نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۲، ص. ۱۱۸۹-۱۱۷۶

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No. 6, Jan.-Feb. 2014, p. 1176-1189

بررسی و تعیین آستانه و طول فصل بارانی برای مکان‌های مختلف شمال شرقی ایران (استان خراسان)

احسان عیشی رضایی[۱]- رستم یزدانی بیوکی[۲]- محمد بنایان اول[۳*]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۲/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۱۸

چکیده

شناسایی خصوصیات بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند شمال شرق ایران دارای نقش حیاتی در سازگاری و کاهش به اثرات خشکی است. هدف اصلی این مطالعه تعیین زمان شروع فصل بارانی و آستانه بارش روزانه با استفاده از مدل ارزیابی عدم قطعیت بارش بود. تاریخ شروع تجزیه و تحلیل (SAD) آغاز فصل بارش جدید در منطقه‌ای معین را مشخص می‌کند، درحالی‌که، تاریخ شروع فصل بارانی و پایان فصل بارانی برای تعیین طول فصل بارش استفاده می‌شود. در این مطالعه، هفده محل در شمال شرق ایران با اطلاعات بارش روزانه در دسترس (۲۴ تا ۴۸ سال) انتخاب شدند. سه دوره سالانه فصل بارانی به صورت ۱۲ مکان با یک دوره سالانه تک اوجی با مقادیر کوتاه‌تر در تابستان (دوره‌های A)، ۴ مکان تک اوجی با طول فصل بارانی کوتاه‌تر در ماه‌های فروردین و اسفند (دوره‌های B) و تنها یک محل با دوره سالانه دو اوجی (دوره‌های C) تعیین شد. این طبقه‌بندی‌ها با تجزیه و تحلیل روش‌های آماری چند متغیره تعیین گردید. SAD با تفاوت بین کوتاه‌ترین میانگین RSL و کوتاه‌ترین میانگین RSL روز اول هر ماه مشخص شد. با توجه به این روش مقادیر SAD برای کلاس‌های مختلف به عنوان: اول تیرماه در منطقه (A)، اول اسفندماه در منطقه (B) و اول بهمن‌ماه در منطقه (C) تعیین شد. آستانه مناسب بارش روزانه تنها برای ۳ مکان ۱/۰ میلی‌متر بود، و بالاترین مقدار این شاخص در منطقه تربت‌جام (۲/۲میلی‌متر) به دست آمد. در نتیجه مقدار ۱/۰ میلی‌متر که به طور رایج به عنوان آستانه بارش روزانه در حال استفاده است نیاز به تجدیدنظر دارد.

واژه‌های کلیدی: بارش، فصل بارانی، شروع فصل بارانی، پایان فصل بارانی، شمال شرق ایران

مقدمه

بارش یک عامل بسیار مهم برای فرایندهای مختلف ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، اکولوژیکی و کشاورزی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۱). الگوی نامنظم فصلی و میزان بارندگی به ویژه در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک، تعیین ویژگی‌های بارش فصلی را با مشکل مواجه ساخته است. برای نشان دادن طول فصل بارش در هر منطقه دو تعریف وجود دارد: ۱-سال هواشناسی که تجزیه و تحلیل بارندگی در اول دی‌ماه شروع و در ۳۱ دسامبر پایان می‌یابد. این تعریف برای برخی از مناطقی که بارندگی در تمام طول سال انتظار می‌رود استفاده می‌شود (۲۱). ۲ -سال هیدرولوژی که در آن تجزیه و تحلیل بارش در طول دوره خشکی به منظور جلوگیری از تقسیم باران‌ها به دو سال مختلف، شروع می‌شود (۱۴). تعریف دوم در نقاط محدودی که دوره خشک خاصی دارند مورد استفاده بوده است (۴). سال هیدرولوژی تعریف مناسبی برای تعیین طول فصل بارانی در شمال شرق ایران با بارندگی سالانه کمتر از ۲۳۰ میلی‌متر و روزهای بلند و خشک تابستان است.

تاریخ شروع تجزیه و تحلیل (SAD[۴]) به عنوان زمانی که در آن فصل جدید بارندگی شروع می‌شود، تعریف‌شده و بنابراین تمام تجزیه و تحلیل در ارتباط با شروع رژیم بارش سالانه در این روز شروع می‌شود (۱۴). تعیین دقیق شروع فصل بارانی، نقشی حیاتی در محاسبه پارامترهای مربوط به رژیم بارندگی از جمله، انتخاب بهینه زمان کاشت در زراعت دیم، برآورد طول فصل رشد گیاهان، جوانه زنی و سبز شدن بذر و احتمال رشد مطلوب گیاهان در محیط خشک و نیمه‌خشک مانند ایران دارد (۸).

