دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌وسوم، شماره‌ی ۸۲
تابستان ۱۴۰۲، صفحات ۲۲۵-۲۰۱

DOI:10.52547/GeoSpa.23.2.201

برومند صلاحی [۱]*
مهناز صابر [۲]
عباس مفیدی [۳]

ارزیابی ارتباط بین شاخص‌های منتخب پیوند از دور نیمکره شمالی با تبخیر و تعرق بخش جنوبی حوضه آبریز رودخانه ارس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۲۳

چکیده

الگوهای بزرگ‌مقیاس اتمسفری با توجه به سیستمی بودن اقلیم، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر اقلیم مناطق مختلف کره زمین تلقی می‌شوند. این مسئله، اهمیت تحقیق بر روی فرآیندهای بزرگ‌مقیاس و تأثیرات آن‌ها بر مناطق دورتر از یک منطقه معین را نشان می‌دهد. در این پژوهش، ارتباط بین شاخص‌های پیوند از دور نیمکره شمالی با تبخیر و تعرق[٤] ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب حوضه آبریز رودخانه ارس طی دوره آماری ٢٦ ساله (۲۰۱۷-۱۹۹۲) بررسی گردید. ابتدا همگنی و توالی داده‌ها با استفاده از آزمون توالی ارزیابی شد. سپس برای بررسی ارتباط بین این الگوها و متغیر موردمطالعه از ضریب همبستگی پیرسون و روش تجزیه‌وتحلیل رگرسیون استفاده شد. همبستگی معنادار در مقیاس حوضه فقط بین الگوهای NOA و PNA آن‌هم با شدت ضعیف و از نوع معکوس ناقص مشاهده گردید. بیشترین ضریب همبستگی معنادار بین ET ایستگاه‌ها و برخی از الگوها در حالت بدون تأخیر، با تأخیر زمانی ۱، ۲ و ۳ ماهه به دست آمد که ازنظر شدت ضعیف هستند. در فصول مختلف، ضرایب

*۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: bromand416@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳-گروه جغرافیا،دانشگاه فردوسی مشهد،مشهد،ایران.

4-Evapotranspiration (ETاز این پس به اختصار)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

همبستگی معنی‌دار از متوسط تا خیلی قوی مشاهده شد. بدین ترتیب که در اهر در فصول زمستان و بهار بین ET و الگوهای SCA [۵]و EA[۶]، در فصل پاییز با الگوهایNAO[۷] و EA[۸] مشاهده شد. در اردبیل در فصل بهار با الگوی SCA و در فصول تابستان و پاییز باPOL [۹] و در پارس‌آباد در پاییز با EP/NP محاسبه گردید. بین فازهای EA، EA/WR و EP/NP[۱۰]، فاز مثبت SCA و فاز منفی PNA [۱۱] با نمرات Z برخی از ایستگاه‌ها همبستگی معنی‌دار با شدت ضعیف تا متوسط در سطح اطمینان ۰/۹۵ و بیشتر ملاحظه شد. نتایج حاصل از مدل رگرسیونی پس‌رونده، علاوه بر معرفی مؤثرترین شاخص‌ها در مدل بندی ET ایستگاه‌ها نشان داد که هیچ‌یک از آن‌ها، توان تبیین بالای این متغیر در حوضه ارس را ندارند.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های پیوند از دور، تبخیر و تعرق، حوضه ارس، همبستگی.

مقدمه

الگوهای پیوند از دور یکی از عوامل نوسانات عناصر اقلیمی در مناطق مختلف به شمار می‌روند. دگرگونی‌های اقلیمی سیاره زمین و گردش عمومی دستگاه اقلیم از پدیده‌های کلان‌مقیاس جوّی-اقیانوسی تأثیر می‌پذیرند (Ghavidel Rahimi et al., 2016: 42). پیوند از دور عبارت است از ارتباط عناصر و پدیده‌های اقلیمی در مناطقی دور از هم در سطح کره زمین و در دوره‌های تناوب معین (Wallace and Gutzler, 1981: 784). آن‌ها باعث بروز آب و هوایی غیرمعمول اغلب با تأخیر زمانی در مناطقی دور از محل شکل‌گیری الگوها می‌شوند. ایران به دلیل گستردگی مساحت ازنظر عرضی و طولی، مستعد تأثیرپذیری از الگوهای پیوند از دور در عرض‌های مختلف است، لذا ارزیابی ارتباط احتمالی بین این الگوها و عناصر اقلیمی مناطق مختلف کشور و بررسی تأثیرات آن‌ها بر روی عناصر اقلیمی ضرورت دارد. در زمینه تأثیرات پیوند از دور شاخص‌های اقلیمی بزرگ‌مقیاس بر روی تغییرپذیری عناصر اقلیمی مناطق مختلف جهان، تحقیقات فراوانی در سطح جهان و ایران انجام‌شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

Forootan et al (2019) ضمن بررسی خشک‌سالی‌های هیدرولوژیکی جهان از ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶ و ارتباط آن‌ها با پیوند از دورها، دریافتند که شاخص‌های NAO و IOD [۱۲]، تأثیر منطقه‌ای بر روی گسترش خشک‌سالی‌های

5- Scandinavia Pattern
6- East Atlantic Pattern
7- North Atlantic Oscillation
8- EastPacific/ North Pacific Pattern
9- Polar/ Eurasia Pattern
10- East Atlantic/Western Russia
11- Pacific/North American
12- Indian ocean Dipole

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

هیدرولوژیکی دارند. Nalley et al (2019) اثرات انفرادی و ترکیبی فازهای مختلفENSO [۱۳]، NAO و PDO [۱۴]را بر روی‌داده‌های جریان رودخانه و بارش ماهانه حوضه‌های آبخیز آلبرتا، آنتاریو و نیوفوندلند کانادا تحلیل کردند. فازهای منفی و مثبت انسو و نائو به ترتیب با جریان رودخانه کمتر و بیشتر و بارش کم‌تر و بیش‌تر همراه بود درحالی‌که فاز عادی رفتار مشابهی را با فاز منفی نشان داد. نتایج آن‌ها به این موضوع اشاره داشتند که ترکیب این سه عامل برای توضیح تغییرپذیری بارش و جریان رودخانه در همه حوضه‌ها موردنیاز است. Vazifehkhah & Kahya (2019) به ارزیابی خشک‌سالی‌های کشاورزی و هیدرولوژیکی حوضه نیمه‌خشک با استفاده از بررسی پیوند از دور شاخص‌های اقلیمی (NAO، AO، PDO، SCAND، POLEUR و EA/WR) در ترکیه پرداختند. Alizadeh Adibi Choobari and (2019) نشان دادند که الگوهای ENSO و EA می‌توانند تغییرپذیری بارش جنوب غرب آسیا را تبیین کنند. واکنش تغییرپذیری بارش سراسر این منطقه با NAO برخلاف آنومالی‌های ارتفاع ژئوپتانسیل مورد انتظار می‌باشد اما همبستگی بین بارش و NAO ازنظر آماری، معنی‌دار نیست. Rodianov and Assel (2000)، Higgins et al(2002)، Wetstein and Mearnes(2002)، Almazroui et al(2012)، Gelcer et al (2013)، Sinan et al (2018)، نیز در محدوده مطالعاتی خود به بررسی ارتباط بین پیوند از دورها با عناصر اقلیمی مناطق مختلف کره زمین پرداختند.

Khosravi (2004) ارتباط الگوهای چرخش جوی کلان‌مقیاس نیمکره شمالی با خشک‌سالی‌های سالانه سیستان و بلوچستان را ارزیابی و تحلیل نمود و نتیجه گرفت حدود ۷۰ درصد از تغییرات خشک‌سالی‌های استان توسط این شاخص‌ها قابل توجیه هستند. KhorshidDoost et al (2010) الگوهای کلان‌مقیاس جوی- اقیانوسی را در تحلیل نوسانات بارش اهر به کاربردند و وجود رابطه بین بارش اهر و این الگوها را اثبات نمودند. Salahi and Hajizadeh (2013) تأثیر نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های دمای سطحی اقیانوس اطلس را بر روی بارش و دمای استان لرستان بررسی نمودند. نتایج نشان داد شاخص نائو در ماه‌های سرد سال دارای همبستگی بیش‌تری با این متغیرها است. Yarahmadi and Azizi (2008)، Akbari and Masodian (2007)، Salahi et al (2007)، Alizadeh (2011) et al، Ahmadi (2013)، Farajzadeh Asl et al (2013)، Heydari and Khoshakhlag (2017)، Godarzi et al (2017) و Chehre Ara et al (2018)، نیز ارتباط برخی از الگوهای پیوند از دور با تغییرپذیری عناصر اقلیمی نواحی مختلف ایران را بررسی و تحلیل و ارزیابی کردند. در زمینه ارتباط این الگوها با نوسانات تبخیر و تعرق، مطالعات چندانی انجام‌نشده است. تبخیر و تعرق در مدیریت منابع آبی، تغییر اقلیم و تولید کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کند (Wang et al., 2017) و یکی از مؤلفه‌های اصلی چرخه و بیلان آب (Stan et al.,2016) و مؤثرتر از مقدار بارش

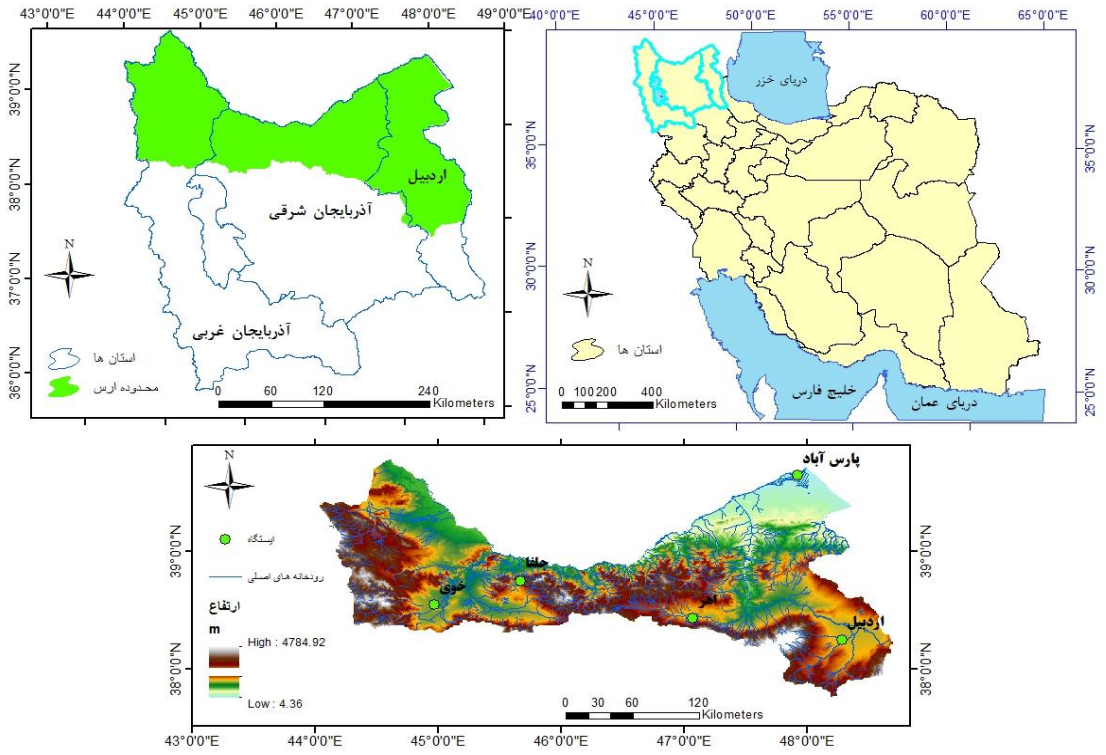
13- El Niño-Southern Oscillation
14- Pacific Decadal Oscillation

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

است چراکه بیشتر بارندگی‌ها در قالب تبخیر و تعرق از دسترس بشر خارج می‌شود. با لحاظ این‌که این مؤلفه از علل و عوامل چندی تأثیر می‌پذیرد، در این پژوهش وضعیت ارتباط الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی و ET ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب حوضه آبریز ارس موردبررسی قرار گرفت. لذا هدف از این پژوهش، بررسی ارتباطات احتمالی بین نوسانات این الگوها با تغییرات ET این حوضه است.

