

مروری بر برخی مطالعات پیرامون تأثیر دورپیوندها بر بارش ایران در بازه سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷

عماد محجوبی^{۱*}، سلمان بخشش رباط^۲، مسعود حسین پور^۲

۱- استادیار گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

در چند سال اخیر، با توجه به وقوع سیلاب‌های مکرر در ایران، یافتن ارتباط معنی‌دار بین سیگنال‌های اقلیمی و بارش به مسئله‌ای مهم تبدیل شده است. در این زمینه، پژوهش‌های زیادی در داخل کشور انجام شده که نشانگر ارتباط قوی بین این سیگنال‌ها و پارامترهای اقلیمی به خصوص بارش در سطح کشور است. در این تحقیق، با مطالعه و مرور آن دسته از مقالات داخلی و بین‌المللی در دسترس منتشر شده طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ سعی شده تا نمای کلی مطالعات انجام شده به تصویر کشیده شده و با جمع‌بندی و ارائه دقیق نتایج، مطالعه و استفاده از متون گذشته برای علاقه‌مندان به تحقیقات بیشتر در این زمینه آسان گردد. بدین منظور ۵۰ مقاله در زمینه مطالعه ارتباط سیگنال‌های اقلیمی با بارش کشور گردآوری شده و خلاصه نتایج آن‌ها در قالب جدول، نمودار و نقشه تنظیم شده تا درک کلی از روند و یافته‌های مطالعات فراهم گردد. نقطه مشترک نتایج مطالعات، تأثیر بیشتر شاخص‌های SOI، NAO و گروه NINO نسبت به سایر شاخص‌ها بر روی بارش کشور می‌باشد. همچنین شاخص SOI تأثیر بیشتری نسبت به شاخص‌های NAO و گروه NINO دارد. البته بارش‌ها در فصل زمستان و پاییز بیشترین تأثیرپذیری از شاخص‌ها را دارا می‌باشند. ضمناً تأثیرپذیری بیشتر مناطق غرب کشور از شاخص‌ها و همچنین تأثیر بیشتر شاخص‌ها همراه با گام زمانی تأخیر، از دیگر نتایج مشترک تحقیقات مختلف بوده است.

واژه‌های کلیدی: دورپیوندها، سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی، بارش

مقدمه

نوسانی این پدیده‌ی مهم جوی پژوهشگران را به سمت واکاوی بیشتر چگونگی و زمان رخداد آن ترغیب و تشویق می‌کند (دارند و رحمانی، ۱۳۹۷). در سال‌های اخیر، بررسی اثر متقابل اقیانوس - اتمسفر و تأثیر آن بر مناطق خارج از اقیانوس، توجه دانشمندان را به خود جلب کرده است (Saligheh و Sayadi, 2017). در حال حاضر، دیدگاه دورپیوندی با ایجاد ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و برهم‌کنش‌های جوی و اقیانوسی - جوی، به روشی کارآمد و نسبتاً آسان در پیش‌گویی و تخمین پارامترهای اقلیمی تبدیل شده است. روش دورپیوند از فنون مطالعه تغییرات پارامترها و پدیده‌های آب و هوایی از طریق کشف روابط بین پدیده‌ها در مناطق دور است (غلامی رستم و همکاران، ۱۳۹۷). این دیدگاه با ارائه نتایجی از قبیل کمیت و کیفیت پارامترهای اقلیمی در مکان خاص و همچنین ارائه زمان شکل‌گیری این پارامترها که متأثر از برهم‌کنش‌های جوی - اقیانوسی هستند، توانسته فرصتی را برای مدیران بهره‌بردار منابع آب و همچنین سیاست‌گذاران حوزه منابع آب ایجاد کند تا بتوانند در کمترین زمان، تصمیمات لازم را در جهت بهره‌برداری اتخاذ کنند. در این حوزه مطالعات فراوانی انجام شده است که نتیجه آن، کشف و اثبات این روابط می‌باشد.

بارش یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی و یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌ها در تأمین آب مصرفی برای انسان‌ها و دیگر جانداران به شمار می‌آید. ارزیابی تغییرات بارش در یک منطقه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت منابع آب و مسائل مهندسی فراهم آورد. امروزه اثر این پدیده جوی طیف گسترده‌ای را به خود اختصاص داده است که در این میان، تأثیرگذاری این پدیده در زمینه‌هایی چون کشاورزی، آبیاری، اقتصاد، مخابرات، حمل و نقل، ترافیک، آلودگی هوا و صنایع نظامی بیشتر از همه به چشم می‌خورد (چوبین و همکاران، ۱۳۹۲). از طرفی وقوع و رخداد چنین پدیده‌های جوی - اقلیمی، می‌تواند به صورت ناگهانی و یا به شکل بارش‌های سنگین خساراتی را به بخش‌های منابع آب، کشاورزی و حتی زندگی روزمره وارد سازد. پیش‌بینی چنین رخدادهایی نقش پررنگی در کاهش خسارات اقتصادی و همچنین حفظ جان و سرمایه‌های مردمی دارد (مهرآور و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از راه‌های کاهش خطرات و مواجهه با بحران‌های جوی - اقلیمی به ویژه در بحث سیلاب، پیش‌گویی و در واقع پیش‌نمایی بارش و به دنبال آن رواناب حاصل از بارش است. رفتار

جدول، نمودارها و نقشه‌ها پرداخته شده است. لذا محققینی که قصد انجام مطالعات جدید در این حوزه را دارند می‌توانند از این مقاله به عنوان مروری جامع پیرامون موضوع بهره ببرند. ضمناً مدیران و تصمیم‌گیران نیز می‌توانند از وجوه مشترک در تحقیقات گذشته آگاه شده و درک بهتری از روند مطالعات کسب نمایند. این امر می‌تواند بستر مناسبی برای استفاده از یافته‌های تحقیقات مختلف در فرآیند تصمیم‌گیری ایجاد نماید.

مبانی نظری

به الگوها و روابط اقیانوسی و جوی-اقیانوسی که دارای شرایط تداوم، برگشت‌پذیری و تأثیر روی پارامترهای اقلیمی در سطح وسیعی هستند، دورپیوندها یا سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی می‌گویند (غلامی‌رستم و همکاران، ۱۳۹۷). سیگنال‌های اقلیمی، الگوهای بزرگ‌مقیاسی از ناهنجاری‌های گردش و فشار هوا می‌باشد که در محدوده جغرافیایی وسیع گسترش یافته است (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). این دورپیوندها در گسترش کلی و منطقه‌ای، رفتار اقلیم نواحی مختلف کره زمین را کنترل می‌کنند و می‌توان توزیع بارش، دما و برخی از سایر پارامترهای هواشناسی مناطق تأثیرپذیر را بر اساس تغییرات این پدیده‌ها تبیین کرد (جهانبخش و همکاران، ۱۳۹۰). در حالت کلی مهم‌ترین این شاخص‌ها عبارت‌اند از NAO، ENSO، SOI، PDO، AO، IOD، AMO، NINO1.2، EP/NP، NP، MEI، NINO4، NINO3.4، NINO3، EA/WR، MJO، NCP. در جدول (۱) خلاصه تعریف هر یک از این دورپیوندها آمده است.

بی‌شک گردآوری، دسته‌بندی و جمع‌بندی نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه در قالب یک مقاله مروری می‌تواند راهگشای سایر محققین و مدیران و تصمیم‌گیران باشد. در این زمینه غلامی‌رستم و همکاران در سال ۱۳۹۷ به بررسی و جمع‌بندی نتایج ۵۸ مطالعه انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۳ در خصوص بررسی اثرات دورپیوندها بر پارامترهای اقلیمی کشور پرداختند. آن‌ها مقالات را بر اساس الگوهای ENSO، SOI، NAO و Nino ها به عنوان مؤثرترین شاخص‌ها دسته‌بندی کرده و در هر مقاله نوع ارتباط الگو با پارامترهای اقلیمی مدنظر محقق را مشخص کرده‌اند؛ بر این اساس شاخص‌های فوق به ترتیب در ۲۲، ۱۳، ۸ و ۹ مقاله بیشترین تأثیر و همبستگی را با پارامتر اقلیمی مورد توجه محقق داشته‌اند. پارامترهای مورد بررسی محققین در این مجموعه از مقالات شامل دما، بارش، جریان رودخانه، پوشش برف، خشک‌سالی و تراز آب سطحی بوده است. به واسطه پرداختن به تعداد زیادی از پارامترها و عدم تمرکز غلامی‌رستم و همکاران بر یک پارامتر خاص، بهره‌برداری از نتایج جمع شده در مقاله مذکور با پیچیدگی‌های زیادی همراه است. از طرف دیگر در مقاله مورد اشاره هر پارامتر اقلیمی تعداد کمی مقاله را به خود اختصاص داده و در بررسی هر پارامتر به نتیجه‌ی قابل استناد به عنوان منبع اطلاعاتی کامل نرسیده است، لذا جامعیت کافی را ندارد. در پژوهش پیش رو، با توجه به نتایج مطالعات پیشین و یافتن اهمیت ارتباط دورپیوندها به خصوص در بحث بارش کشور، اقدام به گردآوری مطالعات انجام گرفته در خصوص بررسی تأثیر این الگوهای بر پدیده بارش در کشور ایران کرده و به دسته‌بندی و جمع‌بندی نتایج در قالب

جدول ۱- خلاصه تعریف سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی

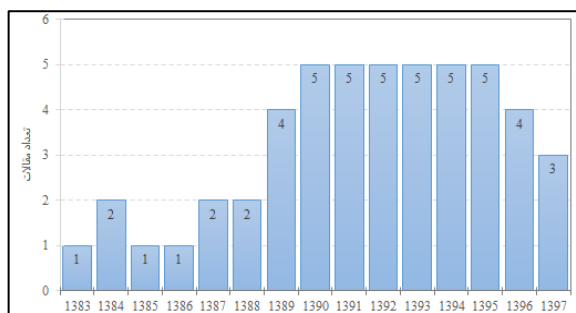
شاخص	تعریف
PNA	شاخص اقیانوس آرام آمریکای شمالی یکی از شناخته‌شده‌ترین و تأثیرگذارترین الگوهای آب و هوایی در نیم کره شمالی فراتر از مناطق استوایی است.
EP/NP	الگوی شرق اقیانوس آرام-شمال اقیانوس آرام (EP-NP) الگوی بهار، تابستان، پاییز با سه مرکز اصلی ناهنجاری است.
WP	الگوی اقیانوس آرام غربی یک حالت اصلی تغییرات با فرکانس پایین در اقیانوس آرام شمالی در تمام ماه‌ها است.
EA/WR	الگوی اطلس شرقی-غرب روسیه یکی از سه الگوی برجسته ارتباط از راه دور است که در طول سال بر اوراسیا تأثیر می‌گذارد.
NAO	شاخص نوسانات اقیانوس اطلس شمالی یک پدیده آب و هوایی در اقیانوس اطلس شمالی ناشی از نوسانات در اختلاف فشار جو در سطح دریا بین منطقه کم‌فشار ایسلند و پر فشار آزور است.
SOI	شاخص نوسانات جنوبی یکی از شاخص‌های مهم جوی برای سنجش قدرت پدیده‌های النینو و لانینا و تأثیرات احتمالی آن‌ها در منطقه استرالیا است.

