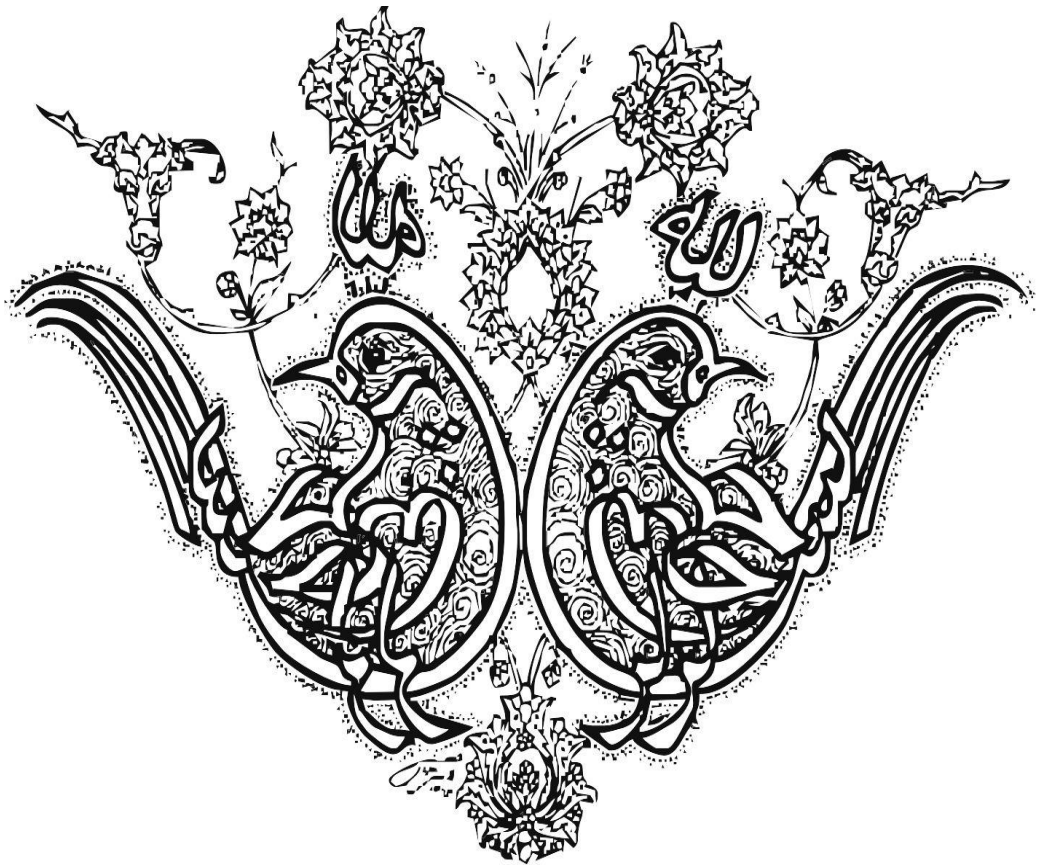

دانشگاه یزد

دانشکده فیزیک

گروه هواشناسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته هواشناسی

بررسی اثر نوسان اطلس شمالی(NAO) بر الگوهای غالب وردایی کمیت‌های هواشناختی در منطقه‌ی مدیترانه و جنوب غرب آسیا

اساتید راهنما: دکتر محمد حسین معماریان و دکتر محمد علی نصر اصفهانی

استاد مشاور: دکتر سید مجید میررکنی

پژوهش و نگارش: امیر ریوندی

اسفند ۱۳۹۰

چکیده

همان‌گونه که نوسان جنوبی(انسو) آشکارترین الگوی دورپیوند نیمکره جنوبی است، نوسان اطلس‌شمالی هم بارزترین الگوی دورپیوندی است که در تمام طول سال در نیمکره شمالی فعال است. نوسان اطلس‌شمالی در واقع نماینده تغییرات بادهای غربی بر روی اقیانوس اطلس در فاصله مدار ۴۰ تا ۶۰ درجه است.

