

مطالعه اثر متقابل موسمی هند و نوسان مادن- جولین

مهدی آخوندی^۱، فرهنگ احمدی گیوی^۲، محمد میرزائی^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد هواشناسی، گروه فیزیک فضا، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mahdiakhondi@ut.ac.ir

^۲ دانشیار، گروه فیزیک فضا، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ahmadig@ut.ac.ir

^۳ استادیار، گروه فیزیک فضا، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mirzaeim@ut.ac.ir

چکیده

موسمی و نوسان مادن-جولین (MJO) دو پدیده درون فصلی حاره هستند که شناخت این دو پدیده و اثر متقابل آنها مهم است. در این پژوهش از داده‌های وبگاه دانشگاه هاوایی برای تحلیل شاخص موسمی هند (IMI) و از داده‌های بازتحلیل NCEP/NCAR با تفکیک فضایی ۲/۵ درجه در دو راستای مداری و نصف‌النهار برای تعیین فازهای MJO بر روی شبه قاره هند از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۱۵ استفاده شد. چهار مورد مطالعاتی به صورت ترکیبی از موسمی‌های ضعیف و قوی با MJO در فازهای فعال و سرکوب انتخاب شد. نتایج نشان داد در موسمی شدید، ناپایداری جو نسبت به موسمی ضعیف افزایش می‌یابد. با در نظر گرفتن MJO و بررسی تأثیر آن بر موسمی مشخص شد که قرار گرفتن منطقه هند در فاز فعال MJO با ناپایداری‌های جوی شدیدتری نسبت به زمانی که MJO در فاز سرکوب قرار دارد، همراه است. در حالی که MJO توام با موسمی قوی باشد، سبب تشدید شرایط ناپایداری جو می‌شود.

واژه‌های کلیدی: موسمی، نوسان مادن-جولین، شاخص موسمی هند، فاز فعال MJO، فاز سرکوب MJO

Study of the interaction between the Indian Monsoon and Madden-Julian Oscillation

Mahdi Akhondi¹, Farhang Ahmadi-Givi², Mohammad Mirzaei³

¹ M.Sc. Graduate of Meteorology, Department of Space Physics, Institute of Geophysics, University of Tehran

² Associate Professor, Department of Space Physics, Institute of Geophysics, University of Tehran

³ Assistant Professor, Department of Space Physics, Institute of Geophysics, University of Tehran

Abstract

This study aims to investigate the interaction between the Indian Monsoon and Madden-Julian Oscillation as two inter seasonal tropical phenomena. To this end, the Indian Monsoon Index was identified using data from the University of Hawaii website, and the NCEP/NCAR reanalysis data with spatial resolution of 2.5×2.5 degrees were used to determine different phases of MJO for the period 1974–2015. Four case studies were selected based on a combination of weak and strong monsoons associated with MJO in the active and suppression phases. Results show that in severe monsoons, atmospheric instability increases compared to weak monsoons. Considering MJO and its effect on the monsoon, it is found that the Indian region being in the active phase of MJO is associated with more severe atmospheric instabilities than when MJO is in the suppression phase. While MJO is accompanied by a strong monsoon, it intensifies atmospheric instability.

Keywords: Monsoon, Madden-Julian Oscillation, Indian Monsoon Index, Active phase of MJO, Suppression phase of MJO

۱ مقدمه

منطقه حاره از بخش‌های بسیار خاص کره زمین به‌شمار می‌رود که در تعاریف رایج در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۲۳/۵ درجه جنوبی تا ۲۳/۵ درجه شمالی قرار دارد. آنچه در منطقه حاره از اهمیت قابل توجهی برخوردار است، از یک

