

# انتشار نقشه بارش جهانی در کمترین فاصله زمانی بعد از وقوع با استفاده از ماهواره TRMM<sup>(۱)</sup> و سایر ماهواره‌ها

مهرانگیز رضایی

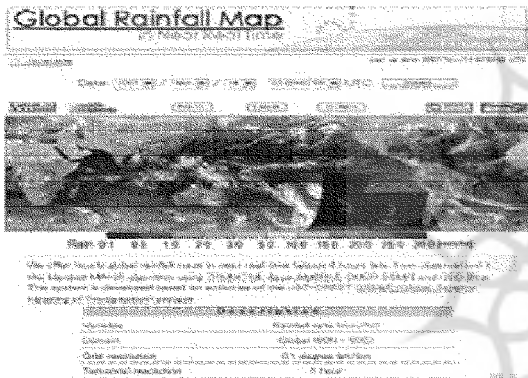
دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور دانشگاه تهران

هما رستمی

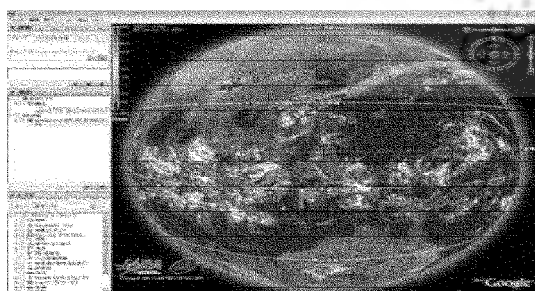
دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران

## چکیده

SSM/I بر روی DMSP-F8 نصب و پرتاب گردید. در حال حاضر دو تا سه سنجنده F15, F14, F13 فعال می‌باشد.



نگاره (۱): نقشه جهانی بارش در نزدیکترین فاصله زمانی بعد از وقوع که می‌توان تصاویر توزیع آخرین بارش را از طریق آن مشاهده کرد. همچنین تصاویر گذشته و یا تصاویر توزیع بارش ۲۴ ساعته را به صورت متحرک در سایت مربوطه جستجو کرد.



نگاره (۲): نمونه سایت JAXA/EORC و نقشه بارش جهانی در نزدیکترین زمان وقوع می‌باشد که در سایت Google Earth نیز قابل دسترسی است. نگاره (۲) توزیع بارش در ساعت صفر گرینویچ در روز ۷ نوامبر ۲۰۰۷ را نشان می‌دهد. تصاویر ابر توسط سازمان‌های NOAA و JMA و EUMESAT و JWA فراهم شده است.

این نقشه‌ها به دو زبان انگلیسی و ژاپنی قابل دسترسی است. نگاره (۱) توزیع بارش در ساعت صفر گرینویچ در روز ۷ نوامبر ۲۰۰۷ را نشان

مركز پژوهشی دیده‌بانی زمین (EORC) مربوط به آژانس تحقیقاتی هوافضای ژاپن به تهیه و انتشار نقشه داده‌های تصویری<sup>(۲)</sup> پراکنندگی بارش جهانی با قدرت تفکیک بالا در زمان تقریباً واقعی (حدود ۴ ساعت بعد از مشاهده) در اینترنت اقدام کرده است. نقشه توسط اندازه‌گیری‌های ماهواره‌های دیده‌بانی زمین از جمله ماهواره مأموریت سنجش بارش مناطق حاره‌ای (TRMM) به دست آمده است. داده‌های تصویری هر ساعت به هنگام شده همچنین امکان مشاهده تصاویر متحرک پراکنندگی بارش در طول ۲۴ ساعت را فراهم می‌سازد. JAXA از داده‌هایی که به وسیله تصویربرداری میکروویو (TMI) TRMM که بر روی ماهواره Aqua و سنجنده‌های نصب شده بر روی ماهواره هواشناسی Defence (DMSP) و دیگر ماهواره‌های هواشناسی زمین آهنگ استفاده می‌کند. بر اساس اطلاعات تغییرات مکانی بارش در تصاویر ابر که توسط ماهواره‌های هواشناسی زمین آهنگ ارائه می‌شود امکان تخمین حجم بارش در هر ساعت در داده‌های تصویری فراهم می‌گردد. از دیگر برنامه‌های JAXA به کار بردن این سامانه در پیش‌بینی سیلاب‌هایی می‌باشد که می‌تواند در کاهش خسارت ناشی از سیلاب در کشورهای در حال توسعه و سایر نواحی بسیار مؤثر بوده و همچنین در پیش‌بینی وقوع توفندها<sup>(۳)</sup> و اندازه‌گیری حجم بارش حاصل از آن‌ها به کار گرفته شود.

