

انطباق شاخص‌های ناپایداری جو در داده‌های GFS با توفان‌های تندri ایران

مهری امیری فارسانی^۱، محمدعلی نصراصفهانی^۲، احمد رضا قاسمی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه شهرکرد، amirifarsani90@yahoo.com

^۲استاد یار، دانشگاه شهرکرد، mnasr@agr.sku.ac.ir

^۳استاد یار، دانشگاه شهرکرد، ghasemiar@yahoo.com

چکیده

هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی کارایی استفاده از داده‌های شبکه‌ای GFS در شناسایی توزیع زمانی و مکانی توفان‌های تندri در ایران می‌باشد. که در یک دوره ده ساله (۲۰۰۷-۲۰۱۶)، ماههای آوریل و می به عنوان ماههایی که بیشترین توفان تندri رخ داده است انتخاب شد و ۱۴ روز را براساس بیشترین رخداد توفان اختبار و شاخص‌های ناپایداری TT، KI و LI محاسبه و با نرم افزار ArcGis به روش کریجینگ پنهانه بندی صورت گرفت. نتایج حاصل داد مقادیر پنهانه بندی شده شاخص LI و TT در هر ۱۴ روز و KI در ۱۲ روز منتخب با گزارش رعدوبرق در ایستگاه‌ها همخوانی بسیار زیاد دارد. شاخص KI در دو روز (۲۹/۰۴/۲۰۱۰ و ۲۷/۰۵/۲۰۱۴) و TT در دو روز (۲۹/۰۴/۲۰۱۰ و ۱۹/۰۵/۲۰۱۱) با همه ایستگاه‌ها همخوانی نداشته با این حال بیشتر ایستگاه‌ها تطابق را نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: توفان تندri، GFS، شاخص ناپایداری، تحلیل آماری، پنهانه بندی

Confidence of instability indexes in GFS data with thunderstorms in Iran

Mehri Amiri Farsani¹, Mohamad Ali Nasr Esfahani², and Ahmad Reza Ghasemi²

¹Assistant Professor, Shahrekord University

²Master of Water Resources Student, Shahrekord University

Abstract

The main goal of this study is analyzing the efficiency of GFS gridded data in identifying the temporal and spatial distribution of thunderstorm events in Iran. In the period of 10 years (2007-2016), 14 days of April and May were selected based on the highest storm events. Indexes of KI, LI and TT are computed in grid points to analyze instability condition over Iran and ArcGIS software is used to interpolation by Kriging method. The result shows that the LI index in each selected 14 days and the KI in 12 days have very consistent with highest thunderstorms reported in the stations. KI is observed in two days (29/04/2010 and 27/05/2014) and TT in two days (29/04/2010 and 19/05/2011), don't have confidence with all reported thunderstorms but more stations show confidence with instability conditions in these days.

Keywords: Thunderstorm, GFS, instability index, statistical analysis, zoning

۱ - مقدمه

توفان‌های تندri یکی از مخاطرات هواشناسی محسوب می‌شوند که اکثر اوقات به دلیل ناگهانی بودن رخداد پدیده، آسیب‌های جبران ناپذیر جانی و مالی بر مناطق مسکونی، ساخت و سازها، زمین‌ها و فراورده‌های کشاورزی، مناطق جنگلی، دامپروری، حیات وحش ... وارد کرده است. مثلاً آسیب‌های جانی ناشی از توفان تندri در استان خوزستان در طول دوره مطالعاتی (۲۰۰۶-۲۰۱۲) منجر به مرگ ۲۳ نفر شده است (عسگری و محبی، ۱۳۸۹). بنابراین شناسایی و اطلاع رسانی به موقع آنها در کاهش خسارت‌های سنگین آنها اثر زیادی خواهد داشت. از این رو محققیق زیادی سعی در معرفی شاخص‌هایی برای بیان میزان ناپایداری جو با استفاده از داده‌های جو بالا که توسط رادیوسوند برداشت می‌شود، داشته‌اند.

