر است که برای افزایش دقت پیش‌بینی بارندگی روزانه و تعیین دوره بازگشت دوره‌های خشکی متفاوت در ماه‌های مختلف سال ماتریس‌های انتقال برای هر ماه سال به صورت جداگانه محاسبه گردید و از یک ماتریس برای کل سال استفاده نشد. به همین علت نتایج به دست آمده با واقعیت نزدیکی بسیار بیشتری دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از آمار طولانی‌مدت بارندگی روزانه و با بکارگیری تقریب اول زنجیره مارکف، اجزای ماتریس انتقال دو در دو که نشان‌دهنده وضعیت وقوع یا عدم وقوع بارندگی در دو روز متوالی است، در مناطق مختلف استان فارس تعیین گردید. برای این منظور با توجه به نتایج گزارش شده به وسیله هان و همکاران (۱۹۷٦) برای ماه‌های مختلف (آبان تا فروردین)، ماتریس‌های انتقال جداگانه‌ای به دست آمد تا احتمال پیش‌بینی وقوع و یا عدم وقوع بارندگی و همچنین تعیین دوره بازگشت دوره‌های مختلف خشکی در هر ماه غیر یکسان شده و به واقعیت نزدیک‌تر باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که در ماه اسفند احتمال وقوع دو روز غیربارانی متوالی کمتر از سایر ماه‌های سال است و لذا احتمال وقوع دوره‌های خشکی متفاوت نیز در این ماه کمتر از سایر ماه‌های سال خواهد بود. از طرف دیگر نتایج نشان داد که احتمال وقوع دوره‌های خشکی متفاوت در جنوب و مرکز استان فارس زیاد بوده و به سمت شمال و شمال غرب این استان کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات کریمی و همکاران (۱۳۸۰) و مرادی و همکاران (۱۳۸٦) نیز نشان داده است که شدت و احتمال وقوع خشکسالی در شمال و شمال غرب استان فارس کمتر از سایر مناطق این استان است؛ بنابراین نتایج این تحقیق بیانگر آن است که مناطق شمال و شمال غربی استان فارس مناسب‌ترین مناطق برای کشت دیم گیاهان مختلف از جمله گندم می‌باشند. صادقی و همکاران (۲۰۰۲) نیز با در نظر گرفتن معیار نسبت بارندگی به تبخیرتعرق سالانه، مناطق شمال و شمال غربی استان فارس را به عنوان مناسب‌ترین مناطق برای کشت گندم دیم معرفی نموده‌اند که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد؛ لذا قسمت‌های مرکزی و جنوبی استان فارس برای کشت گیاهان دیم از جمله گندم مناسب نیستند که این موضوع با عملکرد کم گزارش شده در این مناطق در سال‌های مختلف همخوانی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

قدردانی

به این وسیله از معاونت پژوهشی شرکت سهامی مدیریت منابع ایران آب وابسته به وزارت نیرو که هزینه اجرای طرح پژوهشی «استفاده از زنجیر مارکوف برای پیش‌بینی دوره‌های خشکی (مطالعه موردی: استان فارس)» را تقبل نموده و این مقاله استخراج شده از قسمتی از طرح فوق می‌باشد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- آشگرطوسی، ش، علیزاده، ا، شیرمحمدی، ر. (۱۳۸٤)، «مدل‌سازی SARIMA بارندگی‌های فصلی (مطالعه موردی: الگوسازی و پیش‌بینی بارندگی در استان خراسان)، ***تحقیقات منابع آب ایران***،۱(۳): ٤۱-۵۳.

۲- رضیئی، ط، شکوهی، ع، ر، ثقفیان، ب. (۱۳۸۲)، «پیش‌بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی با استفاده از روش‌های احتمالاتی و سری‌های زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان)»، ***بیابان***، ۸(۲): ۲۹۲-۳۱۰.

۳- رضیئی، ط، دانش‌کار آراسته، پ، اختری، ر، ثقفیان، ب. (۱۳۸٦)، «بررسی خشکسالی‌های هواشناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکوف»، ***تحقیقات منابع آب ایران***، ۳(۱): ۲۵-۳۵.

٤- عساکره، ح. (۱۳۸۷)، «بررسی احتمال تواتر و تداوم روزهای بارانی در شهر تبریز با استفاده از مدل زنجیره مارکوف»، ***تحقیقات منابع آب ایران***، ٤(۲): ٤٦-۵٦.

