مطالعه اثر چرخند بر یون‌سپهر با استفاده از داده‌های هواشناختی و یون‌سپهری

بهاره حسن‌زاده[۱]، محمد حسین معماریان[۲]

[۱]دانشجوی کارشناس ارشد ،دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد، baharhasanzade94@gmail.com
[۲]استادیار، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد، memarian@yazd.ac.ir

چکیده

برخی مطالعات انجام شده در رابطه با اثرات پدیده‌های هواشناختی بر یون‌سپهر، نشان‌دهنده اختلالات قوی در منطقه یون‌سپهر توسط چرخندهای حاره‌ای بود و برخی دیگر نشان از تخلیه الکتریکی برروی انتقال انرژی از جو پایین به جو بالا و ایجاد بی‌هنجاری در منطقه یون‌سپهر دارند. در این پژوهش به‌منظور همبستگی بین عبور مراکز کم‌فشار از ایستگاه تهران با بیشینه تغییرات TEC، نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسلی طوفان‌های ثبت شده هنگام عبور [چندین چرخند در دو تراز فشاری ۸۵۰ میلی بار و ۵۰۰ میلی بار رسم گردید. سری زمانی بیشینه تغییرات TEC از ۳ روز تا دو روز بعد از عبور چرخندها نیز بررسی شد. در نتیجه بین عبور این چرخندها و بیشینه پارامتر یون‌سپهری TEC هیچ ارتباط معناداری یافت نشد.

واژه‌های کلیدی: چرخند، یون‌سپهر، TEC، داده‌های هواشناختی، توفان، تهران.

Study of the Effect of Cyclone on Ionosphere Using Meteorological and Ionospheric Data

[1]Bahareh Hasanzadeh, [2]Mohammad Hossein Memarian

Abstract

Some studies on the effects of meteorological data on ionospheres indicate strong disturbances in the Ionosphere region by tropical cyclones, while others indicate an electrical drain on energy transfer from low to high atmospheric and anomalies in the Ionosphere region. In this research, to determine the correlation between the low-pressure centers of Tehran station and the maximum variations of TEC, maps of geopotential height of several storms recorded at two pressure levels of 850 millibars and 500 millibars were plotted along with their maximum TEC variation graph. As a result, no correlation was found between the transmission of these dynamic systems and the fluctuation of the TEC ionospheric parameter.

Keywords: Cyclone, Ionosphere, TEC, meteorological data, Storm, Tehran.

۱ مقدمه

هرساله در مناطق مختلف کره زمین طوفان‌های مخرب و سهمگین مختلفی رخ می‌دهند که علاوه بر اینکه جان میلیون‌ها انسان را به مخاطره می‌اندازند، با خسارات مالی فراوانی نیز همراه می‌باشند. در سال‌های اخیر در رابطه با پیوند بین پدیده‌های هواشناختی و تغییر و تحولات یون‌سپهری، مطالعات متعددی در نقاط مختلف جهان انجام شده و نتایج جالب توجهی به‌دست آمده است. مطالعات بسیاری در راستای بررسی عوامل مؤثر در تغییرات یون‌سپهری انجام گرفته است و ارتباط تنگاتنگی میان پارامترهای هواشناختی (جو پایین) و یون‌سپهری (جو بالا) گزارش شده است که به‌صورت جفت‌شدگی جوی این ارتباط را نشان می‌دهد. در مطالعات بسیاری تأثیرپذیری یون‌سپهر از پدیده‌های زمین‌شناختی چون زمین‌لرزه و پدیده‌های هواشناختی چون چرخندهای حاره‌ای و بارش نشان داده شده است که در طی آن برخی پارامترهای یون‌سپهری روندی با افت و خیز بیشتر را دنبال می‌کنند (دیویس و جانسون ۲۰۰۵). یون‌سپهر بالاترین لایه جو است و به‌خاطر تأثیری که روی عبور امواج رادیویی دارد بسیار با اهمیت است. این لایه در ارتفاعات بالاتر از حدود ۶۰ کیلومتر در اثر تابش خورشیدی به‌صورت پرتوی ایکس، فرابنفش و گسیل ذره‌ای ایجاد می‌شود. در اثر برهم‌کنش این تابش‌ها و جو زمین، الکترون‌ها از مولکول‌ها یا اتم‌های