دو عامل دیگر که تاریخ شروع فصل بارانی (RSBD[۵]) و تاریخ

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجویان دکتری و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: banayan@um.ac.ir)

4- Starting Analysis Date
5- Rainy Season Beginning Date

پایان فصل بارانی (RSED[1]) نامیده می‌شوند بر طول فصل بارانی تأثیر می‌گذارند. SAD در منطقه مشخص ثابت، اما RSBD و RSED در سال‌های گوناگون، متفاوت هستند (۱۳). چندین روش برای تعیین RSBD و RSED وجود دارد با این حال این روش‌ها به دو گروه تقسیم‌شده‌اند. گروه اول RSBD را به عنوان روزی که در آن مقدار مشخصی از بارندگی اندازه‌گیری و یا انباشته می‌شود، تعریف کرده‌اند. گرامزو و هنری (۹) با استفاده از یک دوره پنج ساله بارانی با ۲۵ میلی‌متر و یا بیشتر برای نشان دادن شروع و پایان فصل بارش در منطقه استوایی آمریکای مرکزی، استفاده کردند. استرن (۱۸) شروع فصل بارانی را به عنوان اولین وقوع ۲۰ میلی‌متر باران در طول ۲ روز متوالی تعریف کرد. پاز و کوتیل (۱۲) زمان درصد انباشته شدن (DAP[2]) را به عنوان روز مشخصی که در آن مقدار خاصی از بارندگی انباشته‌شده بود، تعریف کردند. شروع و پایان فصل بارانی در مناطقی با میزان بارندگی کم و دوره خشک طولانی، بارندگی به صورت پراکنده با مقدار کم حادث می‌شود. این قبیل بارندگی‌ها بعد و یا قبل از دوره‌های خشک طولانی حادث می‌شوند (۱۲). بنابراین، تجزیه و تحلیل فصل بارانی از اولین روز بارانی تا آخرین روز، دوره درازمدت خشکی را که به طور معمول در مناطق نیمه‌خشک در جریان SAD اشتباه رخ می‌دهد، حذف می‌کند. در این آزمایش از پاز و کوتیل (۱۲) که تعریف RSBD و RSED را برای تعیین تاریخ مناسب شروع تجزیه و تحلیل بارش پیشنهاد کردند، استفاده کردیم. آن‌ها RSBD را به عنوان DAP10 (روزی که ۱۰ درصد از بارش سالانه، انباشته‌شده است) و RSED را به عنوان DAP90 (روزی که ۹۰ درصد از بارش سالانه، انباشته‌شده است) تعریف نمودند. در نهایت، طول فصل بارانی را با تفاوت بین DAP90 و DAP10 تعیین کردند.

رژیم بارش در هر منطقه معین، معمولاً می‌تواند با تغییر دوره‌های خشک و مرطوب نشان داده شود. دوره‌های خشک، مجموعه روزهای متوالی بدون هیچ‌گونه بارندگی موثر و یا کمتر از حد آستانه بارندگی روزانه (DRT[3]) را نشان می‌دهند (۱۱). هر دوره بارندگی، حداقل قبل و یا بعد از یک روز خشک حادث می‌شود. به طور مشابه، یک دوره خشک مجموعه‌ای از روزهای خشک متوالی است که قبل و یا بعد از حداقل یک روز بارانی حادث شده باشد (۱۶). مقادیر آستانه بارش روزانه بین ۰/۱ میلی‌متر (۱۹) تا ۴۰ میلی‌متر است (۶) که بر اساس هدف از کاربرد تعیین شده است، با این وجود به طور معمول آستانه بارش روزانه ۱/۰ میلی‌متر است که برای اکثر مناطق استفاده می‌شود (۱۷). انتخاب مقادیر کم DRT ممکن است بارش‌های بی‌اثر را به اندازه بارش‌های موثر مورد توجه قرار دهد. با این حال انتخاب مقادیر بالا برای DRT ممکن است احتمال بارندگی موثر را کاهش دهد. بنابراین رژیم بارندگی به تنها یک یا دو وقوع بارندگی شدید بسیار حساس می‌شود (۱۳). تجزیه و تحلیل بارش روزانه جهت تعیین بارش‌های شدید در سرتاسر بخش‌های شرقی و جنوب غربی استرالیا در طول قرن بیستم تغییر یافت. در روش جدید، به جای بکار بردن یک آستانه ثابت برای همه ۹۱ ایستگاه‌هایشان، آن‌ها آستانه‌های متفاوت را برای هر یک از ایستگاه‌های مختلف با استفاده از درصد معینی از کل بارش محاسبه کردند (۱۰).

استان خراسان با ۲۴۸/۰۰۰ کیلومترمربع مساحت در شمال شرق ایران یکی از مهم‌ترین مراکز تولید غلات در ایران است (۲). به گزارش بنایان و همکاران (۳) همبستگی بالایی بین عملکرد گندم و جو با تغییرات بارش در این منطقه وجود دارد. بیش از ۶۰ درصد از زمین‌های کشت شده در این منطقه تحت کشاورزی دیم هستند، بر این اساس تعیین SAD و DRT می‌تواند به بهبود مدیریت تولید غلات دیم کمک نماید. این مطالعه به منظور تعیین تاریخ شروع تجزیه و تحلیل (SAD) و طول فصل بارانی (RSL[4]) و آستانه بارش روزانه (DRT) برای مکان‌های مختلف شمال شرقی ایران (استان خراسان) انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان خراسان با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه جنوبی و ۳۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه غربی و ۶۱ درجه شرقی در شمال شرقی ایران با ۲۴۸/۰۰۰ کیلومترمربع مساحت واقع شده است (شکل ۱). متوسط بارندگی در این منطقه بین ۱۴۷ میلی‌متر (فردوس) در بخش جنوبی تا ۲۶۹ میلی‌متر (بجنورد) در بخش شمالی متغیر است. زراعت دیم غلات با ۲۵۵/۲۹۹ هکتار اراضی کشت نقش حیاتی در زندگی ۶ میلیون نفر که در این منطقه ساکن هستند را تعیین می‌کند. به طور کلی، از تیر تا شهریور در شمال شرقی ایران میزان بارندگی اندک است (۳).

