

برآورد نوع و مقدار بارش با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور

سهیلا جوانمرد^۱، سحر تاجبخش^۲، جواد بداق جمالی^۳

^۱ عضو هیئت علمی و دانشیار، پژوهشکده هوشناسی،

^۲ عضو هیئت علمی و استادیار، پژوهشکده هوشناسی،

^۳ عضو هیئت علمی و دانشیار، دانشکده محیط زیست،

sohailajavanmard@gmail.com

sahartajbakjsh@gmail.com

javadbodaghjamali@gmail.com

چکیده

در این مطالعه بارش برآورد شده توسط ماهواره TRMM با تفکیک دو نوع رژیم بارشی همرفتی و پوشنی مبتنی بر میزان گرمای نهان آزاد شده در بازه ۱۳ ساله (۱۹۹۸-۲۰۱۰) به صورت ماهانه استخراج گردیدند و هسته‌های پر بارش در مناطق مختلف کشور با هدف کاربری در فعالیت‌های بارور سازی ابرها شناسایی شدند. مهمترین نتایج این مطالعه نشان داد که تمرکز زیاد بارش‌های همرفتی به ترتیب در ارتفاعات شمال غرب کشور، زاگرس میانی و البرز مرکزی می‌باشد. بارش‌های پوشنی نیز الگوی مشابهی با بارش‌های همرفتی دارند اما مقادیر بارش به مراتب کمتر از بارش‌های همرفتی است و در بیشترین و کمترین بارش‌های پوشنی و همرفتی، به ترتیب اختلاف بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی متر در ماه مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد برآورد بارش در منطقه زابل بیشتر از حد انتظار باشد و در منطقه جنوب غرب ایران نیز تخمین مناسبی از برآورد بارش‌ها دیده نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: بارش همرفتی، بارش پوشنی، گرمای نهان و ماهواره TRMM

The estimation of type and amount rainfall using remote sensing techniques

S. Javanmard¹, S. Tajbakhsh², J. B. Jamali³

1- Faculty member and associate Prof. of ASMERC, Sohailajavanmad@gmail.com

2- Faculty member and assistant Prof. of ASMERC, Sahartajbakjsh@gmail.com

3- Faculty member and associate Prof. of Environment University, jbjamali@gmail.com

Abstract

In this study, two types of monthly convective and stratiform rainfall estimation have been derived using TRMM satellite based on rate latent heat release during 13 years (1998-2010) and high rainfall cores were identified over various regions of country aimed at cloud seeding operations usage. The most important results of this study showed that high concentration of convective rainfall are over the high elevations of Northwest, middle of Zagros and Central Alborz respectively. The pattern of stratiform and convective rainfall are similar but the amount of stratiform rainfall is far less than convective rainfall and the difference of the maximum and minimum of stratiform and convective rainfalls have been seen about 100 to 200 mm per month respectively. It seems that the rainfall estimation over Zabol region is overestimate and has not suitable estimation over southwest of Iran.

Keywords: convective precipitation, stratiform rainfall, latent heat and TRMM satellite