ناهنجاری‌های دمای سطح آب در ناحیه (5N-5S, 150W-90W) است.	Nino 3
الگوی سری زمانی دو متغیره انسو از ترکیب یک SOI استاندارد و یک سری زمان استاندارد دمای سطح آب Nino3.4 محاسبه می‌شود.	BEST
شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس شمالی، نشانگر دمای سطح در نواحی شرقی استوایی اقیانوس اطلس شمالی است.	TNA
شاخص حاره‌ای اقیانوس اطلس جنوبی، نشانگر درجه حرارت سطح در خلیج گینه در نواحی شرقی استوایی اقیانوس اطلس جنوبی است.	TSA
شاخص استخر گرم نیمکره غربی ناهنجاری ماهانه سطح اقیانوس گرم‌تر از ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد در اقیانوس اطلس و شرق اقیانوس آرام است.	WHWP
شاخص نینوی اقیانوسی ناهنجاری‌های دمای سطح آب در همان ناحیه Nino3.4 است با این تفاوت که از میانگین متحرک ۳ ماهه استفاده می‌کند.	ONI
شاخص چند متغیره انسو روشی برای توصیف کردن شدت پدیده انسو است.	MEI
ناهنجاری‌های دمای سطح آب در ناحیه (10S, 90W-80W-0) است که کوچک‌ترین و شرقی‌ترین منطقه نینو می‌باشد.	Nino1.2
ناهنجاری‌های دمای سطح آب در ناحیه (5N-5S, 160E-150W) به عنوان اقیانوس آرام مرکزی است.	Nino4
ناهنجاری‌های دمای سطح آب در ناحیه (5N-5S, 170W-120W) است که نماینده متوسط دمای سطح آب در سراسر اقیانوس آرام بوده و عموماً از میانگین متحرک ۵ ماهه استفاده می‌کند.	Nino3.4
شاخص نوسانات دهه‌ای اقیانوس آرام یک الگوی قوی و تکرارپذیر از تغییرپذیری آب و هوای اقیانوس_جو در میانه حوضه اقیانوس آرام است.	PDO
شاخص سه‌گانه نوسانات دهه‌ای اقیانوس آرام بر اساس تفاوت بین میانگین دمای سطح آب در اقیانوس آرام مرکزی و میانگین دمای سطح آب در شمال غربی و جنوب غربی اقیانوس آرام است.	TPI (IPO)
شاخص نوسانات شمالی شاخصی از تغییرات آب و هوا بر اساس تفاوت در ناهنجاری‌های SLP در شمال اقیانوس آرام شمالی و در نزدیکی داروین استرالیا است.	NOI
الگوی آرام شمالی که فشار سطح دریا در ناحیه (65N-30N, 140W-160W) می‌باشد برای اندازه‌گیری تغییرات سالانه تا ده‌ساله گردش جو تعریف شده است.	NP (NPI)
شاخص انتقالی نینو، تفاوت در ناهنجاری‌های نرمال شده دمای سطح دریا بین مناطق Nino1.2 و Nino4 تعریف شده است.	TNI
شاخص نوسانات قطبی یک شاخص آب و هوا از وضعیت گردش اتمسفر بر روی قطب شمال است.	AO
نوسانات قطب جنوب یک حالت با فرکانس پایین از تغییرپذیری جوی نیمکره جنوبی است.	AAO
درجه حرارت آب در عمق ۱ الی ۲ متری از سطح می‌باشد.	SST
شاخص نوسانات چند دهه‌ای اقیانوس اطلس یک چرخه آب و هوا است که بر درجه حرارت سطح دریا از اقیانوس اطلس شمالی بر اساس حالت‌های مختلف در مقاطع زمانی چند دهه‌ای تأثیر می‌گذارد.	AMO
شاخص حالت نصف‌النهاری اقیانوس اطلس بیانگر همبستگی میان دمای سطح دریاها و بادهای نزدیک به سطح می‌باشد.	AMM
شاخص اقیانوس اطلس حاره‌ای شمالی، متوسط ماهانه ناهنجاری‌های دمای سطح آب در ناحیه (10N-20N, 79W-20W) است.	NTA
شاخص دمای سطح آب دریای کارائیب سری زمانی ناهنجاری‌های دمای سطح دریا بر روی کارائیب است.	CAR
پدیده انسو تغییرات نامنظم دوره‌ای در وزش باد و دمای سطح دریاها بر روی مناطق حاره‌ای اقیانوس آرام شرقی می‌باشد.	ENSO
الگوی قطبی / اروپا و آسیا (اوراسیا)	POL
شاخص الگوی اسکاندیناوی متشکل از یک مرکز جریان بر روی اسکاندیناوی، با مراکز ضعیف‌تر از نشانه مخالف در غرب اروپا، شرق روسیه و غرب مغولستان می‌باشد.	SCA
شاخص نوسانات شبه دوسالانه، نوسانات شبه دوره‌ای باد مناطق استوایی بین شرق و غرب در محدوده استراتوسفر مدار رأس‌السرطان با میانگین دوره ۲۸ تا ۲۹ ماهه است.	QBO
شاخص دوقطبی اقیانوس هند اختلاف بین دمای ناهنجاری‌های سطح دریا در دو منطقه حاره‌ای اقیانوس هند می‌باشد.	IOD
نوسان عمده آب و هوای استوایی در بازه‌های زمانی هفتگی تا ماهانه می‌باشد.	MJO
به فاز گرم ENSO گفته می‌شود.	El Nino
مونسون به بادهایی گفته می‌شود که شبیه به نسیم دریا بوده، اما سرعت وزش باد در آن‌ها شدیدتر و هماهنگ‌تر می‌باشد و در زمان‌های خاصی از سال نیز جریان دارند.	MONSON
به فاز سرد ENSO گفته می‌شود.	La Nina

مواد و روش‌ها

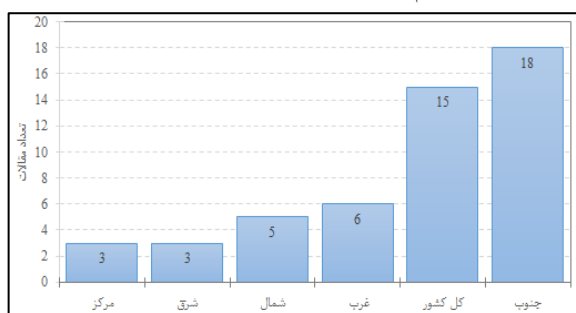
بارش در محدوده کشور ایران تدوین شده و در دسترس بوده‌اند، استفاده شده است. مقالات گردآوری شده بر اساس نوع و اعتبار مقاله و سال انتشار طبقه‌بندی و بر اساس منطقه

در این تحقیق، از مجموعه مقالات و پایان‌نامه‌هایی که در بازه سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ در زمینه ارتباط دورپیوندها با



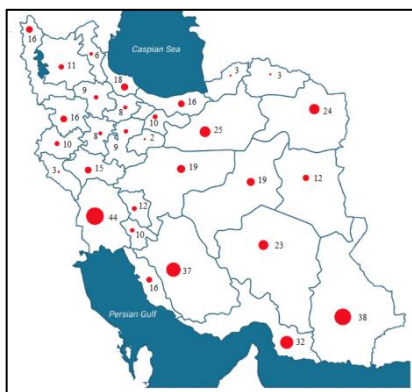
شکل ۲- تعداد مقالات منتشر شده در هر سال

همان‌طور که در شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود بیشترین تمرکز محققین بر روی اثرات دورپیوندها بر بارش مناطق جنوب کشور بوده و کمترین مطالعات در مناطق مرکزی و شرق کشور انجام شده است.



شکل ۳- تعداد مقالات منتشر شده بر اساس محدوده مورد مطالعه

پراکنش مطالعات در استان‌های مختلف کشور در نیز در شکل شماره ۴ نشان داده شده است. بزرگی دایره‌های قرمز رنگ متناسب با تعداد مقالات کار شده در هر استان است. بر این اساس استان‌های خوزستان با ۴۴ مقاله، سیستان و بلوچستان با ۳۸ مقاله و فارس با ۳۷ مقاله بیشترین مطالعات را در خصوص بررسی اثرات دورپیوندها بر بارش داشته‌اند. در مقابل کمترین بررسی‌ها در استان قم با ۲ مقاله، و استان‌های گلستان، ایلام و خراسان شمالی با ۳ مقاله صورت گرفته است.

