

فراکای روند بارش در ایران و ارتباط آن با واداشت های پیوند از دور

محمد احمدی^{۱*}، امان اله فتح نیا^۲، شعیب آب خرابات^۳

۱. کارشناس اقلیم‌شناسی اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه، دکترای آب و هواشناسی دانشگاه تربیت مدرس.

۲. استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه.

۳. دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز.

چکیده

در سال‌های اخیر کاهش و نوسان بارش در سطح کشور بحران‌های زیست-محیطی زیادی ایجاد نموده است؛ شناخت دلایل این بردایی‌ها جهت برنامه‌ریزی توسعه پایدار محور، ضروری می‌باشد. در این تحقیق ابتدا سری زمانی و روند بارش میانگین کشور و بارش‌های ایستگاهی بررسی و در نهایت ارتباط بارش کشور با نوسان و تغییر واداشت‌ها بزرگ اقلیمی تبیین شده است. این پژوهش در دو مرحله انجام گردید: نخست داده‌های ۳۴ الگوی پیوند از دور از مرکز اقیانوسی و جوشناسی ملی نوا (NOAA) و سایر مراکز در دوره آماری ۲۰۰۹-۱۹۶۵ گردآوری شد؛ سپس داده‌های بارش ماهانه ۳۶ ایستگاه اصلی هواشناسی کشور با طول دوره‌ی آماری مشابه از سازمان هواشناسی دریافت گردید. بررسی روندها نشان داد که اغلب ایستگاه‌های مورد مطالعه دچار کاهش بارش شده‌اند؛ به طوری که با استفاده از آزمون من‌کندال سری زمانی بارش میانگین کشور نشان دهنده روند کاهشی معنادار بارش می‌باشد. نقشه‌های چولگی و کشیدگی بارش سالانه نشان دهنده فراوانی بیشتر سال‌های بارشی کمتر از نرمال در بیشتر نقاط کشور به ویژه در نیمه‌ی جنوب شرقی و طی دهه‌ی گذشته است. بررسی روند بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان دهنده کاهش بارش است که در نیمه شمال غربی کشور از سایر مناطق معنی‌دار تر و شدیدتر است. همچنین در نقشه ضریب تغییر بارش سالانه به طور واضحی نوسانهای سال به سال زیاد بارش بویژه در نیمه جنوب شرقی کشور دیده می‌شود. با استفاده از رویکرد تحلیل مسیر مشخص شد که پویایی و نوسان همرفت در شرق اقیانوس هند (نوسان ماندن - جولین)، موثرترین الگوی پیوند از دور کنترل‌کننده بارش میانگین کشور می‌باشد.

واژگان کلیدی: پیوند از دور، روند بارش ایران، نوسان اقلیم.

¹ Email: moahmadi04@gmail.com

مقدمه

کریچاک و آلپرت (۲۰۰۷)^۳ با تحلیل میزان همبستگی بین بارش ماهانه و شاخص EAWR به این نتیجه رسیدند که در سالهای با شاخص پایین EAWR بارش سه ماهه دسامبر تا فوریه در منطقه مدیترانه بیشتر زیر تاثیر شارش‌هایی است که توده‌های هوا را از اقیانوس اطلس به حوضه مدیترانه انتقال می‌دهد. نپان و کوک (۲۰۱۳) در یک مدل‌سازی با افزایش یک تا یک و نیم کلونین بر دمای اقیانوس اطلس مشاهده نمودند که بارش منطقه ساحل و غرب آفریقا افزایش می‌یابد. تعریف و مطالعه شاخص‌های پیوند از دور در منطقه خاورمیانه هنوز اندک می‌باشد. از کارهای مهم در این منطقه بررسی مراکز عمل و مراکز فشاری که با هم از دور همبستگی دارند، می‌باشد: (Kutiel and Benaroch, 2002; Kumar et al., 2004; Kutiel and Helfman, 2002). در یک تحقیق کاربردی مشخص شد که فاز النینو سبب کاهش بارش و خشکسالی در حوضه رودخانه نیل آبی می‌شود (Zaroug et al., 2014). بی‌هنجاری مثبت دمای سطحی شمال غرب اقیانوس آرام گرمسیری با تضعیف شارش‌های مرطوب نیمگان، روی بارش جنوب غرب چین تاثیر منفی دارد (Wang et al., 2015).

در ایران نیز تحقیقات متعددی در این زمینه صورت گرفته است: ناظم السادات (۱۳۷۷) در مطالعه خود مشخص نمود که دمای سطح خلیج فارس با بارش ایستگاه‌های جنوبی و جنوب غربی کشور در فصل زمستان همبستگی معکوس و معناداری را نشان می‌دهد. غیور و خسروی (۱۳۸۰) در مطالعه خود مشخص نمودند که در رخداد النینو، رودباد نزدیک حاره (STJ) مسیر جنوبی تری را می‌پیماید. پیشوایی و همکاران (۱۳۸۵) در محیط مدل گردش منطقه ای جنوب کشور، رابطه معنی داری بین دو شاخص "NAO" و "SOI" با بارش و دمای منطقه نیافتند. معتمدی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه خود مشخص نمودند که بارش و دمای استان خراسان نیز زیر تاثیر انسو می‌باشد. مسعودیان (۱۳۸۷) در مطالعه خود مشخص نمود که ارتباط بارش ۲۵ ایستگاه اصلی کشور و برخی شاخص‌های اقلیمی در فصل بهار از کمترین میزان همبستگی برخوردار است.

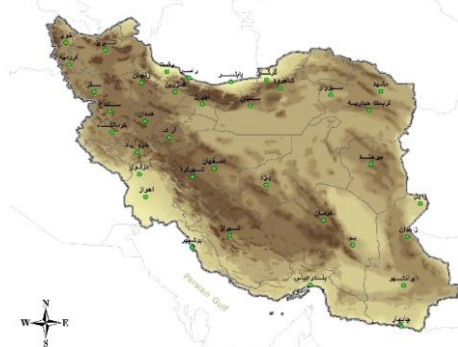
یکی از مهمترین عوامل اثر گذار بر نوسانات و تغییرات آب و هوایی سال به سال در یک منطقه، الگوها و شاخص‌های الگوهای پیوند از دور می‌باشند. این الگوها‌های اقیانوسی-جوی معیارهایی هستند که بوسیله آنها تغییرات زمانی شدت و تغییرات مکانی الگوهای گردش جو اندازه گیری شده؛ بنابراین رابطه و همبستگی معنی دار بین تغییرات زمانی دو الگو یا سیستم گردش که در مسافتی دور از هم قرار دارند «پیوند از دور»^۱ نامیده می‌شود (علیچانی، ۱۳۸۱). همچنین پیوند از دور راهی برای خلاصه نمودن الگوهای جوی، توصیف فرایندهای انتقال گرما، انرژی، رطوبت و تکانه زمین و درک بهتر و ارزیابی چگونگی تغییر آب و هوا و اکوسیستم‌های منطقه ای است؛ (Schwing et al., 2008). امروزه مقوله پیوند از دور حتی به مباحث اجتماعی و اقتصادی نیز وارد شده و بحث پیوند از دور اجتماعی مطرح شده است (Moser et al, 2015).

والاس و گوتزتر (Wallace and Gutzler, 1981) با استفاده از داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین در یک دوره ۱۵ ساله چند شاخص پیوند از دور به روش ماتریس همبستگی بین هر نقطه شبکه با نقاط شبکه‌های دیگر و بردارهای ویژه ارائه نمودند. نیتو و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی سال‌های (۱۹۵۸-۱۹۹۸) داده‌های سیستم‌های کم ارتفاع بسته در نیم کره شمالی دریافتند که در فازهای NAO+ تعداد و تداوم این سامانه‌ها افزایش می‌یابد. نصر... و همکاران (Nasrallah et al., 2001) بر اساس داده‌های ۱۹۵۸ تا ۱۹۹۸ مدلی جهت پیش بینی بارش زمستانه بر اساس پدیده‌ی انسو برای کویت ارائه نمودند. موناهان و همکاران (۲۰۰۳)^۲ با یک مطالعه به روش تحلیل عاملی دریافتند که النینو و لانیو به ترتیب از طریق اثر در فاز PNA+ و PNA- بر گردش عمومی جو نیم کره شمالی و تاوه قطبی اثر می‌گذارند. شوشیر و مینوب (۲۰۰۵) نشان داده‌اند که نوسان PDO در قرن بیستم دارای دو دوره تقویت از ۱۵ تا ۲۵ سال و از ۵۰ تا ۷۰ سال بوده است.