داده‌های آب و هوا

داده‌های بارش روزانه از ۱۷ ایستگاه‌های مختلف اقلیمی در سراسر شمال شرقی ایران جمع‌آوری شد (شکل ۱).

دوره ثبت اطلاعات ۴۸ سال (۱۹۶۱-۲۰۰۹) برای ایستگاه‌های مشهد، بجنورد، بیرجند، سبزوار، تربت‌حیدریه بود و ۲۴ سال (۱۹۸۵-۲۰۰۹) برای قوچان، گلمکان، گناباد، کاشمر، نیشابور، سرخس، تربت‌جام، بشرویه فردوس، قاین، خور و نهبندان بود، ویژگی‌های آب و هوایی مکان‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

1- Rainy Season Ending Date
2- Date of Accumulated Percentage
3- Daily Rainfall Threshold
4- Rainy Season Length

شکل ۱- مناطق مورد مطالعه در شمال شرق ایران

جدول ۱- خصوصیات ایستگاه‌های هواشناسی

مکان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	طول دوره داده‌ها	کل بارش سالانه (میلی‌متر)
بیرجند	59^0 12'E	32^0 52'N	۱۹۶۱-۲۰۰۹	۱۶۶
بجنورد	57^0 19'E	37^0 28'N	۱۹۶۱-۲۰۰۹	۲۶۹
قوچان	58^0 30'E	37^0 04'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۷۱
کاشمر	58^0 28'E	35^0 12'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۲۰۴
مشهد	59^0 38'E	36^0 16'N	۱۹۶۱-۲۰۰۵	۲۵۶
سبزوار	57^0 43'E	36^0 12'N	۱۹۶۱-۲۰۰۹	۱۹۲
سرخس	61^0 10'E	36^0 32'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۹۰
تربت‌حیدریه	59^0 13'E	35^0 16'N	۱۹۶۱-۲۰۰۹	۲۷۵
بشرویه	57^0 27'E	33^0 54'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۰۱
فردوس	58^0 10'E	34^0 01'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۵۰
قائن	59^0 10'E	33^0 43'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۷۵
نهبندان	60^0 02'E	31^0 32'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۵۷
گلمکان	59^0 17'E	36^0 29'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۲۱۴
گناباد	58^0 41'E	34^0 21'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۴۵
نیشابور	58^0 48'E	36^0 16'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۲۴۰
خور	58^0 26'E	32^0 56'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۰۵
تربت‌جام	60^0 35'E	35^0 15'N	۱۹۸۵-۲۰۰۹	۱۷۶

تاریخ شروع تجزیه و تحلیل (SAD)

تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار MATLAB R2009b با توجه به مدل ارزیابی عدم قطعیت بارش (RUEM 5) انجام شد (۱۵). شناسایی کوتاه‌ترین فصل بارانی، یا طولانی‌ترین دوره خشک در طول سال به منظور حفظ تداوم فصل بارانی ضروری است (۱۵). جهت تخمین این مقدار، RSL برای هر روز میلادی به عنوان SAD برای همه سال‌ها و ایستگاه‌های مورد مطالعه، با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید:

$$RSL = DAP90 - DAP10 \quad (۱)$$

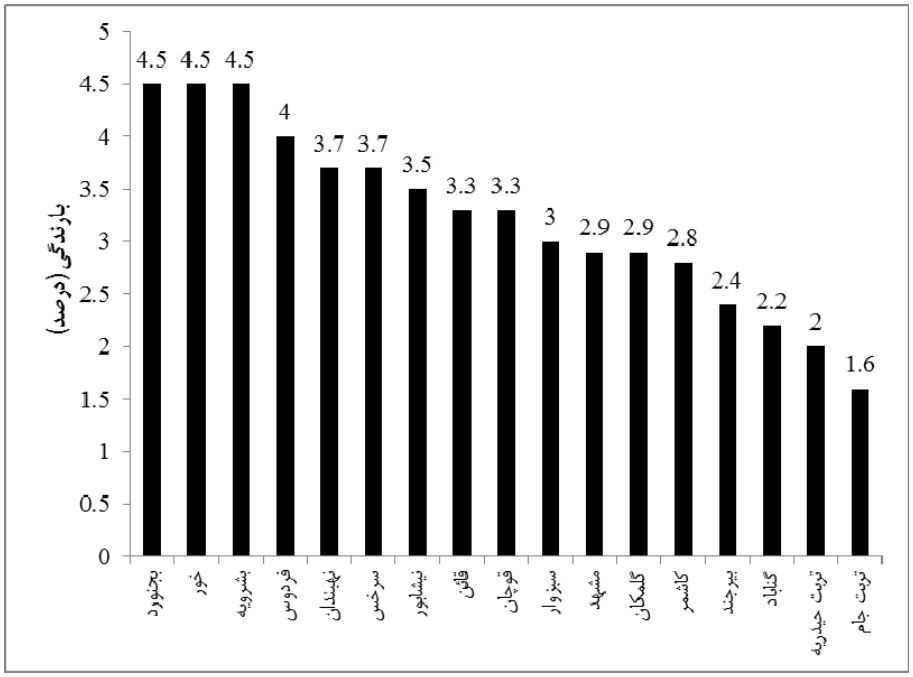
میانگین RSL برای هر روز میلادی و پس از آن مقادیر میانگین ۳۶۵ RSL از تمام ۱۷ ایستگاه محاسبه شد و به یک ماتریس ۴۱×۳۶۵ تبدیل و همبستگی بین هر جفت ممکن از ایستگاه محاسبه شد. تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای جهت اختصاص دادن منطقه مورد مطالعه به زیر مکان‌هایی که با توجه به SAD های آن‌ها از یکدیگر تفاوت داشتند، انجام شد. از آنجائیکه تعیین دیگر متغیرهای بارش مانند روزهای خشک با توجه به بارندگی قبلی نیاز به داده‌های ماهانه داشتند، به این دلیل داده‌های ماهانه به جای داده‌های روزانه برای تعیین آستانه بارش روزانه مورد استفاده قرار گرفت. SAD توسط تفاوت بین حداقل RSL سالانه (کوتاه‌ترین میانگینRSL) و میانگین RSLاز روز اول هر ماه محاسبه شد. بنابراین SAD فصل بارانی به عنوان اولین روز ماه تنظیم شد، که این تفاوت کوچک‌ترین بود (۱۴).