منطقه موردمطالعه

حوضه آبریز ارس در ایران بین مختصات جغرافیایی ′۲ °۴۴ تا ′۴۱ °۴۸ طول شرقی و ′۴۵ °۳۷ تا ′۴۷ °۳۹ عرض شمالی واقع گردیده است. رود ارس، مهم‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه منطقه موردمطالعه به شمار می‌رود. مرتفع‌ترین نقطه در این حوضه، قله سبلان با ۴۸۱۱ متر از سطح دریا و پست‌ترین آن با ارتفاع ۲۰ متر در محل خروجی رودخانه ارس واقع در مرز ایران و جمهوری آذربایجان قرار دارد. مساحت این حوضه در خاک ایران بالغبر ۳۹۴۷۸ کیلومترمربع بوده و حدود ۸۱/۵ درصد آن در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای واقع‌شده است. ۱۸/۵ درصد بقیه را دشت‌هایی تشکیل داده‌اند که در همه قسمت‌های حوضه پراکنده‌اند (Kiani Sefidan Jadid, 2005). این حوضه آبریز واقع در شمال غرب ایران، ازنظر تقسیمات سیاسی کشور، بخش‌هایی از سه استان اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی را در برمی‌گیرد (شکل ۱) و انشعاب‌های فرعی متعددی دارد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک موردمطالعه

Figure 1: The geographical location of selected synoptic stations

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، داده تبخیر و تعرق ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب بخش جنوبی حوضه آبریز ارس در طول دوره آماری بلندمدت (۲۶ ساله از ۲۰۱۷-۱۹۹۲) جهت مطالعه انتخاب گردید. سایر ایستگاه‌های حوضه به دلیل کوتاه بودن طول دوره آماری در فرآیند بررسی قرار نگرفتند. مقادیر عددی مربوط به شاخص‌های پیوند از دور نیمکره شمالی در سال‌های متناظر با دوره آماری موردمطالعه از سایت نوآ[15] اخذ و مورداستفاده قرار گرفت. این شاخص‌ها در جدول (۱) به‌طور خلاصه تعریف‌شده‌اند. (اطلاعات بیشتر و تعاریف مفصل شاخص‌ها در سایت نوآ[16] در دسترس است).

با توجه به تفاوت‌های ذاتی و جغرافیایی هر ایستگاه و روشن شدن تفاوت‌های بین ایستگاهی در خصوص واکنش ET آن‌ها نسبت به الگوهای بزرگ‌مقیاس اتمسفری، علاوه بر میانگین حوضه، مقادیر آن برای ایستگاه‌ها نیز موردبررسی قرار گرفت. به‌عنوان مقدمه انجام ارزیابی ارتباط بین این شاخص‌ها و ET محدوده ارس، ابتدا داده‌های ایستگاهی به نمرات استاندارد تبدیل شدند تا با داده‌های شاخص‌های موردبررسی قابل‌مقایسه باشند. سپس برای بررسی ارتباط بین شاخص‌ها و ET ایستگاه‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده و همبستگی‌ها در سطح معنی-داری ۱ و ۵ درصد در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه تأثیر الگوهای پیوند از دور بر روی عناصر اقلیمی ممکن است با تأخیر زمانی همراه باشد، ازاین‌رو همبستگی بین شاخص‌ها و ET ایستگاه‌ها با تأخیر زمانی ۱ تا ۳ ماهه علاوه بر فصول سال و فازهای مختلف الگوها با مقادیر پایین‌تر و بالاتر از نمرات استاندارد پارامتر محاسبه شد با توجه به عدم همپوشانی لازم داده‌های ایستگاهی و شاخص‌های TNH و PT و به‌تبع، کم بودن تعداد داده‌های متناظر، برای اجتناب از نتایج شتاب‌زده، این دو الگو از فرآیند بررسی کنار گذاشته شدند. قضاوت درباره شدت همبستگی‌ها بر اساس جدول (۲) می‌باشد.

برای مشخص نمودن متغیرهای مستقل مؤثر بر تغییرات ET ایستگاه‌ها، از بین روش‌های مختلف محاسبه معادله رگرسیون برای گزینش متغیرهای مدل رگرسیون، روش پس‌رونده (Backward) انتخاب و استفاده گردید. در این روش، ابتدا تمامی متغیرهای مستقل وارد مدل می‌شوند سپس برحسب معیار خطای آزمون، به ترتیب متغیرهای کم اثرتر، از معادله رگرسیونی حذف می‌گردند. به این طریق با کاهش تعداد متغیرهای مستقل کم تأثیر، ابتدا به‌تدریج بر مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده افزوده می‌شود تا جایی که با خروج آخرین متغیر، این ضریب همانند روش هم‌زمان (Inter) می‌شود. در این حالت، متغیرهای مهم بازشناخته می‌شوند (Mansourfar, 2006). برای ارزیابی ارتباط بین شاخص‌های موردمطالعه با ET ایستگاه‌ها، معادلات رگرسیون چندگانه استفاده شد. بدین ترتیب که ET هر یک از

15- ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices
16- https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

ایستگاه‌ها به‌صورت مجزا به‌عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های پیوند از دور نیمکره شمالی به‌عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل رگرسیونی شدند. برای آزمون مؤثر بودن الگوهای ارائه‌شده در رگرسیون چندگانه بر روی ET ایستگاه‌ها نیز از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANNOA) استفاده گردید و ضرایب همبستگی چندمتغیره (R) و ضریب تعیین (R^2) در حالت ورود تمامی الگوها و نیز حالت دارای مؤثرترین الگو/الگوهای واردشده به مدل رگرسیونی برای ET ایستگاه‌ها محاسبه و بررسی شد.

جدول ۱- عناوین و تعاریف شاخص‌ها

Table1: Titles and definitions of indicators

نام اختصاری	نام کامل	نام الگو/شاخص اقلیمی	تعریف الگو و مرکز منطقه‌ای آن
NAO	North Atlantic Oscillation	نوسان اطلس شمالی	دوقطبی آنومالی‌های شمالی-جنوبی بین مرکزی واقع بر روی گرینلند و دیگری در نقطه مقابل آن در شمال اطلس در عرض‌های ٤٠-٣٥ شمالی
EA	East Atlantic Pattern	الگوی اطلس شرقی	این الگو اغلب به‌عنوان الگوی NAO تغییر مکان یافته به سمت جنوب تعبیر می‌شود اما مرکز عرض پایین آن با داشتن پیوند قوی با جنب حاره از NAO متمایز می‌شود.
WP	West Pacific Pattern	الگوی آرام غربی	در زمستان و بهار شامل دوقطبی آنومالی‌های شمالی-جنوبی است که یک مرکز آن بر روی شبه‌جزیره قرار داشته و مرکز دیگر در نقطه مقابل آن، مناطقی از جنوب شرق آسیا و غرب جنب‌حاره‌ای اقیانوس آرام را پوشش می‌دهد.
EP-NP	East Pacific-North Pacific pattern	الگوی آرام شرقی- آرام شمالی	این الگو یک الگوی بهار-تابستان-پاییزه با سه مرکز آنومالی اصلی است؛ فاز مثبت آن با آنومالی مثبت ارتفاع (ژئوپتانسیل) روی آلاسکا/غرب کانادا و آنومالی‌های منفی واقع بر روی مرکز آرام شمالی و شرق امریکای شمالی مشخص می‌شود.
PNA	Pacific/ North American pattern	الگوی آرام امریکای شمالی	فاز مثبت آن با پر ارتفاع‌های بالاتر از میانگین در مجاورت هاوایی و منطقه میانکوهی امریکای شمالی و کم ارتفاع‌های پایین‌تر از میانگین واقع در جنوب جزایر آلو شین و جنوب شرقی ایالات‌متحده مشخص می‌شود. این الگو با نوسانات شدید موقعیت و قدرت رودبار شرق آسیا همراه است.
EA/WR	East Atlantic/ West Russia pattern	الگوی اطلس شرقی/ روسیه غربی	این الگو با داشتن ٤ مرکز اصلی آنومالی، اوراسیا را در طول سال متأثر می‌کند. فاز مثبت آن با آنومالی مثبت ارتفاع ژئوپتانسیل واقع در اروپا و شمال چین و فاز منفی آن با آنومالی‌های منفی ارتفاع ژئوپتانسیل واقع در مرکز اقیانوس اطلس و شمال دریای خزر همراهی دارد.
SCA	Scandinavia pattern	الگوی اسکاندیناوی	شامل مرکز گردش اصلی در اسکاندیناوی با مراکز ضعیف‌تر دارای علامت مخالف بر روی غرب اروپا و شرق روسیه/مغولستان غربی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

ادامه جدول ۱- عناوین و تعاریف شاخص‌ها

Continue of table1: Titles and definitions of indicators

TNH	Tropical Northern Hemisphere Pattern	الگوی حاره‌ای نیمکره شمالی	فاز مثبت آن با پر ارتفاع‌های بالای میانگین بر روی خلیج مکزیک در راستای شمال شرقی از این‌سو تا آن‌سوی غرب شمال اطلس و کم ارتفاع‌های پایین‌تر از میانگین سراسر شرق کانادا تعریف می‌شود.
POL	Polar/Eurasia	الگوی قطب شمال/اوراسیا	این الگو با نوسان شدید ورتکس قطبی همراه است. فاز مثبت آن شامل ناهنجاری‌های منفی ارتفاع ژئوپتانسیل منطقه قطبی و ناهنجاری‌های مثبت بر روی شمال چین و مغولستان است.
PT	Pacific Transition Pattern	الگوی انتقال آرام	این الگو، سلسله موج غیرعادی ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال گسترده شده از جنب حاره مرکز شمال اقیانوس آرام تا شرق ایالات‌متحده را به تصویر می‌کشد.