می‌باشد. بنابراین با مروری مختصر بر تحقیقات انجام شده، اهمیت الگوهای پیوند از دور و لزوم شناخت و بررسی آنها بیش از پیش نمایان می‌گردد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از داده‌های بارش ۳۶ ایستگاه همدید اصلی کشور طی دوره ۲۰۰۹-۱۹۶۵ م استفاده گردید. ایستگاه‌های مورد مطالعه طوری انتخاب شده اند که بازتاب دهنده نواحی آب و هوایی متنوع کشور باشند؛ شکل (۱). در ادامه ابتدا داده‌های ۳۴ شاخص پیوند از دور از مرکز معتبر هواشناسی جهانی NOAA^۱ در مقیاس ماهانه تهیه شد (نام و تعریف طبق جدول ۱). سپس پس از تحلیل و روندیابی سری‌های زمانی بارش ایستگاه‌های اصلی کشور، اقدام به کشف روابط بین شاخص‌های پیوند از دور و بارش با استفاده از روش همبستگی پیرسن، رویکرد تحلیل مسیر (Path Analysis) و رگرسیون چند متغیره در مقیاس همزمان گردید. البته مقیاس همزمان خود دارای معایبی می‌باشد؛ به طوری که الگوهای دور تر با تاخیر زمانی بیشتری اثر خود را بر بارش کشور نشان می‌دهند تا الگوهای منطقه ای نزدیک تر با ایران، اما با استناد به برخی نتایج کار لو و والیسر^۲ (۲۰۱۲) که اعتقاد دارند اثرات همدید ناهنجاری‌های دمایی مناطق حاره طی دو هفته در سرتاسر اتمسفر کره زمین انتشار می‌یابند این مشکل تا حدی قابل حل می‌گردد.



شکل ۱- توزیع فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

یاراحمدی و عزیز (۱۳۸۶) نشان دادند که نوسان اطلس شمالی (NAO) با ۳۵٪ بارش ماه‌های اکتبر، نوامبر، دسامبر، مارس و اوت ایران رابطه دارد. خسروی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیق خود روی شاخص AO به این نتیجه رسیدند که این نوسان با دمای کمینه ایستگاه شهرکرد رابطه معکوس و معناداری دارد. صلاحی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه خود مشخص نمودند که ارتباط معکوس، ضعیف ولی معناداری بین شاخص NAO و بارش ایستگاه‌های تبریز، جلفا و اهر دیده شده است. فاتحی (۱۳۸۵) در مطالعه خود مشخص نمود که ارتباط بین شاخص خشکسالی SPI ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبریز دریاچه ارومیه و پنج شاخص پیوند از دور مهم بصورت ارتباط بارز SOI با بارش پاییزه و NAO با بارش زمستانه می‌باشد. اکبری و مسعودیان (۱۳۸۶) در مطالعه خود مشخص نمودند که در نیم کره شمالی ۱۴ الگوی پیوند از دور شناسایی شده اند، هیچیک از این الگوهای پیوند از دور توان تبیین درصد بزرگی از تغییرات دمای قلمرو وسیعی از ایران را در همه ماه‌های سال ندارند. کریمی خواجه لنگی (۱۳۸۵) در مطالعه خود مشخص نمود که بارش ایستگاه شهرکرد بویژه بارش پاییزه با یک تاخیر ۴ ماهه با دمای منطقه نینو ۳ اقیانوس آرام همبستگی معکوس دارد. شائمی برزکی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه خود مشخص نمودند که در سالهای النینو توفان‌های حاره ای اقیانوس آرام به سمت نواحی شمالی تر جابجا می‌شوند. زاهدی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه خود مشخص نمودند که در فاز مثبت NAO پر فشار آزور قوی تر می‌شود. بابائیان و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که مهمترین کانون‌های تغییر در غرب اقیانوس هند واقع در مجاورت سواحل سومالی، سواحل جنوبی هند، شرق مدیترانه - دریای سیاه و شمال دریای عرب واقع می‌باشند. ریوندی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که وردایی ارتفاع تراز ۵۰۰ ه پ در حوضه مدیترانه ی شرقی و ایران در فاز مثبت NAO از فاز منفی آن بیشتر است. عرفانیان و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از شبکه‌های عصبی با ورودی شاخص‌های پیوند از دور نشان دادند که شاخص نینو ۲، موثرترین شاخص برای پیش‌بینی دما و بارش مشهد

1. <http://www.esrl.noaa.gov>

2. Lau and Waliser, 2012

جدول ۱. فهرست و تعریف مهمترین شاخص های پیوند از دور جهانی مطالعه شده در این تحقیق

شاخص	تعریف لاتین	تعریف فارسی / منطقه / ناحیه
۱	AO	الگوی شمالگان Arctic Oscillation
2	AMO	نوسان چند دهه ای اقیانوس اطلس (تفاضل دمای SST منطقه ۲۵ تا ۶۰ درجه شمالی و ۷ تا ۷۵ درجه غربی از دمای میانگین کره زمین)
3	CACO	نوسان خزر و آفریقای مرکزی در سطح بالا Central Africa – Caspian Oscillation
۴	EA	الگوی اطلس شرقی East Atlantic
5	EAWR	الگوی شرق اقیانوس اطلس و غرب روسیه East Atlantic – West Russian
6	EPNP	الگوی شرق آرام – شمال آرام East Pacific-North Pacific ~ EPO
7	GTA	ناهنجاری دمای کره زمی Global Temperature Anomaly
8	IOD	الگوی دوقطبی اقیانوس هند Indian Ocean Dipole
9	MEI	شاخص چند متغیره انسو Multi ENSO Index
10	MJOs	نوسان مادن-جولین در تمام مناطق ۱۰ گانه با درجه طول جغرافیایی در ادامه نام شاخص Madden and Julian Oscillation
11	NAO	شاخص نوسان شمالی North Atlantic Oscillation
12	NCP	الگوی دریای شمال- خزر در سطح بالا North Sea- Caspian Pattern
۱۳	NOI	نوسان شمالی اقیانوس آرام (تفاضل: پرفشار اقیانوس آرام شمالی از فشار حوالی داروین North Oscillation Index)
14	NP	الگوی نوسان فشار آرام شمالی: قطب سوی ۳۰ تا ۶۵ درجه شمالی از 160°E-140°W North Pacific
15	PDO	نوسان دهه ای دمای شمال اقیانوس آرام Pacific Decadal Oscillation
16	Phase	نمایه فاز نوسان مادن- جولین Phase Index
۱۷	PNA	الگوی اقیانوس آرام و شمال آمریکا Pacific North American
18	POL	الگوی قطب / اوراسیا Polar/Eurasia patterns
19	QBO	شبه نوسان دوساله (میانگین باد مداری تراز ۳۰ ه پ روی خط استوا) Quasi Biannual Oscillation at 30mb
۲۰	SOI	شاخص نوسان جنوبی (با استفاده از داده های فشار دو ایستگاه داروین و تاهیتی) Southern Oscillation index
۲۱	SST1.2	نوسان دمای اقیانوس آرام در منطقه نینو ۱/۲ (شرق اقیانوس، 10S-0, 90W-80W) Sea Surface Temperature in Niño 1.2 regional
۲۲	SST3	نوسان دمای اقیانوس آرام در منطقه نینو ۳ (مرکز اقیانوس) Sea Surface Temperature in Niño 3 regional
۲۳	SST3.4	نوسان دمای اقیانوس آرام در منطقه نینو ۳/۴ (مرکز اقیانوس، 5N-5S, 170-120W) Sea Surface Temperature in Niño 3.4 regional
۲۴	SST4	نوسان دمای اقیانوس آرام در منطقه نینو ۴ (غرب مرکزی اقیانوس، 5N-5S, 160E-150W) Sea Surface Temperature in Niño 3.4 regional
۲۵	SSTs	میانگین نوسان دمای اقیانوس آرام (تمام مناطق چهارگانه اقیانوس) Sea Surface Temperature in all Niño regional
۲۶	TNA	الگوی گرمسیری اطلس شمالی (ناهنجاری دمای میانگین در ۵،۵ تا ۲۳،۵ درجه شمالی و ۱۵ تا ۵۷،۵ درجه غربی) Tropical North Atlantic
۲۷	TNI	الگوی انتقالی و اختلافی نینو ۱،۲ و ۴ Trans Nino Index
۲۸	TrdWnd200	شاخص (شاخص باد های شرقی در سطح ۲۰۰ ه پ شرق اقیانوس آرام): Zonal Wind at 200 hpa level
۲۹	TrdWnd850	شاخص (شاخص باد های شرقی در سطح ۸۵۰ ه پ غرب اقیانوس آرام): ^50 mb Trade Wind Index (135°East-180°West) 5°North-5°South West Pacific
۳۰	TSA	الگوی گرمسیری اطلس جنوبی (ناهنجاری دمای میانگین در ۲۰ تا ۲۰ درجه جنوبی و ۱۰ شرقی تا ۳۰ درجه غربی) Tropical South Atlantic
۳۱	WHWP	الگوی استخر گرم نیم کره غربی جنوبی (ناهنجاری دمای میانگین ناحیه ای بیشتر از ۲۸،۵ درجه در شمال شرق اقیانوس آرام و اقیانوس اطلس) Western Hemisphere Warm Pool
۳۲	WMI	الگوی نوسان غرب مدیترانه West Mediterranean Index(Oscillation)
۳۳	WP	الگوی غرب اقیانوس آرام West Pacific
۳۴	ZnWnd200	شاخص وزش باد مداری در سطح ۲۰۰ ه پ (شاخص شرقی ها) 200 (mb) Zonal Winds Equator (165°West-110°West)