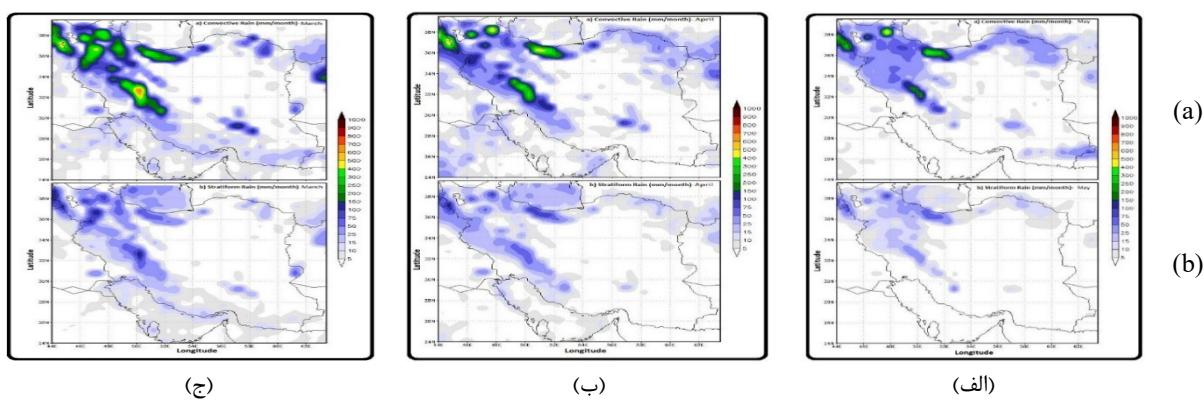
۱ مقدمه

ابرها به شکل‌های گوناگون و در ارتفاعات مختلف جو دیده می‌شوند. علاوه بر تفاوت شکل ظاهری ابرهای پوشنی و همرفتی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در نیمروز قائم گرمای نهان آزاد شده آنها وجود دارد و از این رو ویژگی‌های بارشی متفاوتی دارند (کومرو و بانس، ۱۹۹۸) و به نظر می‌رسد مطالعه گرمای نهان آزاد شده برای شناسایی بارش‌های ناشی از این ابرهاروشن مناسبی باشد. استفاده از فناوری ماهواره‌ها از دهه ۱۹۷۰ به عنوان مکمل دیدبانی‌های زمینی توسعه یافت و پتانسیل جدیدی برای برآورد بهتر و دقیق‌تر پارامترهای مورد نظر در مناطقی که اندازه‌گیری و دیدبانی‌های زمینی محدود هستند، ایجاد شد. (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۵). ماهواره TRMM یکی از مهمترین ابزارهای سنجش از دور برای مطالعات مرتبط با ابرها می‌باشد. تأوه و همکارانش (۲۰۰۱) برای اولین بار از داده‌های بارش ماهواره TRMM در تخمین ساختار گرمای نهان بر فراز مناطق حاره برای ماه فوریه ۱۹۹۸ استفاده کردند. تأوه و همکاران (۲۰۱۰) ویرایش هفتم الگوریتم بارش زمینی

TMI را برای تولیدات ماهواره TRMM بهبود بخشدند. زانگ و همکاران (۲۰۱۰) بر اساس بایابی اطلاعات TRMM نهان سیگنالهای MJO را بررسی نمودند. وانگ و ولف نیز در سال ۲۰۱۲ تخمین بارش های TRMM را با استفاده از اندازه گیری های ایستگاه های زمینی در ایالت فلوریدا ارزیابی نمودند. ناومان و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ شرایط رخداد خشکسالی را در آفریقا با استفاده از داده های TRMM بررسی نمودند. در سال ۲۰۱۵ اقلیم شناسی توفان های تندری به کمک اطلاعات ماهواره TRMM در مناطق حاره ای توسط سیل و همکاران شناسایی شد. لپرت و همکاران نیز در سال ۲۰۱۶ چرخه عمر توفان های حاره ای را به کمک اطلاعات این ماهواره دیدبانی و پایش کردند. ارزیابی بارش های اقیانوسی ماهواره TRMM توسط هندرسون و همکاران در سال ۲۰۱۷ انجام شده است. در ایران نیز حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۱) در صحبت سنگی خروجی این ماهواره با داده های ایستگاه های زمینی نشان دادند که TRMM برای بارش های اندک برآورد بیشتر و برای بارش های زیاد برآورد کمتری از دیدبانی دارد. در مطالعه جوانمرد و همکاران (۲۰۱۰) برای بارش دوره ۲۰۰۶-۱۹۹۸ در ایران از طریق مقایسه داده ماهواره TRMM و داده های ایستگاهی دیده شد که برآورد بارش ماهواره برای نواحی خزر $0/39$ mm/day و برای رشتہ کوه زاگرس $0/15$ mm/day کمتر از میزان دیدبانی می باشد. حاجی میرحیمی و فیضی زاده (۱۳۸۷) با بررسی دقت داده های تولید شده این ماهواره نشان دادند که بین بارش برخی ایستگاه های زمینی در شمال غرب کشور و برآورد بارش سنجنده TRMM رابطه معنی دار $0/73$ برقرار می باشد. با توجه به میزان صحت این اطلاعات بر اساس مطالعات انجام شده، در این مطالعه کوشش شده است با استفاده از داده های ماهواره ای TRMM-TMI انواع بارش همرفتی و پوششی در بازه زمانی بلند مدت ارزیابی و تحلیل شوند و از نتایج آنها برای امکان سنجی بارورسازی ابرها در مناطق مختلف ایران استفاده شود.