جدول ۲- قضاوت درباره شدت ضرایب همبستگی بین متغیرها (Ghiasvand, 2011)

Table 2: Judging about the severity of the correlation coefficients between variables (Ghiasvand, 2011)

شدت همبستگی	خیلی ضعیف	ضعیف	نسبتاً متوسط	متوسط	نسبتاً قوی	قوی	خیلی قوی
مقدار ضریب	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/٥	۰/٦	۰/۷ و بالاتر

یافته‌ها و بحث

برای تعریف مختصر و ارائه کلیاتی در خصوص وضعیت ایستگاه‌های همدید منتخب ازنظر متغیر ET ماهانه، برخی از ویژگی‌های آماری آن طی سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۲ در جدول (۳) آورده شده است. پایین‌ترین و بالاترین میانگین ET به ترتیب به ایستگاه اردبیل و جلفا اختصاص دارد و هرچند تمامی ایستگاه‌ها ضریب کشیدگی بالاتر از ۰/٦۰ دارند اما بالاترین ضریب کشیدگی (۱/۱-) به ایستگاه جلفا اختصاص دارد که نشان می‌دهد داده‌های آن از میانگین فاصله‌دارند. همان‌طور که از مقادیر حداقل و حداکثر و به‌تبع آن‌ها از دامنه نوسان داده‌ها می‌توان دریافت اختلاف قابل‌توجه بین حداقل و حداکثر موجب شده دامنه نوسان داده‌ها زیاد بوده و این نشان می‌دهد ماه‌هایی با حداقل ET در مقابل ماه‌هایی دارای ET چندین ده برابر آن‌ها قرار گرفتند که تغییرپذیری بیشتر آن‌ها در ضریب کشیدگی بیشتر منعکس‌شده است. به‌غیراز ایستگاه خوی، سایر ایستگاه‌ها چندمدی بودند که کوچک‌ترین مد در جدول قیدشده است. برای اطمینان از همگنی و تصادفی بودن داده‌ها از آزمون توالی استفاده شد و تصادفی بودن آن‌ها تأیید گردید. در جدول (٤) به‌عنوان نمونه، نتیجه انجام این آزمون بر روی‌داده ایستگاه جلفا آمده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۳- مشخصات آماری ET ایستگاه‌های همدید منتخب در دوره موردمطالعه

Table 3- The Statistical characteristics of synoptic stations ET selected during the study period

ایستگاه	تعداد	میانگین	میانگین خطای معیار	میانه	مد	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی	دامنه	حداقل	حداکثر
اردبیل	۲۰۱	۱۴۰/۴۵	۵/۳۷	۱۵۰/۵	۴/۸	۷۶/۲۷	۵۸۱۷/۶۴۵	-۰/۰۶۴	-۰/۶۰۸	۳۳۷/۳	۲/۸	۳۴۰/۱
اهر	۲۲۱	۱۹۵/۳۴	۶/۶۶	۲۰۲/۳	۲۰/۱	۹۹	۹۸۰۸/۷۳	-۰/۳۰۱	-۰/۸۷۰	۳۸۲/۴	۱/۸	۳۸۴/۲
جلفا	۲۱۱	۲۷۷/۹۷	۱۱/۲۵	۲۶۷/۷	۱۳۲/۹	۱۶۳/۴۵	۲۶۷۱۷/۲۳۴	۰/۱۳۰	-۱/۱۴۱	۵۹۸/۱	۳/۲	۶۰۱/۳
خوی	۲۱۱	۱۶۸/۳۶	۵/۹۹	۱۶۷/۴	۲۲۰/۱	۸۷/۰۴	۷۵۷۷/۰۹	-۰/۱۷۸	-۰/۷۹۹	۳۷۸/۱	۱/۵	۳۷۹/۶
پارس‌آباد	۲۱۷	۱۵۳/۶۸	۶/۳۸	۱۴۷/۶	۳/۹	۹۴/۱۱	۸۸۵۷/۹۱۸	۰/۱۸۴	-۰/۹۹۲	۳۶۰/۴	۳/۲	۳۶۳/۶

جدول ۴- نتیجه آزمون توالی برای ارزیابی همگنی داده‌ها برای ET ایستگاه جلفا

Table 4- Run Test result to evaluate data homogeneity for the Jolfa station ET

توضیحات	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مقدار آماره	۵۵/۲۲	۱۷۲/۶۹	۲۵۰/۳۳	۳۸۶/۱۱	۵۱۴/۶۹	۴۷۴/۰۵	۲۸۰/۲۴	۱۴۶/۱۲	۴۴/۵۴	۵/۵
موارد کوچک‌تر از آماره	۳	۱۴	۱۳	۱۴	۱۲	۱۱	۱۲	۹	۱۶	۱
موارد بزرگ‌تر/ مساوی آماره	۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱۴	۱۵	۱۴	۱۶	۱۰	۱
تعداد موارد	۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۵	۲۶	۲
تعداد توالی‌ها	۲	۹	۱۱	۱۳	۱۲	۱۶	۱۹	۱۱	۱۳	۲
مقدار Z	۰	-۱/۵۸	-۰/۸۱	-۰/۱۷	-۰/۵۷	۰/۷۴	۱/۸۴	-۰/۴۵	۰	۰
سطح معنی‌داری	۱	۰/۱۱	۰/۴۲	۰/۸۶	۰/۵۶	۰/۴۵	۰/۰۶	۰/۶۵	۱	۱

همبستگی بین متغیر موردمطالعه و الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی در دوره آماری برای ایستگاه‌های منتخب حوضه ارس محاسبه گردید. ماتریس همبستگی پیرسون که خلاصه آن در جدول (۵) آمده، حاکی از وجود ارتباط ضعیف تا خیلی ضعیف در ایستگاه‌ها است. بیشترین ضریب همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ بین الگوی NAO و ET اردبیل و خوی به ترتیب به مقدار ۰/۱۶۴- و ۰/۱۴۵- و بین الگوی EA/WR و ET اردبیل به مقدار

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

۰/۱۵۰- ملاحظه می‌شود. بررسی ضرایب همبستگی تغییرات الگوهای منتخب و تغییرات مجموع ET ماهانه در ایستگاه‌های منتخب با تأخیر زمانی ۱ تا ۳ ماهه نشان می‌دهند بین شاخص‌های مذکور و ET ایستگاه‌ها ارتباط ضعیف و خیلی ضعیفی وجود دارد. با تأخیر زمانی ۱ ماهه، بیشترین ضریب همبستگی بین الگوهای SCA و EA/WR با ET اردبیل به ترتیب به مقدار ۰/۱۸- و ۰/۱۸- در سطح اطمینان ۹۹ درصد و پس‌ازآن، بین الگوی EA و ET جلفا و پارس‌آباد به ترتیب به مقدار ۰/۱۶- و ۰/۱٤- وEA/WR با ET خوی به مقدار ۰/۱٦- در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار است که همگی از نوع همبستگی معکوس ناقص و ازنظر شدت، ضعیف هستند. با تأخیر زمانی ۲ ماهه، بیش‌ترین میزان همبستگی البته با شدت ضعیف بین الگوی EA/WR و ET خوی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بین الگوهای SCA و NAO با ET اردبیل و EA و ET اهر در سطح اطمینان ۹۵ درصد برقرار است. با تأخیر زمانی ۳ ماهه نیز بیشترین ضریب همبستگی بین الگوی PNA و ET خوی و اهر و EA/WR با ET خوی و پارس-آباد از نوع معکوس ناقص و با شدت ضعیف در سطح اطمینان ۹۵ درصد برقرار است.

جدول ۵-خلاصه ضرایب همبستگی بین شاخص‌های منتخب با ET ایستگاه‌های حوضه ارس در بازه‌های زمانی مختلف

Table 5- Summary of the correlation coefficients between selected indices and the Aras basin stations ET in different time intervals

بازه زمانی	ایستگاه	NAO	EA	WP	EP/NP	PNA	EA/WR	SCA	POL
بدون تأخیر	اردبیل	-۰/۱٦٤*	۰/۰٦۹	۰/۰۱۲	۰/۰۲۸	-۰/۰۵۷	-۰/۱۵۰*	-۰/۰۳٤	۰/۰۱۸
	خوی	-۰/۱٤۵*	۰/۰٤٤	-۰/۰۳۱	۰/۰۲۷	-۰/۰٦٤	-۰/۰۲۳	-۰/۰۹٦	۰/۰۰۸
	حوضه	-۰/۱٤۷*	-۰/۰۵۹	-۰/۰۲۷	۰/۰٦٤	-۰/۱۵۲*	-۰/۰۵۵	-۰/۰۳۲	۰/۰۱۵
با تأخیر ۱ ماهه	اردبیل	۰/۰۲۱	۰/۰۹٦	-۰/۰٦۸	۰/۰٦٦	۰/۰۱٦	-۰/۱۸۲**	-۰/۱۸۷**	۰/۰۲۵
	جلفا	-۰/۰۷۱	-۰/۱٦۳*	-۰/۰٤٤	-۰/۰۹۵	-۰/۰۰۹	-۰/۱۰٤	-۰/۱۱۲	-۰/۰۱۰
	خوی	-۰/۱۰۲	۰/۰۲٤	-۰/۱۱۱	-۰/۰۲۵	-۰/۰۵٦	-۰/۱٦۷*	-۰/۰۲۹	۰/۰۱۳
	پارس‌آباد	۰/۰٦۰	-۰/۱٤۰*	-۰/۰۸۷	۰/۱۰۰	-۰/۰٦۸	۰/۰۵۷	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۳
با تأخیر ۲ ماهه	اردبیل	۰/۱٤۰*	۰/۰۷۷	-۰/۱۲۸	۰/۰۳۸	۰/۰۸۳	-۰/۱۲۵	-۰/۱۷٦*	-۰/۰٤۳
	اهر	۰/۱۲۳	-۰/۱۳٦*	۰/۰۲۰	۰/۰۲۸	۰/۰۱۱	۰	-۰/۰۲۱	۰/۰٦۰
	خوی	۰/۱۲۰	-۰/۱۱۹	-۰/۰۰٦	-۰/۱۰٤	-۰/۰۱۲	-۰/۱۹۱**	-۰/۰۵۲	-۰/۰۷۲
	حوضه	۰/۱۲۹*	-۰/۱۱۷	-۰/۰۱۸	-۰/۰۳۹	-۰/۰۱۲	-۰/۰۸۸	-۰/۰٦۱	-۰/۰۰۹
با تأخیر ۳ ماهه	اهر	۰/۰٤۲	-۰/۰۳۵	-۰/۰٤۱	۰/۰۱۱	-۰/۱۳٤*	۰/۰۱۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۸
	خوی	۰/۰۵۸	-۰/۰۰٦	-۰/۰۷۳	-۰/۰۲۲	-۰/۱٦۱*	-۰/۱٤٤*	-۰/۱۲٤	-۰/۰۵۱