سو چگونگی توزیع انرژی در اقیانوس و جو و از سوی دیگر پدیده‌های هواشناسی این منطقه می‌باشد (فرانتی و همکاران، ۱۹۹۰). از جمله پدیده‌های مهم منطقه حاره می‌توان به نوسان مادن-جولین (Madden-Julian Oscillation, MJO) و موسمی (Monsoon) اشاره کرد. موسمی به بادهایی گفته می‌شود که شبیه به نسیم دریا-خشکی بوده، اما سرعت وزش باد در آنها شدیدتر و یکنواخت‌تر است و در زمان‌های خاصی از سال ایجاد می‌شود. این پدیده در فصل تابستان و بر روی قاره‌ها، زمانی که جریان هوا به سمت درون کم‌فشار گرمایی است و یا برعکس، در زمستان موقعی که جریان هوا از پرفشار گرمایی خارج می‌شود، اتفاق می‌افتد (بری و چارلی، ۱۹۹۲). MJO اولین بار در سال ۱۹۷۱ معرفی و اندکی بعد مستندسازی شد. این فعالیت همرفتی که به‌طور دوره‌ای از غرب اقیانوس هند شروع شده و با حرکت رو به شرق خود تا نواحی مرکزی اقیانوس آرام ادامه می‌یابد، با نوسان‌های بارش و دیگر پدیده‌های اقلیمی در نواحی حاره‌ای اقیانوس هند و اقیانوس آرام مرتبط است (مادن و جولین، ۱۹۷۱ و ۱۹۹۴). نوسان مادن-جولین در حین حرکت شرق‌سوی خود از اقیانوس هند به سمت اقیانوس آرام در فازهای مختلف، تأثیر بسزایی روی دمای سطح آب اقیانوس (SST) دارد. با توجه به آن که اساس شکل‌گیری پدیده موسمی نیز وابسته به اختلاف دمای سطح آب دریا و خشکی است، لذا به نظر می‌رسد این دو پدیده بر یکدیگر اثر متقابل داشته و سبب تقویت یا تضعیف یکدیگر شوند. در این پژوهش ارتباط این دو پدیده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲. روش تحقیق