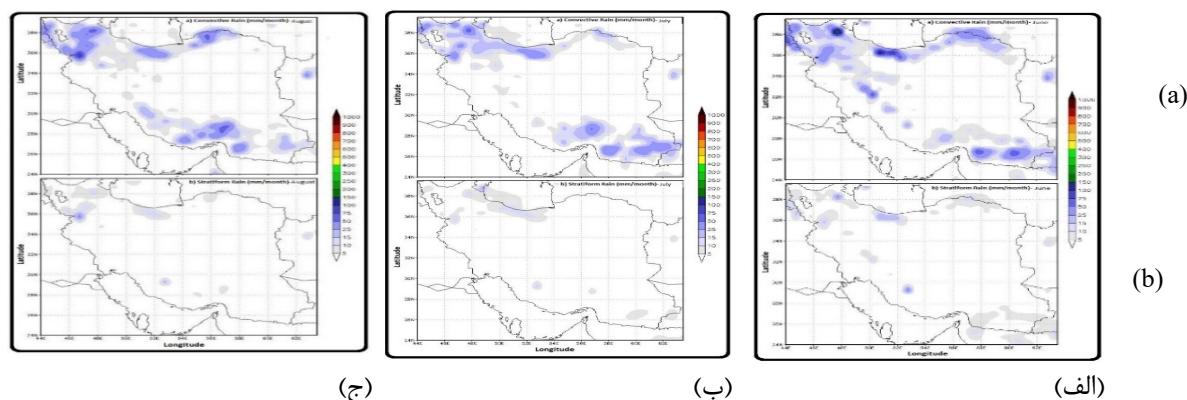
۲ روش تحقیق

به منظور تحلیل توزیع مکانی و زمانی بارش همرفتی و پوششی در سطح کشور، میانگین بلند مدت ماهانه (۱۹۹۸-۲۰۱۰) این بارش ها با استفاده از داده های ماهواره TRMM-3A12 بدست آمد. آهنگ مقادیر بارش ها بر حسب میلی متر بر ماه و تفکیک مکانی آنها $0/5^{\circ} \times 0/5^{\circ}$ می باشد. نتایج حاصل از این بررسی به صورت فصلی نشان می دهد که مقدار بارش همرفتی فصل بهار، در مناطق غرب، شمال غرب و سواحل غربی دریای خزر بیشترین مقدار است(شکل ۳-a-۳). به گونه ای که در ارتفاعات زاگرس میانی بارش دریافتی همرفتی در ماه مارس، به بیش از 70 میلی متر رسیده است و یک هسته با بیشینه بارش تقریباً 500 میلی متر در فراز سهند مشاهده می شود. هسته های پر بارش با مقادیر تا 400 میلی متر به صورت هسته های پراکنده بر روی سبلان، دماوند و ارتفاعات شمالی آذربایجان نیز مشاهده می شوند. الگوی بارش پوششی نیز الگوی مشابه بارش همرفتی است و بیشینه آن به 150 میلی متر در ارتفاعات زاگرس می باشد(شکل ۳-b-۳). در ماه های آوریل و می از مقدار بارش کاسته می شود به گونه ای که در نقشه بارش پوششی ماه می، بیشینه بارش به 75 تا 100 میلی متر در منطقه رشتہ کوه البرز مرکزی محدوده شده است(شکل ۳-b-۳-ج).

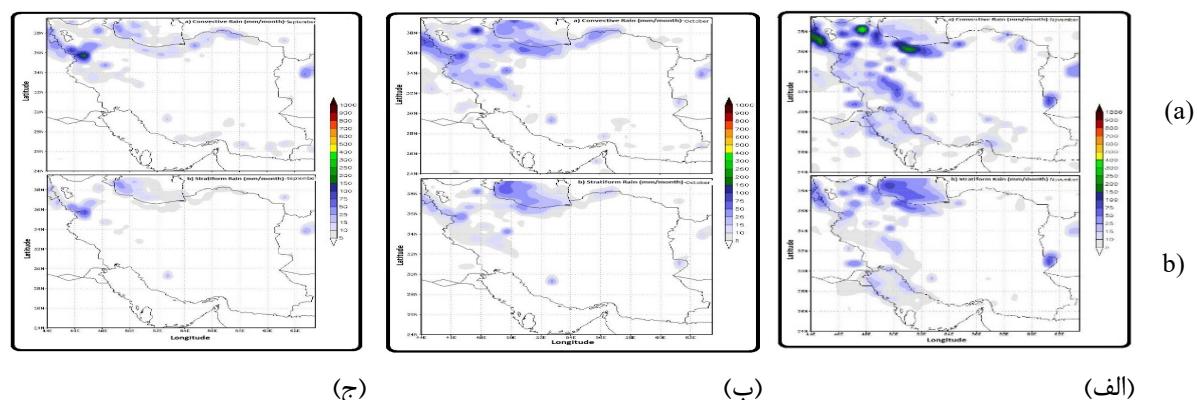


شکل ۳: الگوی مکانی میانگین ماهانه آهنگ بارش همرفتی (a) و پوششی (b) در فصل بهار در سطح زمین بر حسب میلی متر بر ماه (الف)- مارس (ب)- آوریل (ج)- می طی دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ بر روی کشور ایران