۵- عساکره، ح. مازینی، ف. (۱۳۸۹). «بررسی احتمال وقوع روزهای خشک در استان گلستان با استفاده از مدل زنجیره مارکوف»، ***جغرافیا و توسعه***، ۱۷(۱): ۲۹-٤٤.

٦- علیزاده، ا، آشگرطوسی، ش. (۱۳۸۷)، «توسعه یک مدل برای پایش و پیش‌بینی خشکسالی (مطالعه موردی استان خراسان رضوی)»، ***آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)***، ۲۲(۱): ۲۲۳-۲۳٤.

۷- فولادمند، ح، ر. (۱۳۸۵)، «پیش‌بینی بارندگی روزانه و سالانه و تعداد روزهای بارانی در سال با استفاده از زنجیره مارکوف در یک منطقه نیمه خشک»، ***علوم کشاورزی***، ۱۲(۱): ۱۱۳-۱۲۵.

۸- کریمی، و.، کامکار حقیقی، ع. ا.، سپاسخواه، ع. ر.، خلیلی، د. (۱۳۸۰). «بررسی خشکسالی‌های هواشناسی در استان فارس»، ***علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی***، ۵(٤): ۱-۱۰.

۹- مرادی، ح. ر.، رجبی، م.، فرج‌زاده، م. (۱۳۸٦). «تحلیل روند و خصوصیات مکانی شدت خشکسالی‌های استان فارس»، ***تحقیقات مرتع و بیابان ایران***، ۱٤(۱): ۹۷-۱۰۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰- مقیمی، م، م، سپاسخواه، ع، ر. (۱۳۸۷)، «تولید داده‌های بارندگی در استان فارس در ایستگاه‌های فاقد آمار کافی»، ***علوم و مهندسی آبخیزداری ایران***، ۲(۳): ۱۱-۱۹.

11- Frost, A. J., Mehrotra, R., Sharma, A. and Srikanthan, R. (2009), "Comparison of statistical downscaling techniques for multisite daily rainfall condition on atmospheric variables for the Sydney region", ***Aust. J. Water Resour***. 13: 1-15.

12- Haan, C. T., Allen, D. M. and Street, J. O. (1976), "A Markov chain model of daily rainfall", ***Water Resour***. Res. 12(3): 443-449.

13- Jayawardena, A. W., Xu, P. C. and Li, W. K. (2009), "Rainfall data simulation by hidden Markov model and discrete wavelet transformation", ***Stochas. Environ. Res. Risk Assess***. 23: 863-877.

14- Jennings, S. A., Lambert, M. F. and Kuczera, G. (2010), "Generating synthetic high resulation rainfall time series at sites with only daily rainfall using a master-target scaling approach", ***J. Hydrol***. 393: 163-173.

15- Mehrotra, R., Srikanthan, R. and Sharma, A. (2006), "A comparison of three stochastic multi-site precipitation occurrence generators", ***J. Hydrol***. 331: 280-292.

16- Ochola, W. O., and Kerkides, P. (2003), "A Markov chain simulation model for predicting critical wet and dry spells in Kenya: Analysing rainfall events in the Kano plains", Irrig. Drain. 52(4): 327-342.

17- Paulo, A. A., Ferreira, E., Coelho, C., and Pereira, L. S. (2005), "Drought class transition analysis through Markov and Loglinear models, an approach to early warning", ***Agric. Water Manage***. 77: 59-81.

18- Sadeghi, A. R., Kamgar-Haghighi, A. A., Sepaskhah, A. R., Khalili, D., and Zand-Parsa, Sh. (2002), "Regional classification for dryland agriculture in southern Iran", ***J. Arid Environ***. 50: 333-341.

19- Sharma, T. C. (1996), "Simulation of the Kenyan longest dry and wet spells and the largest rain-sums using a Markov model", ***J. Hydrol***. 178: 55-67.

20- Srikanthan, R., Harrold, T. I., Sharma, A. and McMahon, T. A. (2005), "Comparison of two approaches for generation of daily rainfall data. Stochas", ***Environ. Res. Risk Assess***. 19: 215-226.

21- Victor, U. S., and Sastry, P. S. (1979), "Dry spell probability by Markov chain model and its application to crop development stages", ***Mausam***. 30(4): 479-484.

Archive of SID

www.SID.ir

22- Weng, Q. (2002), "Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling", ***J. Environ. Manage***. 64: 273-284.

23- Woolhiser, D., A., and Roldan, J. (1986), "Seasonal and regional variability of parameters for stochastic daily precipitation models: South Dakota, U. S. A", ***Water Resour. Res***. 22(6): 965-978.