آستانه بارش روزانه (DRT)

مجموع بارش سالانه با توجه به SAD که قبلاً برای تمام ایستگاه‌ها و برای کل سال‌های در دسترس مشخص شد، محاسبه گردید. میانگین کل بارش‌ها بر اساس دو آستانه محاسبه شد: DRT برابر با ۰/۱ میلی‌متر، که حداقل آستانه ممکن بود و DRT برابر با ۱ میلی‌متر، که به طور رایج در بسیاری از مطالعات استفاده می‌شود (۷). نسبت بین ۰/۱ و ۱ میلی‌متر آستانه‌های بارش روزانه توسط معادله ۲ محاسبه شد (۱۶):

$$Ratio = \left(\frac{Total_{(DRT=0.1)} - Total_{(DRT=1.0)}}{Total_{(DRT=1.0)}}\right) \times 100 \quad (۲)$$

معادله فوق برای تعیین درصد مقدار بارش انباشته‌شده میان آستانه حداقل ممکن و آستانه‌ای که به طور متداول استفاده می‌شود، انجام شد. این نسبت برای همه ایستگاه محاسبه گردید (شکل ۲). بالاترین نسبت در مناطق بجنورد، خور و بشرویه حاصل شد (۴/۵ درصد) و کمترین نسبت مربوط به تربت‌جام بود (۱/۶ درصد). برای افزایش اطمینان از تعیین DRT مناسب، ۵ درصد به عنوان نسبت ثابت برای همه نقاط بین دو آستانه تعیین شد و در نتیجه ۹۵ درصد از بارش کل در تمام ایستگاه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۲- درصد بارندگی بین ۰/۱ و ۱/۰۰ میلی‌متر آستانه بارش روزانه

DRT از ۰/۱ میلی‌متر تا ۱۰/۰ میلی‌متر با افزایش ۰/۱ میلی‌متر برای تمام مکان مورد مطالعه محاسبه شد. مقدار برابر با ۹۵ درصد از کل بارش (DRT=۰/۱) (۱۶). تعیین DRT برای تربت جام به عنوان مثال در شکل ۳ نشان داده شده است. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Sigma plot ver 10 استفاده شد.