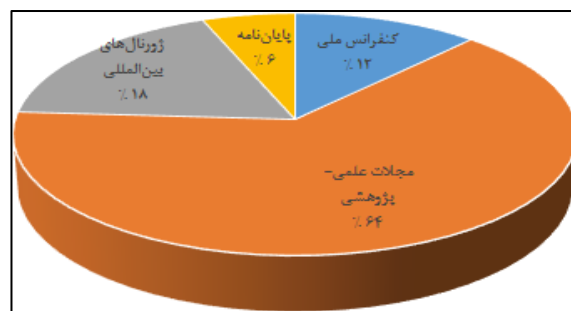


شکل ۴- پراکنش تعداد مقالات منتشر شده در هر استان

مطالعاتی دسته‌بندی شدند. در ادامه در هر دسته به بررسی یافته‌های مقالات و استخراج اشتراکات و یا تناقضات موجود پرداخته شده است. با مطالعه و ارزیابی روند مقالات، اقدام به جمع‌بندی و استخراج نتایج کلیدی از این مقالات شده و سپس در قالب جداول و نقشه‌ها ارائه گردید.

نتایج و بحث

بعد از اینکه تعاریف دورپیوندهای بارز در سطح کره زمین بیان شد، برای پیشبرد و تکمیل مطالعه، نیاز به بررسی اجمالی مقالات پیشین می‌باشد. برای این کار ابتدا خلاصه‌ای از هر یک از این مقالات به ترتیب تاریخ انتشار تهیه و در ادامه با دید کلی‌تر به موضوع، نتایج کاربردی به صورت جدول خلاصه شده است. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود از مجموع ۵۰ پژوهش گردآوری شده در رابطه با موضوع مدنظر، ۶ مقاله در کنفرانس‌های داخلی، ۳۲ مقاله در مجلات علمی - پژوهشی، ۹ مقاله در ژورنال‌های بین‌المللی و ۳ پژوهش در قالب پایان‌نامه به چاپ رسیده‌اند.



شکل ۱- درصد مقالات بر اساس نوع و اعتبار

در بازه سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ به طور متوسط هر سال ۳ مقاله در رابطه با بررسی ارتباط دورپیوندها و بارش در نقاط مختلف کشور منتشر شده است؛ اما توجه به این زمینه از سال ۱۳۸۶ تا سال ۱۳۹۲ روندی افزایشی داشته و پس از آن نرخ انتشار مقاله در سال تقریباً ثابت شده است (شکل ۲). در عین حال اعتبار مقالات علمی - پژوهشی در تمام سال‌ها به طور یکسان دیده می‌شود ولی مقالات ژورنالی بین‌المللی و کنفرانسی داخلی به طور پراکنده و تقریباً از ابتدای دهه ۹۰ شروع می‌شوند.

تا آوریل بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که نسبت مقدار بارش در مرحله فاز منفی نسبت به مقادیر مربوطه در مرحله فاز مثبت برای مناطق جنوب غربی و جنوب شرقی ایران به ترتیب در حدود ۱/۷۵ تا ۲/۷۵ و ۲/۷۵ تا ۴ است. همچنین با تجزیه و تحلیل داده‌های موجود بارش روزانه نشان دادند که همراه با فاز منفی **MJO** بارش فصلی (دوره نوامبر-آوریل) در جنوب ایران از حدود ۱۰ به ۷۰ درصد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، شیوع فاز مثبت **MJO** باعث کاهش بارش فصلی از حدود ۱۰ به ۵۵ درصد می‌شود.

پیره و فاتحی (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی بر بارش نواحی مختلف ایران طی دوره آماری از ابتدای سال آبی ۱۳۳۱-۱۳۳۹ تا انتهای سال آبی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ پرداختند. منطقه مورد مطالعه شامل ۲۳ شهر زنجان، زاهدان، یزد، تبریز، شیراز، کاشان، شهرکرد، سنندج، رامسر، ارومیه، مهرآباد، مشهد، خرم‌آباد، کرمانشاه، کرمان، سمنان، گرگان، اصفهان، بیرجند، بندرعباس، بم، بندر انزلی و آبادان می‌باشد. نتایج بیانگر این بودند که سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی در شرایط کاهش رطوبت و افزایش رطوبت به تدریج ضعیف‌تر از سیگنال‌های محلی عمل نموده و شرایط کاهش و افزایش رطوبت محلی با توان تأثیرگذاری سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی بر بارش منطقه رابطه معکوس و با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. همچنین سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی در نقاط مرتفع و نواحی سرد و نیمه سرد و مرطوب و نیمه مرطوب، قدرت تأثیرگذاری بالایی بر بارش دارند.

شیرمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی ارتباط بین پدیده انسو با مقادیر حدی بارش‌های فصلی در استان خراسان طی دوره آماری ۴۴ ساله (۲۰۰۵-۱۹۶۱) در چهار ایستگاه خراسان رضوی و جنوبی پرداختند. بر اساس پژوهش انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که بین درجه حرارت سطح اقیانوس در ناحیه **Nino 3.4** و شاخص‌های حدی بارش ارتباط قوی وجود دارد. این ارتباط در فصول مختلف سال و شاخص‌های حدی متفاوت می‌باشد. در شاخص‌های بارش‌های بهاره و پاییزه بیشترین همبستگی شاخص‌ها با وقفه

برای داشتن تصویر مناسب و درک بهتر نتایج مقالات فوق، اطلاعات کلیدی هر مقاله بر اساس اعتبار آن‌ها در جداول (۲) تا (۵) آمده است.

در ادامه خلاصه‌ای از برخی مقالات گردآوری شده آمده است:

Soltani و **Gholipoor** (۲۰۰۶) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط بین **ENSO** و بارش و دمای ایران (تبریز، گرگان، اصفهان، اهواز، شیراز) طی سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۶۶ پرداختند. در این تحقیق بیان شد که ارتباط معنی‌داری بین شاخص **ENSO** و بارش در فصول پاییز و زمستان وجود دارد. همچنین طی این دوره در فصل پاییز، در شهر تبریز رخداد النینو ارتباط بیشتری با بارش نسبت به لانینا دارد. در کرمانشاه شاخص **ENSO** باعث افزایش بارش می‌شود و در ماه‌های جولای و آگوست، ارتباط خوبی بین ایستگاه‌های کرمانشاه و اهواز با شاخص **SOI** پیدا شد.

یاراحمدی و عزیزی (۱۳۸۶) طی پژوهشی به تحلیل چند متغیره ارتباط بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی پرداختند. در این تحقیق ارتباط بین بارش سه فصل پاییز، زمستان و بهار را با شاخص‌های اقلیمی **NAO**، **AO**، **SOI**، **Nino3.4**، **MEI**، **TNI** و **PDO** مورد بررسی قرار دادند. دوره‌ی آماری این تحقیق بلند مدت (۱۹۵۰ تا ۲۰۰۳) و از لحاظ مکانی تمام کشور را پوشش می‌دهد. آن‌ها نشان دادند که بیشترین ارتباط بین شاخص‌های اقلیمی و بارندگی مربوط به فصول پاییز و زمستان است و تقریباً با بارش بهار ارتباطی ندارد. در بین شاخص‌های مذکور شاخص **Nino3.4** بیشترین تأثیرگذاری را بر بارش پاییز و زمستان کشور دارد و شاخص‌های **SOI** و **MEI** در رده‌های بعدی قرار دارند. علاوه بر این ارتباط منفی بارش در فصول مذکور و شاخص‌های **AO** و **NAO** مشاهده شد. در نهایت از لحاظ مکانی، بارش در نیمه غربی کشور بیش‌ترین اثرپذیری از شاخص‌های اقلیمی را دارا می‌باشد.

Nazemosadat و **Ghaedamini** (۲۰۱۰) به بررسی ارتباط بین نوسانات **MJO** و تغییرات بارش در جنوب ایران و شبه جزیره عربستان پرداختند. به این ترتیب که تأثیر این نوسانات را بر بارش روزانه، ماهانه و فصلی در ماه‌های نوامبر

۱۸۳ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۷۴-۲۰۰۵) می‌باشد. نتایج نشان داد که ارتباط بین IOD در ماه‌های نوامبر و اکتبر با بارش بیش‌تر از ENSO است که دلیل این موضوع رخ دادن هم‌زمان النینو و IOD اقیانوس هند است.

Gheiby و Noorafshani (۲۰۱۲) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط ENSO و بارش فصلی (پاییز و زمستان) ایران برای دوره (۱۹۶۰-۲۰۰۵) بر روی ۴۰ ایستگاه هواشناسی پرداختند. نتایج حاکی از آن است که در پاییز بارش رابطه معنی‌دار معکوسی با SOI دارد و همچنین در فصل زمستان بارش رابطه‌ی مستقیم با SOI دارد.

ملاحی (۱۳۹۱) طی پژوهشی به بررسی تأثیر SST اقیانوس هند و دریای عرب، بر بارش‌های موسمی جنوب شرق ایران، طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۰، بر روی ۷ ایستگاه سینوپتیک (بندرعباس، میناب، کرمان، بم، چابهار، ایرانشهر و زاهدان) پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که منابع رطوبت بارش برای جنوب شرق ایران، در زمان فعالیت سامانه موسمی هند، دریای عرب و اقیانوس هند است. همچنین می‌توان گفت ارتباط بین تغییرات SST اقیانوس هند و بارش زاهدان، در ماه ژوئن بیشتر از سایر ایستگاه‌ها است. در ماه جولای هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری برای سه منطقه مورد بررسی وجود ندارد ولی در ماه آگوست و سپتامبر، به ترتیب ارتباط بین بارش و SST اقیانوس هند برای ایستگاه‌های ایرانشهر و بم یافت شد.

زمانی ۱ ماهه به دست آمده است؛ اما در شاخص‌های زمستانه بیشترین همبستگی شاخص‌ها در وقفه زمانی یک سال قبل بود و وقایع غیر قابل انتظار بارش همانند تعداد بارش‌های بیشتر از ۵۰ میلی‌متر بیشترین همبستگی را ۵ تا ۶ ماه زودتر از زمان وقوع پدیده نشان دادند. بنابراین می‌توان بارش‌های سنگین زمستانه و بهاره را که باعث وقوع سیل می‌گردد ۶ تا ۷ ماه قبل از وقوع آن‌ها پیش‌بینی نمود. اما در طول روزهای خشک و مرطوب ارتباط مناسبی به دست نیامده است.