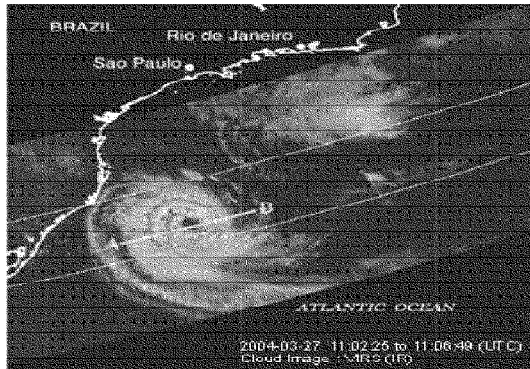
## ماهواره‌ها و سنجنده‌ها

ماهواره مأموریت اندازه‌گیری بارش منطقه حاره (TRMM) در نوامبر ۱۹۹۷ با همکاری آمریکا و ژاپن پرتاب شد که از اهداف مهم آن اندازه‌گیری بارش در نواحی حاره و جنب حاره با استفاده از ۳ سنجنده دیده‌بانی بارش است. این سنجنده‌ها عبارتند از: رادار بارش (PR) توسط ژاپن و تصویربرداری میکروویو TRMM (TMI) و جاروبگر فرسوخ و مرئی (VIRS) توسط آمریکا ساخته شد.

سنجنده AMSR-E ON Aqua: رادیومتر اسکن کننده میکروویو پیشرفته که بر روی ماهواره آمریکایی Aqua نصب شده است در ماه می ۲۰۰۲ پرتاب شد و بدون توجه به شرایط جوی و ساعات روز به وسیله دیده‌بانی دقیقه‌ای امواج رادیویی ارسالی از سطح زمین قادر به اندازه‌گیری حجم بارش و دمای سطح اقیانوس و پراکنندگی یخ بر روی سطح دریا می‌باشد. سنجنده SSM/I ON DMSP: پرتوسنج میکروویو بر روی رده ماهواره‌های هواشناسی Defence نصب شده است. در سال ۱۹۸۷ سنجنده

اولین توفند<sup>(۵)</sup> بر فراز اقیانوس اطلس جنوبی چرخند

حاره‌ای 01L



نگاره (۵)

این توفند که از نوع بسیار نادر بود در جنوب اقیانوس در منطقه‌ای که هیچ چرخند حاره‌ای از سال ۱۹۶۰ تاکنون مشاهده نشده است، توسط ماهواره TRMM و Aqua شناسایی شد. این توفند در ۲۵ مارس در شرق برزیل شکل گرفت و سپس به سمت غرب حرکت کرده و سانتاکاترینا در برزیل را در نوردید. نگاره (۵) میزان بارش در نزدیک سطح زمین را که توسط رادار بارش (PR) اندازه‌گیری شده است را نشان می‌دهد که با تصاویر ابر گرفته شده به وسیله جاروبگرهای فرسرخ و مرئی هم پوشی دارد. رنگ قرمز شدت بارش را نشان می‌دهد. در مرکز توفند بارشی وجود ندارد. توفند در اقیانوس اطلس جنوبی به ندرت رخ می‌دهد زیرا که سرعت باد بین دوتوده هوای بالایی و پایینی بسیار متفاوت است. این حالت نشان می‌دهد که در چنین شرایطی امکان دارد یک چرخند متوسط در درون یک چرخند حاره‌ای گسترش یافته و تغییر کند.

برای شکل گرفتن چرخند شرایطی لازم است: الف) دمای سطح دریا باید بیشتر از ۲۷ درجه سلسیوس باشد (به غیر از نواحی استوایی) و ب) بین دو توده هوای بالا و پایینی اختلاف دمای کمی وجود داشته باشد. در عرض‌های پایینی و اقیانوس آرام جنوبی در نزدیکی پرو غالباً چنین شرایطی نادر است. نمای سه بعدی ساختار بارش که به وسیله رادار بارش اندازه‌گیری شده در نگاره (۶) نشان داده شده است. رأس بارش خیلی بلند بوده و حدود ۸ کیلومتر می‌باشد اما نواحی دارای بارش شدید (با رنگ قرمز، زرد و سبز) در نواحی بیرون از چشم توفند<sup>(۶)</sup> قابل تشخیص است.