با توجه به اهمیت دورپیوند نوسان اطلس‌شمالی بر اقلیم نیمکره شمالی، در این پژوهش به‌بررسی تأثیر این نوسان بر کمیت‌های هواشناختی ارتفاع ژئوپتانسیل ترازهای ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های زمستان(دسامبر، ژانویه و فوریه) در دوره ۱۹۴۸-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های مرکز NCEP/NCAR پرداخته شده است. ابتدا با استفاده از روش توابع متعامد تجربی (EOF) به استخراج مدهای پیشرو برای کمیت‌های هواشناختی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکالی در نیمکره شمالی پرداخته و سپس با توجه به اهمیت منطقه دریای مدیترانه بر اقلیم ایران با تمرکز بر منطقه‌ای به‌مختصات صفر تا ۱۲۰ درجه شرقی و ۱۰ تا ۸۰ درجه شمالی مدهای غالب وردایی کمیت‌های هواشناختی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال در این منطقه نیز محاسبه گردید. در مرحله بعد که ویژگی بارز این پژوهش نسبت‌به مطالعات مشابه پیشین می‌باشد، با تفکیک ماه‌های دوره مورد مطالعه به ماه‌های بحرانی مثبت و منفی نوسان اطلس‌شمالی، مدهای وردایی در این ماه‌ها برای نیمکره شمالی و منطقه مدیترانه به‌طور مجزا محاسبه شده است.

نتایج برای میانگین ماهانه درازمدت نشان می‌دهد که الگوی غالب وردایی ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی نوسان اطلس‌شمالی و الگوی غالب ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال الگوی نوسان شمالگان می‌باشد. ماه‌های بحرانی منفی شامل ۳۳ ماه بوده و در اولین مد به‌دست آمده یک مرکز با وردایی منفی قوی روی شمال اقیانوس آرام مشاهده می‌شود و مرکز با وردایی مثبت قابل ملاحظه‌ای در نیمکره شمالی دیده نمی‌شود. ماه‌های بحرانی مثبت شامل ۲۹ ماه بوده و در مد اول یک مرکز با وردایی مثبت روی منطقه قطبی و یک مرکز با وردایی منفی روی شمال

اقیانوس آرام را نشان می‌دهد. با مقایسه این مد با مد مشابه در فاز منفی مشاهده شد که مرکز وردایی منفی کوچکتر شده ولی شدت آن افزایش یافته است.

نتایج برای منطقه مدیترانه و جنوب‌غرب آسیا نشان داد که ۳۲/۸ و ۱۶/۲درصد از کل واریانس ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به‌ترتیب ناشی از مدهای شماره‌ی یک و دو بوده است و اولین مد استخراجی برای منطقه الگوی نوسان شمالگان (AO) را نشان می‌دهد. دو مد اول وردایی ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارای ۲۴ و ۲۱/۴ درصد واریانس می‌باشند و برای اولین مد الگوی نوسان شرق اطلس- غرب روسیه به‌دست آمد. ماه‌های با فاز منفی NAO شامل ۳۳ ماه بوده و مدهای استخراج شده برای این ماه‌ها برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال به‌ترتیب شامل ۳۵ و ۲۰ درصد از کل واریانس بوده است. مدهای اول و دوم وردایی ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در منطقه مدیترانه دارای ۳۱/۵ و ۱۷ درصد واریانس می‌باشند. ماه‌های با فاز مثبت NAO شامل ۲۹ ماه بوده و مدهای استخراجی برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به‌ترتیب دارای ۳۱/۴ و ۲۳/۵ و ۲۹ و ۱۷ درصد از کل واریانس بوده است.