با شروع فصل گرم و فعالیت جریان موسمی همراه با کم فشار گرمایی از سرخ و جنوب شرق ایران، علاوه بر کاسته شدن از مقدار بارش، الگوی مکانی وقوع آنها نیز قدری تغییر می‌کند به گونه‌ای که با انتقال رطوبت از کشورهای همسایه شرقی، شکل گیری هسته‌های بارشی در سرخ و جنوب شرق ایران دیده می‌شود (شکل‌های a-۴ و b-۴). به این ترتیب علاوه بر ارتفاعات رشته کوه‌های البرز و زاگرس، ارتفاعات آزادگان-بینالود (شمال شرق ایران) و بشاغرد (جنوب شرق ایران) نیز هسته‌هایی از بارش همرفتی مشاهده می‌شود (شکل a-۴-الف تا a-۴-ج). در نقشه مربوط به بارش پوشانی چنانچه مشاهده می‌گردد کاهش شدیدی رخ داده است و هسته‌های کوچک با بارش تقریباً ۲۵ میلی متر دیده می‌شوند (شکل b-۴-الف). در ماه های ژوئیه و اوت تقریباً هیچ گونه فعالیت بارشی همراه با ابرهای پوشانی در منطقه روئیت نمی‌شود (شکل های b-۴-ب و b-۴-ج).



شکل ۴: الگوی مکانی میانگین ماهانه آهنگ بارش همرفتی (a) و پوشانی (b) فصل تابستان در سطح زمین بر حسب میلی متر بر ماه (الف)- ژوئن (ب)- ژوئیه (ج)- اوت طی دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ بر روی کشور ایران

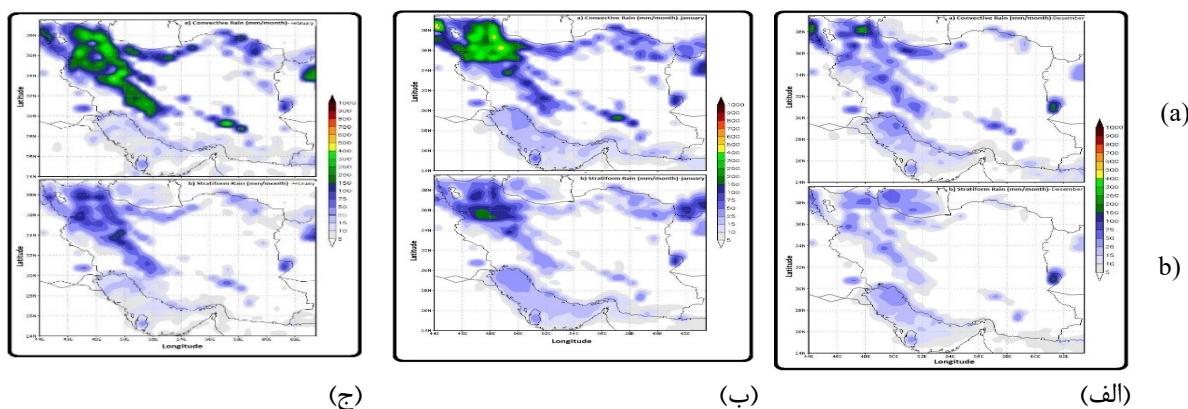


شکل ۵: الگوی مکانی میانگین ماهانه آهنگ بارش همرفتی (a) و پوشانی (b) فصل پاییز در سطح زمین بر حسب میلی متر بر ماه (الف)- سپتامبر (ب)- اکتبر (ج)- نوامبر طی دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ بر روی کشور ایران