ناظم‌السادات و قائد امینی (۱۳۹۰) به ارزیابی تأثیر MJO بر رخداد دوره‌های تر و خشک در استان فارس پرداختند. آن‌ها از داده‌های روزانه MJO برای یک دوره ۲۷ ساله (۱۹۷۹ تا ۲۰۰۵) و داده‌های بارش ماهانه نوامبر تا آوریل در ۹ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی استان فارس استفاده کردند. نتایج آن‌ها بیانگر ارتباط مستقیم بارش فصلی و جابه‌جایی MJO می‌باشد. همچنین میزان بارش فصلی در فاز منفی MJO به طور معنی‌داری بیشتر از فاز مثبت است. علاوه بر این نشان دادند که با چیره‌شدن فاز مثبت احتمال خشک‌سالی در استان بین ۶۰ تا ۸۴ درصد نوسان داشته و در فاز منفی احتمال وقوع ترسالی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد در حال تغییر است.

Pourasghar و همکاران (۲۰۱۲) طی پژوهشی به بررسی ارتباط بین بارش در نواحی جنوبی ایران و شاخص ENSO و IOD پرداختند. این بررسی شامل داده‌های ماهانه بارش از

جدول ۲- اطلاعات کلیدی مقالات ژورنال بین‌المللی در خصوص رابطه دورپیوندها و بارش کشور

ردیف	نام محقق	منطقه مطالعاتی	نوع سیگنال	نوع ارتباط
۱	Soltani & Gholipoor (2006)	تبریز، گرگان، اهواز، اصفهان، شیراز	ENSO	- ارتباط معنی‌دار شاخص ENSO و بارش، در فصول پاییز و زمستان - افزایش بارش در اکثر ایستگاه‌ها
۲	Nazemosadat & Ghaedamini (2010)	جنوب ایران و شبه جزیره عربستان	MJO	- افزایش بارش فصلی در فاز منفی MJO - کاهش بارش فصلی در فاز مثبت MJO
۳	Gheiby & Noorafshani (2012)	کل کشور	SOI, ENSO	- رابطه‌ی معنی‌دار معکوس بارش با SOI در پاییز - رابطه‌ی مستقیم بارش با SOI در فصل زمستان
۴	Pourasghar et al. (2012)	جنوب کشور	IOD, ENSO	- تأثیر بیشتر IOD در ماه‌های نوامبر و اکتبر بر بارش نسبت به ENSO
۵	Biabanaki et al. (2014)	غرب کشور	PDO, ENSO	- تقویت شدت بارش‌ها - خشک‌سالی در غرب ایران متناسب با سال‌های لانیئا و فاز منفی PDO
۶	Salehizadeh et al. (2015)	فسا	SOI	- رابطه‌ی معکوس بارش و SOI با تأخیر ۱ ماهه و ۳ ماهه، برای ماه‌های دسامبر و اکتبر

۷	Roghani et al. (2015)	کل کشور	SOI	- عدم ارتباط بین SOI و بارش جنوب شرقی ایران - رابطه‌ی مستقیم SOI با بارش نواحی غربی خزر و بیشتر بودن ارتباط با ایستگاه تهران
۸	Pourasghar et al. (2015)	جنوب کشور	MJO	- تغییرات در رویدادهای خشک و تر در جنوب ایران با انتشار مرکز همرفت MJO از شرق به غرب اقیانوس هند
۹	Saligheh & Sayadi (2017)	جنوب شرقی کشور	SST اقیانوس هند	- ارتباط مستقیم بارش و SST در فصل تابستان

جدول ۳- اطلاعات کلیدی مقالات مجلات علمی - پژوهشی در خصوص رابطه دورپیوندها و بارش کشور

ردیف	نام محقق	منطقه مطالعاتی	نوع سیگنال	نوع ارتباط
۱	ناظم السادات و قاسمی (۱۳۸۳)	شمال و جنوب غربی کشور	SST دریای خزر	- شرایط گرم دریای خزر موجب کاهش ۲۰ درصدی بارش در سواحل شرقی و غربی و شرایط سرد موجب افزایش بارش زمستانه در نواحی غربی و مرکزی این دریا و مناطق مرکزی و جنوبی استان فارس می‌شود.
۲	ناظم السادات و همکاران (۱۳۸۴)	جنوب و جنوب غرب کشور	SOI	- رابطه‌ی معکوس SOI با مقدار بارش
۳	مسعودیان (۱۳۸۴)	کل کشور	ENSO	- محسوس بودن اثر ENSO در ماه‌های ژوئن، اکتبر و نوامبر به صورت غیرمستقیم و از راه اثرگذاری بر سیستم‌های بارشی - رابطه‌ی مستقیم میان ENSO و بارش ایران
۴	یاراحمدی و عزیزی (۱۳۸۶)	کل کشور	SOI, AO, NAO, Nino3.4, MEI, TNI, PDO	- بیشترین ارتباط مربوط به فصول پاییز و زمستان است. - شاخص Nino3.4 بیشترین تأثیرگذاری بر بارش پاییز و زمستان کشور دارد. - ارتباط منفی بارش در پاییز و زمستان با شاخص‌های NAO و AO
۵	ناظم‌السادات و قائد امینی (۱۳۸۷)	استان فارس	MJO	- ارتباط مستقیم بارش با فاز منفی در بهمن ماه - عدم وجود رابطه معنی‌دار MJO با کمینه بارش فروردین ماه
۶	خورشیددوست و قویدل‌رحیمی (۱۳۸۷)	ایستگاه اهر	AO, NAO, SOI	- در فاز گرم یا النینو موجب افزایش بارش و در فاز سرد یا لانینا موجب خشک‌سالی می‌شود - در فاز منفی NAO بارش افزایش و در فاز مثبت بارش کاهش می‌یابد
۷	محمدنژاد و همکاران (۱۳۸۸)	کل کشور	کمربند پرفشار جنب حاره و پرفشار سبیری	- رابطه‌ی مستقیم پرفشار سبیری بر بارش بخش‌های شرق و غرب کشور
۸	خسروی و همکاران (۱۳۸۹)	سواحل جنوب شرقی کشور	SST دریای عمان	- شرایط گرم (سرد) دمای سطح آب دریای عمان در فصل بهار با کاهش (افزایش) بارندگی در فصل پاییز و زمستان - شرایط گرم (سرد) دمای سطح دریای عمان در فصل تابستان باعث افزایش (کاهش) بارندگی فصل زمستان
۹	رسولی و همکاران (۱۳۸۹)	کل کشور	SST	- اقیانوس هند و دریای عرب مهم‌ترین کانون تغییر در تمام فصول - بیش‌ترین همبستگی معنی‌دار در فصل بهار
۱۰	رضایی بنفشه و همکاران (۱۳۸۹)	غرب کشور	SST دریای مدیترانه	- افزایش بارش زمستانه زمانی که MEDSST در پاییز سردتر از معمول است

مروری بر برخی مطالعات پیرامون تأثیر دورپیوندها بر بارش ایران در بازه سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ *Archive of SID*

				- افزایش بارش پاییزه زمانی که MEDSST در تابستان گرم‌تر از معمول است
۱۱	ناظم‌السادات و قائد امینی (۱۳۹۰)	فارس	MJO	- ارتباط مستقیم بارش فصلی و جابه‌جایی MJO. - میزان بارش فصلی در فاز منفی MJO به طور بیشتر از فاز مثبت است.
۱۲	جهانبخش و همکاران (۱۳۹۰)	جنوب کشور	IOD	- رابطه‌ی مستقیم میان IOD و بارش پاییزه
۱۳	شیرمحمدی و همکاران (۱۳۹۰)	خراسان رضوی و جنوبی	ENSO	- ارتباط قوی در ناحیه NINO3.4 و بارش‌های منطقه - همبستگی قوی شاخص‌ها با تأخیر زمانی و بارش منطقه
۱۴	عرفانیان و همکاران (۱۳۹۱)	مشهد	۳۰ شاخص اقلیمی	- شاخص NINO1.2 مؤثرترین شاخص بر بارش منطقه
۱۵	چوبین و همکاران (۱۳۹۲)	حوزه آبخیز مهارلو-بختگان	۴۵ شاخص اقلیمی	- ارتباط بارش فصل پاییز و سیگنال‌های AMM و NINO3.4 در گام زمانی ۳ و ۴ ماهه و بارش فصل تابستان با شاخص‌های NTA و NINO4
۱۶	حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)	مرکز کشور	ENSO, SOI, NAO, AO	- تأثیر بیشتر ENSO با تأخیر ۳ و ۶ ماهه در مناطق NINO3 و NINO1.2
۱۷	سعادت‌آبادی و ایزدی (۱۳۹۲)	نیمه جنوبی کشور	SST اقیانوس هند و دریای عرب	- بیشترین ارتباط در ماه‌های اکتبر، نوامبر، ژانویه، فوریه
۱۸	صلاحی و حاجی‌زاده (۱۳۹۲)	استان لرستان	NAO SST اقیانوس اطلس	- ارتباط بین فاز مثبت شاخص‌ها و خشک‌سالی‌های الیگودرز و ترسالی‌های بروجرد - قابل توجه بودن تغییرات دما نسبت به بارش، در مقیاس ماهانه برای ماه‌های سرد سال
۱۹	فرج‌زاده اصل و همکاران (۱۳۹۲)	کل کشور	۵۵ سیگنال اقلیمی	- ارتباط بیشتر بارش و شاخص‌ها (به‌خصوص انسو) در فصل پاییز
۲۰	حسینی و همکاران (۱۳۹۳)	کل کشور	پرفشار دریای سیاه	- رخداد بیش از ۵۰ درصد بارش ایران، هم‌زمان با پرفشار دریای سیاه - ارتباط بارش ایران با پرفشار دریای سیاه در ماه‌های زمستان و پاییز، در مناطق غربی و شرقی کشور
۲۱	عزیزی و همکاران (۱۳۹۳)	کل کشور	NAO, SOI	- ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌ها و بارش فصل پاییز - قوی بودن ارتباط بین بارش و هم‌زمانی شاخص‌ها
۲۲	ناظم‌السادات و شاهقلیان (۱۳۹۳)	جنوب غربی کشور	MJO	- بارش‌های سنگین در فاز ۸ در ایستگاه‌های اهواز، بندرعباس، بوشهر، شهرکرد و شیراز. - اختصاص ۸ تا ۱۵ درصدی بارش جنوب باختری به فاز ۱ MJO
۲۳	سعادت‌آبادی و سوری (۱۳۹۴)	کل کشور	MJO	- ارتباط معنی‌دار شاخص MJO و بارش زمستانه ایران - ارتباط معنی‌دار بین فازهای مختلف MJO و بخش‌های غربی و نیمه‌های جنوبی کشور
۲۴	ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۹۵)	جنوب باختری کشور	MJO	- ارتباط ۸ تا ۱۵ درصدی بارش با فاز ۱ MJO - ارتباط افزایش بارش در جنوب باختری با پهنه‌های استوایی اقیانوس هند، محدودده‌ای از آفریقا و اقیانوس آرام
۲۵	پوراصغر و همکاران (۱۳۹۵)	نیمه جنوبی کشور	SST اقیانوس هند	- رابطه مستقیم سامانه اقیانوس جو و شرایط منطقه‌ای دمای سطح آب با بارش
۲۶	عساکره و همکاران (۱۳۹۵)	کل کشور	الگوهای همدید توأم با فاز مثبت NAO	- میزان ریزش‌های جوی بالا در شرایط پایداری الگوهای موجود در این فاز
۲۷	محمدی و همکاران (۱۳۹۵)	استان سمنان	۳۲ سیگنال اقلیمی	- دقت بیشتر شبکه‌های عصبی مصنوعی و عصبی-فازی نسبت به رگرسیون خطی چندگانه