کلمات کلیدی: نوسان جنوبی، دورپیوند، نوسان اطلس شمالی، توابع متعامد تجربی، وردایی

فهرست

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱-دورپیوند چیست؟ ۲

۱-۲- الگوهای دورپیوند ۳

۱-۳- کاربردهای دورپیوند ۳

۱-۴- داده‌ها و روش‌های مطالعه دور پیوند ۴

۱-۵- مطالعه دورپیوند در ایران ۶

فصل دوم: نوسان اطلس شمالی ۸

۲-۱- نوسان اطلس شمالی ۸

۲-۲- مطالعات پیشین در زمینه NAO ۱۲

۲-۳- ویژگی‌های اجزای اصلی NAO ۱۷

فصل سوم: داده‌ها و روش کار ۲۴

۳-۱- داده‌ها ۲۲

۳-۱-۱- داده‌های باز تحلیل NCEP/NCAR ۲۲

۳-۲- روش کار ۲۴

۳-۲-۱- توابع متعامد تجربی ۲٤

۳-۲-۲- پیشینه تاریخی ۲٥

۳-۲-۳- قالب بندی داده‌ها ۲٦

۳-۲-۴- فرمول بندی و محاسبه EOFs ۲۷

فصل چهارم: بحث و نتایج ۳۴

۴-۱- مقدمه ۳۲

۴-۲- مدهای نیمکره شمالی ۳۶

۴-۲-۱- مدهای وردایی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۳٦

۴-۲-۲- مدهای وردایی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۳۹

۴-۳- محاسبه EOF برای منطقه مدیترانه ۴۳

۴-۳-۱- محاسبه EOF برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ٤٤

۴-۳-۲- محاسبه EOF برای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ٤٦
۴-۴- الگوهای EOF برای فازهای مثبت و منفی NAO ۵۰
۴-۴-۱- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO ۵۱
۴-۴-۱-۱- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۵۱
۴-۴-۱-۲- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۵۹
۴-۴-۲- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای فاز مثبت NAO ۵۸
۴-۴-۲-۱- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ٦٤
۴-۴-۲-۲- الگوهای EOF نیمکره شمالی برای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ٦٨
۴-۵- الگوهای EOF فازهای بحرانی NAO برای منطقه مدیترانه ۶۵
۴-۵-۱- الگوهای EOF برای فاز مثبت NAO ۷۱
۴-۵-۱-۱- الگوهای EOF برای منطقه مدیترانه برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۷۲
۴-۵-۱-۲- الگوهای EOF برای منطقه مدیترانه برای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۵
۴-۵-۲- الگوهای EOF برای فاز منفی NAO ٦٥
۴-۵-۲-۱- الگوهای EOF برای منطقه مدیترانه برای ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال ۷۹
۴-۵-۲-۲- الگوهای EOF برای منطقه مدیترانه برای ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال ۸۲