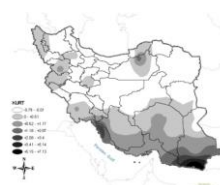
بحث و نتایج

ویژگی های بارش میانگین کشور

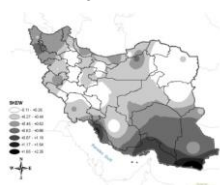
بارش کشور» در نظر گرفته می شود؛ چرا که بارش میانگین واقعی کشور با توجه به تعداد کم ایستگاه های مطالعه شده در این تحقیق با این مقدار اختلاف دارد. ایستگاه های رشت، رامسر، بابلسر، گرگان، خرم آباد، سقز، کرمانشاه، سنندج و دزفول به ترتیب بیشتر از میانگین کشور و سایر ایستگاه ها کم تر از میانگین کشوری بارش دریافت می نمایند. در

از بین ۳۶ ایستگاه دارای آمار بلند مدت طی دوره آماری ۲۰۰۹-۱۹۶۵ ایستگاه رشت پر بارش ترین ایستگاه (۱۳۵۵،۱ م) و ایستگاه بم (۵۶،۱ م) کم بارش ترین ایستگاه می باشند. میانگین بارش کشور نیز ۳۳۳،۶ م می باشد؛ که از این پس این مقدار را «به عنوان میانگین

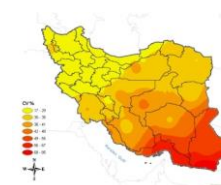
در شکل های ۴ پراکنش انواع آماره های توصیفی بارش سالانه کشور نشان داده شده است. نقشه های بیشترین و کمترین بارش فرین سالانه هر ایستگاه با نقشه بارش میانگین کشور انطباق دارد که امری طبیعی است (نقشه ها نشان داده نشده است). نقشه های کمترین و بیشترین بارش فرین سالانه نیز با هم انطباق دارند ولی نکته مهم اختلاف مکانی بارش در نقشه بیشینه بارش و کمینه بارش می باشد؛ به طوری که بیشینه بارش ممکن سواحل جنوبی کشور نزدیک به بیشینه بارش نیمه شمال غربی کشور، که پر بارش ترین قسمت کشور است؛ می باشد؛ ولی بارش کمینه بیشتر مناطق جنوبی کشور نزدیک به هم است. این استنباط می تواند نشان دهنده ی پتانسیل بالای بارش در سواحل جنوبی به دلیل رطوبت ویژه و مطلق در دسترس بالا باشد ولی به دلیل کمبود مکانیزم سیاره ای و منطقه ای صعود از شمال به جنوب کشور، بارش شمال سالانه و کمینه بارش ممکن از سایر مناطق کشور کمتر می باشد. این تفسیر در مورد نقشه انحراف معیار بارش سالانه نیز صدق می کند. نقشه های چولگی و کشیدگی بارش سالانه نشان دهنده فراوانی بیشتر سال های بارشی کمتر از نرمال در بیشتر نقاط کشور به ویژه در نیمه ی جنوب شرقی کشور است. در نقشه ضریب تغییر بارش سالانه به صورت واضحی نوسانهای سال به سال زیاد بارش بویژه در نیمه جنوب شرقی کشور دیده می شود. نکته مهم در این نقشه جدایی مناطق مختلف به صورت مورب از شمال غرب به جنوب شرق کشور است؛ که می تواند یک انعکاس سینوپتیکی مسیر عبور و فرکانس جنوب غربی به شمال غربی سامانه های بارشی در طول سال باشد.



کشیدگی بارش سالانه کشور



چولگی بارش سالانه کشور

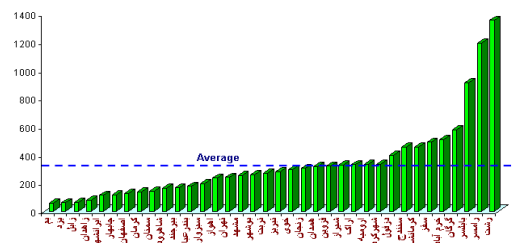


ضریب تغییر بارش سالانه کشور، %

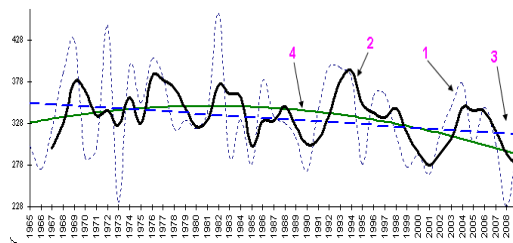
شکل ۴. نقشه های مختصات آماری بارش سالانه ایران

باشد. با عقب نشینی حلقه بادهای غربی به تدریج از ماه مه و جولای بادهای شرقی در منطقه جنوب شرق کشور به کشور نفوذ کرده و یک هسته بارشی مجزایی در پهنه نقشه

ایستگاه های ارومیه و شهرکرد با توجه به این تعریف، بارشی در حد میانگین کشوری در طول سال ریزش دارد. پر بارش ترین سال کشور سال ۱۹۸۲ با میانگین ۴۶۰٫۶ م م و کم بارش ترین سال کشور سال ۲۰۰۸ با میانگین ۲۲۸٫۴ م م می باشند (شکل ۲). سری زمانی بارش میانگین کشور نشان دهنده روند کاهشی بارش بوده که البته معنی دار هم است (با استفاده از آزمون من کندال). از سال ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۸ شرایط بهینه بارشی در کشور روی داده که با توجه به نمودار پیش و پس از این دوره فراوانی و به تعبیر بهتر شدت سال های کم بارش (خشکسالی ها) بیشتر از سایر دوره ها می باشد (شکل ۳).