۲۸	فتح‌نیا و همکاران (۱۳۹۶)	کل کشور	SST شمال اقیانوس هند	- کاهش بارش در فصل بهار و افزایش بارش در فصول پاییز و تابستان - مقادیر بیشینه و کمینه همبستگی به ترتیب برای ایستگاه‌های بوشهر و کرج
۲۹	لکزاشکور و همکاران (۱۳۹۶)	گلستان	SCAND, NTA, NCP, NAO, EA/WR, EA, AO, AMO, POL	- تقویت و تشدید خشک‌سالی‌ها برای ماه‌های آوریل، مارس، دسامبر، می و آگوست - افزایش همبستگی شاخص‌ها در گام‌های زمانی تأخیر، با بارش استان
۳۰	دارند و رحمانی (۱۳۹۷)	استان کردستان	NAO, AO, SOI, NCP, CACO, MOI, EA/WR, SCA, EMPI, EA	- ارتباط با بارش استان و همچنین شدت یافتن در فصل پاییز - رابطه‌ی معکوس شاخص SOI و بارش استان در ماه‌های اکتبر و نوامبر
۳۱	گرگانی‌نژاد و بذرافشان (۱۳۹۷)	خلیج فارس	۱۳ شاخص اقلیمی	- شاخص‌های NAO، AO و AMO مهم‌ترین عوامل تغییر بارش در دوره خشک‌سالی - شاخص‌های AO، Nino1.2 و SOI مهم‌ترین عوامل تغییر بارش در دوره ترسالی
۳۲	مهرآور و همکاران (۱۳۹۷)	استان فارس	MJO, ENSO	- تأثیر قابل توجه شاخص ENSO بر بارش پاییزه دوره‌های تر و خشک استان فارس - بیشتر بودن شدت بارش پاییزه بخش‌های جنوبی و شمالی استان در دوره النینو، نسبت به لانینا

جدول ۴- اطلاعات کلیدی مقالات کنفرانس ملی در خصوص رابطه دورپیوندها و بارش کشور

ردیف	نام محقق	منطقه مطالعاتی	نوع سیگنال	نوع ارتباط
۱	پیره و فاتحی (۱۳۹۰)	کل کشور	۲۶ سیگنال اقلیمی	- شرایط کاهش و افزایش رطوبت محلی با توان تأثیر گذاری سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی بر بارش منطقه رابطه معکوس و با ارتفاع رابطه مستقیم دارد
۲	تاج‌الدینی و همکاران (۱۳۹۰)	استان کرمان	SOI, Nino4, Nino3.4, Nino3, MEI, Nino1.2, NAO	- SOI بیشترین تأثیر را بر بارش مناطق خشک استان دارد - منفی بودن ضریب همبستگی برای شاخص SOI در تمام نواحی خشک - ارتباط مستقیم بارش پاییزه هر سال با SOI پاییز همان سال
۳	باستانفرد و همکاران (۱۳۹۳)	جنوب شرق کشور	واشاری‌های موسمی دریای عرب	- ارتباط معنی‌دار بین واشاری‌های تابستانه غرب دریای عرب و بارش جنوب شرق کشور
۴	احمدی و همکاران (۱۳۹۴)	کل کشور	SST, IOD, AMO, AO	- ارتباط مستقیم بین کاهش فشار اوراسیا و کاهش بارش کشور
۵	عراقی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵)	کل کشور	EL NINO	- در غرب و جنوب غرب ایران، مناطق جنوبی رشته‌کوه البرز و قسمتی هم در شمال شرق - کمترین تأثیر بر خشک‌سالی
۶	قاضی‌پور و مهجوری مجد (۱۳۹۶)	استان خوزستان	SST شرق دریای مدیترانه	- شاخص مورد استفاده با تأخیر زمانی، به عنوان بهترین پیش‌بینی کننده

جدول ۵- اطلاعات کلیدی پایان‌نامه‌ها در خصوص رابطه دورپیوندها و بارش کشور

ردیف	نام محقق	منطقه مطالعاتی	نوع سیگنال	نوع ارتباط
۱	زینالی (۱۳۸۸)	شمال و شمال غرب کشور	SST دریای مدیترانه	- رابطه‌ی مستقیم بارش با فاز گرم SST - MedSST سردتر از شرایط معمول موجب افزایش بارش زمستانه می‌شود

و برعکس				
- ارتباط مستقیم بارش با شارهای گرمایی سطح دریا	SST دریای خزر	سواحل جنوبی دریای خزر	باران‌دوست (۱۳۹۱)	۲
- بیشتر بودن ارتباط بین SST اقیانوس هند و بارش زاهدان در ماه ژوئن - عدم ارتباط بین شاخص‌ها و بارش ایستگاه‌ها در ماه جولای	SST اقیانوس هند و دریای عرب	جنوب شرق کشور	ملاحی (۱۳۹۱)	۳

باعث قوی‌تر شدن همبستگی شاخص ENSO در مناطق Nino1.2 و Nino3 با ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌شود. سیگنال ENSO در این مناطق می‌تواند به عنوان پیش‌بینی کننده بارش، در کنار سایر پارامترهای تأثیرگذار استفاده شود و سایر سیگنال‌های اقلیمی مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری بر بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه ندارد.

Biabanaki و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی به بررسی ارتباط ENSO و PDO با بارش غرب ایران پرداختند. در این پژوهش از ۵۲ ایستگاه هواشناسی دوره (۱۹۵۷-۲۰۰۸) استفاده شده است. نتایج نشان‌دهنده افزایش تغییرات بارش در طی دو دهه‌ی اخیر می‌باشد. همچنین ENSO و PDO موجب تقویت شدت بارش‌ها شده است. علاوه بر این سال‌های مرتبط با لائینا که در فازهای منفی PDO اتفاق می‌افتد موجب ایجاد خشک‌سالی در غرب ایران می‌شود.

سعادت‌آبادی و سوری (۱۳۹۴) طی پژوهشی به بررسی ارتباط بین تغییرات جوی همراه شده با فعالیت نوسان MJO و بارش زمستانه ایران پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در زمان چیرگی هریک از فازهای MJO بارش زمستانه ایران تغییر می‌کند که نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار فازهای مختلف MJO با بارش زمستانه ایران است. همچنین میزان کاهش بارش زمستانه همراه شده با این فازها، در اکثر مناطق کشور بین ۳۰ تا ۱۰۰ درصد است و در فاز شش بی‌هنجاری مثبت، بارش (حدود ۳۰ تا ۱۵۰ درصد) در بخش عمده نیمه غربی و دامنه‌های جنوبی البرز و در فاز هشت، علاوه بر نیمه غربی در بخش‌های شرقی کشور رخ می‌دهد.

عراقی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر پدیده النینو بر بارش سالانه ایران با استفاده از داده‌های بارندگی ماهانه ۱۷۰ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی در بازه زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که اگر بارش کشور را به دوره‌های ترسالی، نرمال و خشک‌سالی تقسیم کنیم، پدیده

عرفانیان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی ارتباط بین سیگنال‌های اقلیمی و بارش مشهد، طی دوره آماری ۵۵ ساله ۱۹۵۶-۲۰۱۰ پرداختند. در این پژوهش با مطالعه بر روی سیگنال‌های اقلیمی: ONI، SOI، NAO، WP، PNA، TSA، TNA، WHWP، Nino3، Nino1.2، Nino4، NTA، AMM، AMO، AO، TNI، PDO، Nino3.4، CAR، QBO، MONSON، FLUX، EA، EA/WR، SCA، PM و MMEI که به صورت هم‌زمان و به صورت تأخیر زمانی مورد بررسی قرار گرفته است، به این نتیجه رسیدند که شاخص اقلیمی Nino 1+2 با تأخیرهای زمانی به ترتیب ۴ و ۵ ماهه، مؤثرترین شاخص بر پارامترهای بارش و دمای منطقه می‌باشد.

