

ارزیابی مدل عددی WRF در پیش‌بینی بارش به کمک سنجنده TRMM

زهره اسماعیلی شاهزاده^۱، سعید عیسی‌خانی قدیم^۲، سید مجید میررکنی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

^۲ کارشناس ارشد هواشناسی، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک

^۳ عضو هیات علمی دانشکده فیزیک دانشگاه یزد

چکیده

در این پژوهش توان‌مندی مدل عددی پیش‌بینی وضع‌هوا، WRF، در پیش‌بینی بارش تجمعی سطح زمین مورد ارزیابی قرار گرفت. در این راستا مدل با چهار طرحواره میکروفیزیکی متفاوت اجرا شده و توان‌مندی هر ترکیب طرحواره مورد ارزیابی قرار گرفت. مبنای ارزیابی سنجنده TRMM است که داده‌های بارش سطح را هر سه ساعت گزارش می‌کند. روش ارزیابی روش همبستگی پیرسون است. در نهایت مدل با طرحواره‌های میکروفیزیکی تامسون، لین و همکاران، کسلر و WSM6 به ترتیب پیش‌بینی با همبستگی ۰/۳۸ و ۰/۴۱ و ۰/۳۹ و ۰/۳۹ را ارائه کردند. تایچ نشانگر توان‌مندی نسبی مدل WRF در پیش‌بینی بارش است. بهترین نتیجه با استفاده از طرحواره لین و همکاران به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: مدل وورف، سنجنده، ماهواره، بارش، ارزیابی، همبستگی

Verification of WRF predicted precipitation data by TRMM

Esmacili, Zohreh¹; Eisakhani, Saeid²; MirRokni, Seyed Majid³

¹Department of Physics, Yazd University

²Department of Physics, Yazd University

³Acisstant professor of meteorology, Yazd University

Abstract

In this study ability of Weather Research and Forecasting system (WRF) in forecasting of precipitation is examined. For this purpose four microphysics schemes of WRF was implemented to make four different runs of model. Forecasted data subsequently verified by precipitation data from TRMM. Verification method that was used is Pierson correlation coefficient. At the end of the study, Thompson, Lin .et. al, Kesller and WSM6 schemes respectively were in correlation with the TRMM with 0.38, .041, 0.39, and 0.39 Values. Besides, assessment of size of files, created by each run, it denoted that Kesller and Thompson respectively created smallest and largest files of bytes.

Keywords: WRF, TRMM, precipitation, Verification, Satellite, Correlation.

۱ مقدمه

امروزه با پیشرفت کامپیوترها و ابررایانه‌ها و در کنار آن پیشرفت علوم محاسبات عددی و ابداع روش‌های جدید با خطاهای کمتر و همچنین با پیشرفت روزافزون علم و پیدایش مسائل و معادلات جدید و پیچیده در زمینه‌های مختلف علمی محاسبات عددی بیش از پیش مورد توجه واقع شده است (عیسی‌خانی و همکاران، ۱۳۹۵). در این میان علوم مربوط به جو و هواشناسی نیز از محاسبات و روش‌های عددی بی‌بهره نبوده و در سال‌های اخیر نهایت استفاده را از این علم داشته و پیشرفت‌های چشم‌گیری در این زمینه کرده است که حاصل این پیشرفت‌ها ارائه مدل‌های عددی پیش‌بینی و شبیه‌سازی وضع‌هوا است (عیسی‌خانی، ۱۳۹۴).

پیش‌بینی‌های ارائه شده توسط مدل‌های توانمند درست یا نادرست باشد که قطعاً پیش‌بینی‌های درست برای ما کارآمد خواهند بود. لذا برای استفاده هرچه بهتر از مدل‌های عددی، ارزیابی و کالیبره کردن مدل‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. برای

ارزیابی مدل به مشاهداتی با تفکیک زمانی و مکانی متناسب با برون‌دادمدل‌نیازمندیم که داده‌های ماهواره‌ای در این زمینه بسیار کارآمد هستند (تقی‌زاده، ۱۳۸۹). در کنار داده‌های ماهواره‌ای داده‌های رادار و ایستگاه‌های هواشناسی نیز هستند که به دلیل محدودیت مناطق تحت پوشش، دشواری گرد هم‌آوری داده، فقدان شبکه مناسب داده و نیز ضرورت انجام درون‌یابی جهت استفاده از آن‌ها، مواعی است که استفاده از این دو نوع داده را سخت می‌کنند. پیش‌تر مطالعاتی در زمینه‌های مشابه در داخل و خارج از کشور انجام شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از پژوهش‌های عیسی‌خانی و همکاران (۱۳۹۵)، اوتکین و گرین‌والد (۲۰۰۷)، چاباریو و پینتی (۲۰۰۶) و نوریس و ویور (۲۰۰۱).