شکل ۲. بارش میانگین سالانه ایستگاه های منتخب به ترتیب مقدار بارش میانگین سالانه



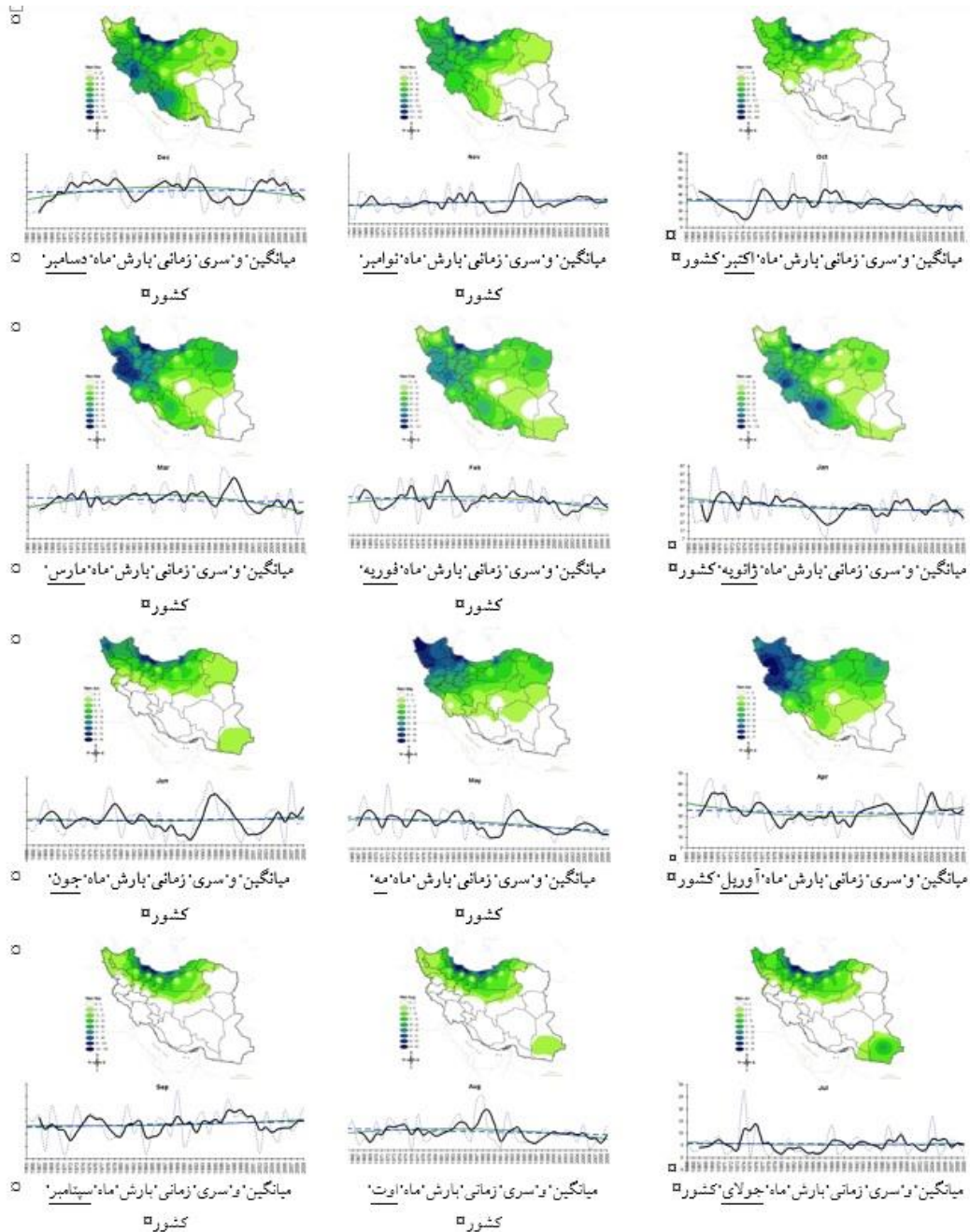
شکل ۳. سری زمانی بارش میانگین کشور، ۱: بارش سالانه، ۲: میانگین لغزان ۳ ساله، ۳: روند خطی بارش، ۴: روند نمایی بارش

بارش ماه های مختلف ایستگاه ها در شکل های ۵ نشان دهنده آغاز بارش ها از ماه اکتبر از شمال غرب کشور و کاهش و در نهایت قطع آن نیز از ماه مه در این منطقه می

باشد. با عقب نشینی حلقه بادهای غربی به تدریج از ماه مه و جولای بادهای شرقی در منطقه جنوب شرق کشور به کشور نفوذ کرده و یک هسته بارشی مجزایی در پهنه نقشه

هواشناسی، استفاده نمود. در صورتی که نقشه های شدت بارش ۲۴ ساعته، بیشنه و کمینه بارش ماهانه هر ایستگاه نیز در اختیار باشد؛ دانش اقلیمی نهایی به عنوان کمک به امر پیش بینی بسیار مفید خواهد بود؛ نگرشی که در کشور ما کاربردی نشده است:

بارش ماه های جون تا اوت ایجاد می نماید. به جز تحلیل اقلیمی و کاربردی نقشه های بارش ماهانه، با استفاده از این نقشه ها، می توان برای درک بهتر پتانسیل بارش مناطق مختلف کشور و بهبود صدور پیش بینی ها و پیش آگاهی های کوتاه مدت و بلندمدت در مراکز پیش بینی ادارات



شکل ۵. نقشه ی میانگین ها و سری زمانی بارش ماهانه کشور به ترتیب سال زراعی

که در نمودارهای شکل ۶ کاملاً مشهود می باشد؛ بنابراین میانگین گیری بارش از سطح کشور و تبدیل آن به عددی یکه برای کل کشور با توجه به این واقعیت آب و هوایی

با توجه به آب و هوای کلی کشور که تحت تاثیر نوسانات فصلی پرفشار جنب حاره می باشد؛ یک یکنواختی و همزمانی در نوسان های بارش سالانه دیده می شود بطوری

در مقیاس ماهانه نیز شرایط بیشتر ماه ها به صورت نوسان منفی بارش در دهه های اخیر می باشد که البته دارای استثناها و نکاتی نیز می باشد؛ بطوری که: بیشترین کاهش بارش کشور در ماه های مارس، فوریه و مه به ترتیب به میزان ۱۰ م م، ۸ م م و ۶ م م روی داده است؛ این در حالی است که ماه های نوامبر، دسامبر و سپتامبر کشور در حال مرطوب تر شدن طی دهه ی گذشته به میزان ۳،۴ م م، ۱،۸ م م و ۰،۳ م م می باشند. به نظر می رسد یک جابجایی بسیار آرام و خزشی در ماه ها و حتی فصول بارشی کشور در حال وقوع است؛ بطوری که پایان تابستان و پاییز در حال مرطوب تر شدن و میانه و پایان بهار در حال خشک تر شدن است؛ این می تواند به معنی جابجایی وزن فصلی بارش ها نیز باشد. در بین ماه های مختلف، ماه ژانویه کشور بطور بسیار بارزی با روندی خطی در حال خشک تر شدن است؛ با توجه به این که این ماه سردترین دوره در طول سال بوده و ذخایر آبی کشور با توجه به بارش برف در این ماه بیشتر تغذیه می شوند؛ صرفه نظر از گرم تر یا سرد تر شدن هوا، بسیار تعیین کننده باشد.

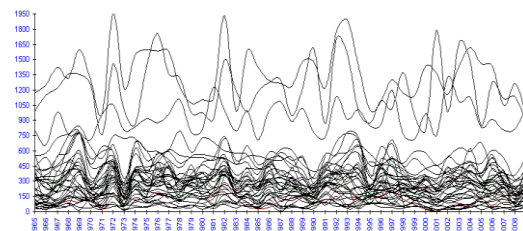
سال های پر بارش کشور به ترتیب ۱۹۸۲، ۱۹۷۲ و ۱۹۶۹ می باشند و در سال ۱۹۶۹ گسترده ترین تر سالی رخ داده است: (شش ایستگاه بارش فرین بیشینه دوره آماری داشته اند). سال های کم بارش کشور به ترتیب ۲۰۰۸، ۱۹۷۳ و ۲۰۰۱ می باشند و در سال ۲۰۰۸ گسترده ترین و شدیدترین خشکسالی در سطح کشور رخ داده است: (یازده ایستگاه بارش فرین کمینه دوره آماری داشته اند). از نظر سال های خشک و تر فرین هر ایستگاه سال های خشک بیشتر در سال های جدیدتر و در نیمه ی شرقی و شمال شرق کشور روی داده اند؛ در حالی که الگوی سال های تر بیشتر در نواحی جنوب غربی و تا حدی نزدیک به زمان حاضر روی داده اند. در ادامه مطالعه به صورت بررسی ایستگاه های منتخب در قالب منطقه جغرافیایی به منظور درک دقیق تر رژیم و جزئیات روندهای بارش پرداخته شده است.

روند بارش ایستگاه های شمال غربی و غربی کشور

با توجه به شکل (۸) در منطقه شمال غرب، همه ایستگاه ها دارای روند کاهش بارش هستند و روند تمامی آن ها معنی

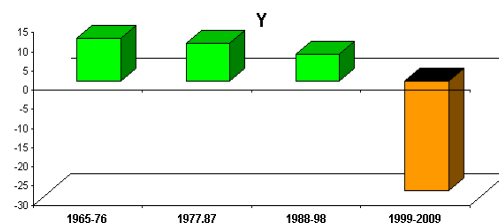
قابل پذیرش و دفاع بوده و با توجه به این شکل ملاحظه می شود حتی نوار ساحلی کشور که سازوکار بارش آن با سایر مناطق کشور اختلاف زیادی دارد نیز با بیشتر ایستگاه های داخلی فلات هماهنگی نسبی دارد. در این نمودار منحنی های بالاتر که دارای بارش بیشتری هستند؛ مربوط به ایستگاه های نوار ساحلی شمال می باشند. دو نکته مهم از این نمودار می توان استنباط نمود: نخست اینکه هر چه از ابتدای سری به انتهای آن می رویم نظم، هم زمانی و هماهنگی نوسان بارش بین ایستگاه ها کمتر می شود و دوم اینکه اختلاف مقادیر بارش ایستگاه های نوار ساحلی شمالی کشور با سایر ایستگاه ها از ابتدای سری به انتهای آن در حال افزایش است:

سری زمانی ایستگاه ها گاهی به خوبی نشان دهنده نوسان یا تغییر بارش ایستگاه ها نمی باشد. در این جا به صورت دهه ای میانگین بارش کشور در مقیاس ماهانه و سالانه محاسبه شده و مقادیر انحراف از میانگین هر دهه در نمودارهای شکل ۷ آورده شده است: با توجه به این نمودار ها چند نتیجه استنباط می شود: بارش دهه اخیر کشور از ۱۹۹۹-۲۰۰۹ (۱۳۷۸-۱۳۸۸) به شدت نسبت به نرمال کاهش یافته است (۲۹ م م کمتر از میانگین کشور).