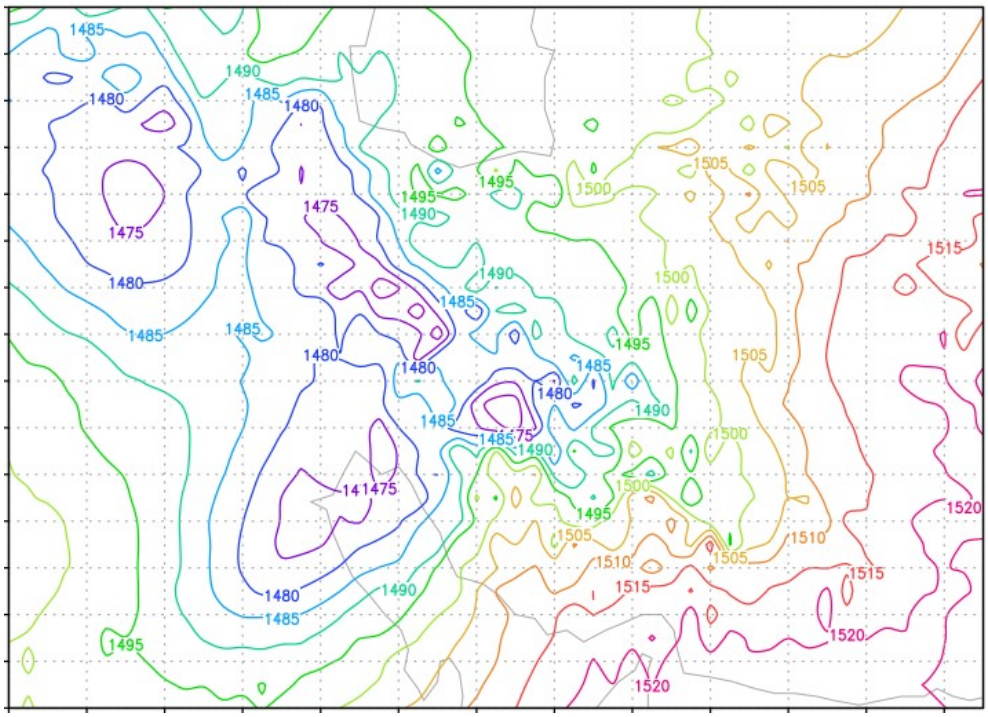
موجود در آن ارتفاعات جدا می‌شوند و می‌توانند به‌صورت آزاد در میدان مغناطیسی زمین حرکت کنند. بنابراین یون‌سپهر را می‌توان مانند لایه‌ای رسانا درنظر گرفت که شامل بخش‌های D، E، F (F_1 و F_2) است. لایه D و E فقط در روز وجود دارند و لایه F_1 هم در شب با لایه F_2 یکی می‌شود. لایه‌ای که در طول شبانه‌روز حضور دارد، لایه F_2 است. این لایه مهمترین نقش را در ارتباطات رادیویی دارد (شیرزادی تبار و حسین‌زاده گویا). با توجه به اهمیت نوارهای فرکانسی در ارتباطات رادیویی زمینی، و همچنین، زمین-فضا و نیز وابستگی پدیده‌های انتشار امواج به فرکانس و محدودیت منابع فرکانس رادیویی، نیاز به پیش‌بینی رفتار جو در مقابل انتشار امواج الکترومغناطیسی ضروری است. در واقع یون‌سپهر تأثیر بسزایی در ارتباط با ماهواره‌ها دارد. این تأثیرات می‌تواند به صورت ارتباط زمین-فضا (ایستگاه زمین-ماهواره) یا ارتباطات فضا-فضا (ماهواره-ماهواره) مطرح باشد. این نیازها سبب مدل‌سازی یون‌سپهر و پیش‌بینی رفتار آن شده است (قادر و همکاران).