فصل پنجم: خلاصه نتایج و پیشنهادات ۸۷

۵-۱- خلاصه نتایج ۸۰
۵-۲- پیشنهادات ۸۲

مراجع ۸۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱ موقعیت و شدت پرفشار آزورز و کم فشار ایسلند و تأثیرات آب و هوایی آن در فاز مثبت NAO..... ۱۰
شکل ۲-۲ موقعیت و شدت پرفشار آزورز و کم فشار ایسلند و تأثیرات آب و هوایی در فاز منفی NAO ۱۱
شکل ۲-۳ میانگین ماهانه فشار سطح دریا (سمت راست) و بارش (سمت چپ) به ترتیب برای ژانویه ۱۹۹۰، فوریه ۱۹۷۲ و ژانویه ۱۹۶۳ ..... ۱۲
شکل ۲-۴ تعداد مقالات چاپ شده در مجلات علمی با موضوع نوسان اطلس شمالی از سال ۱۹۸۱-۲۰۰۰..... ۱۵
شکل ۲-۵ نمایش گرافیکی فازهای مثبت و منفی NAO (برگرفته از موسسه جغرافیایی برنی)..... ۱۸
شکل ۲- ۶ شاخص NAO از سال ۱۸۶۴-۲۰۰۰ براساس اختلاف فشار نرمال شده بین Lisbon و Stykkisholmur برای ماه‌های زمستان (دسامبر تا مارس) (هورل،۱۹۹۵)..... ۲۰
شکل۴-۱ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی..... ۳۳
شکل۴-۲ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی ۳۳
شکل ۴- ۳ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی..... ۳۴
شکل ۴-۴ انحراف معیار ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی برای نیمکره شمالی..... ۳۵
شکل ۴-۵ انحراف معیار ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی برای نیمکره شمالی ۳۶
شکل۴- ۶ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی. ۳۷
شکل۴- ۷ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی..... ۳۸
شکل۴- ۸ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی. ۳۹
شکل۴- ۹ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی. ۴۰
شکل۴- ۱۰ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی..... ۴۱
شکل۴- ۱۱ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای نیمکره شمالی. ۴۲
۴-۱۲ اولین مد وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰هکتوپاسکالی برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا ۴۴
شکل ۴- ۱۳ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی ۱۰۰۰هکتوپاسکالی برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا. ۴۵
شکل۴ - ۱۴ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰هکتوپاسکال برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا. .. ۴۶
شکل ۴-۱۵ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا. ۴۷
شکل۴-۱۶ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا. ۴۸
۴- ۱۷ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰هکتوپاسکالی برای منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا. ۴۹
شکل۴ - ۱۸ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی ۱۰۰۰هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی. ۵۱
شکل۴ - ۱۹ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی ۱۰۰۰هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی ۵۲

شکل۴ - ۲۰ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی. ۵۳
شکل ۴- ۲۱ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی. ۵۵
شکل۴ -۲۲ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی ۵۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی. ۵۵
شکل۴ -۲۳ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی ۵۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی منفی NAO در نیمکره شمالی. ۵۷
شکل۴ - ۲۴ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO در نیمکره شمالی. ۵۹
شکل۴ - ۲۵ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO در نیمکره شمالی. ۶۰
شکل۴ - ۲۶ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های با نمایه مثبت NAO در نیمکره شمالی ۶۱
شکل۴ - ۲۷ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی مثبت در نیمکره شمالی ۶۲
شکل۴ - ۲۸ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO در نیمکره شمالی. ۶۳
شکل۴ - ۲۹ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز۵۰۰هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO ۶۴
شکل۴ - ۳۰ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. .. **Error! Bookmark not defined.**
شکل۴ - ۳۱ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. .. **Error! Bookmark not defined.**
شکل۴ - ۳۲ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. ۷۴
شکل۴ - ۳۳ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. ۷۵
شکل۴ - ۳۴ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. ۷۶
شکل۴ - ۳۵ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی مثبت NAO. ۷۷
شکل۴ - ۳۶ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های با نمایه منفی NAO در منطقه‌ای که در آن دریای مدیترانه و ایران به خوبی نمایان است. ۶۶
شکل ۴ - ۳۷ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی منفی NAO. ۸۱
شکل۴ - ۳۸ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی منفی NAO. ۶۸
شکل۴ - ۳۹ مد اول وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی منفی NAO. ۶۹
شکل۴ - ۴۰ مد دوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی منفی NAO. ۸۳

شکل۴ - ۴۱ مد سوم وردایی ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای ماه‌های بحرانی منفی NAO. ۸۴

فهرست جداول

جدول۱ -۱ الگوهای دور پیوند در کره‌ی زمین(اداره ملی جو و اقیانوس شناسی امریکا)..... ۶
جدول ۳-۱ماه‌های با نمایه بحرانی مثبت و منفیNAO ..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۴-۱ مقادیر واریانس EOF برای نیمکره شمالی..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۴-۲ مقادیر واریانس EOF برای منطقه مدیترانه. ..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۴-۳مقادیر واریانس EOF ماه‌های با نمایه منفی NAO در نیمکره شمالی ..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۴-۴ مقادیر واریانس EOF ماه‌های بحرانی مثبت NAO در نیمکره شمالی ..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول ۴-۵ مقادیر واریانس EOF ماه‌های با نمایه مثبت NAO در منطقه مدیترانه ۷۸
جدول ۴-۶ مقادیر واریانس EOF ماه‌های بحرانی منفی NAO در منطقه مدیترانه ..... **Error! Bookmark not defined.**