شکل ۶. سری زمانی همزمان میانگین بارش سالانه ۳۴ ایستگاه

مورد مطالعه با توجه به هماهنگی وردش آن ها

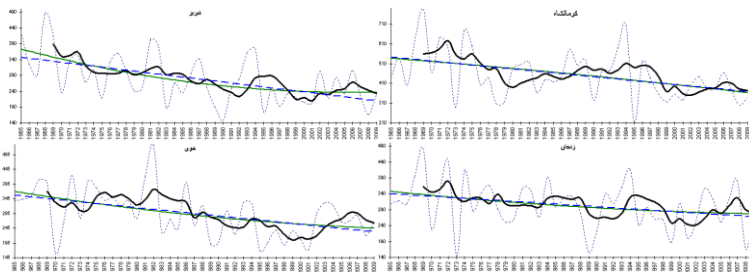


شکل ۷. نوسان میانگین بارش دهه ای سالانه کشور

نسبت به میانگین

ایستگاه‌های کرمانشاه، سقر و سنندج در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

دار نیز می باشد. در ادامه به دلیل محدودیت تنها برخی سریهای زمانی نمایش داده شده است. در منطقه غرب نیز همه ایستگاه‌ها دارای روند کاهش بارش هستند و روند در



شکل ۸. روند بارش برخی ایستگاه‌های کشور

روند بارش سایر مناطق کشور

در منطقه نوار ساحلی خزر، در نظر نخست یک منطقه تقریباً همگن آب و هوایی به نظر می رسد، ولی با توجه به سری زمانی ایستگاه‌های این منطقه (نشان داده نشده اند)، تفاوت‌هایی نیز به چشم خورده؛ بویژه در روند بارش‌های سالانه الگوهای متفاوتی دیده می شود. ایستگاه‌های رشت و رامسر که بطور نسبی نزدیک به هم هستند الگوی نسبتاً مشابهی داشته و روند مشخصی در بارش آن‌ها ملاحظه نمی گردد؛ در حالی که روند بارش در دو ایستگاه بابلسر و گرگان که بطور نسبی به هم نزدیک ترند به صورت معکوس بوده و بارش در ایستگاه گرگان کاهش (معنی دار در سطح ۹۹ درصد) و در بابلسر به عنوان نخستین ایستگاه در کشور افزایشی است (معنی دار). نکته مهم دیگر که به چشم می خورد سیکل دوره‌های پر بارش در ایستگاه رشت و تا حدی در ایستگاه رامسر به صورت دوره‌های ۱۰ تا ۱۲ ساله تکرار می شود. در بین ایستگاه‌های این منطقه فقط ایستگاه رشت سری زمانی مشابه سری شمال کشوری داشته و الگوی سری سایر ایستگاه‌ها متفاوت می باشد. ضریب تغییرات بارش نیز به طور میانگین در این منطقه حدود ۲۳ درصد می باشد که از سایر نقاط کشور کمتر است.

در منطقه جنوب غرب، ایستگاه اهواز دارای روند معنی دار کاهش است؛ ایستگاه‌های دزفول و شیراز دارای روند نامشخص یا ایستا و تنها ایستگاه بوشهر روند نامحسوس

افزایشی دارد که معنی دار نیست. نکته مهم دیگر نوسان شدید بارش از یک سال به سال دیگر در ایستگاه‌های این منطقه است (نمودارها نشان داده نشده است).

در منطقه جنوب - جنوب شرق، ایستگاه زاهدان دارای روند کاهش بارش می باشد که البته از نظر آماری معنی دار نیست. روند بارش ایستگاه بم کاهش معنی دار و چابهار به عنوان دومین ایستگاه در کشور افزایشی معنی دار می باشد. سیما و الگوی کلی سری زمانی ایستگاه‌ها بر خلاف نزدیک بودن اقلیم آن‌ها به هم، با هم متفاوت است که می تواند به دلیل فاصله زیاد، توپوگرافی و فیزیوگرافی رطوبتی متنوع باشد. البته سری زمانی ایستگاه‌های کرمان، بندرعباس و بم و از طرفی ایستگاه‌های زاهدان، چابهار و ایرانشهر به هم شبیه تر می باشند (نمودارها نشان داده نشده است).

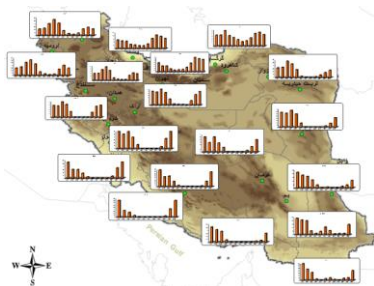
در منطقه شرق، همه ایستگاه‌ها دارای سری زمانی مطابق سری زمانی شمال کشور بوده که تنها ایستگاه شاهرود قدری متفاوت می باشد که نشان دهنده افزایش کمتر بارش در میانه سری زمانی می باشد. روند بارش ایستگاه شاهرود معنی دار بوده و کاهش (معنی دار) است (نمودارها نشان داده نشده است).

در منطقه مرکزی، روند بارش ایستگاه‌های اصفهان و سمنان معنی دار و به عنوان سومین و چهارمین ایستگاه دارای روند افزایشی در کشور می باشند. ایستگاه تهران نیز دارای روند افزایشی (معنی دار نیست) و ایستگاه اراک دارای روند کاهش بارش هستند (معنی دار). سایر ایستگاه

ها روند مشخصی ندارند. میزان همگنی فضایی در این منطقه به دلیل وسعت آن کم می باشد (نمودارها نشان داده نشده است).

رژیم ماهانه بارش کشور

با توجه به شکل ۹ ملاحظه می شود که پراکنش بارش در پهنه کشور به چهار الگوی کلی قابل تقسیم بندی است: نخست: رژیم بارشی تمام فصل با وزن بارش بیشتر در پایان تابستان و پاییز (نوار سواحل شمالی کشور). دوم: رژیم بارشی فصل سرد بدون بارش تابستانه (نواحی غرب و جنوب غرب کشور)، سوم رژیم بارشی فصل سرد با بارش تابستانه (مناطق جنوب شرق و تا حدی مرکزی کشور) و چهارم: رژیم بارشی فصل بهار و فصل سرد با بارش تابستانه (شمال غرب و شمال شرق کشور).



شکل ۹. انواع رژیم بارشی در کشور

رویکرد رگرسیون چند متغیره و تحلیل مسیر

در این قسمت سعی شده که از روش رگرسیون چند متغیره شاخص های تعیین کننده به صورت وزنی - تجمعی استخراج گردد. بر اساس جدول ماتریس رگرسیون نهایی (نشان داده نشده) بادهای تجاری در تراز ۸۵۰ ه پ روی اقیانوس آرام بیشترین نقش (ارتباط) را به صورت معکوس روی بارش سالانه کشور دارد و به ترتیب ماه مهمترین شاخص های مرتبط با بارش به شرح زیر می باشند:

نوسان شاخص مادن جولین در ۱۰ درجه طول غربی بیشترین نقش را به صورت معکوس روی بارش ماه ژانویه کشور دارد. شاخص مادن جولین در ۱۰ درجه طول غربی بیشترین نقش را به صورت معکوس روی بارش ماه فوریه کشور نیز دارد. شاخص دمای سطح اقیانوس اطلس جنوبی بیشترین نقش را به صورت معکوس روی بارش ماه مه کشور دارد. شاخص شرق اطلس - غرب روسیه (EAWR)