با این حال این شاخص‌ها برای مناطق مختلف عملکرد یکسانی ندارند. گاتلیب (۲۰۰۹) در پژوهشی به تحلیل شاخص‌های ناپایداری K, Si, CAPE, TT, SWEAT برای توفان‌های تندri شدید در شمال شرق ایالات متحده آمریکا در فاصله

زمانی بین ژوئن تا آگوست ۱۹۹۸-۲۰۰۷ در هشت ایستگاه جو بالا پرداخت. نتایج وی نشان داد که شاخص‌های Si و CAPE برای پیش‌بینی این توفان‌ها در شمال شرق آمریکا دارای عملکرد بهتری هستند. میرموسوی و اکبرزاده (۱۳۸۸) به مطالعه شاخص‌های ناپایداری CCL، LCL و KI در تشکیل تگرگ در ایستگاه هواشناسی تبریز پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که که هر چه سطح یخیندان کمتر از ۳۰۰۰ متر باشد، احتمال وقوع تگرگ کمتر و هرچقدر فاصله سطح یخیندان تا قله ابر زیاد باشد، احتمال وقوع تگرگ بیشتر خواهد شد. موسوی بایگی و اشرف (۱۳۸۹) مقادیر شاخص‌های ناپایداری CAPE، SI و KI را برای یکی از نمونه‌های توفان‌های تندري تابستانه مشهد به ترتیب $953/4$ - $4/67$ و $35/30$ به دست آورده‌اند که هر سه معرف ناپایداری شدید هوا هستند. صالحی (۱۳۹۰) و صالحی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با استفاده از داده‌های جو بالای مشهد به بررسی شاخص‌های ناپایداری هنگام وقوع ناپایداری‌های شدید می‌پردازد و نتیجه می‌گیرند که ترکیب شاخص صعود (LI) و انرژی پتانسیل در دسترس همرفتی (CAPE) و همچنین شاخص صعود و سطح تعادل، بهترین شاخص‌های ترکیبی برای مشخص کردن توفان‌های تندري شدید هستند.

در مطالعاتی که بیشتر تاکنون انجام شده است از داده‌های ایستگاه‌های جو بالا و واقعی استفاده شده است. از آنجا که امروزه در مطالعات هواشناسی و اقلیم شناسی از داده‌های بازتحلیل GFS به طور فزاینده‌ای استفاده می‌شود و همچنین در امور روزمره سازمان‌های هواشناسی به عنوان یکی از منابع اصلی داده‌های پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تحقیق و پژوهش درباره صحت عملکرد آنها در بیان ناپایداری جوی و رخداد توفان‌های تندري می‌تواند اطلاعات زیادی درباره شناخت میزان عدم قطعیت آنها در این قبیل پدیدهای در اختیار کاربران قرار دهد.

۲- داده‌ها و روش تحقیق

محدوده مورد بررسی، کل کشور ایران است که وسعت آن در حدود ۱،۶۴۸،۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. به منظور انجام این پژوهش، داده‌های روزانه رعدوبرق مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی کل کشور طی یک دوره ۱۰ ساله (۲۰۰۷-۲۰۱۶) از سازمان هواشناسی کل کشور اخذ شد و براساس آن روزهایی که بیشترین تعداد گزارش ایستگاهی رخداد رعدوبرق در یک روز را داشتند به صورت نزولی مرتب شدند. با توجه به مطالعات قبلی در این زمینه بیشتر بر ماه‌های آپریل و می (فروردهای و اردیبهشت) تمرکز شد (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳). بر این اساس تعداد ۴ روز در ماه آپریل و ۱۰ روز در ماه می که حداقل در ۱۴ ایستگاه گزارش رعدوبرق ثبت شده بود، انتخاب شدند. تاریخ این روزها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- بیشترین روزهای رعد و برقی در ماه می سال ۲۰۰۷-۲۰۱۶