فصل اول

مقدمه

۱-۱-دورپیوند چیست؟

در بخش‌هایی از اقلیم جهانی فرایندهای خاصی در برهم‌کنش بین هوا کره[۱]، آب کره[۲] و سنگ کره[۳] شکل می‌گیرد که ویژگی تغییرپذیری و تکرارپذیری داشته و چون از نظم خاصی پیروی می‌کنند از آن‌ها به‌عنوان الگو یاد می‌شود. این الگوها، جوی یا اقیانوسی بوده، در مکان معینی شکل گرفته و معمولاً نام آن مکان را همراه خود دارند. فعالیت این الگوها همانند بسیاری از پدیده‌های اقلیمی از شدت و ضعف برخوردار بوده، دارای نظم دوره‌ای می‌باشند و اصطلاحاً فاز مثبت و فاز منفی دارند؛ از این رو برای آن‌ها اصطلاح نوسان[۴] به‌کار برده می‌شود. با وجود این‌که این الگوها در قلمرو جغرافیایی محدودی شکل می‌گیرند ولی دامنه اثرات آن‌ها به مکان‌های دوردست نیز گسترش می‌یابد به‌طوری که موجب وقوع بی‌هنجاری‌های اقلیمی می‌شوند. تعاریف متعددی از دورپیوند[۵] توسط پژوهشگران مختلف ارائه شده است. به‌عنوان مثال: والاس و گوتزلر[۶] (۱۹۸۱) دورپیوند را " رابطه و همبستگی معنی‌دار بین تغییرات زمانی دو الگو یا سیستم گردش دور از هم " نامیده‌اند. عساکره (۱۳۸۲) این اصطلاح را به‌این صورت تعریف می‌کند: "گاهی اثرات اجزای سیستم اقلیمی به‌مکان پیدایش آن محدود نمی‌شود، این اجزا از طریق دگرگون سازی الگوی گردش عمومی جو و مراکز فشار اثرات خود را بر مکانی دورتر از محل وقوع‌شان تحمیل می‌کنند، این‌گونه تاثیرگذاری به دورپیوند موسوم است".

الگوهای زیادی در سطح زمین و در ترازهای مختلف جو شکل می‌گیرند که حاصل روابط پیچیده و کنش متقابل بین اقیانوس، خشکی، کوهستان، شرایط لایه پایین جو می‌باشند. الگوهای دورپیوند بخش مهمی از وردایی سالانه و دهه‌ای گردش جو را نشان می‌دهند. هر نقطه‌ای از جهان

---

۱ Atmosphere
۲ Hydrosphere
۳ Lithosphere
۴ Oscillation
۵ Teleconection
۶ Wallace and Gutzler

تحت تأثیر گرایش‌های اقلیمی در دیگر مناطق قرار می‌گیرد و از طریق سامانه‌های گردشی بزرگ مقیاس جوی و اقیانوسی، تمام نقاط جهان در سامانه‌ی اقلیم جهانی ارتباط و مشارکت دارند. اولین پژوهشگرانی که رابطه‌ی بین پدیده‌های جوی در مکان‌های دور(دورپیوند) را به‌دقت تعریف کردند، والاس و گوتزلر (۱۹۸۱) بودند. از سال ۱۹۸۵ به‌بعد توجه اقلیم‌شناسان، هواشناسان و سایر متخصصان مرتبط با علوم جوی به‌شناسایی و معرفی الگوهای دورپیوند معطوف گردید.

