

## شبیه سازی بارشهای مونسونی جنوب شرق ایران با استفاده از مدل اقلیم منطقه ای RegCM3

راهله مدیریان<sup>۱</sup>، مریم کریمیان<sup>۱</sup>، ایمان باباییان<sup>۲</sup>

مشهد پژوهشکده اقلیم شناسی، صندوق پستی ۹۱۷۳۵-۶۷۶

۱- کارشناسان پژوهشکده اقلیم شناسی

۲- معاونت اداره کل هواشناسی خراسان رضوی

آدرس الکترونیکی مسئول مقاله: [r-modiryan@yahoo.com](mailto:r-modiryan@yahoo.com)

**چکیده:** یکی از سیستمهایی که بارش کشورمان را متاثر می سازد، بارشهای ناشی از مونسون هندوستان است. فعالیتهای سیستم مونسونی تابستانه بر روی ایران بویژه در ناحیه جنوب شرقی اثر چشمگیری دارد. با توجه به اهمیت این بارشها، در این مقاله بارشهای موسمی را با استفاده از مدل اقلیم منطقه ای RegCM3 در جنوب شرق ایران تجزیه و تحلیل می کنیم. در اجرای مدل سعی شده است که بارشهای مونسونی منطقه در تابستان ۱۹۹۵ که طی چندین سال گذشته بیشترین بارش را داشته است، مدل سازی و با داده های CRU مقایسه شود.

**کلمات کلیدی:** مدل اقلیم منطقه ای RegCM3، جنوب شرق ایران، بارشهای مونسونی، طرحواره همرفتی، داده های CRU.

### ۱- مقدمه

منشاء بارشهای تابستانه جنوب شرق کشور الگوی کم فشار مونسون شبه قاره هند می باشد. در صورتی که این سیستم تقویت شود اثرات آن تا جنوب شرق ایران نیز می تواند ادامه داشته باشد. بارندگیهای تابستانه در رونق کشاورزی، تأمین مجدد آب پشت سد تأثیر فراوان دارد و مهار آنها می تواند در الگوهای کشت و زرع و معیشت ساکنان منطقه تحولی پدید آورد. اقتصاد متزلزل کشاورزی مناطق جنوب شرقی کشور مستلزم بررسی دقیق و علمی منابع آب و خاک است. پراکنش و ناگهانی بودن بارشهای تابستانه منطقه، باعث عدم توجه برنامه ریزان به نقش حیاتی این پدیده طبیعی می باشد. سه استان ایران که بارشهای تابستانی بیشترین تأثیر را بر روی آنها می گذارد عبارتند از استان کرمان، سیستان و بلوچستان و هرمزگان. شکل ۱ نواحی مورد مطالعه در این مقاله را نشان می دهد. هدف از این مطالعه مدلسازی بارشهای ناشی از مونسون در جنوب شرق ایران می باشد؛ اما در حین تحقیق اثرات همرفت با طرحواره های مختلف مانند *Emanuel* و *Grell A.S.*، *Kuo* بر میزان بارندگی نیز بررسی شد.

### ۲- توصیف مدل:

نسخه اولیه NCAR/RegCM در مرکز تحقیقات علوم جوی دانشگاه پنسلوانیا در سال ۱۹۸۰ تهیه شد (Dickinson et al 1989, Giorgi 1989). دینامیک این مدل عمدتاً مبتنی بر فرضیات مدل MM4 است. در این مدل پارامتریزه کردن فرآیندهای فیزیکی سطح زمین با استفاده از طرحواره BATS1E (طرحواره تبادل اتمسفر - بیوسفر<sup>۱</sup>) که جزئیات آن را

<sup>1</sup> Biosphere Atmosphere Transfer Scheme

دیکنسون<sup>۱</sup> بیان کرده است، انجام شده است. بارش همرفتی با استفاده از یکی از چهار طرح زیر محاسبه می شود: (۱) طرحواره گرل<sup>۲</sup> - طرحواره کیو<sup>۳</sup> - طرحواره بتز-میلر<sup>۴</sup>. - طرحواره امانوئل<sup>۵</sup>. در پارامترسازی گرل یکی از دو فرض Arakawa - Schubert و Fritsch - Chappell به کار رفته است:

برای اجرای مدل RegCM3 به داده های توپوگرافی، پوشش زمین، داده های Reanalysis و داده های SST نیاز داریم. برای داده های شرایط مرزی از NNRPI استفاده شد. این داده ها در مرکز NCEP<sup>۶</sup> با دقت ۲/۵ درجه از سال ۱۹۴۸ تا ۲۰۰۱ موجود می باشند. داده های توپوگرافی داده های GTOPO30 با دقت ۱۰ دقیقه، داده های پوشش سطحی و جنس خاک GLCC<sup>۷</sup> با دقت ۱۰ دقیقه و داده های سطح آب OISST<sup>۸</sup> می باشند. دوره شبیه سازی تابستان ۱۹۹۵ (ژوئن تا اوت) انتخاب شد. در این مطالعه مرکز دامنه مدل در نقطه ای به طول ۷۰ درجه شرقی و عرض ۲۰ درجه شمالی قرار داده ایم. با این انتخاب بخش عمده ای از فعالیتهای مونسون هندوستان در ناحیه مورد مطالعه قرار می گیرد. گام مکانی و زمانی در شبیه سازی به ترتیب ۵۰ کیلومتر و ۱۵۰ ثانیه می باشد که ۸۰ نقطه شبکه در جهت شمال-جنوب و ۱۰۰ نقطه در جهت شرق-غرب وجود دارد. بطور کلی دامنه شبیه سازی مدل شامل مناطقی از اقیانوس هند و قسمتهایی از هیمالیا و ایران می باشد. ما از ۳ طرحواره همرفتی برای اجرای مدل استفاده کرده ایم (جدول ۱).

### ۳- نتایج

شکل ۲ مقایسه ای بین خروجی های مدل با ۳ طرحواره مختلف و داده های CRU را نشان می دهد (شکل ۲ ناحیه محدود شده ای از دامنه مدل می باشد). در مقایسه نقشه ها مشاهده می شود که الگوهای بارش طرحواره Emanuel شباهت بیشتری با داده های CRU دارد اما از نظر مقدار بارش اختلاف چشمگیری بین آنها وجود دارد. برای بررسی و ارزیابی خطای هر کدام از اجراها، از روش آماری استفاده شده است و قدرت کلی مدل با محاسبه بایاس و خطای مطلق میانگین MAE، بین داده های CRU به عنوان مرجع و داده های شبیه سازی شده محاسبه شده است. مقدار بایاس و خطای مطلق با استفاده از معادلات زیر به دست می آید:

$$\text{Bias} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i) \quad (1)$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |P_i - O_i| \quad (2)$$

که در آن  $P_i$  و  $O_i$  به ترتیب نشان دهنده داده های مدل شده بارش توسط مدل و داده های CRU هستند. در جدول ۲ مقادیر بایاس و خطای مطلق هر کدام از اجراهای انجام شده برای ماه های مورد نظر نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲ می توان گفت اجرای مدل با طرحواره Emanuel و Grell دارای بایاس مثبت می باشد، اما طرحواره Kuo برای ماههای جولای و اوت دارای بایاس مثبت و برای ماه ژوئن دارای بایاس منفی می باشد. اینطور به نظر می رسد که کمترین مقدار