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

ادامه جدول ۵-خلاصه ضرایب همبستگی بین شاخص‌های منتخب با ET ایستگاه‌های حوضه ارس در بازه‌های زمانی مختلف

Continue of table 5- Summary of the correlation coefficients between selected indices and the Aras basin stations ET in different time intervals

	پارس‌آباد	۰/۰۸۹	-۰/۰۶۱	-۰/۰۲۳	۰/۱۱۷	-۰/۰۸۱	-۰/۱۴۲*	۰/۰۱۵	-۰/۰۲۹
زمستان	اهر	۰/۰۵۳	۰/۷۹۲*	-۰/۳۰۵	۰/۳۱۲	۰/۳۴۱	۰/۰۸۵	-۰/۱۱۲	-۰/۳۲۸
بهار	اردبیل	۰/۱۵۲	۰/۱۱۶	۰/۲۴۸	-۰/۰۵۰	۰	-۰/۱۲۹	-۰/۵۴۷**	۰/۱۳۵
	اهر	-۰/۰۲۶	۰/۰۰۵	-۰/۰۴۴	-۰/۰۸۶	۰/۰۶۸	-۰/۰۴۶	-۰/۵۳۰**	۰/۱۹۲
تابستان	اردبیل	-۰/۱۲۵	۰/۱۷۰	-۰/۲۴۳	۰/۰۸۷	۰/۰۳۰	-۰/۲۷۸	-۰/۱۱۴	۰/۴۴۴*
پاییز	اردبیل	-۰/۲۵۰	۰/۲۸۵	-۰/۰۹۶	۰/۰۳۵	-۰/۲۰۵	-۰/۱۱۱	-۰/۱۷۳	-۰/۵۶۹**
	اهر	-۰/۴۹۸**	-۰/۴۳۶*	۰/۰۵۴	۰/۱۸۶	-۰/۰۰۶	۰/۱۲۳	-۰/۰۹۷	۰/۰۴۰
	پارس‌آباد	-۰/۳۴۹	-۰/۳۷۰	-۰/۰۱۶	۰/۴۶۹*	-۰/۳۱۸	۰/۲۶۲	۰/۱۸۱	۰/۰۶۲
	فراوانی همبستگی معنی‌دار	۶	۵	-	۱	۳	۶	۴	۲

(**: ضریب همبستگی در سطح خطای ۱ درصد معنی‌دار است *: ضریب همبستگی در سطح خطای ۵ درصد معنی‌دار است)

مجموع ET حوضه نیز بدون تأخیر زمانی و با تأخیر زمانی ۲ ماهه، تنها با الگوهای NAO و PNA همبستگی معنی-دار ضعیف از نوع معکوس ناقص در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

ماتریس همبستگی پیرسون برای ارتباط بین تغییرات الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی و تغییرات مجموع ET فصول در ایستگاه‌های منتخب نیز بیان‌گر وجود ارتباط ضعیف تا خیلی قوی است. بیشترین ضرایب همبستگی فصلی ایستگاه‌ها در زمستان بین الگوی EA و ET اهر به مقدار ۰/۷۹ (با شدت همبستگی خیلی قوی) از نوع مستقیم ناقص در سطح اطمینان ۹۵ درصد به دست آمد. یکی از علل اینکه تنها یک ایستگاه چنین همبستگی را نشان داد به تعداد زوج داده‌ها برمی‌گردد که در سایر ایستگاه‌ها کمتر از اهر بود و دلیل این امر را می‌توان به کم‌بسامد بودن وقوع پدیده تبخیر و تعرق در فصل زمستان نسبت به سایر فصول نسبت داد. اگرچه تعداد داده‌های مربوط به این فصل کمتر از سایر فصول بود و تعداد داده در همبستگی مؤثر است می‌توان گفت با توجه به همان تعداد کم و وجود همبستگی بالا بین داده‌ها و الگوی EA، این مطلب می‌تواند نشان‌گر این باشد که همان داده‌های ثبت‌شده اهر تا حدی ناشی از فعالیت الگوی مذکور بوده است. هرچند جهت تأیید یا عدم‌تأیید این مطلب به سال‌های آماری بیشتری نیاز است. ضریب همبستگی در بهار بین الگوی SCA و ET اردبیل و اهر به مقدار **۰/۵۴- و **۰/۵۳-، در پاییز با شدت نسبتاً قوی بین الگوی POL و ET اردبیل به مقدار **۰/۵۶۹- و با شدت متوسط بین ET اهر با الگوهای NAO و EA (**۰/۴۹- و *۰/۴۳-) همگی از نوع معکوس ناقص و بین ET پارس‌آباد و الگوی EP/NP به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مقدار *۰/٤٦ و در تابستان بین الگوی POL و ET اردبیل به مقدار *۰/٤٤ از نوع مستقیم ناقص ملاحظه می‌شود. هرچند در زمستان بین ET جلفا و الگوی POL همبستگی بسیار بالایی از نوع مستقیم و با سایر الگوها از نوع معکوس به دست آمد اما به دلیل اندک بودن تعداد داده‌ها، از آوردن آن‌ها اجتناب گردید. شاید درصورتی‌که داده چند سال آتی را بتوان به دوره آماری افزود، بتوان در خصوص این قبیل همبستگی‌ها نتیجه‌گیری منطقی نمود.

در اغلب موارد، بیشترین ضرایب همبستگی معنی‌دار بین این الگوها و ET ایستگاه‌ها، از نوع معکوس ناقص و در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد معنی‌دار بودند. این مطلب نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر این الگوها، ET ایستگاه-ها کاهش می‌یابد، به‌عنوان‌مثال، در فصل پاییز با قرار گرفتن الگوی POL در فاز مثبت، از مقدار ET ایستگاهی نظیر اردبیل کاسته می‌شود و با کاهش شدت این الگو و استیلای فاز منفی آن، مقدار ET ایستگاه اردبیل افزایش می‌یابد. نوع همبستگی بین الگوها و ET محدوده در سایر موارد ذکر نشده (همبستگی‌های کمتر از سطح اطمینان ۰/۹۵)، ترکیبی از همبستگی مستقیم و معکوس و بدون معنی‌داری است.

به‌منظور بررسی همبستگی بین ET ایستگاه‌های حوضه با فازهای مثبت و منفی الگوها، ضرایب همبستگی بین نمرات استاندارد بیشتر از میانگین (Z+) و کمتر از میانگین ET (Z-) ایستگاه‌های موردمطالعه با فازها محاسبه گردید که نتیجه آن در جدول (٦) آمده است. ضرایب همبستگی معنی‌دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ و بیشتر، بین فاز مثبت الگوی EA و Z بیشتر از میانگین ET اردبیل و کمتر از میانگین پارس‌آباد به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۲٦-، بین فاز منفی آن و Z بیشتر از میانگین ET اردبیل و Z کمتر از میانگین ET خوی به مقدار ۰/۳۹- و ۰/۳۰-، بین فاز مثبت و منفی الگوی EP/NP با Z بیشتر از میانگین ET جلفا و پارس‌آباد به ترتیب ۰/٤۳ و ۰/۳٤، بین فاز منفی PNA و Z بیشتر و کمتر از میانگین ET جلفا به ترتیب ۰/۳٤- و ۰/۳۵ و با Z کمتر از میانگین ET حوضه به مقدار ۰/۲۸ ملاحظه گردید. همچنین بین فاز منفی الگوی EA/WR و Z بیشتر از میانگین ET اردبیل به مقدار ۰/۳۱- و بین فاز مثبت الگوی SCA و Z± خوی به ترتیب ۰/۲۹- و ۰/۳٤- به دست آمد. نمرات ET±Z ایستگاه‌ها با فازهای الگوهای NAO، WP و POL با داشتن ضرایبی با شدت خیلی ضعیف تا نسبتاً متوسط، فاقد همبستگی معنی‌دار بودند.به‌منظور ارزیابی فضایی میزان همبستگی بین الگوها و ET حوضه، نقشه‌های پراکندگی فضایی آن‌ها برای مقیاس‌های زمانی مختلف تهیه و ترسیم گردید. به‌تبع مقادیر همبستگی‌ها که همبستگی مثبت یا منفی یکدستی در منطقه ملاحظه نشد، نقشه‌ها نیز الگوی مشخص مداری را نشان ندادند به‌غیراز اینکه کل حوضه در تابستان با WP و در پاییز با NAO و PNA دارای همبستگی معکوس ناقص می‌باشد. به‌عنوان نمونه، پراکندگی فضایی میزان همبستگی بین الگوها و ET فصل بهار حوضه آمده است (شکل ۲). در این فصل تقریباً ET کل حوضه با الگوهای EA/WR و SCA و غرب حوضه، همبستگی معکوس با شدت ضعیف با الگوهای NAO، EA، WP و EP/NP را نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ٦- ضرایب همبستگی ET ایستگاه‌های موردمطالعه با فازهای مختلف الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی ۲۰۱۷-۱۹۹۲

Table 6- Correlation coefficients of ET in the studied stations with different phases of north Hemisphere's teleconnection patterns in 1992-2017