۱-۲- الگوهای دورپیوند

حدود ۳۸ الگو و شاخص اقلیمی در جهان مطالعه و شناسایی شده‌اند (ترنبرس[۱]،۲۰۰۰) که ۱۳ مورد از این‌ها در نیمکره شمالی قرار دارند (اکبری،۱۳۸۴). این الگوها ترکیبی از الگوهای فشار جوی و دمای آب اقیانوس‌ها و دریاها می‌باشند و دارای قلمرو متفاوت هستند (جدول۱). برخی از آن‌ها مانند انسو[۲] وضعیت هوای کل کره‌ی زمین را متأثر می‌کنند و برخی مانند نوسان اطلس‌شمالی[۳] (NAO) بُعد نیمکره‌ای دارند.

۱-۳- کاربردهای دورپیوند

اولین بررسی‌های انجام گرفته درباره‌ی دورپیوند به‌کشف همبستگی بین الگوهای جوی و اقیانوسی در مکان‌های دور از هم منجر شد به‌طوری که مشخص گردید که بیشتر الگوهای شناخته شده موجود، با هم ارتباط دارند. مثلاً الگوهای اقیانوس آرام‌شمالی و آن بخش از الگوهایی که به‌وسیله تغییرات دمای سطحی آب[۴](SST) و همرفت حاره‌ای ایجاد می‌شوند، با دوره تناوب انسو (ENSO) در ارتباط هستند (وبگاه مرکز پیش‌بینی اقلیمی)؛ زیرا هم‌زمان با تغییر جزئی در دمای

[۱] Trenberth
[۲] ENSO
[۳] North Atlantic Oscillation
[۴] Sea Surface Temperature

سطح دریا در ناحیه آب‌های گرم‌تر، وضعیت هوا در منطقه یا مناطق واقع در صدها و هزاران کیلومترها دورتر تغییر می‌کند. الگوهای دورپیوند سبب تغییر در امواج جوی و الگوی جریان‌های جتی (شدت و موقعیت آن‌ها)، دما، بارش و مسیر حرکت توفان‌ها، در نواحی وسیعی از کره‌ی زمین می‌شوند. اثرات این پدیده‌ها در وضعیت هوای نواحی مختلف انکار ناپذیر است و از این‌رو می‌توان با شناخت رفتار و نحوه فعالیت آن‌ها، بسیاری از بی‌هنجاری‌های اقلیمی را پیش‌بینی کرد. به‌عنوان مثال ارتباط بارندگی‌های شمال انگلستان با شاخص NAO مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که دمای آب‌های غرب یورکشایر انگلستان با شاخص NAO همبستگی دارد. به‌کمک این ارتباط می‌توان از چند ماه قبل، بارندگی‌های شمال انگلستان را پیش‌بینی نمود (فاوولر و کیلسبی[۱]،۲۰۰۲). همین‌طور تغییرات بزرگ سالانه در رواناب رودخانه‌های جنوب شبه‌جزیره ایبری بیشتر توسط NAO کنترل می‌شوند در حالی‌که رودخانه‌های حوضه شمالی ایبری، با نوسان قطبی (AO) ارتباط بیشتری دارند (فرایس[۲]، ۲۰۰۵). اعتقاد بر این است که پدیده‌های جوی– اقیانوسی عهده‌دار بسیاری از تغییرات اقلیمی هستند که در بخش‌های زیادی از جهان رخ می‌دهد. حوادث اخیر جهانی نشان داد که سلامت محیط و منابع طبیعی، شیوع بیماری‌ها، شرایط سخت جوی، توفان‌ها، سیل و خشکسالی‌ها به‌طور معنی‌داری با این الگوها ارتباط دارند. دورپیوند با نگرشی جامع به سیستم گردشی جو زمین می‌تواند وقوع این بی‌هنجاری‌های اقلیمی را از قبل هشدار دهد. می‌توان گفت که مطالعات دورپیوند منحصر به کشف رابطه و همبستگی پدیده‌ها نیست و اصلی‌ترین کاربرد آن پیش‌بینی حوادث جوی و اقلیمی به‌کمک روابط شناخته شده است.