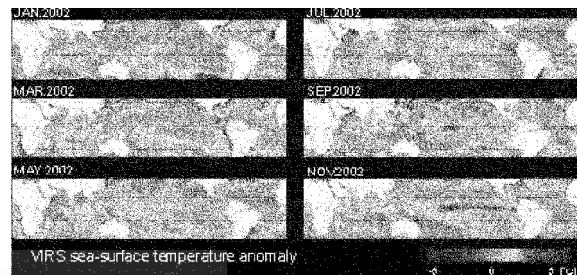


نگاره (۶)

می‌دهد. تصاویر ابر توسط اداره هواشناسی ژاپن (JMA) و سازمان اروپایی کاربرد ماهواره‌های هواشناسی (EUMESAT) و NOAA (سازمان ملی جوی و اقیانوسی آمریکا) فراهم شده است.

مراحل شکل‌گیری ال نینو سال ۲۰۰۲ اندازه‌گیری شده به

وسيله TRMM

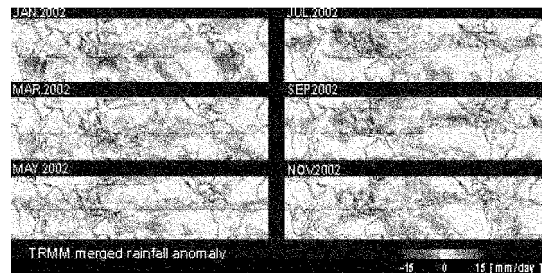


نگاره (۳)

نقشه‌های نگاره (۳) توسط TRMM با اندازه‌گیری نوسان دمای سطح دریا (SST) و توزیع بارش ناشی از پدیده ال نینو در دوره گرم از ژانویه تا نوامبر ۲۰۰۲ در هر ۲ ماه به دست آمده است. نگاره (۳) میانگین ناهنجاری‌های ماهانه دمای سطح دریا را نشان می‌دهد که به وسیله VIRSP اندازه‌گیری شده است.

از اوایل ۲۰۰۲ در غرب اقیانوس آرام منطقه حاره‌ای که بالاتر از سال‌های نرمال بوده به تدریج به سمت شرق تغییر جهت می‌یابد. در نوامبر دمای سطح دریا بر فراز شرق و مرکز اقیانوس آرام منطقه حاره ۲ تا ۳ درجه سلسیوس بیشتر از حالت نرمال افزایش یافته و ال نینو به مرحله بلوغ می‌رسد. نواحی زرد و قرمز دمای سطح دریا بالاتر از سال‌های نرمال را نشان می‌دهد.

در نگاره (۴) نواحی باددای آب بالاتر در نواحی حاره کاملاً با نواحی بارش‌های سنگین که در نگاره (۱) نشان داده شد، مطابقت دارد. تداوم فاز گرم ال نینو تا فوریه ۱۹۹۸ دمای آب بالاتر از نرمال را در شرق و دماهای پائین‌تر از به هنجار را در غرب اقیانوس آرام نشان می‌دهد.



نگاره (۴)

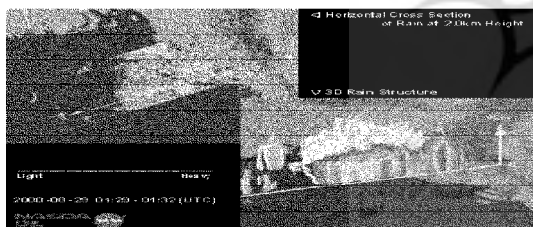
تغییر مکانی نواحی بارش حداکثر در نواحی حاره‌ای که باوردش<sup>(۴)</sup> فعالیت‌های همرفتی در ارتباط است شرایط جوی کره زمین را کاملاً تحت تأثیر قرار می‌دهد.

توفند توراجی توسط سنجنده (pr) در ساعت ۱۸:۲۴ روز ۲۹ ژوئیه ۲۰۰۱ شناسایی شد. بخش سمت چپ نگاره (۹): مقطع افقی ساختمان بارش در عرض ۶ کیلومتری روی GMS تصویر ابرها اضافه شده است و بخش سمت راست شکل مذکور: ساختار سه بعدی بارش مربوط به بخش چپ نگاره (۹) می باشد.

توفند متوسط مقیاس توراجی در تایوان ایجاد و در اثر بارش های سیل آسا و بادهای شدید منجر به خسارت های زیاد در نواحی مختلف این کشور گردید. ناحیه نانتو<sup>(۷)</sup> با ۱۱۹ نفر کشته و ۲۱۴ نفر ناپدید شده بیشترین آسیب را متحمل شد.