ردیف	ماه آوریل	تعداد رگبار	ماه می	تعداد رگبار	ردیف
۱	۲۰۰۷/۰۴/۳۰	۱۶	۲۰۱۶/۰۵/۱۲	۱۶	۱
۲	۲۰۰۷/۰۴/۱۴	۱۵	۲۰۱۱/۰۵/۱۸	۱۵	۲
۳	۲۰۰۹/۰۴/۳۰	۱۵	۲۰۰۷/۰۵/۱۳	۲۰۰۹/۰۵/۰۱	۴
۴	۲۰۱۰/۰۴/۲۹	۱۵	۲۰۰۹/۰۵/۰۱	۱۵	۵
۵			۲۰۱۰/۰۵/۱۲		۶
۶			۲۰۱۱/۰۵/۱۹		۷
۷			۲۰۱۳/۰۵/۱۳		۸
۸			۲۰۱۴/۰۵/۲۴		۹
۹			۲۰۱۴/۰۵/۲۷		۱۰
۱۰			۲۰۱۶/۰۵/۱۰		

در روزهای منتخب داده‌های بازتحلیل شبکه‌ای GFS با قدرت تفکیک $0/5$ درجه در راستاهای طول و عرض جغرافیایی از آدرس سایت مربوطه دانلود شدند و با استفاده از آنها برخی شاخص‌های ناپایداری با اهمیت در تمام نقاط شبکه محاسبه شده و نقشه‌های پهنه بندی آن ترسیم شدند. سپس با ثبت ایستگاه‌های همراه با رعدوبرق و تعداد گزارش آنها در یک روز تطبیق بین مقادیر شاخص و رخداد توفان تحلیل شد. شاخص‌های محاسبه شده در این مطالعه به صورت زیر هستند.

شاخص KI از سه تراز مشخص ۵۰۰، ۷۰۰ و ۸۵۰ میلی بار برای محاسبه استفاده می‌شود. شاخص KI برای پیش‌بینی توفان‌های تندri توده هوا یا توفان‌های تندri که ساز و کار دینامیکی در آن نقش ندارد استفاده می‌شود (صادقی حسینی، ۱۳۸۵).

$$KI = (T_{850} - T_{500}) + TD_{850} - (T_{700} - TD_{700}) \quad (1)$$

در اینجا، حرف T معرف دما، اندیس‌ها گویای ترازهای جو و TD نشان دهنده دمای نقطه شبینم است. شاخص Total index (TTI) یکی دیگر از شاخص‌هایی است که برای بیان وضعیت ناپایداری جو مورد استفاده قرار می‌گیرد (میلر، ۱۹۷۲):

$$TTI = (T_{850} - T_{500}) + (TD_{850} - T_{500}) \quad (2)$$

عدم تشخیص دقیق صعود توده هوا عیب و تعیین و تشخیص ساختار دمایی و رطوبتی ترازهای مذکور در شاخص TTI نیز مزیت محسوب می‌شود.

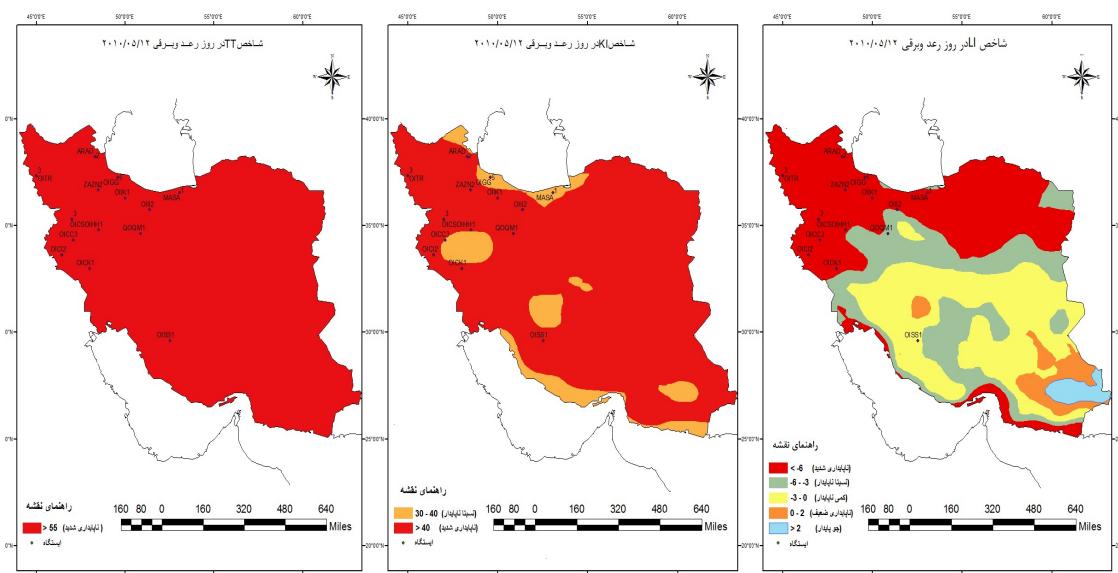
در سال ۱۹۵۶ گالوی، شاخص LI (Lifted index) را معرفی کرد که بر حسب تفاوت دمای محیط و بسته هوا در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال است. با این فرض که بسته هوا از ارتفاع ۵۰۰ متری در لایه مرزی حرکت صعودی خود را آغاز کند.