چوبین و همکاران (۱۳۹۲) طی پژوهشی به بررسی تأثیر سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی بر بارش فصلی حوزه آبخیز مهارلو-بختگان طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۶۷، پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که از مجموع ۴۵ سیگنال انتخاب شده برای منطقه، شاخص‌های AMM، BEST، Nino3.4، Nino4، NTA، SOI و AMO به عنوان مؤثرترین شاخص‌ها انتخاب شدند. همچنین بارش فصل پاییز، با سیگنال‌های AMM و Nino3.4 به ترتیب در گام تأخیر سه و چهار و بارش فصل تابستان با سیگنال‌های NTA و Nino4 به ترتیب با تأخیر سه فصل قبل و هم‌زمان دارای همبستگی معنی‌داری است. به طور کلی ارتباط سیگنال‌ها با بارش منطقه با تأخیر زمانی بیشتر از حالت بدون تأخیر است. حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به بررسی ارتباط بین تأثیر سیگنال‌های اقلیمی ENSO، SOI، NAO و AO و بارش ناحیه مرکزی ایران (طیس، یزد و بم) در سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۷۸ پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که سیگنال ENSO در مناطق Nino1.2 و Nino3 بر بارش منطقه مورد مطالعه تأثیر بیشتری دارد و تأخیر ۳ و ۶ ماهه،

شاخص **NindsSST** در فصل پاییز ۰/۱۷+ شده است. همچنین بیشینه همبستگی برابر ۰/۴۸+ در ایستگاه بوشهر و کمینه آن برابر ۰/۴۳- در ایستگاه کرج است؛ بنابراین به نظر می‌رسد افزایش دمای سطح آب شمال اقیانوس هند سبب افزایش بارش کشور در فصل پاییز گردیده است. در مجموع با توجه به سری زمانی بارش، به نظر می‌رسد فصل بهار دارای کاهش بارش بیشتر (همبستگی منفی) و فصل پاییز و تابستان دارای افزایش بارش می‌باشند. همچنین در فصل زمستان نیز، کاهش بارش در بیشتر ایستگاه‌ها رخ داده که در برخی از آن‌ها معنی دار می‌باشد.

مهرآور و همکاران (۱۳۹۷) طی مقاله‌ای به بررسی ارتباط بین نوسان‌های **MJO** و شاخص **ENSO** و بازخورد آن بر بارش‌های پاییزه استان فارس، طی دوره آماری ۲۰۱۳-۱۹۷۴ پرداختند. یافته‌ها نشان داد که در دوران النینو، رخداد فازهای مثبت و منفی **MJO** تا اندازه زیادی یکسان است و شاخص **MJO** تأثیر مستقیمی بر بارش استان فارس ندارد. جابه‌جایی فازهای **ENSO** تأثیر قابل توجهی بر رخداد دوره‌های تر و خشک و احتمال رخداد بارش پاییزه فارس دارد. شدت بارش پاییزه دوران النینو در بخش‌های جنوبی و شمالی استان به ترتیب حدود ۵۵ تا ۱۰۰ درصد و ۲۵ تا ۵۵ درصد بیشتر از بارش‌های دوران لانینا است.

گرگانی‌نژاد و بذرافشان (۱۳۹۷) طی پژوهشی به بررسی تأثیر سیگنال‌های اقلیمی بر میزان بارش دو دوره خشک و تر در حوزه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان، طی دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۱۴ پرداختند. در این پژوهش با مطالعه بر روی ۲۲ ایستگاه باران‌سنجی در حوزه آبریز خلیج فارس و دریای عمان به این نتایج دست یافتند که در دوره خشک سال مهم‌ترین عوامل تغییرات بارش، شاخص‌های **AO**، **NAO** و **AMO** در دوره تر سال، شاخص‌های **AO**، **Nino1.2**، **SOI** هستند. در دوره خشک سال شاخص **NAO** و **AO** بالاترین همبستگی مثبت را با ایستگاه‌های مورد مطالعه و شاخص **AMO** کمترین تأثیر را در تغییرات بارش در دوره‌های خشک سال دارد. همچنین بخش قابل توجهی از بارش‌ها در سواحل جنوبی کشور توسط اقیانوس آرام جنوبی، اقیانوس اطلس شمالی و قطب شمال تبیین می‌شود.

النینو به طور متوسط باعث افزایش وقوع ترسالی در بیشتر نقاط ایران و بعد از آن شرایط نرمال و در نهایت هم کمترین تأثیر را بر وقوع خشک‌سالی در ایران دارد. بیشترین تأثیر النینو بر شرایط ترسالی را در غرب و جنوب غرب ایران، مناطق جنوبی رشته‌کوه البرز و قسمتی هم در شمال شرق کشور می‌توان مشاهده کرد.

Salehizadeh و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثرات **SOI** با بارش فسا برای دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۷۶-۲۰۱۰) پرداختند. نتایج بیانگر وجود رابطه‌ی معکوس معنی‌داری میان بارش و **ENSO** با تأخیر ۱ ماهه در دسامبر و تأخیر ۳ ماهه در اکتبر بودند.

Roghani و همکاران (۲۰۱۵) طی مقاله‌ای به بررسی اثرات **SOI** و بارش پاییزه ایران برای دوره ۳۵ ساله بر روی ۵۰ ایستگاه هواشناسی پرداختند. نتایج بیانگر رابطه‌ی مستقیم **SOI** با بارش پاییزه نقاط غربی، شمال غربی و سواحل غربی دریای خزر داشته است؛ اما رابطه‌ی معنی‌داری میان **SOI** و بارش جنوب شرقی ایران مشاهده نشد. تهران نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارای بیشترین تغییرات بارندگی بود که در شرایط النینو با افزایش و در شرایط لانینا با کاهش بارش پاییزه همراه بود.

Saligeh و **Sayadi** (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط بین **SST** اقیانوس هند و بارش در جنوب شرقی ایران طی دوره (۲۰۰۰-۲۰۱۰) بر روی ۱۵ ایستگاه سینوپتیک (ایران‌شهر، خاش، چابهار، زابل و سراوان) پرداختند. نتایج به دست آمده بیانگر ارتباط مستقیم میان بارندگی و **SST** اقیانوس هند در فصل تابستان بود.

فتح‌نیا و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی ارتباط دمای سطح آب شمال اقیانوس هند با بارش‌های فصلی ایران با استفاده از داده‌های ۵۰ ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۴ پرداختند. آن‌ها ابتدا داده‌های ماهانه دمای شمال اقیانوس هند از مرکز هواشناسی جهانی **NOAA** تهیه کرده و سپس با طبقه‌بندی شاخص **NindsSST**، دو بازه ۵ ساله مقادیر بالا و پایین دما، نقشه‌های هم‌دید تراز سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال را ترسیم کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد میانگین همبستگی بین داده‌های بارش و ۵۰ ایستگاه و

دارند و رحمانی (۱۳۹۷) به واکاوی نقش سیگنال‌های اقلیمی بر بارش استان کردستان پرداختند. در این پژوهش از داده‌های روزانه‌ی بارش ۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی داخل و خارج از استان کردستان طی بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۸ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که سیگنال‌های اقلیمی مورد مطالعه در این پژوهش ارتباط معناداری را با بارش بر روی گستره‌ی استان کردستان نشان می‌دهند. به طوری که در فصل پاییز ارتباط بارش استان کردستان با سیگنال‌های اقلیمی مورد مطالعه به لحاظ گستره و فراگیری ارتباط معنادار و با شدت بیشتر است. در ماه‌های اکتبر و نوامبر الگوی پیوند از دور شاخص نوسان جنوبی (SOI) ارتباط معنادار و معکوسی را با بارش بر روی گستره‌ی وسیعی از استان نشان می‌دهد. به طور کلی می‌توان گفت که افزایش فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی غرب اروپا و افت فشار تراز دریا بر روی مدیترانه‌ای شرقی، دریای خزر و شمال دریای خزر منجر به افزایش بارش در استان کردستان می‌شود.

جمع‌بندی

مطالعاتی که تا به حال در حوزه ارتباط دورپیوندها و بارش انجام شده است، نمایانگر اهمیت این موضوع می‌باشند. با توجه به روند مطالعات مورد بررسی که از سال ۱۳۸۳ شروع و به سال ۱۳۹۷ خاتمه می‌یابد، در ابتدا از روش‌های ساده آماری و در ادامه از روش‌هایی همچون مدل‌های اقلیمی و شبکه‌های عصبی مصنوعی و منطق فازی که نتایج بهتری ارائه می‌دهند استفاده گردیده است. مقالات مورد بررسی اکثراً از درجه اعتبار علمی-پژوهشی بوده و در سال‌های اخیر تعداد مقالات منتشر شده در این خصوص افزایش پیدا کرده است. از لحاظ پوشش مقالات در سطح کشور در حالت کلی، نیمه غربی و شمالی کشور نسبت به نیمه شرقی و جنوبی کشور تعداد مقالات بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند و از لحاظ تفکیک مقالات در سطح استانی به ترتیب استان‌های خوزستان، سیستان و بلوچستان و فارس بیشترین و استان‌های گلستان، خراسان شمالی و قم کمترین مقالات را به خود اختصاص داده‌اند.