### خسارات ناشی از سیل بنگلادش

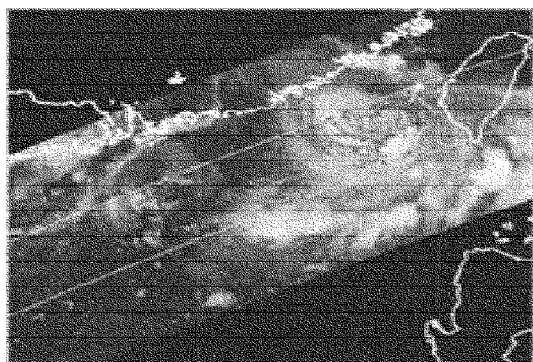
بارش سنگین در خلیج بنگلادش در طی فصل موسمی تابستانه آسیا: نگاره (۱۰) رخداد بارش سنگین را در نزدیک خلیج بنگال نشان می دهد که توسط (PR) در ساعت ۱:۲۹ تا ۱:۳۲ در ۲۹ اوت ۲۰۰۱ اندازه گیری شده است. بخش سمت چپ نگاره (۱۰) مقطع افقی بارش در ۲ کیلومتری را نشان می دهد. بخش سمت راست نگاره مذکور مقطع قائمی از امتداد خط A-B در تصویر سمت چپ نگاره (۱۰) است که نشان دهنده بارش سنگین در ساحل بنگلادش و میانمار می باشد. در سال ۲۰۰۰ موسمی های تابستانی با ایجاد امواج مرتفع، بارش های شدید تابستانی و توفان بر فراز جزایر و سواحل بنگلادش خسارت های زیادی را در پی داشتند.



نگاره (۱۰) توفان و سیلاب در بنگلادش و میانمار

### مراحل شکل گیری چرخنده حاره ای

از دیگر توانایی های ماهواره TRMM، نمایش مراحل مختلف شکل گیری چرخنده حاره ای می باشد.



نگاره (۱۱)



نگاره (۷)

بخار آب موجود در هوا نشان داده شده است که به وسیله سنجنده AMSR-E نصب شده بر روی Aqua اندازه گیری شده است.

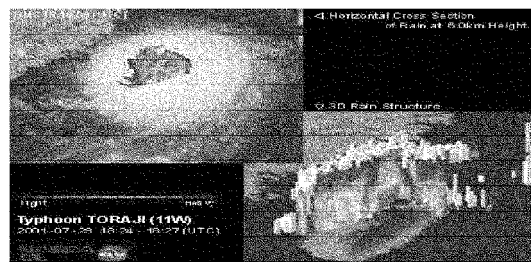
بارش سنگین نیز در جایی رخ می دهد که بخار هوا زیاد باشد. رنگ قرمز و زرد حجم بالای بخار آب موجود در هوا را نشان می دهد که به شکل مارپیچی در حول توفند وجود دارد. این توفند ساختمان ویژه ای نسبت به یک چرخنده حاره ای دارد زیرا که شدت بارش بیرون از چشم توفند و میزان بخار آب موجود در هوا بسیار زیاد است. ناحیه خاکستری در مرکز توفند نشان می دهد که سنجنده AMSR-E به علت بارش سنگین قادر به اندازه گیری بخار آب موجود در هوا نبوده است.

### توفند داناس ۱۰ سپتامبر ۲۰۰۱



نگاره (۸)

توفند داناس در ساعت ۲۳ و ۱۶ دقیقه روز ۱۰ سپتامبر ۲۰۰۱ توسط (PR) مشاهده شد. تصویر سمت چپ مقطع افقی ساختار بارش از توفند توراجی در ارتفاع ۲ کیلومتری اضافه شده روی GMS تصویر ابرها می باشد. بخش سمت راست: ساختار سه بعدی بارش توفند مذکور می باشد. توفند داناس در کاماکورا شکل گرفت و سپس به توکیو رسید. این توفند سرعت کمی داشته و در نواحی مرتفع کانتو بیش از ۳۰۰ میلیمتر بارش به همراه داشت. در اثر این توفند دو نفر کشته و در اثر ریزش روانه های گل ناشی از آن ۴ نفر ناپدید شدند.



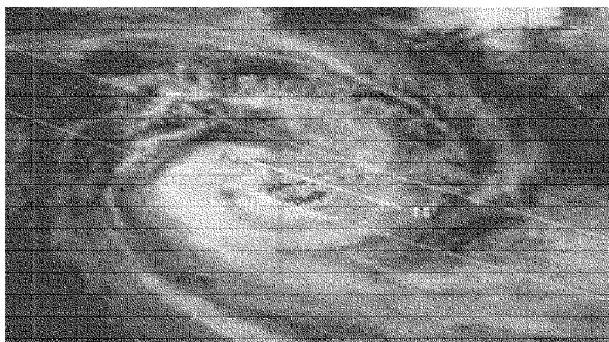
نگاره (۹): توفند توراجی و ساختار بارشی آن (۲۹ ژوئیه ۲۰۰۱)

## الف) مرحله شکل‌گیری

نگاره‌های (۱۱) و (۱۲) یک چرخنده حاره‌ای را نشان می‌دهند که در جنوب غربی تایوان در ژوئیه ۱۹۹۸ شکل گرفت.