$$LI = T_{e500} - T_{p500} \quad (3)$$

در رابطه (۳) T_{e500} دمای محیط و T_{p500} دمای بسته هوا در سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال است (تاجبخش و همکاران، ۱۳۸۸). برای همه شاخص‌های ناپایداری یک آستانه در نظر گرفته شده است که براساس آن‌ها توفان تندri درجه بندی می‌شوند. مقادیر این آستانه‌ها در قسمت نتیجه گیری در کنار هر شکل آورده شده است.

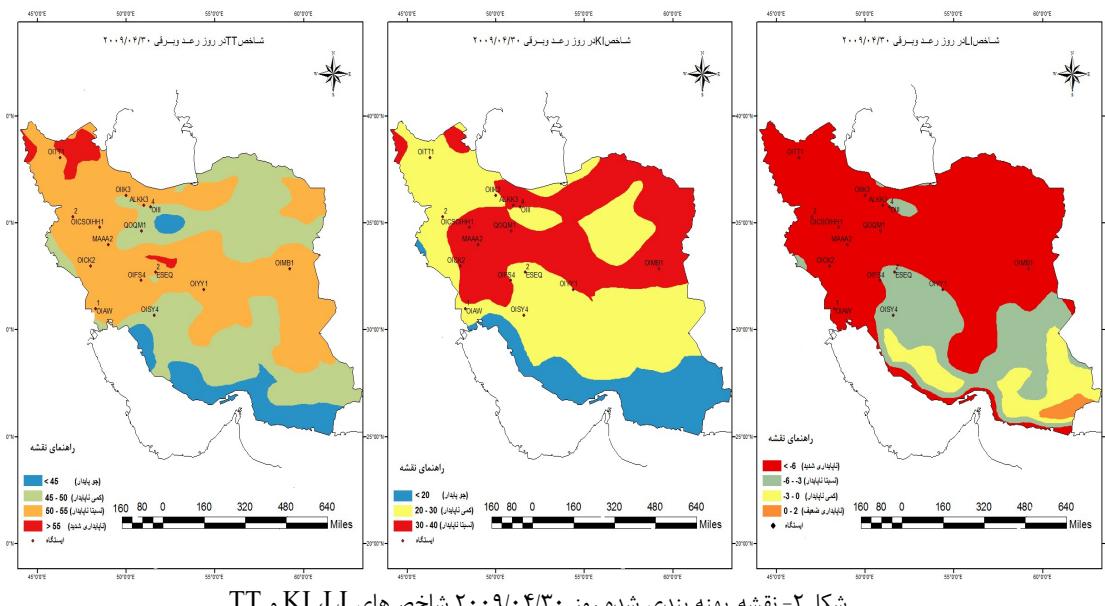
۳- نتایج و بحث

براساس ۱۴ روز رعد و برقی منتخب و محاسبه شاخص‌های معرفی شده برای تمام داده‌های شبکه‌ای، نقشه‌های پهنه‌بندی این شاخص‌ها به کمک نرم‌افزار GIS و به روش Kriging به دست آمد. در اینجا به دلیل اختصار تنها نتایج روز ۲۰۱۰/۰۵/۱۲ (شکل ۱) و ۲۰۰۹/۰۴/۳۰ (شکل ۲) آورده شده‌اند. چنانچه در شکل ۱ دیده می‌شود بیشترین تعداد رخداد به ترتیب در رشت (OIGG) با فراوانی ۵ و ارومیه (OITR)، سنندج (OICC) و کرمانشاه (OICS) تعداد ۳ رعد و برق گزارش شده است. مقایسه آستانه‌های ناپایداری با تعداد رعدوبرق‌ها نشان می‌دهد که شاخص TT و LI با رخداد رعدوبرق در ایستگاه‌ها تطبیق کامل داشته است. شاخص KI اگرچه در همه موارد وجود شرایط ناپایدار را نشان می‌دهد ولی با تعداد رخداد رعدوبرق همخوانی کامل ندارد.



شکل ۱- نقشه پهنه‌بندی شده روز ۲۰۱۰/۰۵/۱۲ شاخص‌های TT و KI و LI

در شکل ۲ دیده می‌شود که شاخص‌های به دست آمده در محل رخداد رعدوبرق حداقل شرایط ناپایدار نسبی را برآورد کرده‌اند و تنها در مواردی با تعداد رخداد هماهنگی ندارند. از بین این سه شاخص، شاخص TT دارای جزیات بیشتری است و تطبیق بیشتری با رخداد رعدوبرق دارد. همچنین در این شکل دیده می‌شود که دو شاخص TT و KI الگوی تقریباً یکسانی دارند.



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی شده روز ۲۰۰۹/۰۴/۲۰ شاخص‌های LI، KI و TT