۲ روش تحقیق

در این پژوهش محدوده مورد مطالعه برای اجرای مدل کشور ایران در نظر گرفته شد که این محدوده شامل ۲۴ تا ۴۱ درجه‌شمالی و ۴۳ تا ۶۴ درجه شرقی است. مطالعه یک سامانه بارشی دو روزه ثبت شده در استان یزد است که به ساعت جهانی از ساعت ۰۳:۰۰:۰۰ روز ۲۰۱۷/۰۱/۲۲ تا ساعت ۰۰:۰۰:۰۰ روز ۲۰۱۷/۰۱/۲۴ را شامل می‌شود. مبنای ارزیابی در این پژوهش تصاویر ماهواره‌ای حاصل از سنجنده TRMM است. این سنجنده داده‌های بارش را هر سه ساعت یک‌بار گزارش می‌کند. تفکیک مکانی داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده ۰.۲۵ درجه است که برای عرض‌های جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، حدوداً معادل ۲۵ کیلومتر می‌باشد. برای انجام پژوهش ابتدا داده‌های سنجنده برای دوره‌ی مطالعاتی مورد نظر تهیه شدند که برای محدوده مورد مطالعه یاد شده، تعداد ۱۶ تصویر به‌دست آمد. مدل WRF با ۴ طرحواره میکروفیزیکی متفاوت برای این ۱۶ عدد تصویر اجرا شد که طرحواره‌های میکروفیزیکی مورد استفاده عبارتند از: لین و همکاران با نماد PLIN، تامسون با نماد THOM، کسلر با نماد WSM6 و KESLLER. سایر طرحواره‌های مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. هر اجرای مدل ۶۰ ساعت است که ۱۲ ساعت اول آن به‌عنوان خطای شروع به کار مدل کنار گذاشته شد. برای اجرای مدل از یک آشیانه واحد با تفکیک مکانی ۲۵ کیلومتر استفاده شده است. در اجرای مدل، جهت تامین شرایط مرزی و مقادیر اولیه، از داده‌های مدل جهانی پیش‌بینی وضع‌ها (داده‌های gfs) استفاده شده است.

جدول ۱. جدول طرحواره‌های مورد استفاده در اجرای مدل.

لایه مرزی	تابش موج کوتاه	لایه سطحی	کومولوس	سطح خشک
مولر-یامادا-جانجیک	گذار	مونین-ابوخوف	کین-فریتچ	مدل سطحی نوآ

در شکل ۱ نمونه‌ای از پیش‌بینی‌های مدل و تصاویر سنجنده TRMM، برای ساعت ۰۳:۰۰:۰۰ روز ۲۰۱۷/۰۱/۲۲، آمده است. برای ارزیابی پیش‌بینی‌های مدل WRF، علاوه بر بررسی بصری، همبستگی بین داده‌های TRMM و پیش‌بینی حاصل از هر طرحواره میکروفیزیکی مورد بررسی قرار گرفت که از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین برای تحلیل همبستگی از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است که نتایج حاصل از تحلیل همبستگی در جدول ۲ آمده است.

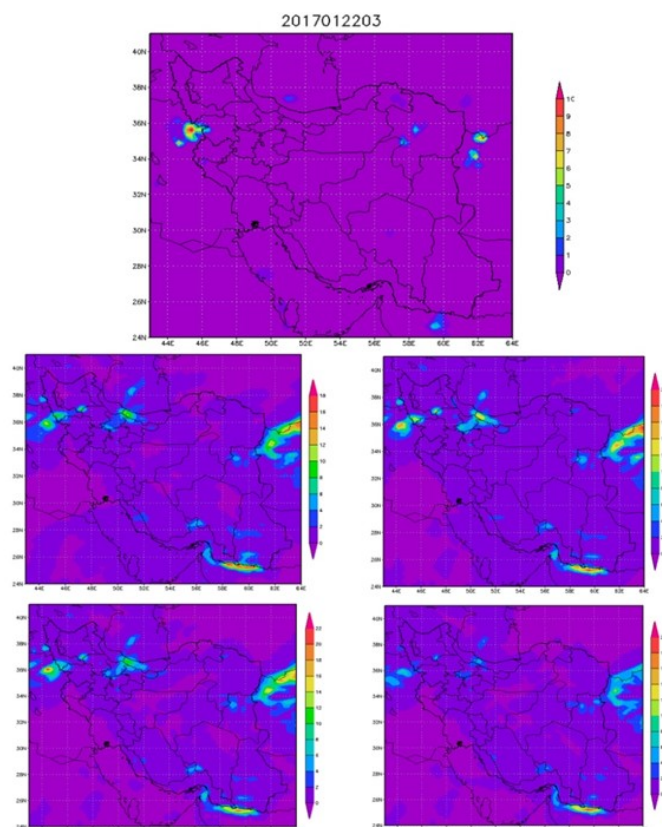
جدول ۲. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی پیرسون به کمک نرم افزار SPSS