۲ روش تحقیق

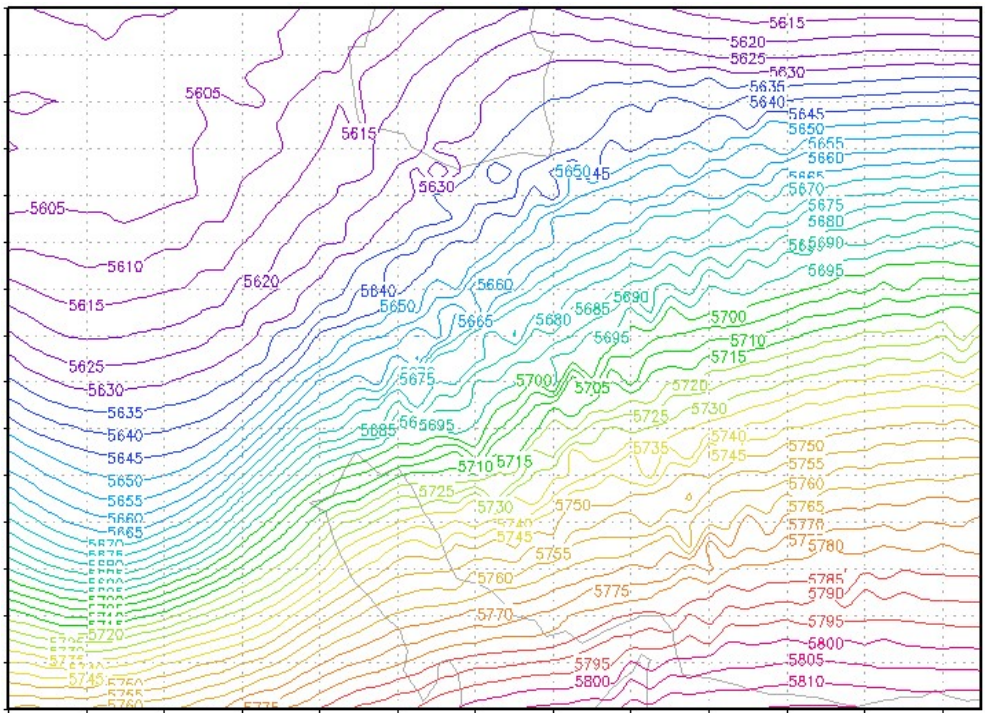
یون‌سپهر در نقش یکی از لایه‌های بسیار تأثیرگذار جو و یکی از اجزای مدار الکتریکی جوی جهانی، از دیرباز به روش‌های گوناگون و از دیدگاه‌های متفاوت مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است. یکی از موضوع‌هایی که در سال‌های اخیر توجه بسیاری از دانشمندان را در سراسر جهان به خود جلب کرده، بررسی آثار هواشناختی در یون‌سپهر پایین است. در همین راستا جفت شدگی وردسپهر-یون‌سپهر بر اثر نفوذ میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی شکل گرفته در بالای چرخند حاره‌ای در یون‌سپهر به‌صورت نتیجه‌ای از تشدید همرفت بیان شد که منجر به افزایش غلظت الکترون در بیشینه لایه F روز مرکز چرخند حاره‌ای می‌شود (سوروکین و همکاران). به دنبال بررسی آثار هواشناختی در یون‌سپهر، در مطالعه‌ای دیگر پدیده هواشناختی بارش از دیدگاه یون‌سپهری مورد پژوهش قرار گرفت و در این راستا به بررسی همبستگی افت‌وخیز پراسنج هواشناختی بارش و افت‌وخیز پراسنج یون‌سپهری VTEC حاصل از داده‌های داده‌های GPS پرداخته شد. بدین منظور ابتدا در روزهای مورد بررسی با درنظر گرفتن دو شاخص پرکاربرد فعالیت ژئومغناطیسی، شرایط ژئومغناطیسی بررسی شد و سپس در یک دوره ۴۱ روزه و در دو ایستگاه همدیدی که از نظر میزان بارش در یک بازه زمانی یکسان، تفاوت زیادی دارند، افت‌وخیز VTEC هم‌زمان با افت‌وخیز بارش مورد ارزیابی قرار گرفته شد. همچنین مشاهده شد که بین تغییرات بیشینه‌های VTEC یون‌سپهری و وقوع بارش، رابطه‌ای سامان‌مند وجود دارد (امیدی و