الگو	فاز	ایستگاه / Z	اردبیل	اهر	جلفا	خوی	پارس‌آباد	حوضه
NAO	+	+	−۰/۰٦٦	−۰/۱۰۱	۰/۰۳۱	−۰/۰۸٦	۰/۰۲۰	−۰/۰۲٦
		−	−۰/۰۹٤	۰/۰۰۲	−۰/۰۷٦	−۰/۰۳۰	−۰/۰٤۹	−۰/۱۲۲
	−	+	−۰/۰۷۳	۰/۱۰۹	۰/۰۷۹	۰/۰۱۹	۰/۱۸۱	۰/۰٦٦
		−	−۰/۰٤٤	−۰/۱۰٦	۰/۱۸۳	−۰/۲۷۲	−۰/۰۸۳	−۰/۰٦٦
EA	+	+	۰/۳۰۹*	−۰/۱۰۵	−۰/۱۷۲	۰/۰۷۹	۰/۱۳۲	۰/۱۱٤
		−	−۰/۰۸۷	۰/۱۲٦	۰/۱٤۰	۰/۰۷۷	−۰/۲٦۲*	۰
	−	+	−۰/۳۹۷*	−۰/۱۷۸	−۰/۰۱۲	۰/۰۷۵	۰/۰۳۵	−۰/۰۹۳
		−	۰/۱٦٦	۰/۰۰٤	−۰/۰٦۷	−۰/۳۰۵*	−۰/۱۷٤	−۰/۰۵۲
WP	+	+	−۰/۰۹۰	−۰/۲٤٤	−۰/۰۰۱	−۰/۱٤۳	۰/۰۳۸	−۰/۰۳۸
		−	۰/۱۰۲	۰/۰۲۵	−۰/۰٦۱	۰/۲۵۰	۰/۰۸۷	۰/۰٤۹
	−	+	−۰/۰۸۳	−۰/۰٦٦	۰/۰۸۲	−۰/۰۷۱	−۰/۰۹٤	−۰/۰۹۹
		−	۰/۲٤۹	−۰/۰۲۲	−۰/۰۰۳	−۰/۱۲۰	۰/۰۹۲	۰/۰٤۱
EP/NP	+	+	۰/۰٦۳	۰/۱۹۱	۰/٤۳۵**	۰/۱٦۲	۰/۱٦٤	۰/۱۸٦
		−	−۰/۰۸۰	۰/۱۰۷	−۰/۰۱۷	۰/۰۸۰	−۰/۰۵۹	۰/۰۰۷
	−	+	۰/۲۱۱	۰/۰۷۱	−۰/۱٦٤	۰/۱۰٤	۰/۳٤٤*	۰/۱٦۰
		−	۰/۱۳۷	−۰/۰۵۵	−۰/۲٤٤	۰/۰۲۷	−۰/۰۳۳	−۰/۰۰٦
PNA	+	+	۰/۰۰٤	۰/۱۲۹	−۰/۲۱۷	−۰/۱۵۸	−۰/۱۵۲	−۰/۰۰۸
		−	۰/۰٦۷	−۰/۲۱۰	−۰/۰۹۰	−۰/۱۸٤	۰/۰۷۹	−۰/۰۱٦
	−	+	۰/۱۹۲	−۰/۰۵۸	−۰/۳٤۸**	۰/۱۸۰	−۰/۱٤۱	−۰/۱۲۵
		−	−۰/۰۵۵	−۰/۱٦۹	۰/۳۵۵*	۰/۲۰۸	۰/۰۷۸	۰/۲۰٤*
EA/WR	+	+	۰/۱۹۱	۰/۱۱۰	۰/۲٤۰	۰/۱۳۸	۰/۱۹۷	۰/۲۸۷*
		−	−۰/۱۱۰	−۰/۱۵۱	−۰/۱۷۹	−۰/۱۵٤	−۰/۰۰۱	−۰/۰۵۹
	−	+	−۰/۳۱۳*	−۰/۰۱۸	−۰/۰۱۸	−۰/۰۳۸	۰/۱۱٤	۰/۱۲۱

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

ادامه جدول ٦- ضرایب همبستگی ET ایستگاه‌های موردمطالعه با فازهای مختلف الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی ۲۰۱۷-۱۹۹۲

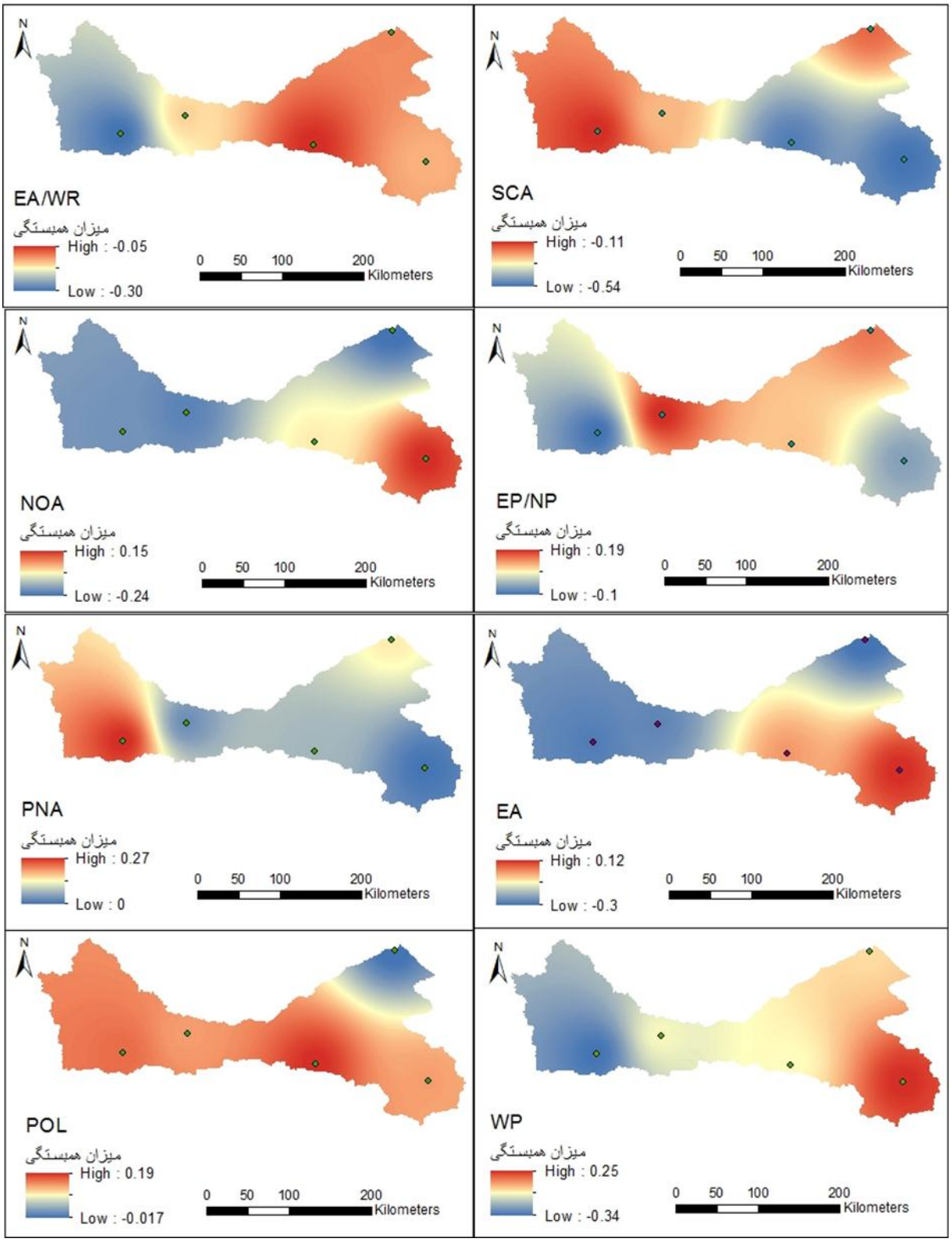
Continue of table 6- Correlation coefficients of ET in the studied stations with different phases of north Hemisphere's teleconnection patterns in

		−	−۰/۰۹۱	−۰/۰٤۳	−۰/۰۲۷	−۰/۰۸۵	−۰/۰۲۳	
SCA	+	+	۰/۰۳۳	−۰/۱۰٦	۰/۱۹۲	−۰/۲۹٦*	۰/۰۱٤	۰/۰۰۸
		−	−۰/۲۳۳	−۰/۰٦۰	−۰/۱۰۳	−۰/۳٤۱*	−۰/۱۷٦	−۰/۱۸۳
	−	+	−۰/۰۷۹	۰/۰۹٤	−۰/۱٥٦	−۰/۱٦٦	−۰/۰۰٤	−۰/۰۸۲
		−	−۰/۰۱۳	۰/۰۲۸	−۰/۱۹۲	−۰/۰۲٥	−۰/۰٥۷	۰/۱٦۸
POL	+	+	۰/۱۱۸	۰/۱٥۱	−۰/۰٤۷	−۰/۰۱۱	−۰/۰۱۳	−۰/۱۸۳
		−	−۰/۰٥۰	−۰/۱٤۰	−۰/۰۷٦	−۰/۲۸٤	−۰/۰۱٥	−۰/۱۳۹
		+	−۰/۲۳۲	−۰/۰۷۹	−۰/۰۷٦	−۰/۱٦٤	−۰/۰۰۹	۰/۲۰٥
		−	۰/۰٥۹	۰/۰۰٤	−۰/۰٥۸	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	−۰/۱۳۱

هماهنگی و ارتباط زمانی تغییرات مقادیر استانداردشدهET حوضه به‌عنوان نمونه برای ایستگاه اردبیل با نوسانات و فازهای مثبت و منفی الگوی پیوند از دور SCA طی ۲۰۱۷-۱۹۹۲ به‌علاوه روند سری زمانی آن درشکه (۳)ترسیم‌شده است.نمودار نشان‌دهنده وجود ارتباط معکوس ناقص بین پارامتر مجموع ET ایستگاه اردبیل با الگوی SCA است.حداقل مجموع ET این ایستگاه ۲/۸ میلی متروحداکثرآن۳٤۰/۱ میلی‌متر بوده که به ترتیب در دسامبر۲۰۰۸واوت۲۰۱٦ ثبت گردیده است،بنابراین این متغیر،نوسان۳۳۷ میلی‌متری در ایستگاه اردبیل طی دوره ۲٦ ساله داشته است.ضریب تعیین ET این ایستگاه در بلندمدت ۰/۳۲بوده وروند ET طی این دوره با شیب تقریباً زیادی به‌صورت صعودی بوده ومقدارآن به‌ویژه دراواخردوره روبه افزایش گذاشته است.

در جدول (۷)، تحلیل واریانس رگرسیون برای بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین متغیرها آمده است. مقدار sig در متغیر موردمطالعه ایستگاه‌های حوضه به‌غیراز جلفا کمتر از ۰/۰۵ است که نشان می‌دهد فرض مناسب نبودن مدل خطی در برازش مدل رگرسیون آن ایستگاه‌ها رد می‌شود اما با توجه مقادیر ضرایب تعیین، به متغیرهای مستقل بیشتری نیاز است که بتوانند مقدار بیشتری از تغییرات متغیر وابسته را توجیه کنند. در این جدول، مقادیر ET این ایستگاه‌ها که توسط مدل رگرسیونی قابل توجیه هستند و مقادیر غیرقابل‌توجیه (باقیمانده) درج‌شده است. سطح خطای آزمون ۵ درصد در نظر گرفته شد.