طرحواره	تامسون	لین و همکاران	WSM6	کسلر
ضریب همبستگی	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۹
سطح معنا داری	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
سطح اطمینان	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹

با توجه این‌که پژوهش در زمینه محاسبات عددی است و امروزه محاسبات با حجم کمتر و دقت بالاتر از ارزش بیشتری برخوردار هستند لذا داشتن نیم نگاهی به حجم فایل‌های ساخته شده در اجرای مدل، با هر یک از طرحواره‌ها، می‌تواند مفید باشد. حجم فایل‌ها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. حجم فایل‌های حاصل از هر طرحواره. حجم‌ها بر حسب بایت هستند.

طرحواره	تامسون	لین و همکاران	WSM6	کسلر
حجم فایل	۴۸۶۴۹۶۲۱۲۴	۴۴۷۲۷۵۳۱۰۴	۴۴۷۲۷۵۳۱۰۴	۳۸۸۴۴۳۹۶۰۰



شکل ۱. نمونه‌ای از پیش‌بینی‌های مدل و تصویر TRMM برای ساعت ۰۳ روز ۲۲/۰۱/۲۰۱۷. الف تصویر TRMM و تصاویر ب تا ه به ترتیب پیش‌بینی مدل با طرحواره‌های میکروفیزیکی تامسون، لین و همکاران، WSM6 و کسلر را نشان می‌دهد.

۳ نتیجه‌گیری

با توجه به مقادیر ضرایب همبستگی جدول ۲، نتیجه می‌گیریم عملکرد مدل در پیش‌بینی بارش تقریباً قابل قبول بوده است؛ هر چند دوره مطالعاتی کوتاه بوده است. همچنین با مقایسه ضرایب همبستگی هر یک از طرحواره‌ها با یکدیگر می‌توان دید که طرحواره میکروفیزیکی لین و همکاران بهترین و طرحواره تامسون ضعیف‌ترین عملکرد را داشته‌اند. عملکرد طرحواره‌های کسلر و WSM6 یکسان بوده است. همچنین با مقایسه بصری می‌توان دید که مدل با هر چهار طرحواره فرآیند پیش‌بینی داشته و این فرآیند پیش‌بینی با گذشت زمان بیشتر می‌شود.

با کنار هم قرار دادن حجم فایل‌ها و عملکرد در پیش‌بینی، طرحواره تامسون که ضعیف‌ترین عملکرد و بیشترین حجم فایل را داشته است، کم‌بازده‌ترین طرحواره محسوب می‌شود. همچنین بین طرحواره‌های کسلر و WSM6 که عملکرد یکسانی در پیش‌بینی داشته‌اند، طرحواره کسلر با حجم فایل بسیار کمتر، پربازده‌تر بوده است.

منابع

عیسی‌خانی، س.، میررکنی، م.، مختاری، ح.، ۱۳۹۵، راست‌آزمایی داده‌های ابری حاصل از مدل WRF به کمک سنجنده مودیس، هفدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، اردیبهشت.
عیسی‌خانی، س.، راست‌آزمایی داده‌های ابر حاصل از شبیه‌سازی با استفاده از مدل عددی WRF به کمک داده‌های ابر حاصل از سنجنده MODIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه یزد، ۱۳۹۴.
تقی‌زاده، ا. بررسی عملکرد مدل‌های منطقه‌ای HRM، MM5 و WRF برای پیش‌بینی بارش بر روی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه یزد، ۱۳۸۹.

Otkin, Jason A & Greenwald, Thomas J; "Comparison of WRF Model-Simulated and MODIS-Derived Cloud Data"; American Meteorological Society, Monthly Weather Review, Volume 136, DOI: 10.1175/2007MWR2293.1, 2008, 1957-1970

Norris, Joel. R & Weaver, Christopher. P; "Improved Techniques for Evaluating GCM Cloudiness Applied to the NCAR CCM3"; Meteorological Society, Journal of Climate, Volume 14, Issue 12, 2001, 2540-2550.

Chaboureau Jean-Pierre, Pinty Jean-Pierre; "Validation of a cirrus parameterization with Meteosat Second Generation observations"; Geographical Research Letters, Volume 33, Issue 3, 2006, DOI: 10.1029/2005GL024725.