همکاران). روش دیگری که در بسیاری از مطالعات به‌کار گرفته شده، بررسی تأثیر طوفان‌ها روی محتوای کلی الکترونی یون‌سپهر است. به‌طور مثال پولیاکوا و پروالوا (۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های TEC شبکه بین‌المللی دریافت‌کننده‌های GPS دوبسامدی و بازتحلیل داده‌های NCEP/NCAR، آشفتگی محتوای کلی الکترونی یون‌سپهری مربوط به ۶ چرخند رخ داده با شدت‌های مختلف در شمال غربی اقیانوس آرام را مورد بررسی قرار دادند. روشی که پولیاکوا و پروالوا در این مطالعه برای آشکارسازی آشفتگی‌های یون‌سپهری ناشی از چرخندها انجام دادند، نقشه‌کشی شدت آشفتگی TEC است. به این معنا که نقاط یون‌سپهری خط دید LOS (line of site) دریافت‌کننده-ماهواره GPS روی نقشه‌های توزیع پارامتر هواشناختی سطح رسم می‌شوند و اندازه هرنقطه متناسب با دامنه مطلق تغییرات TEC است. روش مذکور آنها را قادر ساخت تا وقوع آشفتگی‌های TEC را در مقایسه با توزیع مقادیر هواشناختی محلی سازی کنند. در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی همبستگی بین عبور یک سیستم کم‌فشار دینامیکی و پارامتر یون‌سپهری TEC اثرات طوفان بر یون‌سپهر نقشه‌های سطح زمین و ترازهای ۸۵۰میلی بار و ۵۰۰ میلی بار چندین طوفان رخ داده در منطقه تهران رسم گردید. به‌عنوان نمونه طوفان ثبت شده در ایستگاه تهران در تاریخ ۲۶ نوامبر ۲۰۱۲ بررسی شد. همچنین داده‌های یون‌سپهری از پایگاه CDDIS، دریافت و سری زمانیِ میزان تغییرات روزانه پارامتر TEC برای یک دوره پنج روزه شامل سه روز قبل طوفان، روز طوفان و روز بعد طوفان رسم شد.