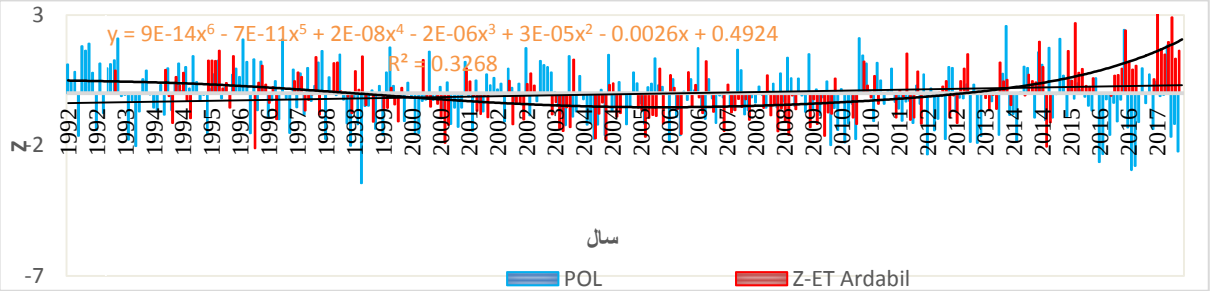
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ۲: نقشه‌های پهنه‌بندی میزان همبستگی ۸ الگوی پیوند از دور نیمکره شمالی با ET فصل بهار حوضه ارس

Figure 2: Zonation maps of the correlation rates of 8 north Hemisphere's teleconnection patterns with spring ET in the Aras Basin

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ۳: روند سری زمانی ET ایستگاه اردبیل طی ۲۰۱۷-۱۹۹۲ (خط مشکی) و رابطه و هماهنگی بین مقادیر استانداردشده ET ایستگاه اردبیل با فازهای مثبت و منفی POL طی ۲۰۱۷-۱۹۹۲

Figure 3: ET trend time series in Ardabil station during 1992-2017 (black line) & the relationship between that ET Z-Score with positive and negative phases of POL (1992-2017)

جدول ۷- تحلیل واریانس رگرسیون برای پارامتر موردمطالعه

Table 7- Regression analysis of variance for study parameter

		مجموع مربعات (Sum of Squares)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	F	sig
ET اردبیل	رگرسیون	۸/۵۸۱	۲	٤/۲۹۱	٤/٦۹۲	۰/۰۱۰
	باقیمانده	۱۷۷/٤۱۹	۱۹۹٤	۰/۹۱۵		
	مجموع	۱۸٦	۱۹٦	–		
ET اهر	رگرسیون	۷/۵۵۷	۲	۳/۷۷۸	۲/۰۵۸	۰/۰۱۹
	باقیمانده	۱۹٦/٤٤۳	۲۱۱	۰/۹۳۱		
	مجموع	۲۰٤	۲۱۳	–		
ET جلفا	رگرسیون	۱/٦۱۳	۱	۱/٦۱۳	۱/٦۸۳	۰/۱۹٦
	باقیمانده	۱۹۸/۳۸۷	۲۰۷	۰/۹۵۸		
	مجموع	۲۰۰	۲۰۸	–		
ET خوی	رگرسیون	٤/۰۹۱	۱	٤/۰۹۱	٤/۳۲٤	۰/۰۳۹
	باقیمانده	۱۹٤/۹۰۹	۲۰٦	۰/۹٤٦		
	مجموع	۱۹۹	۲۰۷	–		
ET پارس-آباد	رگرسیون	٤/۰٦٤	۱	٤/۰٦٤	٤/۳۰٦	۰/۰۳۹
	باقیمانده	۲۰۲/۹۳٦	۲۱۵	۰/۹٤٤		
	مجموع	۲۰۷	۲۱٦	–		
حوضه	رگرسیون	۳/۸۵۷	۲	۱/۹۲۹	٤/۰۲۹	۰/۰۱۹
	باقیمانده	۱۰٤/۸۳٦	۲۱۹	۰/٤۷۹		
	مجموع	۱۰۸/٦۹٤	۲۲۱			

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

با ورود ۸ الگوی پیوند از دور نیمکره شمالی (NAO، EA، WP، EP/NP، PNA، EA/WR، POL و SCA) در مدل بندی ET ایستگاه‌های سینوپتیک حوضه، رگرسیون چندمتغیره و درصد تغییرات تبیین شده محاسبه شد. نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۸) آمده است. الگوهای به‌کاررفته در این مطالعه، تغییرات ET ایستگاه‌ها را حداکثر به میزان ۵ درصد تبیین و توجیه می‌کنند. ضرایب رگرسیون چندمتغیره نشان داد که الگوهای موردبررسی در توجیه تغییرات ET ایستگاه‌های حوضه آبریز ارس از سطح مطلوبی برخوردار نیستند.

جدول۸ -مقادیر R و R^2 تبخیر و تعرق تبیین شده ایستگاه‌ها توسط شاخص‌های پیوند از دور نیم‌کره شمالی در مدل رگرسیون پس‌رونده تحت مدل دربرگیرنده تمام الگوها و مدل با حذف الگوهای کم اثر و ورود الگو/های مؤثرتر

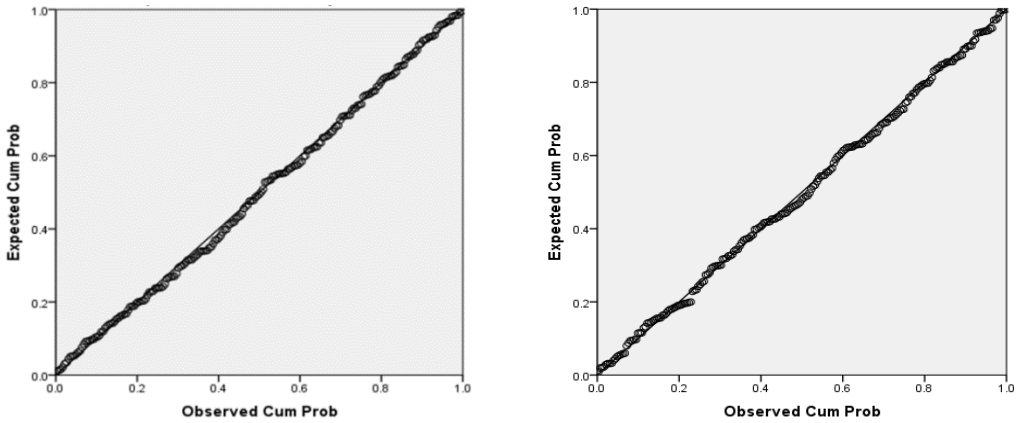
Table 8- The R and R^2 values for explained ET of stations by North Hemisphere's teleconnection Indices in backward regression model under including all patterns and model by removing the low-impact patterns and entering more effective pattern(s)

ایستگاه	ضریب همبستگی چندمتغیره (R)	درصد تغییرات تبیین شده (R^2)	ضریب تعیین تعدیل‌شده	خطای استاندارد تخمین	الگوها
اردبیل	۰/۲۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۱۶	۰/۹۶۶	با ورود کل الگوها
	۰/۲۱۵	۰/۰۴۶	۰/۰۳۶	۰/۹۵۶	EA/WR و NAO
اهر	۰/۲۲۴	۰/۰۵۰	۰/۰۱۳	۰/۹۷	با ورود کل الگوها
	۰/۱۹۲	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸	۰/۹۶	PNA و NAO
جلفا	۰/۱۷۵	۰/۰۳۱	۰/۰۰۸	۰/۹۸۴	با ورود کل الگوها
	۰/۰۹۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۹۷۸	SCA
خوی	۰/۲۰۱	۰/۰۴۰	۰/۰۰۲	۰/۹۷۹	با ورود کل الگوها
	۰/۱۴۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۹۷۲	NAO
پارس‌آباد	۰/۲۲۴	۰/۰۵۰	۰/۰۱۲	۰/۹۷۴	با ورود کل الگوها
	۰/۱۳۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۰/۹۷۳	EP/NP
حوضه	۰/۲۰۰	۰/۰۴۲	۰/۰۰۶	۰/۶۹۹	با ورود کل الگوها
	۰/۱۸۸	۰/۰۳۵	۰/۰۲۷	۰/۶۹۱	NAOو PNA

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

بررسی مقادیر مربوط به ضرایب استانداردشده Beta، آماره t و نیز مقدار sig الگوهای واردشده به مدل رگرسیون نشان داد که این ۵ الگو (NAO، PNA، EA/WR، EP/NP و SCA) بر روی تغییرات ET ایستگاه‌های موردمطالعه مؤثرتر از سایر الگوها بودند، هرچند که توان تبیین بالایی را نشان نمی‌دهند.

همچنین به‌منظور آزمون فرض نرمال بودن توزیع مانده‌های مدل رگرسیون از P-PPlot استفاده شد (شکل ٤). با توجه به اینکه مختصات نقاط مشاهده‌شده در حوالی خط نرمال قرار دارند، لذا مانده‌ها توزیع نرمال دارند. این شکل، تبعیت توزیع خطاها از توزیع نرمال در ET خوی و اهر را نشان می‌دهد. این وضعیت در خصوص بقیه ایستگاه‌ها نیز برقرار است.



شکل ٤: نمودار P-P Plot جهت آزمون نرمال بودن توزیع خطاها برای مدل رگرسیون ارتباط بین ET ماهانه اهر (سمت راست) و خوی (سمت چپ) با شاخص‌های منتخب پیوند از دور نیم‌کره شمالی

Figure 4: P-P Plot diagram to test the normality of the distribution of errors for the regression model of the relationship between of the monthly ET for Ahar (right) and Khoy (left) with the selected North Hemisphere's teleconnection indices

در جمع‌بندی نتایج می‌توان گفت، از بین ۸ شاخص به‌کاررفته برای محاسبه همبستگی بین الگوها و ET حوضه آبریز ارس، به لحاظ فراوانی ضرایب همبستگی معنی‌دار با سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد، الگوهای EA/WR و NAO فراوانی بیشتری داشتند. وجود ارتباط و همبستگی بین ET برخی از ایستگاه‌ها و الگوها به‌ویژه الگوی NAO، با نتایج و یافته‌های Moradi (2004)، Salahi et al (2007)، Yarahmadi and Azizi (2008) و Frootan (2019) et al همخوانی دارد.