در این پژوهش‌ها تعداد زیادی از شاخص‌های اقلیمی مورد بررسی قرار گرفته که نتایج آن‌ها حاکی از تأثیرگذاری این شاخص‌ها در گستره وسیعی از کشور است. به عنوان مثال؛ طبق پژوهش مسعودیان (۱۳۸۴) بارش کشور با ENSO رابطه مستقیم دارد. همچنین ارتباط بارش پاییزه جنوب کشور و شاخص IOD از نتایج پژوهش جهانبخش و همکاران (۱۳۹۰) است. به علاوه در اکثر مقالات تأثیرگذاری شاخص‌های اقلیمی در فصل پاییز نسبت به سایر فصول به چشم می‌خورد. به طور کل با توجه به نتایج حاصل از پژوهش‌ها، می‌توان شاخص‌های SOI، NAO و گروه NINO را از مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار بر بارش کشور نام برد. شاخص SOI به عنوان پر کاربردترین شاخص در ۵۰ درصد از مقالات به عنوان مهم‌ترین شاخص تأثیرگذار در بارش ایران شناخته شده است. ارتباط شاخص SOI و بارش در بعضی مطالعات به صورت مستقیم بوده است مانند ارتباط مستقیم با بارش کشور در فصل پاییز (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳)، ارتباط با بارش استان کردستان و همچنین شدت یافتن در فصل پاییز (دارند و رحمانی، ۱۳۹۷)، رابطه‌ی مستقیم SOI با بارش نواحی غربی خزر و بیشتر بودن ارتباط با ایستگاه تهران (Roughani و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی در برخی مطالعات دیگر رابطه فوق به شکل معکوس شناسایی شده است مانند رابطه‌ی معکوس SOI و بارش استان کردستان در ماه‌های اکتبر و نوامبر (دارند و رحمانی ۱۳۹۷) و رابطه‌ی معکوس بارش و SOI با تأخیر یک و سه ماهه برای ماه‌های دسامبر و اکتبر ایستگاه فسا (Salehizadeh و همکاران، ۲۰۱۵).

در رابطه با شاخص NAO برخلاف شاخص SOI، می‌توان ارتباط مستقیم بر بارش ایران را نتیجه گرفت. به عنوان مثال این موضوع در مطالعات عساکره و همکاران (۱۳۹۵) با تأکید بر میزان ریزش‌های جوی بالا در شرایط پایداری الگوهای موجود در این فاز برای کل کشور و همچنین عزیزی و همکاران (۱۳۹۳) با اشاره به ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌ها و بارش فصل پاییز در کل کشور مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه شاخص‌های گروه NINO همانند شاخص NAO، ارتباط مستقیمی با بارش ایران دارند که

۳. باستانفرد، ب.، ف. احمدی گیوی و پ. ایران نژاد، ۱۳۹۳، تأثیر وافشاری‌های موسمی دریای عرب بر بارش جنوب شرق ایران، شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، صفحات ۱۸۱ تا ۱۸۵.
۴. پوراصغر، ف.، قائمی، ه.، س. جهانبخش و ب. ساری‌صراف، ۱۳۹۵، تأثیر دمای سطح آب اقیانوس هند بر تغییرات بارش نیمه جنوبی کشور، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیست و هشتم، شماره ۲، صفحات ۱۴۵ تا ۱۶۶.
۵. ع. پیره و ا. فاتحی، ۱۳۹۰، بررسی میزان توان تأثیرگذاری سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی بر بارش نواحی مختلف ایران توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی، اولین کنفرانس ملی خشک‌سالی و تغییر اقلیم.
۶. تاج‌الدینی، م.، فاتحی‌مرج، ا.، ع. سلاجقه و م. حسین‌پور، ۱۳۹۰، بررسی ارتباط بین سیگنال‌های اقلیمی و خشک‌سالی هواشناسی در اقلیم‌های خشک استان کرمان، مرکز تحقیقات کم‌آبی و خشک‌سالی در کشاورزی و منابع طبیعی.
۷. جهانبخش، س.، ساری‌صراف، ب.، ه. قائمی و ف. پوراصغر، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر پدیده دوقطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و ششم، شماره ۴، صفحات ۲۷ تا ۴۶.
۸. چوبین، ب.، ش. خلیقی‌سیگارودیو آ. ملکیان، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی بر بارش فصلی حوزه آبخیز مهارلو-بخنگان، مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره شصت و نهم، شماره ۱، صفحات ۵۱ تا ۶۳.
۹. حجازی‌زاده، ز.، فاتحی، ا.، م. سلیقه و ف. ارسلانی، ۱۳۹۲، بررسی تأثیر سیگنال‌های اقلیمی بر بارش ناحیه مرکزی ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۲۹، صفحات ۷۵ تا ۸۹.
۱۰. حسینی، س.، م.، س. ا. مسعودیان و س. موحدی، ۱۳۹۳، بررسی هم‌زمانی رخداد پرفشار دریای سیاه و بارش

می‌توان در این زمینه نتیجه پژوهش حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)، چوبین و همکاران (۱۳۹۲)، عرفانیان و همکاران (۱۳۹۱)، شیرمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) و تاج‌الدینی و همکاران (۱۳۹۰) را نام برد. با توجه به گستره مطالعات در این حوزه، شاخص‌های اقلیمی متعدد دیگری یافت شدند که دارای تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم بر روی بارش کشور هستند. به عنوان مثال؛ شاخص دمایی دوقطبی اقیانوس هند (IOD)، در ماه‌های نوامبر و اکتبر با بارش جنوب کشور ارتباط دارند (Pourasghar et al., 2012). همچنین شاخص MEI تأثیر خوبی بر بارش مناطق خشک استان کرمان دارد (تاج‌الدینی و همکاران؛ ۱۳۹۰). در ادامه شاخص‌های دیگری مانند شاخص MJO و شاخص NCP دارای ارتباط معنادار با بارش ایران هستند. به طور کل بررسی نتایج مقالات فوق حاکی از آن است که در شمال کشور شاخص‌های SOI و ENSO دارای رابطه‌ی مثبت و در جنوب کشور شاخص SOI دارای رابطه‌ی معکوس و شاخص‌های SST اقیانوس هند و ENSO دارای رابطه‌ی مثبت می‌باشند. در شرق کشور شاخص‌های SOI و ENSO دارای رابطه‌ی مثبت و همچنین در غرب کشور شاخص‌های ENSO و SST دریای مدیترانه دارای رابطه‌ی مثبت هستند. در مجموع در کل کشور تأثیرگذاری شاخص‌های ENSO و SOI به خصوص در فصل پاییز بقابل ملاحظه است.

منابع

۱. احمدی، م.، آب‌خرابات، ش.، بابائیان، ا.، فرخ زاده اصل، م.، ع. مفیدی و ی. قویدل‌رحیمی، ۱۳۹۴، پیش بینی نوسان بارش ماهانه ایران با رویکرد مدل‌سازی پیوند از دور، پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، شماره ۱۰۱۲/م/۹۴۴.
۲. باران‌دوست، خ.، ۱۳۹۱، تغییرات فصلی شارهای گرما و رطوبت از سطح دریای خزر و اثر آن بر سامانه‌های همدیدی با بارش‌های شدید در سواحل جنوبی دریا در دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۵، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۱۸. ع. رنجبر سعادت‌آبادی و م. سوری، ۱۳۹۴، مطالعه ناهنجاری گردش‌های جوی همراه شده با فعالیت نوسان مادن-جولیان و بارش زمستانه ایران، مجله ژئوفیزیک ایران، سال یازدهم، شماره ۱، صفحات ۴۹ تا ۶۵.
۱۹. زینالی، ب.، ۱۳۸۸، تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب دریاچه مدیترانه بر بارش‌های شمال غرب و غرب ایران، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی گروه جغرافیای طبیعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد (دانشگاه تبریز).
۲۰. شیرمحمدی، ز.، خانی، ع.، انصاری، ح.، ا. علیزاده و آ. محمدیان، ۱۳۹۰، بررسی ارتباط پدیده انسو با مقادیر حدی بارش‌های فصلی در استان‌های خراسان، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، سال نوزدهم، شماره ۱، صفحات ۶۱ تا ۸۰.
۲۱. ب. صلاحی و ز. حاجی‌زاده، ۱۳۹۲، تحلیلی بر رابطه زمانی نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های دمای سطحی اقیانوس اطلس با تغییرپذیری بارش و دمای استان لرستان، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و هشتم، شماره ۲، صفحات ۱۱۹ تا ۱۳۰.
۲۲. عراقی‌نژاد، ش.، ف. شعبان‌پور و س. جمالی، ۱۳۹۵، تحلیل داده مبنای تأثیر پدیده النینو بر بارش سالانه ایران، ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران.
۲۳. عرفانیان، م.، ح. انصاری و ا. علیزاده، ۱۳۹۱، پیش‌بینی بارش و دمای متوسط ماهانه با استفاده از الگوهای پیوند از دور به کمک شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۵۳ تا ۷۳.
۲۴. عزیزی، ق.، ت. چهره‌آرا و ط. صفرزاد، ۱۳۹۳، اثر هم‌زمان فازهای NAO و SOI بر آب و هوای ایران، جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۱۲، صفحات ۴۳ تا ۵۶.
۲۵. عساکره، ح.، ف. خوش‌اخلاق و ز. شاه‌محمدی، ۱۳۹۵، استخراج الگوهای هم‌دید توأم با فاز مثبت نوسانات اطلس شمالی (NAO) و تأثیر آن بر بارش زمستانه ایران، نشریه هیدرو ژئومورفولوژی، شماره ۹، صفحات ۱۱۳ تا ۱۳۷.
- روزانه در ایران‌زمین، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی‌ام، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۶.
۱۱. خسروی، م.، م. سلیقه و ب. صباغی، ۱۳۸۹، تأثیر آنومالی‌های دمای سطح دریای عمان بر بارندگی فصول پاییز و زمستان سواحل جنوب شرقی ایران، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال شانزدهم، شماره ۳۷، صفحات ۵۹ تا ۸۱.
۱۲. ع. م. خورشیددوست و ی. قویدل‌رحیمی، ۱۳۸۷، آشکارسازی تغییرات بارش ماهانه ایستگاه اهر در ارتباط با الگوهای پیوند از دور، فصل‌نامه جغرافیای سرزمین، علمی-پژوهشی، ۵(۲): ۶۵-۸۲.
۱۳. م. دارند و ه. رحمانی، ۱۳۹۷، واکاوی نقش سیگنال‌های اقلیمی بر بارش استان کردستان، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال هجدهم، شماره ۶۳، صفحات ۲۴۹ تا ۲۷۲.
۱۴. رسولی، ع.، ا. بابائیان، ا. ه. قائمی و پ. زواررضا، ۱۳۸۹، ارتباط بارش‌های فصلی ایران و دمای پهنه‌های آبی منطقه‌ای، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال دوم، شماره ۵ تا ۶، صفحات ۶۹ تا ۹۲.
۱۵. رضایی‌بنفشه، م.، جهانبخش، س.، م. بیاتی‌خطیبی و ب. زینالی، ۱۳۸۹، پیش‌بینی بارش پاییزه و زمستانه نیمه غربی ایران با استفاده از SST مدیترانه در فصل تابستان و پاییز، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۴، صفحات ۴۷ تا ۶۲.
۱۶. م. رضایی و ه. معماریان، ۱۳۹۴، کاربرد سری‌های زمانی بارش و نمایه‌های آماری اقلیمی در پیش‌بینی خشک‌سالی به کمک شبکه CANFIS (مطالعه موردی: بیرجند-خراسان جنوبی)، دوفصلنامه علمی-پژوهشی خشک‌بوم، سال پنجم، شماره ۲، صفحات ۵۱ تا ۶۷.
۱۷. ع. رنجبر سعادت‌آبادی و پ. ایزدی، ۱۳۹۲، ارتباط ناهنجاری‌های دمای آب سطح اقیانوس هند و دریای عرب با ناهنجاری‌های بارش نیمه جنوبی ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، سال سی و نهم، شماره ۴، صفحات ۱۳۵ تا ۱۵۷.