۱-۴- داده‌ها و روش‌های مطالعه دورپیوند

داده‌های مورد استفاده در پژوهش‌های دورپیوند بیشتر سری‌های زمانی مرکب از فشار سطح دریا[۳] (SLP)، ترازهای مختلف ژئوپتانسیل، دمای سطح آب، دمای هوا و بارش است. این

[۱] Fowler and Kilsby
[۲] Frias
[۳] Sea Level Pressure

کمیت‌ها درمکان‌های مختلف روی دریاها و اقیانوس‌ها اندازه‌گیری شده و استاندارد می‌شوند. برای مثال می‌توان به نوسان اطلس‌شمالی اشاره کرد که براساس فشار بهنجار شده سطح دریا بین دو نقطه در ایسلند و آزورز مشخص می‌شود. هرقدر طول دوره آماری بیشتر باشد، دقت و اعتبار نتایج نیز بیشتر خواهد شد.

جدول۱ -۱ الگوهای دورپیوند در کره‌ی زمین (اداره ملی جو و اقیانوس شناسی امریکا)

نام شاخص	نشانه	نام شاخص	نشانه
نوسان آرام -آمریکای شمالی	PNA	شاخص‌های تکاملی ال نینو	TNI(Trans-Niño Index)
نوسان اقیانوس آرام شرقی	EP/NP	نوسان قطبی	AO
آرام غربی	WP	نوسان قطب جنوب	AAO
نوسان اطلس شمالی	NAO	الگوی آرام شمالی	NP
نوسان اطلس شمالی (جونز)	NAO (Jones)	شاخص نوسان شمالی	NOI
شاخص نوسان جنوبی	SOI	نوسان دهه‌ای اقیانوس آرام	PDO
دمای سطح آب در شرق اقیانوس آرام استوایی	Nino 3	نوسان چند دهه‌ای اطلس نگارش طولانی مدت	unsmoothed ,AMO
سری زمانی دو متغیره انسو	BEST longer version	سبک (آرایش) نصف النهاری اطلس	AMM
اطلس حاره‌ای شمالی	TNA	دمای سطح آب اطلس حاره‌ای شمالی	(NTA)
اطلس حاره‌ای جنوبی	TSA	دمای سطح آب کارائیب	CAR
استخر گرم نیمکره غربی	WHWP	نوسان چند دهه‌ای اطلس	AMO, smoothed
شاخص نینو اقیانوسی	ONI	نوسان شبه دوساله‌ای	QBO
انسو چند متغیره	MEI	دمای سطح آب در شرق آرام حاره‌ای	Nino 3.4
دمای کرانه سطح آب در اقیانوس آرام حاره‌ای	Nino 1+2	شاخص بارش انسو	ENSO precipitation index
دمای سطح آب در آرام حاره‌ای مرکزی	Nino 4	میانگین جهانی دمای خشکی و آب	Global Mean Lan/Ocean Temperature