بررسی فازهای مختلف الگوها نشان داد بین فازهای منفی و مثبت الگوهای EA، EP/NP و SCA و فاز منفی الگوی EA/WR و PNA با نمرات استاندارد ET برخی از ایستگاه‌های حوضه همبستگی معنی‌دار با شدت ضعیف تا متوسط در سطح اطمینان ۰/۹۵ و بیشتر وجود دارد. به‌عنوان نمونه، زمانی که الگوی اسکاندیناوی در فاز مثبت باشد، غرب اروپا و نواحی مرکزی روسیه درجه حرارتی پایین‌تر از میانگین را تجربه می‌کنند؛ نحوه قرارگیری فرود

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

مدیترانه و ریزش هوای عرض‌های بالاتر به مناطق واقع در جلوی فرود می‌تواند دلیلی بر کاهش دمای آن مناطق و متعاقب آن، کاهش مقدار ET باشد که نمونه آن را در فصل بهار ایستگاه خوی ملاحظه می‌شود که برای اطمینان از آن لازم است الگوهای سینوپتیکی حاکم بر منطقه در بهار بررسی شود. نمرات استاندارد ET با فازهای مثبت و منفی الگوهای NAO، WP و POL فاقد همبستگی معنی‌دار بودند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ارتباط احتمالی شاخص‌های پیوند از دور نیمکره شمالی و تبخیر و تعرق ایستگاه‌های سینوپتیک حوضه آبریز ارس در بلندمدت بدون تأخیر زمانی و با تأخیر زمانی ۱ تا ۳ ماهه بررسی شد. در مقیاس حوضه فقط بین الگوهای NOA و PNA همبستگی معنادار از نوع معکوس ناقص و با شدت ضعیف مشاهده گردید. ضرایب همبستگی بین الگوهای EA/WR، NAO، SCA، EA و PNA با تبخیر و تعرق – به‌جز مورد تأخیر ۲ ماهه اردبیل با NAO – همگی معنی‌دار و از نوع همبستگی معکوس ناقص و در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بیشتر بوده اما ازنظر شدت ضعیف می‌باشند. به لحاظ فصلی و ایستگاهی، بیشترین ضرایب همبستگی معنی‌دار در ایستگاه اهر (در فصول زمستان، بهار و پاییز به ترتیب با دور پیونده‌ای EA، SCA و NAO و EA به مقدار *۰/۷۹، **۰/۵۳-، **۰/۴۹- و *۰/۴۳-)، اردبیل (در بهار با SCA و تابستان و پاییز با POL به مقدار **۰/۵۴-، *۰/۴۴ و **۰/۵۶-) و پارس‌آباد (در پاییز با EP/NP به مقدار *۰/۴۶) محاسبه شد. شاخص NAO جزء الگوهایی است که ازنظر اثرگذاری، در همه ماه‌ها فعال است. همبستگی بین الگوی NAO و ET اردبیل با یافته‌های Sobhani et al (2014) همخوانی دارد؛ آنان نیز در بررسی ارتباط شاخص اقلیمی NAO با متغیرهای دمایی شمال غرب ایران، دریافتند بیش‌ترین ضریب همبستگی به‌دست‌آمده در هر سه دمای میانگین، حداقل و حداکثر با این شاخص، مربوط به ایستگاه اردبیل است. رابطه بین الگوی SCA و متغیر اقلیمی ET با نتیجه پژوهش Farajzadeh et al (2013) هماهنگ است که نشان دادند تغییر در الگوی اسکاندیناوی و اقیانوس اطلس در کاهش بارش ایران تأثیر داشته است. وجود ضرایب همبستگی معنی‌دار با شدت خیلی ضعیف تا متوسط بین الگوهای موردبررسی با ET ایستگاه‌های حوضه در بازه‌های تأخیر دار و بدون تأخیر در فصول مختلف و نبود همبستگی‌های قوی می‌تواند نشان‌گر این باشد که این الگوها بر روی پارامتر موردمطالعه حوضه در بازه‌های زمانی مذکور تأثیر چندانی ندارد، از طرفی ممکن است این نتیجه متأثر از طول دوره آماری منتخب باشد.

همچنین نقشه‌های پراکندگی فضایی مقدار همبستگی بین الگوها و ET حوضه، برای مقیاس‌های زمانی مختلف ترسیم گردید که آن‌ها نیز الگوی مشخص مداری را نشان ندادند به‌غیراز اینکه کل حوضه در تابستان با WP و در پاییز با NAO و PNA دارای همبستگی معکوس ناقص می‌باشد. لازم به ذکر است مقادیر همبستگی محاسبه‌شده در این پژوهش، صرفاً بر اساس داده‌های دوره آماری موردمطالعه به‌دست‌آمده است؛ با توجه به اینکه همبستگی‌های

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

به‌دست‌آمده با طول دوره آماری ایستگاه‌ها مرتبط هستند لذا با هرگونه تغییر در طول دوره آماری، نتایج نشان‌دهنده مقدار همبستگی نیز دچار تغییر خواهند شد.

ضرایب رگرسیون چندمتغیره نیز نشان دادند که الگوهای موردبررسی در توجیه تغییرات ET ایستگاه‌های حوضه آبریز ارس از سطح مطلوبی برخوردار نیستند و هیچ‌یک از الگوهای پیوند از دور نیمکره شمالی توان تبیین درصد قابل‌توجهی از نوسانات ET حوضه آبریز ارس را ندارند. در کنار این مطلب، ازآنجاکه تغییرات پارامتر موردمطالعه در حوضه متأثر از موقعیت جغرافیایی و عوامل محلی نیز می‌باشد، عدم همبستگی‌های خیلی قوی بین پارامتر و الگوهای موردبررسی، می‌تواند به سایر عوامل لحاظ نشده برگردد. این یافته با نتایج پژوهش Akbari and Masodian (2007) همخوانی دارد. با توجه به اینکه میزان همبستگی و معنی‌داری آن، از طول دوره آماری متأثر است و با لحاظ اینکه عناصر اقلیمی متعددی ازجمله دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و مواردی از این قبیل، بر روی پارامتر ET تأثیرگذار هستند، لذا ازآنجاکه دوره آماری ET حوضه، کوتاه‌تر از دوره آماری متغیرهای اقلیمی مؤثر در ET است، لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی با زمینه‌های موضوعی مشابه و با رویکرد پیش‌بینی برای این متغیر، به‌جای مطالعه مستقیم آن، از رویکردی که Martens et al (2018) به کاربردند، استفاده شود. این پژوهشگران به‌جای مطالعه و ارزیابی همبستگی تبخیر با الگوهای اتمسفری و اثرپذیری از آن‌ها، به‌طور غیرمستقیم ارتباط متغیرهای اقلیمی اصلی مؤثر بر روی تبخیر خشکی و ۱۶ الگو را با مدل رگرسیون بررسی و این متغیر را پیش‌بینی نمودند و در این راستا، از مجموعه داده‌های FLUXNET-MTE و تبخیر مشاهداتی مدل GLEAM و PML و ادغام آن‌ها به سبک متفاوتی برای به‌دست آوردن یک مجموعه داده قوی شامل تبخیر خشکی استفاده کردند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

References

- Ahmadi, M. (2013). "Analyzing the relationship between Teleconnection patterns and the occurrence of precipitation in Iran". Ph.D. Dissertation. Faculty of Humanities. Tarbiat Modarres University. [In Persian].
- Akbari, T.,& Masodian, S. A. (2007). "Identification of the role of north hemisphere teleconnection patterns on Iran temperature". ***Research Bulletin of Isfahan University***, 22 (1), 117-132. [In Persian].
- Alizadeh, A., Erfanian, M., &Ansari, H. (2011). "Investigation of effective round-link patterns on precipitation and temperature parameters (case study: Synoptic Station of Mashhad)". ***Iranian Journal of Irrigation and Drainage***, 5 (2), 176-185. [In Persian].
- Alizadeh Choobari, O.,& Adibi, P. (2019). "Impacts of large-scale teleconnections on climate variability over Southwest Asia". ***Dynamics of Atmospheres and Oceans***, 86, 41-51. https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2019.02.001.
- Almazroui, M., Nazrul Islam, M., Jones, P. D., Athar H.,& Ashfaqur Rahman. M. (2012)."Recent climate change in the Arabian peninsula: Seasonal rainfall and temperature climatology of Saudi Arabia for 1979–2009". ***Atmospheric Research***, 111, 29-45. doi:10.1016/j.atmosres.2012.02.013.
- Chehre Ara, T., Hosseini, A. R.,& Baghbanan, P.(2018). "Analysis of the relationship between the NAO and AO indexes with the widespread precipitation of the coastal regions of Iran", the 3rd National Conference on Soil Conservation and watershed management-29 and 30 June 2018, Tehran. [In Persian].
- Farajzadeh Asl, M., Ahmadi, M., Alijani, B., Qavidel Rahimi, Y., Mofidi, A., &Babaeian, I. (2013)."Study on variation of major teleconnection patterns (MTP) associated with Iran's Precipitation".***Journal of climate research***, 15-16, 31-45. [In Persian].
- Forootan, E., Khaki, M., Schumacher, M., Wulfmeyer, V., Mehrnegar, N., Dijk, AIJM. Van., Brocca, L., Farzaneh, S., Akinluyi, F., Ramillien, G., Shum, CK., Awange, J., &Mostafaie. A. (2019). "Understanding the global hydrological droughts of 2003–2016 and their relationships with teleconnections". ***Science of the Total Environment***, 650, 2587-2604. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.231.
- Gelcer, E., Fraisse, C., Dzotsi, K., Hu, Z., Mendes, RL.,& Zotarelli, L. (2013). "Increasing streamflow forecast lead time for snowmelt-driven catchment based on large-scale climate patterns". ***Advances in Water Resources***, 53, 150-162. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.11.003.
- Ghavidel Rahimi, Y., Farajzade Asl, M.,&Hatami Kia, M. (2016). "The artic oscillation (AO) and its role on of wintertime monthly minimum temperatures variability in Northeastern region of Iran". ***Journal of Geographical Sciences***, 42,41-58. [In Persian].
- Ghiasvand, A. (2011). "**Statistical package for the social sciences**", Tehran :Adibbook Pub:, 313 p. [In Persian].
-Goudarzi, M., Ahmadi, H.,& Hosseini, S. A. (2017). "Examination of relationship between teleconnection indexes on temperature and precipitation components (case study: Karaj synoptic Stations) ". ***Ecohydrology Journal***. 4(3), 641-651. [In Persian]. doi: 10.22059/IJE.2017.62414.
- Heidari, M. A.,& Khoshaghlagh, F. (2017). "Modeling the relationship between teleconnection indexes with warm season temperature anomalies in Iran using multivariate regression". ***Geography and Environmental Hazards***, 23 (6), 66-47. [In Persian]. DOI: 10.22067/geo.v6i3.57628.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Higgins, R. W., Leetmaa, A., &Kousky, V. E. (2002). "Relationships between climate variability and winter temperature extremes in the United States". ***Journal of Climate***, 15, 59-74. DOI: https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<1555:RBCVAW>2.0.CO;2.
- Khorshid Doost, A. M., Ghavidel Rahimi, Y., &Abbas Zadeh, K. (2010). "Application of atmospheric-ocean scale models in the analysis of precipitation fluctuations (case study: Ahar station) ".***Journal of Geographical Space***, 29, 128-95. [In Persian].
- Khosravi, M. (2004). "A survey on the relations of the northern hemisphere large scale circulation patterns with Sistan & Baluchestan annual droughts". ***Journal of Geography and Development***, 3, 188-167. [In Persian]. doi: 10.22111/GDIJ.2004.3835.
- Kiani Sefidan Jadid, T. (2005)."Synoptic analysis of burst precipitation in the southern Aras basin". M.Sc. Thesis. Faculty of Humanities, Tabriz University. [In Persian].
- Mansourfar, K. (2006). "**Advanced statistical methods: using applied software**", Tehran: Tehran University Pub,. 459 p. [In Persian].
- Martens, B., Waegeman, W., Dorigo, W.A., Verhoest, N.E.C.,& Miralles, D.G.(2018). "Terrestrial evaporation response to modes of climate variability". ***Climate and Atmospheric Science***, 1,43-55. doi:10.1038/s41612-018-0053-5.
- Moradi, H. R. (2004). "North Atlantic oscillation index and its effect on climate in Iran".***Geographical Research***, 48, 17-30. [In Persian].
- Nalley, D., Adamowski, J., Biswas, A., Gharabaghi, B.,&Hu, W. (2019). "A multiscale and multivariate analysis of precipitation and streamflow variability in relation to ENSO, NAO and PDO". ***Journal of Hydrology.*** 574, 288-307. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.024.
- Rodianov, S., &Assel, R. (2000). "Atmospheric teleconnection patterns and severity of winters in the Laurentian Great Lakes Basin". ***Atmosphere-ocean***, 38 (4), 601-635. DOI: 10.1080/07055900.2000.9649661.
- Salahi, B., &HajiZadeh, Z. (2013). "Analytical on the relationship between North Atlas fluctuations and Atlantic surface temperature indices with rainfall and temperature variability of Lorestan province".***Journal of Geographical Research***, 28 (3), 119-130. [In Persian]. http://georesearch.ir/article-۴۵۶-۱-fa.html.
- Salahi, B., Khorshid Doost, A. M., &Ghavidel Rahimi, Y. (2007). "The relationship between atmospheric-ocean circulation of North Atlantic and East Azerbaijan droughts". ***Geographical Research,*** 60, 147-156. [In Persian].
- Sinan, S., Ivanov, M., &Türkeş, M. (2018)."Control of dry and wet Januaries and winters in the Mediterranean basin by large-scale atmospheric moisture flux and its convergence".***Journal of Hydrology***, 566, 616-626. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.09.038.
- Sobhani, B., Salahi, B., &Gol Doost, A. (2014). "Relationship between the climatic index (NAO) with average, maximum and minimum of monthly temperature in northwest of Iran". ***Journal of Applied Research in Geographic Sciences***, 33, 90-75. [In Persian]. http://jgs.khu.ac.ir/article-۱۹۶۲-۱-fa.html.
- Stan, F. I., Neculau, G., Zaharia, L., Ioana Toroimac, G., &Mihalache, S.(2016). "Study on the evaporation and evapotranspiration measured on the Caldaruşani Lake (Romania)". ***Procedia Environmental Sciences***, 32, 281 – 289. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.033.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Vazifehkhah, S.,& Kahya, E.(2019). "Hydrological and agricultural droughts assessment in a semi-arid basin: Inspecting the teleconnections of climate indices on a catchment scale". ***Agricultural Water Management***, 217,413-425. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.034.
- Wallace, J. M., &Gutzler, D. S. (1981). "Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter". ***Monthly Weather Review***, 109, 784-812. https://doi.org/10.1175/1520-0493(1981)109<0784:TITGHF>2.0.CO;2.
- Wang, L., Niu, Z., Kisi, O., Li, Ch., &Yu, D. (2017). "Pan evaporation modeling using four different heuristic approaches". ***Computers and Electronics in Agriculture***, 140, 203-213. https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.036.
- Wetstein, J. J., &Mearnes, L. O. (2002). "The influence of the north atlantic-arctic oscillation on mean, variance, and extremes of temperature in the Northeastern United States and Canada". ***Journal of Climate,*** 15, 3586-3600. https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<3586:TIOTNA>2.0.CO;2.
- Yarahmadi, D., &Azizi, G.(2008). "Multivariate analysis of relationship between seasonal rainfall in Iran with climate indices". ***Geographical Research***, 62, 161-174. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