منابع

- صادقی حسینی، ع.، رضائیان، م.، (۱۳۸۵): بررسی تعدادی از شاخص‌های ناپایداری و پتانسیل بارور سازی ابرهای همرفتی منطقه اصفهان، مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۲(۲)، ۹۸-۱۳.
- صالحی، ح.، (۱۳۹۰): بررسی شاخص‌های ناپایداری هنگام وقوع ناپایداری‌های شدید با استفاده از داده‌های جو بالای مشهد، پیان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی، صفحه ۱۱۶.
- صالحی، ح.، ثنایی نژاد، ح.، موسوی بایگی، م.، (۱۳۹۳): بررسی شاخص‌های ناپایداری هنگام وقوع پدیده‌های آب و هوایی مغرب در مشهد، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۹، ۱۲۳-۱۱۳.
- عسگری، ا.، محبی، ف.، (۱۳۸۹): مطالعه آماری، همدیدی توافق‌های تندری در استان خوزستان، چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، تهران، ۱۱۹-۱۱۱.
- موسوی بایگی، م.، اشرف، ب.، (۱۳۸۹): بررسی و مطالعه نمایه قائم هوای منجر به بارندگی‌های مغرب تابستانه، مطالعه موردنی، مشهد، نشریه آب و خاک، ۲۴(۵)، ۱۰۴۸-۱۰۳۶.
- میرموسی، ح.، اکبرزاده، ی.، (۱۳۸۸): مطالعه شاخص‌های ناپایداری در تشکیل تگرگ در ایستگاه هواشناسی تبریز، مجله فضای جغرافیایی، ۲۵، ۹۵-۱۰۸.

Gottlieb, R., (2009): Analysis of stability indices for severe thunderstorms in the Northeastern United States (Unpublished doctoral dissertation), Cornell University, Ithaca, New York.

Galway, J. G., (1956): The lifted index as a predictor of latent instability, Bulletin of the American Meteorological Society 37, 528-529.

Miller, R. C., (1972): Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the Air Force Global Weather Central, Tech, Rep, 200 (Rev), AWS, USAF.