بیشترین نقش را به صورت مستقیم روی بارش ماه جون کشور دارد. شاخص شبه نوسان دوساله (QBO) بیشترین نقش را به صورت مستقیم روی بارش ماه جولای کشور دارد. شاخص اسکاندیناوی (SCN) بیشترین نقش را به صورت معکوس روی بارش ماه آگوست کشور دارد. نکته مهم اینکه در فصل سرد مقادیر مثبت آن برای بارش کشور مساعدتر است. شاخص نوسان مادن - جولین در ۲۰ درجه طول شرقی بیشترین نقش را به صورت معکوس روی بارش ماه نوامبر کشور دارد. شاخص شرق اطلس - غرب روسیه بیشترین نقش را به صورت مستقیم همانند ماه جون روی بارش ماه دسامبر کشور دارد. با توجه به سازوکار متفاوت بارش تابستانه مونسون در جنوب شرق کشور نسبت سایر مناطق کشور به طور جداگانه بررسی شده است. بر این اساس به ترتیب شاخص منفی نوسان مادن - جولین در ۲۰ درجه طول شرقی، فاز مثبت شاخص قطبی (POL)، بی هنجاری منفی فشار غرب اقیانوس آرام (dPIndns)، بی هنجاری مثبت دمای شمال شرق اقیانوس آرام (PDO)، بی هنجاری مثبت نوسان مدیترانه (MOI) و بی هنجاری مثبت دوقطبی اقیانوس هند (IOD) بیشترین تاثیر را روی بارش تابستانه جنوب شرق کشور دارند. همچنین بارش تابستانه - پاییزه سواحل شمالی کشور نیز با توجه به سازوکار متفاوت نسبت به سایر مناطق کشور، به طور جداگانه در نظر گرفته شده است؛ به طوری که به ترتیب بی هنجاری مثبت نوسان شمالگان (AO)، فاز مثبت شاخص اسکاندیناوی (SCN)، بی هنجاری منفی نوسان مدیترانه غربی (WMO)، بی هنجاری مثبت دمای اقیانوس اطلس شمالی (AMO)، بی هنجاری منفی الگوی شرق اطلس - غرب روسیه (EAWR) و بی هنجاری مثبت شاخص نوسان شمالی (NAO) بیشترین تاثیر را روی بارش تابستانه - پاییزه شمال کشور دارند.

با توجه به ارتباط بارش کشور و الگوهای پیوند از دور، از این شاخص ها می توان در برآورد و پیش بینی کلی میانگین بارش کشور به عنوان یکی از روش های استاندارد پیش بینی بلند مدت نیز استفاده نمود (Quiring, 2002). همچنین به نظر چیس و همکاران (Chase et al, 2005) الگوهای پیوند از دور سودمند و مورد علاقه می باشند؛ چرا که اگر

ماهیت آن‌ها خوب شناسایی شود؛ پتانسیل پیش‌بینی‌های بلندمدت را میسر می‌سازند. به‌طور نمونه مدل پیش‌بینی بارش میانگین ماه نوامبر کشور به عنوان مهمترین زمان برای آغاز کشت‌های دیم، با استفاده از شاخص‌های یک فصل پیش از آن (سه ماهه تابستان)، مطابق معادله (۱) با

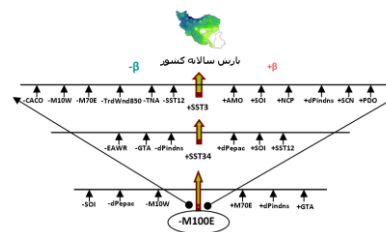
$$R^2 = 0.82 \quad (1)$$

البته باید توجه نمود که در صورت تداوم شرایط جوی - اقیانوسی به‌طور هنجار از تابستان به پاییز، این معادلات درستی بیشتری در برآورد بارش خواهند داشت. با توجه به ماهیت ذاتی بی‌نظمی حاکم بر الگوهای آب و هوایی کره‌ی زمین (Quiring, 2002)، در صورت نوسانات ناگهانی جوی - ژئوفیزیکی در کره زمین و حتی فضای بین‌سیاره‌ای اطراف کره زمین، اعتبار این روش پیش‌بینی کاهش می‌یابد چرا که آرایش جدیدی در الگوهای دمایی و فشاری زمین شکل می‌گیرد که در این معادلات انعکاس نمی‌یابد.

با استفاده از روش رگرسیون خطی و محاسبه ضرایب بتای معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد، به‌صورت مرحله‌ای با توجه به شکل ۱۰ دیاگرام تحلیل مسیر بارش سالانه کشور، فعالیت همرفتی در منطقه ۱۰۰ درجه طول شرقی در اقیانوس هند به‌عنوان منطقه و سیگنال علی‌موثر بر بارش کشور مشخص گردید (شاخص بیرونی سالانه). با توجه به اهمیت اقیانوس هند در تامین رطوبت بیشتر سامانه‌های بارشی کشور (Farajzadeh et al., 2007)، این نتیجه می‌تواند دارای اهمیت دوچندان باشد. نکته مهم دیگر اینکه در سازوکار فازهای هشت‌گانه سیگنال مادن - جولین این منطقه تا مناطق گرمسیری افریقا جزء منشاء و شروع سیگنال به حساب می‌آید (شکل ۱۰).

و با این روش، شاخص بیرونی در ماه نوامبر شاخص SST4، در ماه فوریه شاخص MJO10W، در ماه آوریل شاخص SST34 و شاخص بیرونی در ماه اوت شاخص AMO شناسایی گردید. از بین ۳۴ شاخص پیوند از دور مطالعه شده؛ با توجه به روند آن‌ها شاخص‌های (AMO, AMO, TSA, TNA, EA, PDO, GTA, SST4, dPEPac, PNA, AO, TrdWnd850, ZnlWnd200, dPWPac) دارای روند افزایشی معنی‌دار و شاخص‌های (MJO20E, MJO10W, EAWR, SCN و CACO) دارای روند

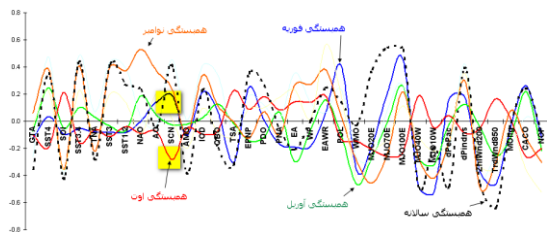
کاهشی بوده‌اند (نمودارها نشان داده نشده‌اند). از نظر مقایسه، میزان کاهش شاخص مادن - جولین در ۲۰ درجه شرقی از ۱۰ درجه غربی بیشتر بوده است. این نتیجه با توجه به نقش شاخص بالای مادن - جولین در ۲۰ درجه در جهت افزایش بارش کشور، به‌عنوان یک روند نامساعد بر بارش کشور عمل نموده است. میزان افزایش شاخص dPEPac از dPWPac بیشتر بوده است. این نتیجه هم با توجه به نقش شاخص پایین dPEPac در جهت افزایش بارش کشور، به‌عنوان یک روند نامساعد بر بارش کشور عمل نموده است؛ به عبارتی ناهنجاری مثبت فشار در شرق اقیانوس آرام بیشتر از غرب آن می‌باشد؛ این سازوکار گردش واکر در اقیانوس آرام را تقویت می‌کند؛ از طرفی گرم شدن مرکز اقیانوس آرام (SST4) سبب تضعیف گردش واکر می‌گردد.



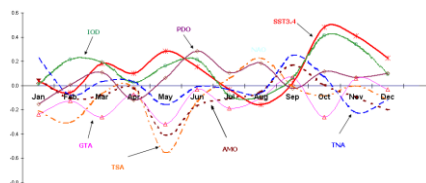
شکل ۱۰. دیاگرام تحلیل مسیر بارش میانگین "سالانه" کشور با علامت جهت اثر‌گذاری هر شاخص. شاخص‌های نزدیک به مرکز اثرگذاری بیشتری بر بارش کشور داشته و در واقع میزان بتای معنی‌دار آن‌ها بزرگتر می‌باشد؛ در اینجا مقدار آن‌ها به دلیل شلوغ نشدن شکل آورده نشده‌اند.