Abstract

Evaluation of Relationship between Selected North Hemisphere's Teleconnection Indices with Evapotranspiration in the Southern Section of the Aras River Basin

Bromand Salahi[17]*
Professor of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Email: bromand416@yahoo.com

Mahnaz Saber
Ph.D. Student of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Mahnaz.saber@uma.ac.ir

Abbas Mofidi
Assistant Professor of Climatology, Faculty of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
abbasmofidi@um.ac.ir

Because the climate is systemic, the Large-scale atmospheric patterns, are considered as one of the most important factors that affect the climate in different regions of the world. This issue shows the importance of research on large-scale processes and their effects on climate areas beyond a given region. In this study, the relationship between the North Hemisphere's Teleconnection indices and Evapotranspiration (ET) at synoptic stations in the south of the Aras River basin during the 26-years statistical period (1992-2017) was investigated. First, Run-test was used to evaluate the sequence and homogeneity of data. Then, the Pearson correlation coefficient and regression analysis were used to investigate the relationship between these patterns and the studied variable. Significant correlation at the basin scale was observed only between NAO and PNA patterns with low intensity and incomplete negative correlation. The most significant correlation coefficient was obtained between ET stations and some patterns with time delays of 1, 2, and 3 months and without delay, which are weak in terms of intensity. In different seasons, significant correlation coefficients were observed from moderate to very strong. Thus, at Ahar station in winter and spring between ET, Scandinavia (SCA) and East Atlantic (EA) patterns, in autumn with North Atlantic Oscillation (NAO) and EA patterns were observed. At Ardabil in spring with SCA, in summer and autumn with Polar/ Eurasia Pattern (POL), and at Parsabad in autumn with East Pacific/ North Pacific Pattern (EP/NP). A significant correlation between both phases of EA, East Atlantic/Western Russia (EA/WR), and positive phases of EP/NP, SCA, and negative phase of the PNA with some station's Z-Scores was observed low to the moderate intensity at the confidence level of 0.95 and more. The results of the backward regression model, in addition to introducing the most effective indices in the modeling of the station's ET, showed that they do not have the explain this variable in the Aras basin.

***Keywords**: Aras Basin, Correlation, Evapotranspiration, Teleconnection Indices.*

Extended abstract

[17]- Corresponding author: bromand416@yahoo.com

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

Evaluation of Relationship between Selected North Hemisphere's Teleconnection Indices with Evapotranspiration in theSouthern Section of the Aras River Basin

Bromand Salahi[18]*
Professor of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Email: bromand416@yahoo.com

Mahnaz Saber

.Ph.D Student of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Mahnaz.saber@uma.ac.ir

Abbas Mofidi

Assistant Professor of Climatology, Faculty of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

abbasmofidi@um.ac.ir

Introduction: Large-scale atmospheric patterns are considered one of the factors affecting the climatic parameters of different regions of the earth. These patterns cause unusual climate oscillations with time delays in areas far from their formation place. This shows the importance of researching these patterns and their effects on the area's climate far from their place. Because Iran is vast in latitude and longitude, it is prone to be affected by atmospheric patterns of different latitudes. Therefore, it is necessary to evaluate the possible relationship between large-scale atmospheric patterns and climatic parameters in different regions of thecountry and to study the effects of the patterns on them. Despite the fact that evapotranspiration (ET) is more effective than rainfall and it plays an important role in water resources management, climate change, and agricultural production and it is one of the main components of the water cycle and balance, the relationship between large-scale atmospheric patterns and ET has not been studied much. Thus, in this study, the relationship between theNorthern Hemisphere's Teleconnection patterns and ET of selected syntactic stations at the Aras basin during the 26 years (1992-2017) was investigated. As far as we know, few research has been done on the relationship between these patterns and ET. Therefore, the purpose of this study is to investigate the possible relationship between these patterns with ET in this basin.

Materials and Methods: In this study, ET data of selected synoptic stations in the southern part of the Aras basin during a long statistical period (26 years from 1992-2107) were received from meteorological organization. Then, Numerical values of Teleconnection indices of the Northern Hemisphere were obtained from the NOAA website in the years corresponding to the study period. These indices include: North Atlantic Oscillation (NAO), East Atlantic Pattern (EA), West Pacific Pattern (WP), East Pacific/ North Pacific Pattern (EP / NP), Pacific/ North American Pattern (PNA), East Atlantic / West Russia Pattern (EA / WR), Scandinavia Pattern (SCA), Polar/ Eurasia Pattern (POL), Tropical/ Northern Hemisphere Pattern (TNH) and Pacific Transition Pattern (PT). The last

[18]- Corresponding author: bromand416@yahoo.com

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

two Patterns were excluded from the review process due to the small number of corresponding data. First, the homogeneity of the ET data was checked using by Run Test. Second, they were converted to Z-scores to make these station data comparable to the patterns. Then, the Pearson correlation coefficient was calculated to investigate the relationship between patterns and ET of the Aras basin stations. Significance levels of correlations were considered 1 and 5%. Because the effect of Teleconnection patterns on climatic parameters may be associated with time delay, hence the correlation between them and Z-scores of basin ET was calculated with time delays of 1-3 months in addition to seasons and both phases of patterns. Multiple regression equations were also used to evaluate the relationship between the studied indices with ET stations and One-way analysis of variance (ANNOA) was used to evaluate the effectiveness of patterns on ET. The multivariate correlation coefficient (R) and R Square (R^2) were calculated and evaluated for the entry of all models into the model and the entry of the most effective pattern/patterns into the regression model for the ET stations.

Discussion and results: The results showed that the Pearson correlation matrix for the relationship between Northern Hemisphere's Teleconnection patterns and ET showed that at the basin scale, a significant correlation was observed only with NAO and PNA patterns which were of the incomplete inverse correlation. The most significant correlation coefficients were calculated between ET and some of the patterns (EA/WR, NAO, SCA, EA, and PNA) without time delay and with time delays of 1-3 months, which are also often incomplete inverse correlation and in terms of severity they are weak. Between the two phases of EA, EP/NP, SCA, and the negative phase of EA/WR and PNA with ET of some stations, there is a significant correlation with low to moderate intensity at 95 and upper confidence levels. The most significant correlation coefficients at Ahar station (in winter and spring respectively with EA and SCA, in autumn with EA and NAO), at Ardabil (in spring with SCA, in summer and autumn with POL), and at Parsabad (in autumn with EP/NP) were calculated. Also, spatially, the spatial distribution maps did not show a specific orbital pattern between the patterns and basin ET, except that the whole basin has an incomplete inverse correlation with WP in summer and with NAO and PNA in autumn. Evaluation of the values of standardized Beta coefficients, the t-statistic, and the significant value of the models entered into the regression showed that 5 models (including NAO, PNA, EA/WR, EP/NP, and SCA) were more effective on the Aras basin ET than other patterns, although they do not have upper explanatory.

Conclusions: The existence of significant correlation coefficients with very low to moderate intensity between the studied patterns and Aras basin ET and the lack of strong correlations can indicate that these patterns on the Aras ET have little effect, on the other hand, this result may be affected by the length of studied statistical period. It should be noted that the correlation values mentioned in this study were obtained only basis on the ET data during the studied period, since the correlations obtained are related to the length of the statistical period of the stations, therefore, with any changes during the statistical period, the results indicating the correlation will also change. Multivariate regression coefficients showed that the studied patterns in explaining the Aras basin ET do not have the desired level and none of the Northern Hemisphere's Teleconnection patterns can explain a large percentage of Aras ET changes. In addition, since the studied parameter variations in the basin are also affected by geographical location and local factors, the lack of a very strong correlation between Aras ET and the studied patterns can be attributed to other unaddressed factors.

***Keywords**: Aras Basin, Correlation, Evapotranspiration, Teleconnection Indices.*

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]