با گذر از فصل تابستان و تضعیف کم فشار گرمایی و اثرات موسمی در ایران، هسته‌های بارشی همرفتی جنوب شرق کشور از بین می‌روند و بشینه فعالیت‌های بارشی به مناطق مرتفع شمال و غرب ایران محدود می‌شود. به گونه‌ای که در ماه سپتامبر مرکز پربارش با مقدار بشینه ۲۰۰-۲۵۰ میلی متر در ارتفاعات البرز و سبلان دیده می‌شود (شکل a-۵-الف). با توجه به سرد شدن هوا و کاهش دما در ماه‌های اکتبر و نوامبر، شدت فعالیت‌های همرفتی نیز محدود می‌شود و الگوی بارش همرفتی در این دو ماه (اکتبر و نوامبر) تمرکز این نوع بارش‌ها را در نواحی شمال‌غرب (سبلان و سندج) و تا حدی شمال کشور (البرز مرکزی) نشان می‌دهد. بارش همرفتی این ماه در بشینه خود به ۱۵۰ میلی متر در حوالی سبلان، سندج و دماوند رسیده است (شکل های a-۵-ب و b-۵-ج). بارش پوشانی در این فصل ناچیز است و هسته بارشی به طور مشخص در غرب دریای خزر (به ویژه برای ماه سپتامبر) متتمرکز شده است. بشینه مقدار بارش برای این ماه حدود ۷۵ میلی متر است (شکل a-۵-ب و b-۵-ج).

الف). این الگو برای ماه های اکتبر و نوامبر نیز همچنان ادامه دارد اما شدت بارش ها بسیار کاهش یافته است. (شکل ۵-ب و ج).

با استقرار زبانه های پرفشار سرد سیبری روی کشور به ویژه در نیمه شمالی، هوای سرد در کل منطقه حاکم می شود و فعالیت های سامانه های زمستانی روی ایران شکل می گیرد. به همین علت، با بررسی نقشه های مربوط به بارش هم رفتی در این فصل دیده شد که مقادیر بیشینه این نوع بارش در شمال غرب ایران متتمرکز شده است. ضمن اینکه برای سواحل جنوبی دریای خزر و دامنه های رشته کوه زاگرس نیز مراکز پرباران مشاهده می شود. همچنین در منطقه زابل، یک هسته بیشینه همراه با هسته های پراکنده ای در جنوب شرق و شمال شرق ایران به چشم می خورد(شکل ۶-a-f). با توجه به افزایش فعالیت سامانه های زمستانی، شرایط برای ایجاد بارش در ژانویه نسبت به سایر ماه های زمستان در بخش های شمال غرب ایران بیشتر می شود. و مناطق زیادی از غرب کشور این فرصت را می یابند که از بارش های این ماه بهره مند گردند(شکل ۶-a-b) و در ماه فوریه دامنه فعالیت بارشی به زاگرس جنوبی (ارتفاعات کرمان) نیز کشیده می شود (شکل ۶-a-c). الگوی بارش پوششی در این فصل نیز کم و بیش مشابه الگوی بارش هم رفتی است اما مقدار بارش به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. در ماه دسامبر در ارتفاعات رشته کوه های البرز و زاگرس، بیشینه بارش ها دیده می شود اما شدت بارش ها در غرب دریای خزر بیشتر است(شکل ۶-b-f). (الف تا ج).



شکل ۶: الگوی مکانی میانگین ماهانه آهنگ بارش هم رفتی (a) و پوششی (b) فصل زمستان در سطح زمین بر حسب میلی متر بر ماه (الف)- دسامبر (ب)- ژانویه(ج)- فوریه طی دوره ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ بر روی کشور ایران

۳ نتیجه‌گیری

بارندگی به عنوان یکی از مهمترین پدیده های جوی و بارش های حاصل یکی از بنیادی ترین عناصر اقلیمی تلقی می شود. تغییرات زمانی و مکانی بارش می تواند ویژگی های محیطی هر ناحیه جغرافیایی را کنترل کند. تخمین بارندگی بوسیله داده های ماهواره ای یکی از راهکارهای نوین تولید محصول بارش می باشد. در حال حاضر محصول های بارندگی بدست آمده از ماهواره TRMM به طور قابل ملاحظه ای در مطالعات هواشناسی به کار برده می شوند. هدف مقاله حاضر بررسی جدایانه بارش های هم رفتی و پوششی رخ داده در کشور برای دوره آماری ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰ میلادی به منظور کاربرد آنها در پروژه های بارور سازی ابرها می باشد. داده های مرتبط از منابع اطلاعاتی موجود در ماهواره یاد شده دریافت شده اند. این داده ها مطابق الگوریتم تفکیک دو نوع رژیم بارشی هم رفتی و پوششی که مبتنی بر گرمای نهان تبخیر می باشد، تفکیک شده اند. بررسی برآورد بارش در بازه زمانی یاد شده نشان می دهد که بیشترین بارش ها در تمامی فصول در ارتفاعات شمال غرب ایران رخ می دهد. مناطق زاگرس و البرز مرکزی نیز در اولویت دوم قرار دارند. گردش های تابستانی انتقال رطوبت را در این فصل سال به زاگرس جنوبی نیز کشانده است. الگوی بارش های هم رفتی و پوششی در تمام فصول تقریباً یکسان است اما مقدار بارش های پوششی به مراتب کمتر از بارش های هم رفتی است. برآورد بارش در منطقه جنوب غرب ایران توسط سنجنده ماهواره TRMM مشاهده نشده است و در منطقه زابل نیز بارش ها بیشتر از انتظار برآورد شده است که به نظر می رسد باید مطالعه بیشتری در این زمینه انجام شود.