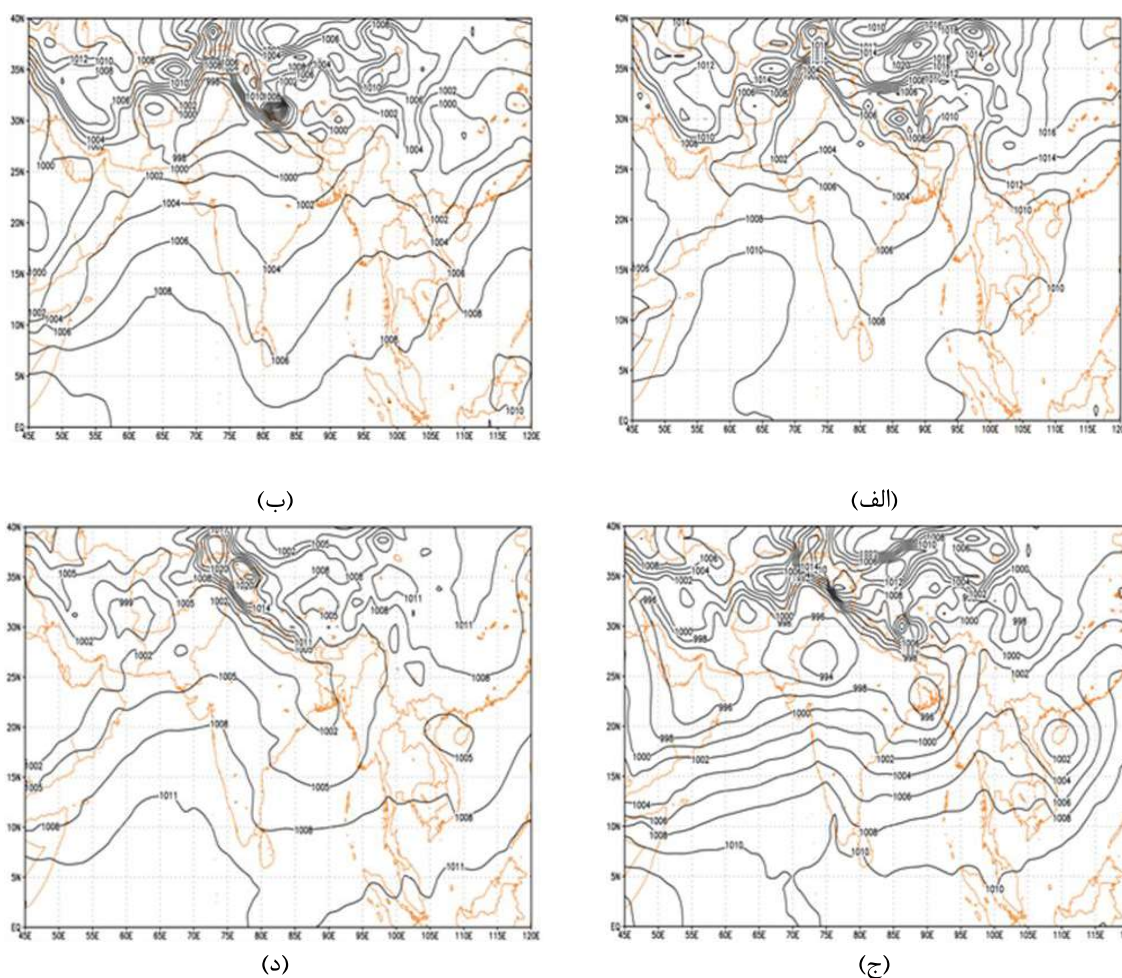
به‌منظور بررسی اثر متقابل MJO و موسمی در منطقه هند از داده‌های وبگاه دانشگاه هاوایی برای تحلیل شاخص موسمی هند (IMI) و از داده‌های بازتحلیل مرکز ملی پیش‌بینی محیطی/مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) با تفکیک فضایی ۲/۵ درجه در دو راستای مداری و نصف‌النهاری، برای تعیین فازها (فازهای مثبت و منفی) و موقعیت MJO در دوره ۴۲ ساله از ۱۹۷۴ تا ۲۰۱۵ به تفکیک سالانه، فصلی و روزانه استفاده شده است. شاخص IMI بر مبنای چینش افقی باد در تراز ۸۵۰ hPa بوده که مسئول انتقال رطوبت از دریا به سمت خشکی است. هرچه اندازه این شاخص بیشتر باشد، نمایانگر یک چرخه قوی و در نتیجه موسمی شدید در هند است. رابطه شاخص IMI به صورت زیر است:

$$IMI = U_{850}(40E - 80E, 5N - 15N) - U_{850}(70E - 90E, 20N - 30N) \quad (1)$$

در پژوهش حاضر، محاسبه شاخص IMI به‌طور کلی بر مبنای اختلاف باد در تراز ۸۵۰ hPa بین دریا و منطقه هند است. در طی ۴۲ سال مورد مطالعه، دوره‌های بسیار زیادی وجود داشتند که در آنها شاخص IMI بسیار بالاتر یا پایین‌تر از مقدار میانگین بود. چون هدف این پژوهش بررسی اثر متقابل موسمی با MJO بود، بنابراین تنها چهار دوره ترکیبی از موسمی شدید یا ضعیف با فازهای فعال یا سرکوب MJO برای مطالعه بیشتر انتخاب شد. برای MJO، فازهای ۳، ۴، ۵ و ۶ به عنوان فاز فعال و فازهای ۱، ۲، ۷ و ۸ به عنوان فاز سرکوب در نظر گرفته شد. مورد مطالعاتی اول طی ۳۱ اوت تا ۴ سپتامبر ۱۹۷۹ همراه با ترکیبی از موسمی ضعیف با فاز فعال MJO، مورد دوم طی ۱۶ تا ۲۳ ژوئیه ۱۹۹۸ همراه با ترکیبی از موسمی قوی با فاز سرکوب MJO، مورد سوم طی ۲۷ ژوئن تا ۴ ژوئیه ۲۰۰۷ همراه با ترکیبی از موسمی قوی با فاز فعال MJO، و مورد چهارم طی ۱۸ تا ۲۵ اوت ۲۰۱۵ همراه با ترکیبی از موسمی ضعیف با فاز سرکوب رخ داده‌اند. برای بررسی اثر توأم دو پدیده فوق در چهار مورد مطالعاتی منتخب، با استفاده از داده‌های بازتحلیل ژاپنی JRA55 با تفکیک فضایی ۱/۲۵ درجه در دو راستای مداری و نصف‌النهاری، نقشه‌های مورد نیاز به صورت روزانه در ساعت ۰۰ UTC برای منطقه مورد مطالعه دربرگیرنده ۰ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۵ تا ۱۲۰ درجه شرقی ترسیم شدند. این نقشه‌ها شامل فشار تراز دریا، باد تراز ده متر، دما و باد تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال هستند.

۳ نتیجه گیری

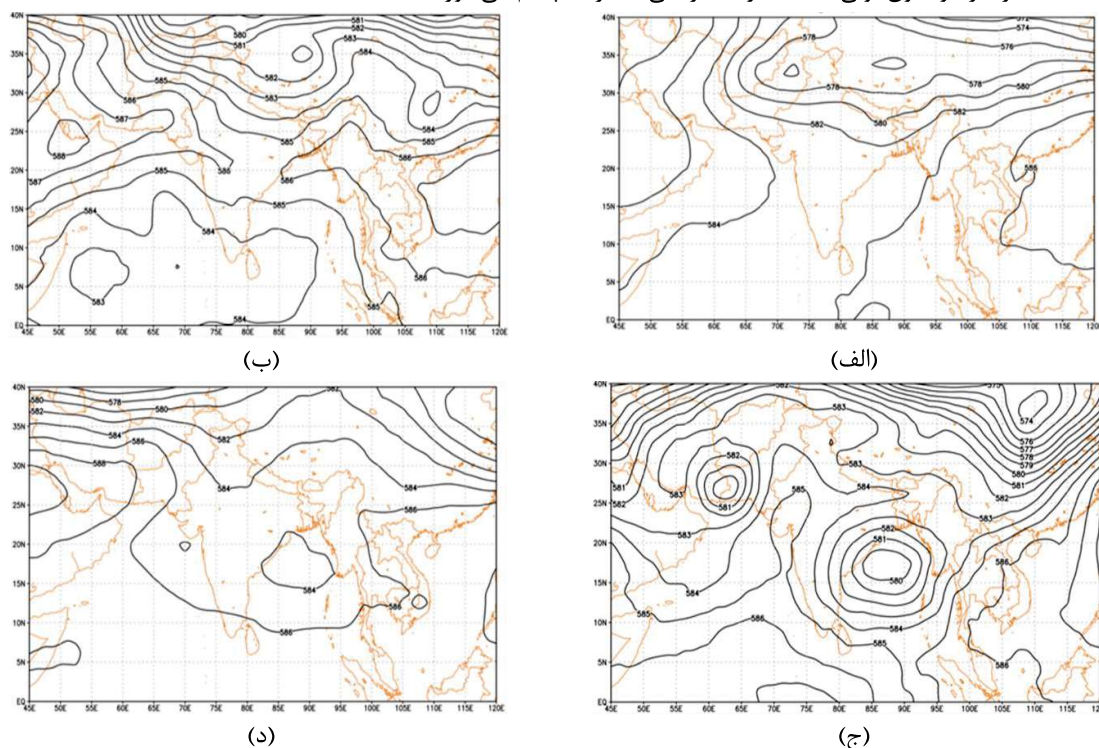
به منظور رعایت اختصار، برای هر چهار مورد مطالعاتی، فقط یک نقشه از هر کمیت هواشناختی مربوط به روز وسط دوره در ساعت ۰۰ UTC ارائه شده است. مقایسه نقشه‌های فشار تراز دریا (شکل ۱) مربوط به چهار مورد مطالعاتی نشان می‌دهد که در مورد سوم، نسبت به سه مورد دیگر، کم‌فشار بسیار قوی در طول دوره تمام مناطق هند را از جنوب شرق تا شمال غرب آن تحت تأثیر قرار داده است. در ارتباط با سه مورد مطالعاتی دیگر می‌توان گفت که تقریباً نقشه‌ها مشابه یکدیگر بوده با این تفاوت که در مورد مطالعاتی چهارم، کم‌فشار در طول دوره به نسبت بسیار ضعیف بوده است. ولی نقشه‌های فشار تراز دریا برای موردهای اول و دوم مشابهت بسیاری با هم دارند. بنابراین برای مورد سوم که موسمی بسیار قوی بوده و MJO نیز در فاز فعال (فاز صعودی) خود قرار داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که موسمی و MJO با یکدیگر اثر متقابل مثبت داشته و موجب تقویت یکدیگر شده‌اند.