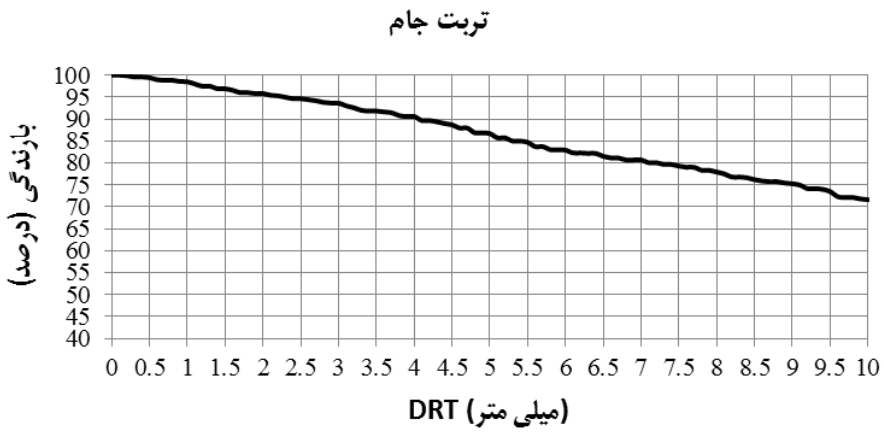
نتایج و بحث

روند طول فصل بارانی بر اساسSAD

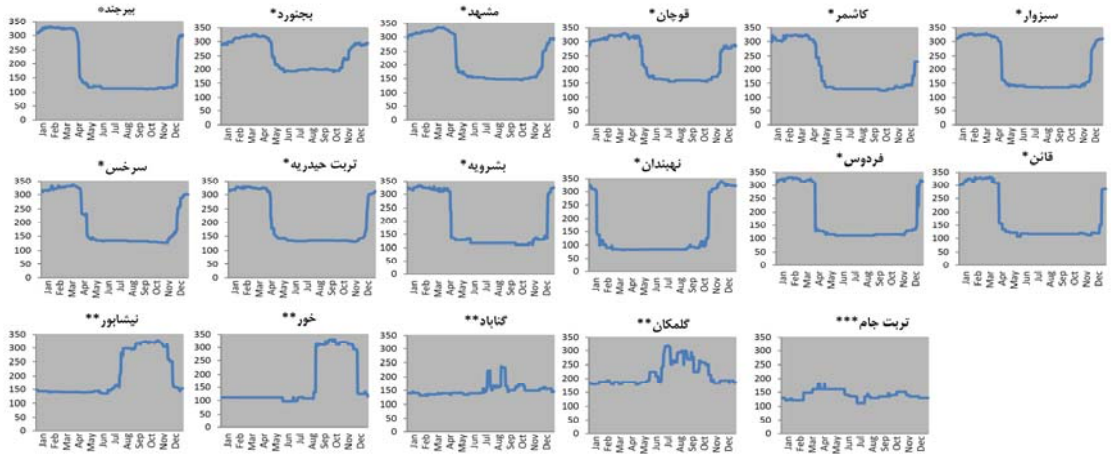
نتایج ما سه دوره سالانه متفاوت را برای مکان‌های مختلف نشان داد. مناطق بیرجند، بجنورد، مشهد، قوچان، کاشمر، سبزوار، سرخس، تربت‌حیدریه، بشرویه، نهبندان، فردوس و قائن یک دوره سالانه تک اوجی با طول فصل بارانی کوتاه‌تر در تابستان (دوره A) را نشان داد (شکل ۴). مناطق نیشابور، خور، گناباد و گلمکان یک تک اوجی با طول فصل بارانی کوتاه در فروردین‌ماه و اسفندماه (دوره B) را نشان داد (شکل ۴). با این حال، تنها تربت‌جام دوره سالانه دو اوجی را نشان داد (دوره C) (شکل ۴).

ماتریس همبستگی

ماتریس همبستگی برای تمام حالات ممکن بر اساس مقادیر میانگین RSL ۳۶۵ در مناطق مورد مطالعه محاسبه گردید.