با استناد به روندهای یاد شده؛ بادهای تجاری به‌ویژه در سطح ۸۵۰ ه‌پ در اقیانوس آرام در حال تقویت هستند که به معنی افزایش فرکانس فاز سرد انسو و تقویت گردش واکر می‌باشد؛ در حالی که گرمایش جهانی و در نتیجه افزایش دمای سطحی اقیانوس آرام در جهت افزایش فرکانس فاز گرم انسو و تضعیف گردش واکر عمل می‌کند. بنابراین پسخورندهای متنوع و بسیار پیچیده‌ای در ماشین جو - اقیانوس در حال وقوع می‌باشند که درک و مدل‌سازی سینوپتیکی - دینامیکی آن‌ها بسیار مشکل به نظر می‌رسد. بر اساس مطالعه کوتیل و ایلانیت (Ilanit, 2004), شاخص بالای CACO سبب افزایش شیو شمالی - جنوبی فشار روی خاورمیانه شده و بر ایران آب و

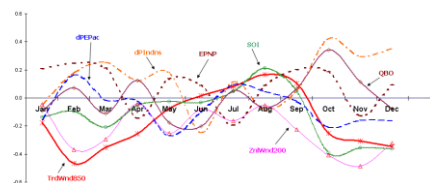
هوای سرد و مرطوب حاکم می گردد. به نظر می رسد کاهش معنی دار این شاخص در سری زمانی، یکی از علل دور شدن آب و هوای کشور از بارش های مناسب گذشته به ویژه ریزش برف که چه به صورت مستند و چه به صورت شهودی نمود داشته است. همزمان روند کاهشی در شاخص اسکاندیناوی (SCN) نیز تاییدی دیگر بر این تغییر بارز در گردش جوی میان مقیاس منطقه بوده و کاهش جریانات شمالی به ویژه روی مدیترانه ی شرقی احتمالاً سبب کاهش انتقال تاوایی زمین به این منطقه نیز شده است (فلاح قاله‌ری، ۱۳۹۰). در شکل های ۱۱ تا ۱۵ شاخص های پیوند از دور به صورت همبستگی ماهانه و سالانه با رویکرد کاربردی نشان داده شده است. همان گونه که مشخص می باشد یک شاخص منحصر به فرد در ماه های مختلف ارتباط های متضادی با بارش میانگین کشور دارد؛ به عنوان مثال بارش ماه های نوامبر و آوریل با شاخص NAO همبستگی مثبت داشته ولی بارش ماه های اوت و فوریه همبستگی منفی دارد. همچنین شاخص های ماه اوت به عنوان نماینده فصل گرم با شاخص های ماه فوریه به عنوان فصل سرد به طور معکوس با بارش کشور همبستگی دارند. با استفاده از این نمودارها می توان به ماه یا فصلی که هر الگوی پیوندازدور تاثیر بیشتری روی بارش کشور دارد پی برد: برای نمونه شاخص نینو ۳،۴ بیشتر در ماه های اکتبر، نوامبر و می (پاییز و بهار) روی بارش کشور تاثیر گذار بوده و شاخص نوسان شمالی در ماه های نوامبر و آوریل (پاییز و بهار)، این در حالی است که الگوی نوسان شمالی بیشتر در زمستان روی بارش اروپا اثر گذار می باشد (Chiacchio et al, 2010). با توجه به این نمودارها نقش نوسان دمای کره زمین (GTA) در تمام ماه ها به جز سپتامبر و نوامبر، بر بارش کشور منفی است؛ به ویژه روی بارش ماه های ژانویه، مارس و مه.



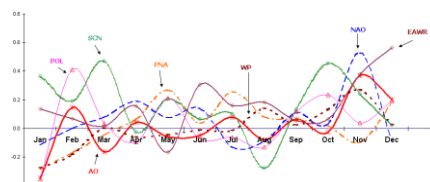
شکل ۱۱. همبستگی ماهانه و سالانه شاخص ها و بارش کشور



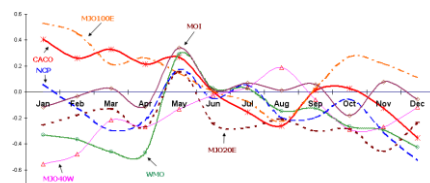
شکل ۱۲. همبستگی ماهانه شاخص های دمایی با بارش کشور



شکل ۱۳. همبستگی ماهانه شاخص های فشاری / وزشی با بارش کشور



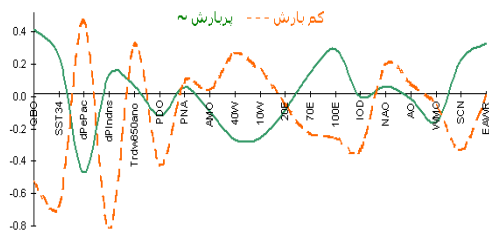
شکل ۱۴. همبستگی ماهانه شاخص های فشاری با بارش کشور



شکل ۱۵. همبستگی ماهانه شاخص های فشاری / فرازشی با بارش کشور

همبستگی شاخص های مورد مطالعه به روش بهترین برازش درجه دو بین بارش ایران و شاخص های مورد مطالعه نیز محاسبه شده که نشان دهنده بیشتر بودن مقادیر ضریب تعیین (R^2) شاخص های خانواده "انسو" می باشد.

در بین داده های بلند مدت پیوند از دور در دوره بارشی عمده کشور از ماه اکتبر تا مه، پنج دوره فرین خشک و پنج دوره فرین پربارش انتخاب و الگوی میانگین آن ها ترسیم گردید. تفسیر این نمودار بسیار کاربردی نشان دهنده اثر مثبت و بارز فاز گرم انسو بر افزایش بارش و اثر منفی و بارز فاز سرد انسو در کاهش بارش کشور می باشد. همچنین در دوره های خشک و تر رفتار مناطق مختلف همرفت مادن- جولین و الگوی اسکاندیناوی کاملاً حالت عکس هم هستند (شکل ۱۶).



شکل (۱۶): مدل سازی آماری مقادیر شاخص های بارز در دوره های فرین خشک و تر (هر کدام پنج دوره).

نتیجه گیری

آن چه که از بررسی الگوهای پیوند از دور و روند ایستگاهی، منطقه ای و میانگین بارش در کشور بدست آمده نشان دهنده اهمیت توجه به تغییرات شدیدی است که ابتدا در روند و ساختار الگوهای پیوند از دور در حال وقوع بوده و متعاقب آن روی گردش منطقه ای آب و هوا و بارش کشور نیز تاثیر گذاشته است. در تحقیقات گذشته، پژوهش هایی که روی روند بارش و اثبات تغییر آب و هوای کشور انجام می شد؛ بیشتر با استفاده از آنالیز آماری خود بارش بوده است؛ حال آنکه در تحقیق حاضر نوسان و روند های عوامل علی گردش عمومی جو نیز مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق برای نخستین بار در کشور، نمودارهای کاربردی ماهانه ی اثرات الگوهای پیوند از دور بر بارش میانگین کشور، به منظور استفاده در تحلیل های عملیاتی و پیش بینی های بلند مدت، تهیه شده است. به طور کلی بین تمام ایستگاه های مورد مطالعه، چهار ایستگاه دارای روند افزایش بارش معنی دار و سیزده ایستگاه که عمدتاً در نیمه شمال غربی کشور قرار دارند؛ روند کاهش بارش معنی دار داشته اند. یافته های این پژوهش نشان داد که با فراکادی مبتنی بر علت یابی، تا حدودی روند کاهشی بارش کشور طی دهه گذشته مربوط به نوسان های الگوهای دمایی- فشاری گرمسیری نیمگانی و حوضه اقیانوس هند بوده است.

منابع

1. Akbari Tayebe and Sayed Abolfazl Masudian, 2007, Study on influence of Teleconnection Pattern in Northern Hemisphere on Temperature, Journal of

Research on Humanitis Science, Isfahan Univ., No22 p 36.

2. Alijani Bohlul., 2002, Synoptic Climatology, Samt Publicatin, Tehran.
3. Alijani Bohlul., 2002, Vorticity calculated based on identifying types rainy of Tehran, Geographical Research Quarterly, Serial No. 64-63, pp. 115.
4. Alpert P, Neeman B. U. and Shay El. Y, 1990, Intermonthly variability of cyclone tracks in the Mediterranean, Journal of Climate, Vol 3, p186.
5. Askari, Ahmad, 1998, El Nino phenomenon and its occurrence in 1998-1997, scientific and technical journals Nyvar Meteorological Organization, No. 37, pp. 11, 19.
6. Azizi Ghasem, 2000, El Nino and drought periods - wet in Iran, Journal of Geographical Research, No. 32, p.45.
7. Babaeian Iman and Maryam karimian, 2010, Flood in Pakistan, the consequences of climate change in the region, the Department of Climate Change, National Center for Climatology. p.90.
8. Borhani Daryan and Alireza Fatehi, 2008, Application of artificial neural network streamflow forecasting using climate indices case study: Nazloochoaei basin, Journal of College of Engineering, Tabriz University, No. 35,
9. Chase Thomas N, A Pielke SR Roger and Avissar Roni, 2005, Teleconnections in the Earth System, Encyclopedia of Hydrological Sciences. Edited by M. Anderson. John Wiley & Sons, Ltd.p.320.
10. Chiacchio Marc, Vitolo Renato and Wild, 2005, Effect of cloud cover and atmospheric Effect of cloud cover and atmospheric circulation patterns on the circulation patterns on the observed surface solar radiation in Europe, 1st communication, ESF MedCLIVAR 24 ESF MedCLIVAR.
11. Calvo Natalia, Giorgetta Marco A., Garcia-Herrera Ricardo and Manzini Elisa, 2010, ENSO modulation of the QBO effects on the polar vortex in a GCM simulation, 14th Conference on Middle Atmosphere, p. 78.
12. Enfield David B., 1989, Elnino Past and Present, Review of Geophysics, Vol 27.pp.243-245.
13. Farajzadeh Manuchehr, Karimi ahmadabad Mostafa, Ghemi Hooshang, Mobasheri Mohammad Reza, 2007,