منابع

- ۱) حاجی میرحیمی، م. و فیضی راده، ب.، ۱۳۸۷، بررسی دقت داده های رادار زمینی و TRMM در برآورد بارش.
- ۲) حجازی زاده، ز. و کریمی، م. و ضیاییان، پ. و رفعتی، س.، ۱۳۹۳، بررسی سامانه های همرفتی میان مقایس با استفاده از تصاویر دمای درخشندگی در جنوب غرب ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره ۳۲، ۴۵-۶۹.
- ۳) کاویانی، م. علیجانی، ب.، ۱۳۸۵. مبانی آب و هواشناسی. چاپ پنجم. تهران. انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب دانشگاهی (سمت).

- Cecil, D., J., D., E. Buechler, and R., J. Blakeslee, 2015, TRMM LIS Climatology of Thunderstorm Occurrence and Conditional Lightning Flash Rates, *Journal of Climate*, Vol. 28, No. 16, pp 6536-6547.
- Henderson, D., S., Ch., D. Kummerow, D., A. Marks, and W., Berg, 2017, A Regime-Based Evaluation of TRMM Oceanic Precipitation Biases, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Vol. 34, No. 12, pp 2613-2635
- Javanmard, S., A. Yatagai, M. I. Nodzu, J. Bodaghjamali, H. Kawamoto, 2010, Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimates of TRMM-3B42 over Iran, *Adv. Geosci*, 25, 119-125.
- Kummerow, C and Baanes, W. 1998. "The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Sensor Package". *Journal of Atmospheric and Oceanic technology*. vol.15: 809-817
- Leppert II K., D., and D., J. Cecil, 2016, Tropical Cyclone Diurnal Cycle as Observed by TRMM, *Monthly Weather Review*, Vol. 144, No. 8 , pp 2793-2808
- Naumann, G., P. Barbosa, H. Carrao, A. Singleton, and J. Vogt, 2012, Monitoring Drought Conditions and Their Uncertainties in Africa Using TRMM Data, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol. 51, No. 10, pp 1867-1874
- Tao, W.K. Lang, S. Olson, W.S. Yang, S. Simpson, J. Kummerow, C. Smith, E. 2001. "Retrieved Vertical Profiles of Latent Heat Release Using TRMM Rainfall Products for February 1988". *Journal of applied Meteorology*. 40(6): 957-982.
- , Y. N. Takayabu, S. L., S. Shige, W. Olson, A. Hou, G. Skofronick-Jackson, X. Jiang, C. Zhang, W. Lau, T. Krishnamurti, D. Waliser, M. Grecu, P. E. Ciesielski, R. H. Johnson, R. Houze, R. Kakar, K. Nakamura, S. Braun, S. Hagos, R. Oki, and A. Bhardwaj, 2016, [TRMM Latent Heating Retrieval: Applications and Comparisons with Field Campaigns and Large-Scale Analyses](#), Meteorological Monographs, Vol. 56, pp 2.1--2.34.
- Wang J.and D., B. Wolff, 2012, Evaluation of TRMM Rain Estimates Using Ground Measurements over Central Florida, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol. 51, No. 5, pp 926-940
- Zhang, Ch., J., Ling, S., Hagos, W., Tao, S., Lang, Y., N. Takayabu, Sh., Shige, M., Katsumata, W., S. Olson, and T., L'Ecuyer, 2010, MJO Signals in Latent Heating: Results from TRMM Retrievals, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 67, No. 11 , pp 3488-3508.