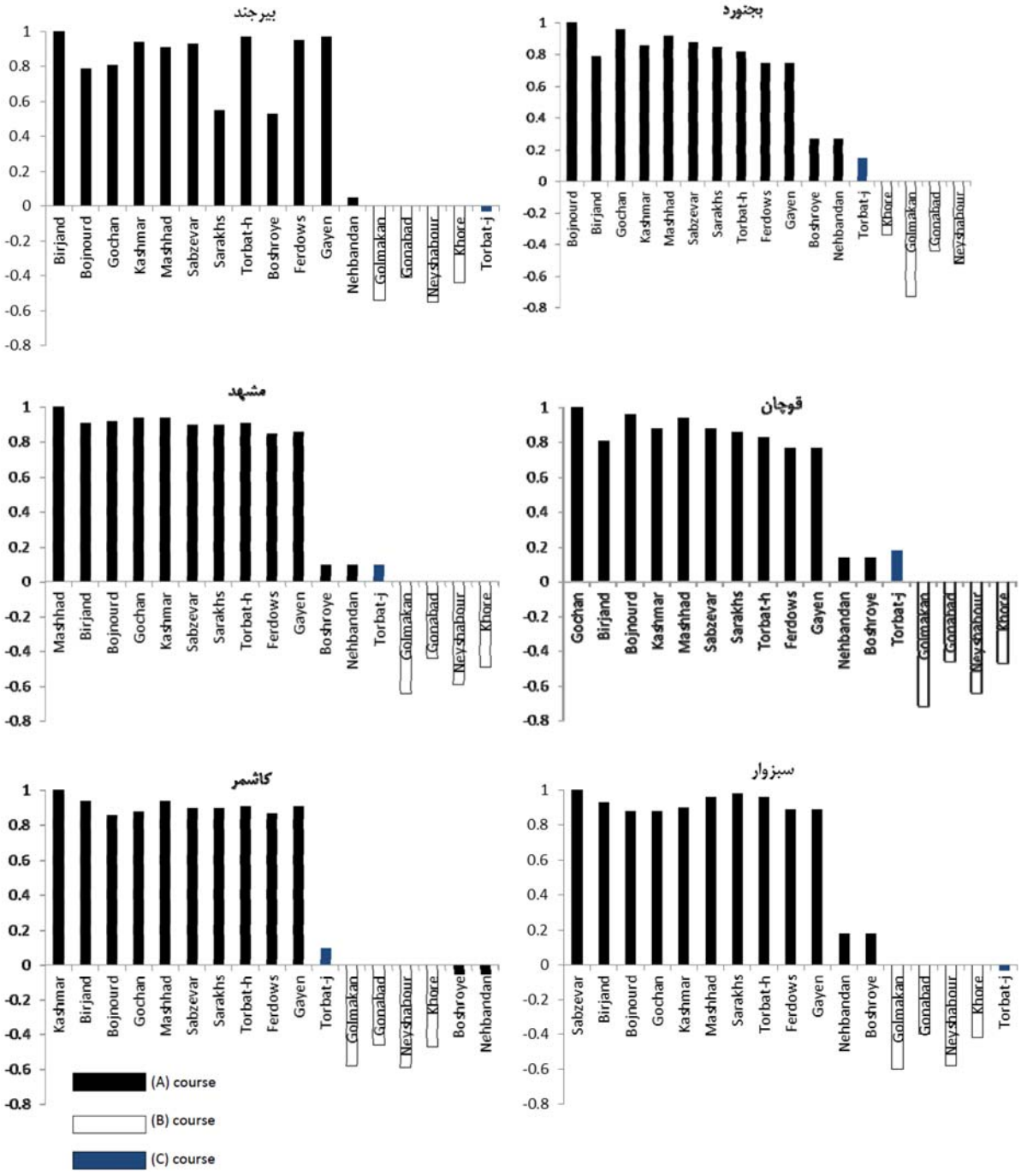


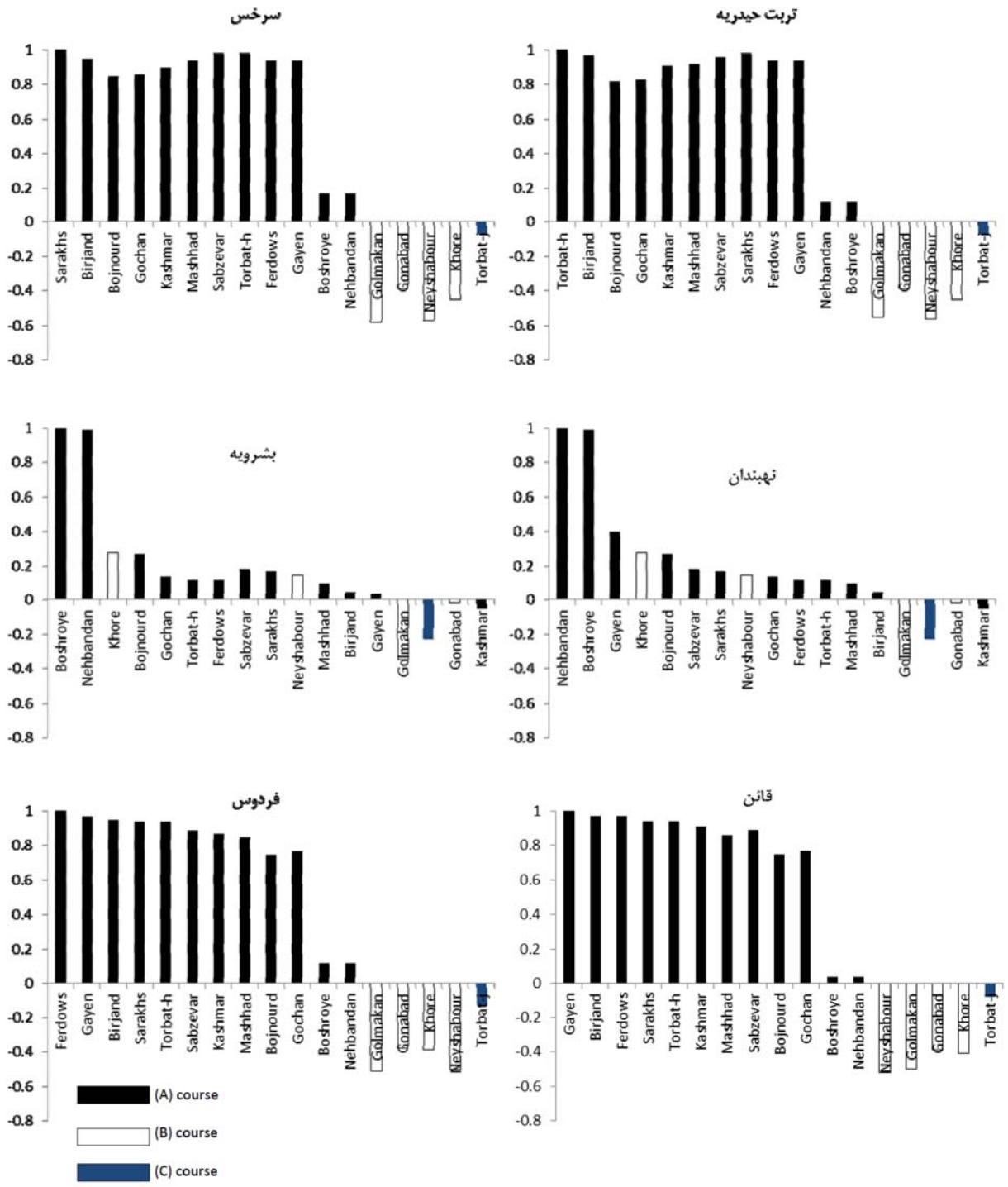
شکل ۳- آستانه بارش روزانه در تربت‌جام (برابر با ۹۵ درصد کل بارش)