۲۶. غلامی رستم، م. س. ج. ساداتی نژاد و آ. ملکیان، ۱۳۹۷، بررسی مطالعات انجام شده درباره تأثیر الگوهای دورپیوندی بر اقلیم ایران (۱۳۷۸-۱۳۹۳)، مجله علمی و ترویجی نیوار، شماره ۱۰۲ تا ۱۰۳، صفحات ۷۳ تا ۸۸.
۲۷. فتح‌نیا، ا. ا. م. احمدی و ر. یاری، ۱۳۹۶، بررسی ارتباط دمای سطح آب شمال اقیانوس هند با بارش‌های فصلی ایران، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۳۸، صفحات ۱۱۷ تا ۱۳۳.
۲۸. فرج‌زاده اصل، م. احمدی، م. علیجانی، ب. قوبدل‌رحیمی، ی. ع. مفیدی و ا. بابائیان، ۱۳۹۲، بررسی وردایی الگوهای پیوند از دور و اثر آن‌ها بر بارش ایران، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال چهارم، شماره ۱۵ تا ۱۶، صفحات ۳۱ تا ۴۵.
۲۹. ف. قاضی‌پور و ن. مهجوری‌مجد، ۱۳۹۶، پیش‌بینی بلندمدت خشک‌سالی با استفاده از مدل‌های تلفیق داده و بررسی تأثیر سیگنال‌های بزرگ‌مقیاس اقلیمی، پنجمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی و مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری.
۳۰. ز. گرگانی نژاد مشیری و ا. بذرافشان، ۱۳۹۷، واکاوی اثر سیگنال‌های اقلیمی بر بارش دوره‌های خشک و تر (مطالعه موردی: بخشی از حوزه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان)، مجله فیزیک زمین و فضا، سال چهل و چهارم، شماره ۲، صفحات ۳۳۳ تا ۳۴۹.
۳۱. لک‌زاشکوری، ق. غ. روشن و ا. شاهکویی، ۱۳۹۶، واسنجی اثر الگوها و شاخص‌های پیوند از دور بر رخداد خشک‌سالی‌های استان گلستان، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، سال هشتم، شماره ۲۹، صفحات ۱۰۷ تا ۱۲۴.
۳۲. محمدنژاد، ع. ف. احمدی گیوی و پ. ایران‌نژاد، ۱۳۸۸، اثر بازه‌های نوسان سالانه کمربند پرفشار جنب حاره و پرفشار سبیری بر چرخندزایی مدیترانه و بارش ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، سال سی و پنجم، شماره ۴، صفحات ۱۱۵ تا ۱۳۰.
۳۳. محمدی، م. کرمی، ح. س. فرزین و ع. فرخی، ۱۳۹۵، پیش‌بینی بارش ماهانه بر اساس سیگنال‌های
- بزرگ‌مقیاس اقلیمی با به‌کارگیری مدل‌های هوشمند و رگرسیون خطی چندگانه (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک سمنان)، نشریه اکوهیدرولوژی، سال چهارم، شماره ۱، صفحات ۲۰۱ تا ۲۱۴.
۳۴. مسعودیان، س. ا. ۱۳۸۴، تأثیر انسو بر بارش ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۴، صفحات ۷۳ تا ۸۲.
۳۵. ملاحی، س. ۱۳۹۱، اثر بی‌هنجاری‌های دمای سطح دریا در اقیانوس هند و دریای عرب بر بارش‌های موسمی جنوب شرق ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات دانشکده علوم پایه، گروه هواشناسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
۳۶. مهرآور، ص. ح. قائدامینی و س. م. ج. ناظم‌السادات، ۱۳۹۷، بررسی پیوند نوسان‌های مادن-جولیان با النینو-نوسان‌های جنوبی و بازخورد آن بر بارش‌های پاییزه استان فارس، مجله ژئوفیزیک ایران، سال دوم، شماره ۲، صفحات ۱۰۹ تا ۱۲۶.
۳۷. س. م. ج. ناظم‌السادات و ا. ر. قاسمی، ۱۳۸۳، تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب دریای خزر بر بارش فصول زمستان و بهار نواحی شمالی و جنوب غربی ایران، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۴.
۳۸. ناظم‌السادات، م. ج. ن. سامانی و م. مولایی‌نیکو، ۱۳۸۴، تغییر اقلیم در جنوب و جنوب غربی ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، برهمکنش با پدیده النینو نوسانات جنوبی، مجله علمی کشاورزی، ۲۸(۲): ۸۱-۹۷.
۳۹. ناظم‌السادات، م. ج. ح. قائدامینی، ۱۳۸۷، بررسی تأثیر نوسانات مادن جولیان بر وقوع کرانه بالایی و پایینی بارش (سیلاب و خشکی) ماه‌های بهمن تا فروردین در استان فارس. مجله علوم آب و خاک، ۱۲(۴۶): ۴۷۷-۴۸۹.
۴۰. ناظم‌السادات، م. ج. ح. قائدامینی، ۱۳۹۰، ارزیابی تأثیر پدیده مادن جولیان (MJO) بر رخداد دوره‌های خشک و تر در استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵۵.

- Yamagata, 2012, The interannual precipitation variability in the southern part of Iran as linked to large-scale climate modes, Springer-Verlag, Vol, 39, PP. 23-29.
47. F. Pourashghar, T. Tozuka, H. Ghaemi, P. Oettli, S. Jananbakhsh, and T. Yamagata, "Influences of the MJO on intraseasonal rainfall variability over southern Iran," *Atmos. Sci. Lett.*, vol. 16, pp. 110–118, 2015
48. Roghani, R., S. Soltani and H. Bashari, 2015, Influence of southern oscillation on autumn rainfall in Iran (1951–2011), Springer-Verlag Wien, Vol. 124, PP. 411-423.
49. Salehizadeh, A.A., Benschams, A., M. Rahmani and M. Khodagholi, 2015, A study on ENSO phenomenon relationship with Fasa's precipitation, Fasa, Iran, *Applied Ecology and Environmental Sciences*, Vol. 3, PP. 158-162.
50. M. Saligheh and F. Sayadi, 2017, Summer precipitation determinant factors of Iran's South-East, *Natural Environment Change*, Vol. 3, PP. 59-72.
51. A. Soltani and M. Gholipoor, 2006, Teleconnections between ElNino/Southern Oscillation and rainfall and temprature in Iran, *International Journal of Agricultural Research*, Vol. 1, PP. 603-608.
52. Nazemosadat, M. J., and H. Ghaedamini, 2010: On the Relationships between the Madden-Julian Oscillation and Precipitation Variability in Southern Iran and the Arabian Peninsula: Atmospheric Circulation Analysis. *J. Climate*, 23, 887–904.
۴۱. ناظم‌السادات، م، ج، ک. شاهقلیان، ۱۳۹۳، چگونگی پدیداری سامانه‌های بارش‌زای سنگین در جنوب غربی ایران و پیوند آن با پدیده MJO. نشریه آب و خاک، جلد ۲۸، شماره ۵، ص ۱۰۷۲-۱۰۸۳.
۴۲. ناظم‌السادات، م، ج، آ. رستم‌پور و ک. شاهقلیان، ۱۳۹۵، الگوهای همدیدی در دوران همراه و بدون بارش هم‌زمان با چیرگی فاز ۱ پدیده MJO: مطالعه موردی جنوب باختری ایران، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۱۰، شماره ۱، ص ۷۳۶-۸۷.
۴۳. یاراحمدی، د. ق. عزیزی، ۱۳۸۶، تحلیل چند متغیره ارتباط میزان بارش فصلی ایران و شاخص‌های اقلیمی. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، زمستان ۱۳۸۶، ص ۱۶۱-۱۷۴.
44. Biabanaki, M., Eslamian, S., AbediKoupai, J., Cañón, J., G. Boni and M. Gheysari, 2014, A principal components/singular spectrum analysis approach to ENSO and PDO influences on rainfall in western Iran, *Hydrology Research*, Vol. 45, PP. 250-262.
45. Gheiby and M. Noorafshan, 2012, Case study: ENSO events, rainfall variability and the potential of SOI for the seasonal precipitation predictions in Iran, *American Journal of Climate Change*, Vol. 2, PP. 34-45.
46. Pourashghar, F., Tozuka, T., Jahanbakhsh, S., SariSarraf, B., H. Ghaemi and T.