شکل ۱. فشار تراز دریا (پربندها با فاصله 2 hPa) در اواسط دوره مطالعاتی هریک از موارد (الف) اول، (ب) دوم، (ج) سوم و (د) چهارم.

در نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۲) مشاهده می‌شود که در هریک از چهار مورد مطالعاتی، ناوه موسمی حضور دارد؛ اما باز هم در مورد مطالعاتی سوم، یک مرکز بسته کم‌ارتفاع بسیار قوی وجود دارد که در طول دوره موسمی در هند مستقر است. این مرکز بسته کاملاً با الگوی سطوح زیرین خود جفت شده و بر روی کم‌فشار سطوح زیرین قرار دارد. لازم به ذکر است در هر سه دوره مطالعاتی

دیگر نیز ناوه فوق، ولی با شدت و گستردگی کمتر، به چشم می خورد.



شکل ۲. پربندهای ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (با فاصله پربندی 2 gdam) در روز میانی موارد مطالعاتی (الف) اول، (ب) دوم، (ج) سوم و (د) چهارم.

نکته قابل توجه دیگر آن که در مورد مطالعاتی سوم (شکل ۲-ج)، در جنوب شرق ایران فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در طی هشت روز کاهش خوبی داشته اند و این کاهش می تواند دلیلی بر ایجاد ناپایداری و رشد ابرهای همرفتی در این ناحیه بوده باشد. همچنین در این مورد، نسبت به سه مورد مطالعاتی دیگر، تزریق رطوبت به جنوب شرق ایران دیده می شود. در نهایت می توان به طور کلی نتیجه گرفت که ترتیب موارد مطالعاتی بر اساس شدت ناپایداری ها به صورت زیر است:

- ۱- موسمی قوی و MJO در فاز فعال، ۲- موسمی قوی و MJO در فاز سرکوب، ۳- موسمی ضعیف و MJO در فاز فعال و ۴- موسمی ضعیف و MJO در فاز سرکوب.

منابع

- 1992, Atmosphere, weather and climate: London: Routledge, 394 pp. Barry, R. G., and Chorley, R. J., T. N., Molteni, F., and Klinker, E., 1990, Tropical-extratropical interaction associated with the 30-60day oscillation and its impact on medium and extended range prediction: J. Atmos. Sci., **47**, 2177-2199.
- 1971, Detection of a 40-50 days oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific: J. Atmos. Sci., **28**, 702-708. Madden, R. A., and Julian, P. R.,
- 1994, Observation of the 40-50 days tropical oscillation: J. Atmos. Sci., **122**, 814-837. Madden, R. A., and Julian, P. R.,