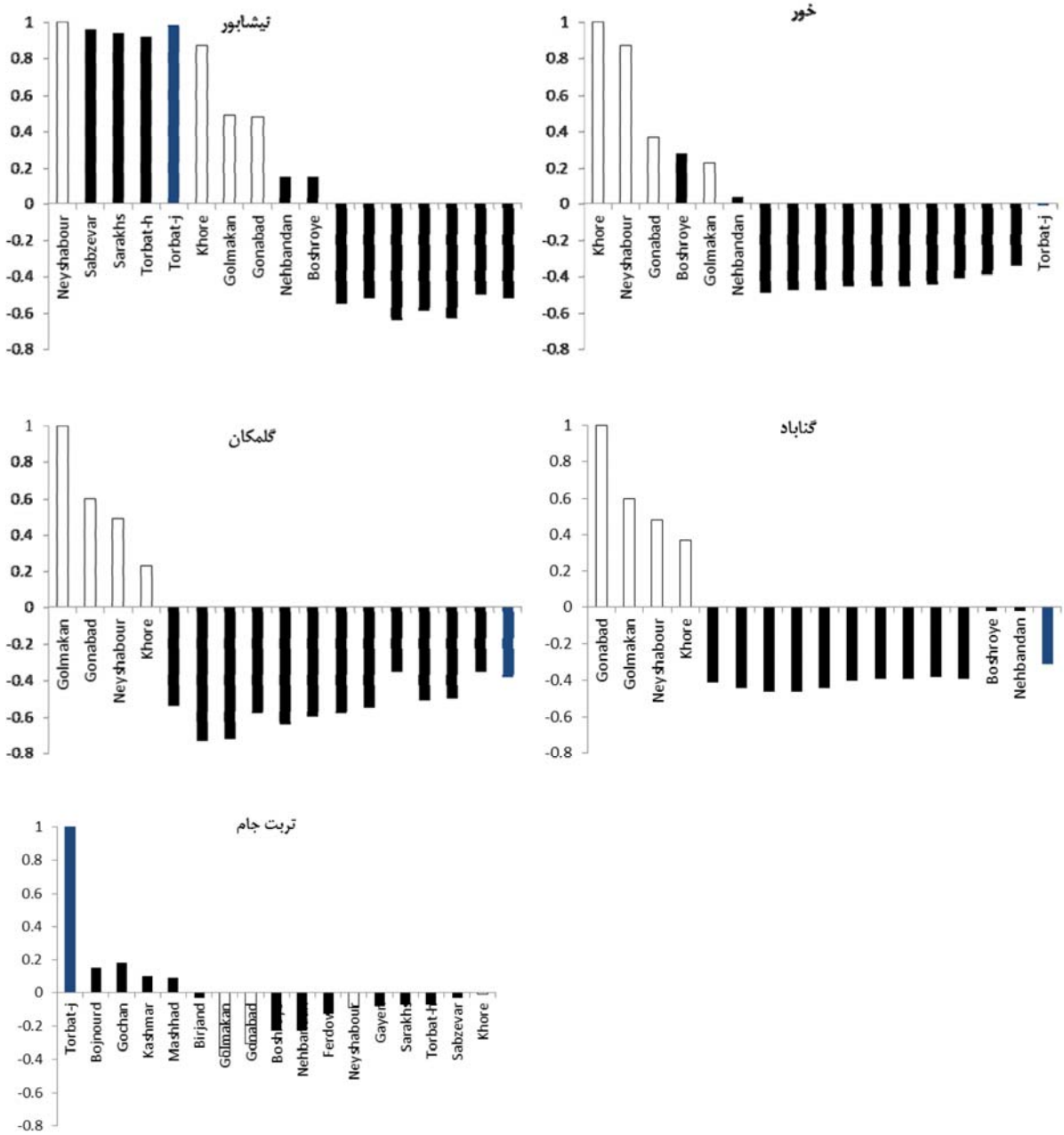


شکل ٤- دوره سالانه طول فصل بارانی (*: دوره سالانه A، **: دوره سالانه B و *: دوره سالانه C)**

ضرایب همبستگی بین تمام نقاط به صورت سه گروه دوره سالانه که قبلاً ذکر شد، نشان داده شده است (دوره‌های A، B و C) (شکل ۵). نقاط مورد مطالعه با همبستگی‌های مثبت در گروه‌های مشابه طبقه‌بندی شد، با این حال تربت‌جام تنها جایی ست که در دوره سالانه (B) که همبستگی مثبت ولی غیر معنی‌دار با بجنورد، قوچان، کاشمر و مشهد داشت، طبقه‌بندی گردید (شکل ۵).