<sup>1</sup> Dickinson et al. 1993

<sup>2</sup> Grell - 1993

<sup>3</sup> Modified - Kuo

<sup>4</sup> Betts - Miller

<sup>6</sup> Emanuel

<sup>6</sup> National Center for Environmental Prediction

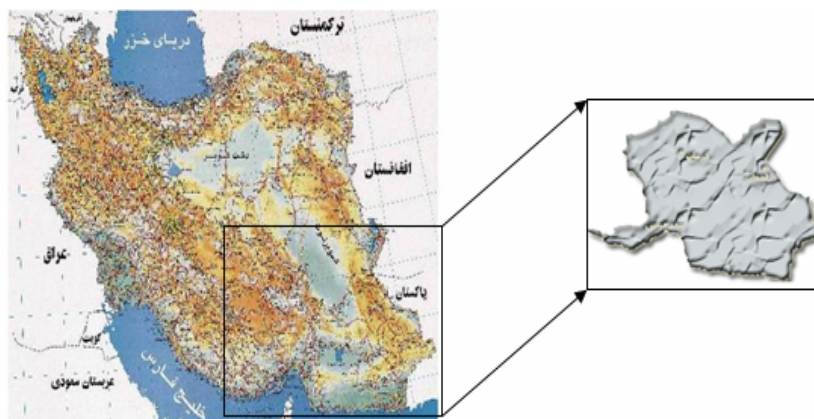
<sup>7</sup> Global Land Cover Characterization

<sup>8</sup> Optimum Interpolated Sea Surface Temperature

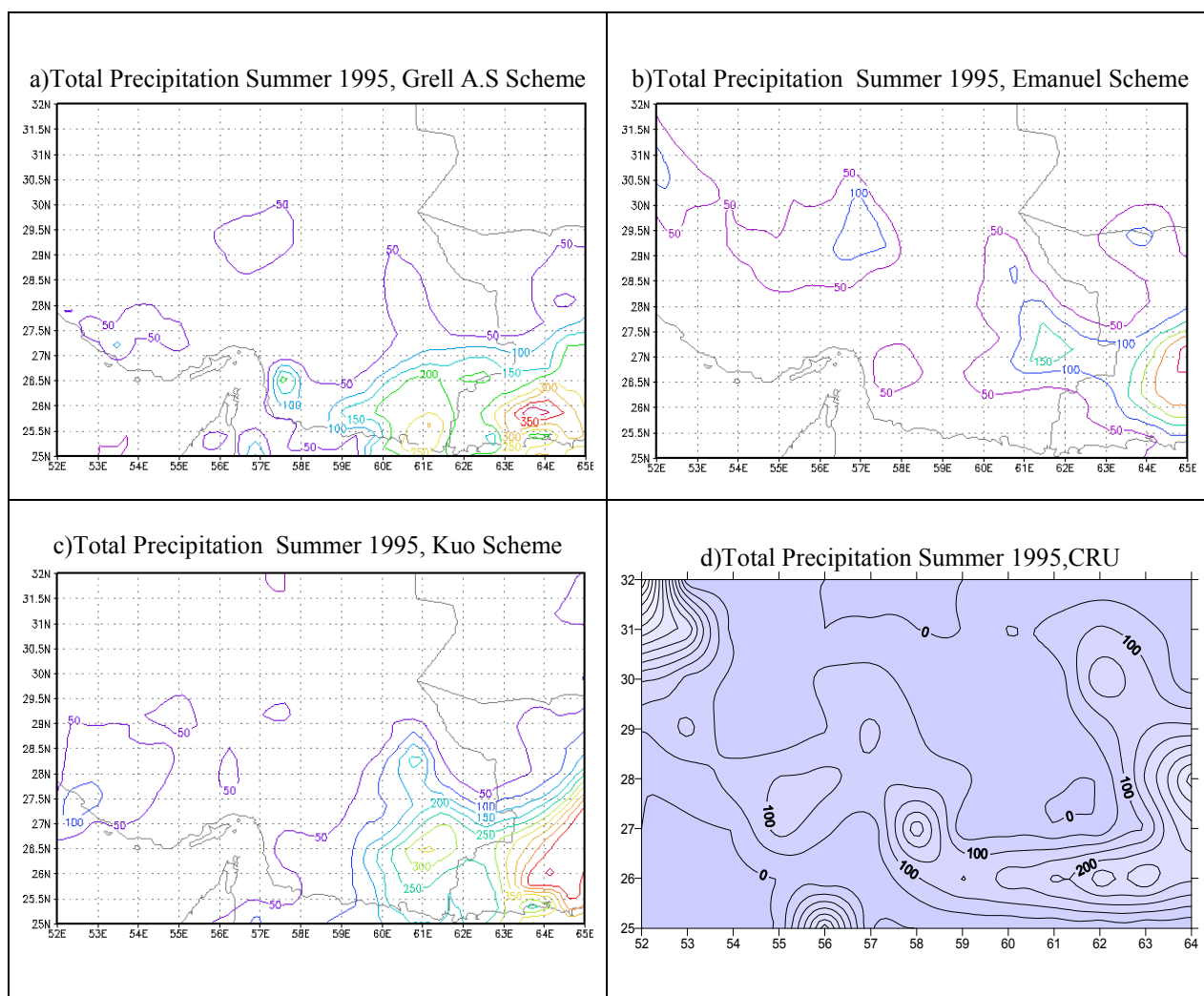
- بایاس در طرحواره Emanuel و حداکثر آن در طرحواره Kuo در ماه اوت بدست می آید. میانگین خطای مطلق در ماه اوت و در طرحواره Emanuel کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است.
- به طور کلی می توان نتایج زیر را از اجرای مدل بدست آورد:
- پیش‌بینی بارش مدل دارای بایاس مثبت می باشد.
  - شباهتی بین الگوی بارش شبیه سازی شده توسط مدل و داده های CRU وجود دارد.
  - طرحواره Emanuel (در منطقه مورد مطالعه و مناطق حاره ای) قابلیت شبیه سازی بهتری را نسبت به دیگر طرحواره ها دارد.
  - مدل با اعمال تصحیحاتی قابلیت شبیه سازی بارشهای مونسون را دارد.