در شکل ۱ ارتفاع ژئوپتانسیلی روز وقوع طوفان در تراز ۸۵۰ میلی بار رسم شده است. همانطور که مشاهده می‌شود یک کم‌فشار دینامیکی در منطقه تهران رخ داده است. به‌طور مشابه با رسم نقشه ارتفاع ژئوپتانسیلی در تراز ۵۰۰ میلی بار انتظار می‌رفت که کم‌فشار فوق در منطقه تهران روئیت شود اما هیچ نوع کم‌فشاری در تراز ۵۰۰ میلی بار برای روز وقوع طوفان مشاهده نشد، در واقع این پدیده نشان از این است که کم‌فشار سطح زمین واقع در منطقه تهران در تراز ۸۵۰ میلی بار دارای قدرت نفوذ کم بوده و به تراز ۵۰۰ نرسیده است. همچنین نمودار۱، میزان بیشینه تغییرات پارامتر یون‌سپهری TEC را برای

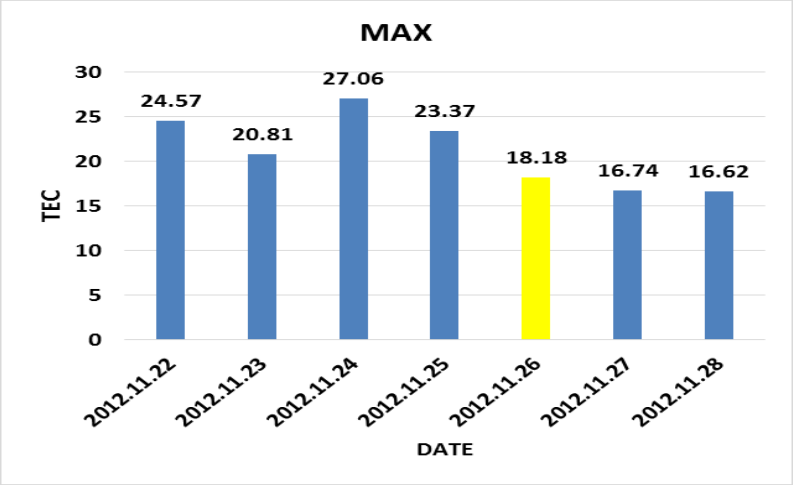
دوره ۵ روزه طوفان ۲۶ نوامبر نشان می‌دهد که در مقایسه این افت‌وخیز مقادیر بیشینه TEC با نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیلی هیچ‌گونه همبستگی بین این دو مشاهده نشد.



شکل ۱. نقشه ارتفاع ژئوپتانسلی تراز ۸۵۰ میلی بار طوفان ۲۶ نوامبر ۲۰۱۲.



شکل ۲. نقشه ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ میلی بار طوفان ۲۶ نوامبر ۲۰۱۲.



نمودار ۱. میزان بیشینه تغییرات TEC دوره ۵ روزه طوفان ۲۶ نوامبر ۲۰۱۲.

۳ نتیجه‌گیری

با توجه به عدم نفوذ کم ارتفاع ۸۵۰ میلی بار به ۵۰۰ میلی بار در بررسی عبور چرخندهای دینامیکیمورد مطالعه در منطقه تهران، هیچ‌گونه ارتباط معناداری با پارامتر یون‌سپهری TEC یافت نشد.

منابع

امیدی صدیقه, معماریان محمدحسین, و فرزانه سعید،۱۳۹۵، تحلیل مقایسه ای پراسنج یون سپهری VTEC و پراسنج هواشناختی بارش در اصفهان و شیراز: *فیزیک زمین و فضا*, ۴۲،(۲)، ۴۳۹-۴۴۸.

شیرزادی‌تبار, گویا, و ناصر حسین‌زاده. (۲۰۰۸). اثر توفان مغناطیسی بر لایه‌های یون‌سپهری (یونسفری). *فیزیک زمین و فضا*, ۳۴، (۱), ۱-۸.

قادر سرمد، کرمی خلیل، و رایین احمد، ۱۳۹۰، اعتبار سنجی مدل یون‌سپهری IRI-2007 در یک بازه زمانی کمینه فعالیت‌های خورشیدی در منطقه تهران با استفاده از داده‌های ایستگاه یون‌سپهر مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران: مجله ژئوفیزیک ایران، ۵، (۲)، ۲۸-۳۷.

Davis, C. J., & Johnson, C. G. (2005). Lightning-induced intensification of the ionospheric sporadic E layer. *Nature*, *435*(7043), 799.

Polyakova, A. S., & Perevalova, N. P. (2011). Investigation into impact of tropical cyclones on the ionosphere using GPS sounding and NCEP/NCAR Reanalysis data. *Advances in Space Research*, *48*(7), 1196-1210.

Sorokin, V. M., Yaschenko, A. K., Chmyrev, V. M., & Hayakawa, M. (2006). DC electric field formation in the mid-latitude ionosphere over typhoon and earthquake regions. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, *31*(4-9), 454-461.

Vanina-Dart, L. B., Romanov, A. A., & Sharkov, E. A. (2011). Influence of a tropical cyclone on the upper ionosphere according to tomography sounding data over Sakhalin Island in November 2007. *Geomagnetism and Aeronomy*, *51*(6), 774-782.