۱-۵- مطالعه دورپیوند در ایران

در ایران پژوهش‌های مرتبط با دورپیوند سابقه طولانی ندارد. این پژوهش‌ها بیشتر به پایان‌نامه‌های دانشجویی و مقالات استخراج شده و منتشر شده از آن‌ها در مجله‌ها و همایش‌ها اختصاص دارد. با بررسی‌های انجام گرفته تحقیقات مرتبط با دورپیوند در ایران را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: گروه اول مقالاتی هستند که موضوع آن‌ها معرفی ویژگی‌ها و سازوکار تشکیل الگوها می‌باشند. این گروه را می‌توان مقالات پیشکسوت نامید. گروه دوم مقالات و تحقیقاتی هستند که هدف آن‌ها مطالعه آماری عناصر اقلیمی و الگوهای دورپیوند و کشف همبستگی بین آن‌ها می‌باشد. این گروه به‌بیان میزان همبستگی پدیده‌ها اکتفا نموده‌اند. مقالات و پایان‌نامه‌های این گروه بیشترین درصد فراوانی را به‌خود اختصاص داده است. گروه سوم علاوه بر کشف رابطه بی‌هنجاری‌های اقلیمی با الگوهای دورپیوند یک گام فراتر رفته و متناسب با نحوه همبستگی آن‌ها، بی‌هنجاری اقلیمی را به‌کمک نوسان‌های الگوهای دورپیوندی پیش‌بینی کرده‌اند. این دسته از تحقیقات رویکرد کاربردی داشته و در مدیریت منابع آب و سایر مخاطرات اقلیمی نقش اساسی دارند. برای نمونه از این‌دست می‌توان به مقالات مرادی (۱۳۸۳)؛ حضرتی (۱۳۸۳)؛ غیور(۱۳۸۰)؛ ناظم السادات (۱۳۸۰)؛ زهرایی (۱۳۸۳)؛ نصر اصفهانی(۱۳۸۸) اشاره کرد.

فصل دوم
نوسان اطلس‌شمالی

۲-۱- نوسان اطلس‌شمالی

یکی از الگوهای دورپیوند نیمکره شمالی، نوسان اطلس‌شمالی (NAO) است که در اثر تغییر فشار مراکز پرفشار آزورز و کم‌فشار ایسلند به‌وجود می‌آید. این پدیده یک نوسان بزرگ مقیاس نصف‌النهاری در توده جوی بین واچرخند جنب‌حاره‌ای نزدیک آزورز و سامانه‌ی کم‌فشار جنب‌قطبی نزدیک ایسلند می‌باشد. NAO مهم‌ترین دلیل تغییرات فصلی و دهه‌ای در چرخه‌ی جهانی جو در نیمکره‌ی شمالی است (هارل[۱]،۱۹۹۵). تغییرات بهنجار شده‌ی این مراکز فشاری نسبت‌به حالت میانگین به‌صورت فازهای مثبت و منفی نشان داده می‌شوند که به آن نمایه[۲] نوسان اطلس‌شمالی گویند. این نمایه در دوره‌های زمانی ماهانه و سالانه می‌تواند مثبت یا منفی باشد که از طریق ساز و کارهای گوناگون بر وضعیت هوای مناطق مختلف اثر می‌گذارد. نوسان اطلس‌شمالی در واقع نماینده تغییرات بادهای غربی بر روی اطلس‌شمالی در فاصله مدار ۴۰ تا ۶۰ درجه شرقی است (گریت بتچ[۳]، ۲۰۰۰). ساختار اقلیمی NAO در طی ماه‌های سال تغییر چندانی پیدا نمی‌کند و از یک ساختار دو هسته‌ای شمالی ـ جنوبی برخوردار است. یکی از این هسته‌ها روی گرینلند و دیگری با علامت مخالف روی عرض‌های میانهٔ اقیانوس اطلس‌شمالی بین عرض‌های ۳۵ تا ۴۰ درجهٔ شمالی قرار می‌گیرد.

فاز مثبت NAO معرف بی‌هنجاری منفی ارتفاع ژئوپتانسیل و فشار تراز دریا در عرض‌های شمالی اقیانوس اطلس‌شمالی و بی‌هنجاری مثبت این دو کمیت در میانهٔ اطلس‌شمالی، شرق ایالات متحده و غرب اروپاست. در فاز منفی عکس این وضعیت رخ می‌دهد. هر دو فاز مثبت و منفی NAO با تغییر شدت و موقعیت جریان جتی اطلس و مسیر توفان اقیانوس اطلس‌شمالی همراه است. در مقیاس کلان، این الگوی دورپیوند الگوهای متوسط انتقال مداری و نصف‌النهاری گرما و رطوبت را تعدیل می‌کند (هارل، ۱۹۹۵) که از این طریق تغییراتی را در الگوی دما و بارش از شرق

---

[۱] Hurrell
[۲] Index
[۳] Greatbatch