### مراجع:

- 1-Elguindi,N., et.al., 2003,RegCM Version 3.0 User's Guide, Physics of weather and climate group of International centre for theoretical physics
- 2-Giorgi, F.1990, Sensitivity of simulated wintertime precipitation and soil hydrology simulation over the western united states to lower boundary specifications, Atmos.ocean.
- 3-Giorgi, F.1990, Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model, Journal of Climate.
- 4-Giorgi, F.1995, Sensitivity of simulated summertime precipitation over the western United States to different physics parameterizations, Monthly Weather Review.



شکل ۱: نواحی جنوب شرق ایران که تحت تاثیر بارشهای مونسونی تابستانه قرار می گیرد.



شکل ۲- بارش تابستان ۱۹۹۵، (a) طرحواره Grell، (b) طرحواره Emanuel، (c) طرحواره Kuo و (d) داده های مرجع CRU

جدول ۱- شبیه سازیهای صورت گرفته

B. C. and SST	دوره مورد مطالعه	نوع طرحواره همرفتی	ردیف
NNRP1/OISST	تابستان ۱۹۹۵	Grell, $\mathcal{A}$	۱
NNRP1/OISST	تابستان ۱۹۹۵	Kuo	۲
NNRP1/OISST	تابستان ۱۹۹۵	Emanuel	۳

جدول ۲: مقایسه بایاس و میانگین خطای مطلق در اجراهای مختلف

میانگین خطای مطلق			بایاس			میانگین بارش ماهانه			ماه	
Emanuel	Kuo	Grell	Emanuel	Kuo	Grell	CRU	Emanuel	Kuo	Grell	
۳۶/۲۵	۲۸/۴۲	۳۳/۴۸	۱۰/۵۶	-۲۰/۷۵	۱۰/۷۵	۳۰/۴۶	۱۴/۹۰	۴/۱۳	۱۴/۱۳	ژوئن
۶۴/۸۷	۹۰/۴۵	۹۱/۹۵	۱۱/۵	۳۶/۵	۳۰/۴	۴۷/۷۶	۵۲/۵۶	۷۵/۵۴	۷۴/۰۸	جولای
۰/۲۴	۱۰۷/۳۷	۵۱/۳	۱۶/۲۲	۱۰۵/۷۶	۴۹/۸۳	۱/۳۸	۱۸/۰۴	۱۰۶/۸۸	۵۰/۷۶	اوت