بارش سبک، بارنگ آبی در نواحی شمالی و شرقی چشم چرخند نشان داده شده است.

نگاره (۱۱) این چرخند بعد از ۱۰ ساعت به تکامل رسید (نگاره ۱۲). قسمت‌های بارنگ قرمز نشان‌دهنده بارش‌های سنگین می‌باشد. این چرخند بعد از ۱۰ ساعت به صورت توفند شماره یک در ۱۹۹۸ درآمد.



نگاره (۱۴)

### نتیجه

استفاده از فناوری‌های ترسیم نقشه با قدرت بالای تفکیک فضایی - زمانی که توسط آژانس علوم و فناوری ژاپن (JST) به وسیله رادار بارش (PR) که بر روی TRMM نصب شده است، امکان دسترسی به آخرین و جدیدترین نقشه‌های بارش، امکان مشاهده رژیم بارش در دوره زمانی کوتاه چندساعته تا چند روزه، به هنگام سازی نقشه‌های همباران قدیمی، مشاهده نقشه‌های بارش‌های رگباری و سیل‌آسا و ترسیم درست نقشه‌های همباران در نواحی کوهستانی را برای کاربران فراهم می‌سازد.

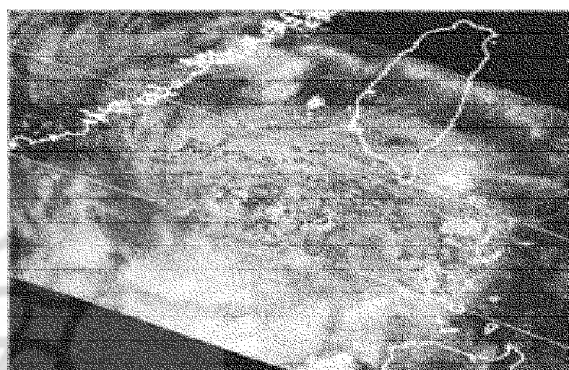
همچنین وجود چنین سامانه‌ای برای مناطقی نظیر کشورهای در حال توسعه آسیا که داده‌های مکانی بارش را در اختیار ندارند، جهت پیش‌بینی مقدار بارش توفندها و نیز بارش‌های سیل‌آسا که خسارات مالی و جانی بسیاری را به جای می‌گذارد، بسیار ضروری می‌باشد.

### منبع

JAXA/EORC Global Rainfall Map in Near Real Time:  
<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMap/index.htm>

### پی‌نوشت

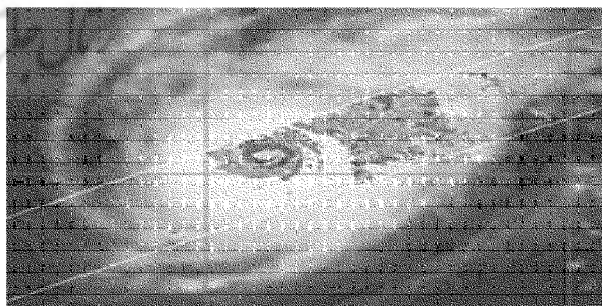
- 1- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)
- 2- Image Data
- 3- Typhoon
- 4- Variation
- 5- Hurricane
- 6- Storm eye's
- 7- Nantou
- 8- Paka
- 9- Pam



نگاره (۱۲)

## ب) مرحله بلوغ

در نگاره (۱۳) تیفون پاکا<sup>(۸)</sup> دیده می‌شود که در دسامبر ۱۹۹۷ به جزیره گوآم خسارت زیادی را وارد کرد. در منطقه چشم چرخند بارندگی وجود ندارد و در لبه شرقی چشم که توسط ابرها پوشیده شده بود چندین منطقه نواری شکل با بارش شدید که باندهای بارانی نامیده می‌شوند، مشخص شده است.



نگاره (۱۳)

## ج) مرحله زوال

نگاره (۱۴) توفند پام<sup>(۹)</sup> را نشان می‌دهد که در دسامبر شکل گرفته است. این توفند به علت این که در نیمکره جنوبی شکل گرفته بود دارای حرکت چرخشی ساعتگرد می‌باشد. این توفند حاره‌ای مانند مرحله بلوغ دارای چند باند بارانی در ناحیه شرقی می‌باشد.