- Study the Moisture flux over West of Iran: A Cas Study of January 1 to 7 1996 Rain Storm, Journal of Applied Sciences 7, Asian Network for Scientific Information. NO. 45, p. 135.
14. Ghavidel Rahimi Yusef, 2004, Due to the large scale atmospheric circulation patterns - Ocean on ENSO variability in seasonal climatic effects of El Nino and Lanynv spring rainfall variability in East Azarbaijan, Journal of Human Sciences Lecturer, Geography Supplement. NO 36, p.50.
 15. Ghayoor HasanAli and Hosien Asakereh, 2002, Effects of Teleconnection on Climate of Iran, Case Study: The North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation effects on changes in mean monthly temperature of Jask, Journal of Geographical Research, No. 16-17.p.45.
 16. Ghayoor Hasanali and Mahmoud Khosravi, 2001, The impact of ENSO events over the summer and autumn precipitation anomalies in the South East of Iran, Geographical Research Quarterly, No. 62, pp. 143.
 17. Gholami Barghdar Mohammad Ali, 1989, El Nino phenomenon: interaction of ocean and atmosphere, Journal Nyvar Meteorological Organization, No. 43-45.
 18. Habibi, Farideh, 1998, Study and identification of air masses that have influenced Iran, scientific and technical journals Nyvar Meteorological Organization, No. 39, pp. 48, 61, 62.
 19. Hasanali Qayur and Mahmoud Khosravi, 2001, The impact of ENSO events over the summer and autumn precipitation anomalies in the region of South East, Geographical Research Quarterly, No. 42.
 20. Karimi Khajelangi, 2006, Relationship ENSO and Variation pattern of monthly precipitation of Iran (case study: Shahre Kord), Journal of full scientific Nyvar Meteorological Organization, No. 60-61, Spring and Summer 1385. Pp. 4344.
 21. **KhorshidDust** Mohammad and Qavidel Rahimi Yusuf, 2006, Evaluation of the phenomenon of "yonder" of the Province of seasonal precipitation variability using "Multivariate ENSO Index, Journal of Geographical Research, No. 38, 15 p.45.
 22. Khosravi Mahmoud, Sadoq Karimi Khajelangi and Mohammad Najar Saliqe, 2007, Relationship between Arctic Oscillation index and temperature fluctuations; Shahrekord Station, Journal of Geography and Development, No. 5, Spring and Summer. P.73.
 23. Krichak, S. O. and Alpert, P., 2007, Decadal trends in the East Atlantic-West Russia pattern and Mediterranean, Department of Geophysics and Planetary Sciences, Raymond and Beverly Sackler Faculty of Exact Sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Tel Aviv, Israel.International Journal of Climatology, NO.43, p.98.
 24. Kumar K. Krishna, Hoerling Martin and Rajagopalan Balaji, 2002, Advancing Indian Monsoon Rainfall Predictions, Permanent address: Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune, India, NO.45, p36.
 25. Kutiel H and Benaroch Y, 2002, North Sea- Caspian Pattern (NCP) an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition.Teoretical and Applied Climatology of springer verlag, Austria, NO.76 p. 38.
 26. Kutiel H. and Turkey M, 2005, New evidence for the role of the North Sea – Caspian pattern on the temperature and precipitation regime in continental central Turkey, Geografiska Annaler · NO.87, p46.
 27. Kutiel Haim and Helfman Ilanit, 2004, The impact of Central African-Caspian Oscillation (CACO) on Climate Regimes in the Red Sea Region. J.O moas M .Inbar and D.F.Shmueli (eds) Contemporary Israeli Geography, Horizons in Geography, Vol 60-61, 2004.
 28. Lau William K. M. and Waliser Duane E., 2012, Intraseasonal Variability in the Atmosphere–Ocean Climate System (Second Edition), Published in association with PPraxisraxis Ppublishingublishing Chichester, UK, Springer.
 29. Mamaghani Bashar Doost Manuxhehr, 1998, Interaction Mansoon summer and Oman Sea and its impact on the country's South East region, Scientific and technical journals Nyvar Meteorological Organization, No. 39, pp. 44.

30. Masoudian Saaf, 2008, Related to the precipitation of the North Atlantic Oscillation, *Journal of Geographical Research*, No. 23.
31. Modarespur Azadeh, 1997, Impact of ENSO (El Nino / Southern Oscillation) over the rainfall and temperature of Iran, *Scientific and technical journals Nyvar Meteorological Organization*, No. 33, pp. 72-79.
32. Modarespur Azadeh, 1998, Study on ENSO Event (El Nino / Southern Oscillation), *Nyvar Meteorological Organization Scientific and Technical Journal*, No. 38.
33. Monahan adam hugh, fyfe john c., pandolfo lionel, 2003, The vertical structure of wintertime climate regimes of the northern hemisphere extratropical atmosphere, *journal of climate*, volume 16.
34. Moser Susanne C., Juliette A and Finzi Hart, 2015, The long term of climate change: societal teleconnections and the future of climate change impacts studies, *Climatic Change*, Springer.
35. Motamedi Mohammad, Korosh Ehtramian and Alireza Shahabfar, 2007, Study on teleconnection, meteorological ENSO signal, in precipitation and temperature fluctuations in Khorasan, *Journal of Environmental Sciences*, No. 4.
36. Najar Saligheh Mohammad, 2001, Synoptic patterns of summer precipitation in South East Iran, *Geographical Research Quarterly*, No. 62.
37. Najjar Saligheh Mohammad, 2002, Modeling of climatic effects of thermal low on subtropical region, *Geographical Research Quarterly*, No. 70, pp. 75.
38. Nasrallah. H. A., Balling.R.C., Selover N. J. and Vose.R.S, 2001, Development of a seasonal forecast model for Kuwait Winter precipitation, *Journal of Arid Environments*, NO. 48: pp.233-242.
39. Nazemosadat S. M. J., 1998, The effect of sea surface temperature of the Persian Gulf over rainfall of south of Iran, *Nyvar Meteorological Organization Scientific and Technical Journal*, No. 38, pp. 44-36-33.
40. Nazemosadat S. M. J. and M. Rahimi and A. Keshavarzi, 2006, evaluating the effects of El Nino Southern Oscillation phenomenon (ENSO) on the yield and drought (wet) of important hydrologic river in Fars province, *Iran Journal of Agricultural Sciences*, No. 37. P. 133.
41. Quiring Steven, 2002, A Teleconnection Primer lecture, web base text, p. 5.
42. Salahi Brumand , Khorshid Doost Mohammad and Ghavidel Rahimi Yosof, 2007, North Atlantic atmospheric circulation fluctuations associated with drought in East Azerbaijan, *Geographical Research*, No. 39.
43. Schwing, F. B., 2009, Climate change, teleconnection patterns, and regional processes forcing marine populations in the Pacific, *J. Mar. Syst*, doi:10.1016/j.jmarsys.NO.11 p.46.
44. Wallace John M and Gutzler David S, 1980, Teleconnection in the Geopotential height field during the northern hemisphere winter, *Monthly Weather Review*, Vol 109, p280.
45. Wang Lin, Wen Chen, Wen Zhou and Gang Huang, 2015, Teleconnected influence of tropical northwest Pacific sea surface temperature on interannual variability of autumn precipitation in southwest of China, *Clim Dyn*, Springer.No. 80 p122.
46. Yarahmadi Daryoosh and Azizi Qasem, 2007, Multivariate analysis of the relationship between seasonal rainfall and climatic parameters, *Journal of Geographical Research*, No. 39, pp. 78 - 80.
47. Zaroug, M. A. H., Giorgi, F., Coppola, E. Abdo G. M. and Eltahir, E. A. B., 2014, Simulating the connections of ENSO and the rainfall regime of East Africa and the upper Blue Nile region using a climate model of the Tropics, Citable, Department: Massachusetts Institute of Technology. Department of Civil and Environmental Engineering, Web Publisher: p.45.