سرخس
Sarakhs Birjand Bojnourd Gochan Kashmar Mashhad Sabzevar Torbat-h Ferdows Gayen Boshroye Nehbandan Golmakan Gonabad Neyshabour Khore Torbat-j
تربت حیدریه
Torbat-h Birjand Bojnourd Gochan Kashmar Mashhad Sabzevar Sarakhs Ferdows Gayen Nehbandan Boshroye Golmakan Gonabad Neyshabour Khore Torbat-j
بشرویه
Boshroye Nehbandan Khore Bojnourd Gochan Torbat-h Ferdows Sabzevar Sarakhs Neyshabour Mashhad Birjand Gayen Golmakan Gonabad Kashmar
نهبندان
Nehbandan Boshroye Gayen Khore Bojnourd Sabzevar Sarakhs Neyshabour Gochan Ferdows Torbat-h Mashhad Birjand Golmakan Gonabad Kashmar
فردوس
Ferdows Gayen Birjand Sarakhs Torbat-h Sabzevar Kashmar Mashhad Bojnourd Gochan Boshroye Nehbandan Golmakan Gonabad Khore Neyshabour Torbat-j
(A) course
(B) course
(C) course
قائن
Gayen Birjand Ferdows Sarakhs Torbat-h Kashmar Mashhad Sabzevar Bojnourd Gochan Boshroye Nehbandan Neyshabour Golmakan Gonabad Khore Torbat-j

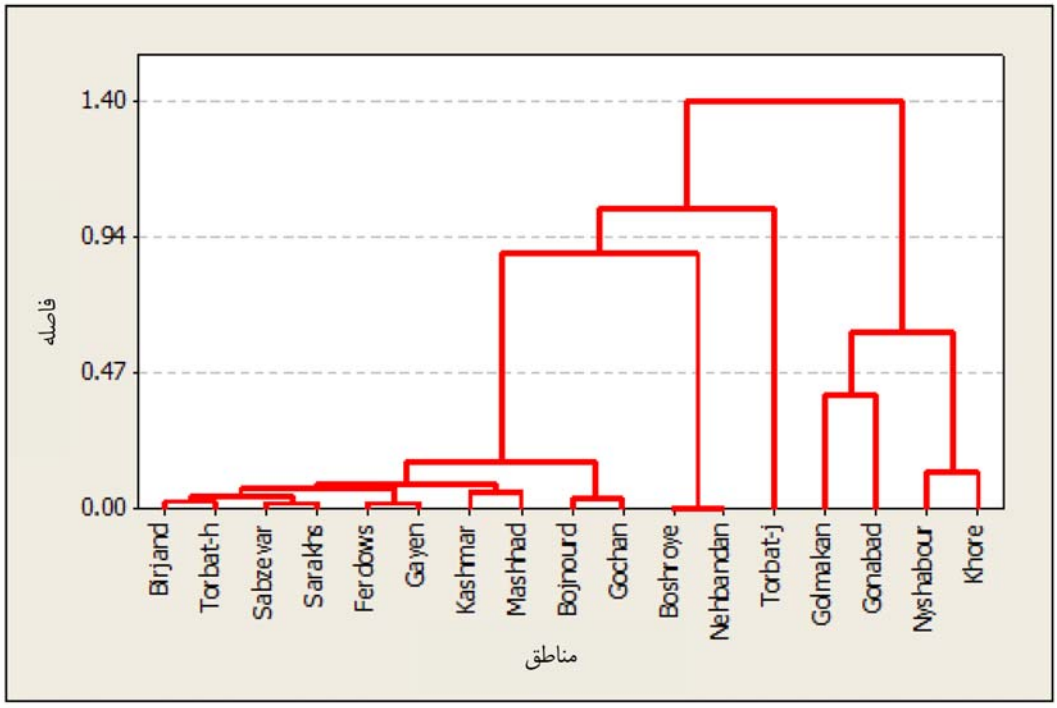


شکل ۵- همبستگی بین تمام نقاط با توجه به دوره سالانه مختلف طول فصل بارانی

تحلیل چند متغیره

تحلیل چند متغیره شامل فن‌هایی جهت تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌هایی با بیش از یک متغیر اختصاص داده شده است (۲۰). تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای را به عنوان تحلیل چند متغیره برای طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه برای زیر منطقه‌های مختلف به وسیله تشابه در تغییرات سالانه در طول فصل بارانی به کار گرفته شد.

تجزیه خوشه‌ای در فاصله ۰/۹۴ منجر به سه خوشه مختلف A شامل: بیرجند، بجنورد، مشهد، قوچان، کاشمر، سبزوار، سرخس، تربت‌حیدریه، بشرویه، نهبندان، فردوس و قائن (شکل ۶) و خوشه B شامل: نیشابور، خور، گناباد و گلمکان بود (شکل ۶)، و در نهایت، تربت‌جام در خوشه C قرار گرفت (شکل ۶). با این حال، تعداد خوشه‌ها به دو خوشه در فاصله ۴۰ /۱ کاهش یافت.



شکل ٦- تجزیه خوشه‌ای برای طبقه‌بندی مکان‌های مورد مطالعه

تجزیه به عامل‌ها یک روش معمول آماری در رابطه با کاهش مجموعه‌ای از متغیرهای قابل‌مشاهده در تعداد کمتری از فاکتورهای پنهان است، استفاده می‌شود (۵). نتایج تجزیه به عامل‌ها، دو گروه بارز از مناطق را نشان داد، ۱۲ منطقه (بیرجند، بجنورد، مشهد، قوچان، کاشمر، سبزوار، سرخس، تربت‌حیدریه، بشرویه، نهبندان، فردوس و قائن در عامل (A) دسته‌بندی شدند که ۷۰ درصد واریانس را توضیح داد (شکل ۷). علاوه بر این، ۴ مکان (نیشابور، خور، گناباد و گلمکان) متعلق به عامل B که دارای ۲۸/۳