

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



نشست علمی:

النینو در راه ایران؟ تغییرات اقلیمی، تهدیدات،

فرصت‌ها و آمادگی برای سازگاری

عباس رنجبر-عضو هیأت علمی پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

مکان: مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده نگری

زمان: روز چهارشنبه ۲۵ شهریورماه ۱۴۰۵

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



رئوس مطالب:

یک چارچوب منسجم: تغییر اقلیم، دورپیوندها، مخاطرات فرین جوی، مواجهه و آسیب پذیری، ریسک، پیامدها، سازگاری و تاب آوری

- ❖ مقدمه‌ای بر سامانه اقلیم جهانی
- ❖ مفهوم ریسک و ریسک‌های جهانی
- ❖ روند تغییرات ریسک‌ها
- ❖ تغییر اقلیم به عنوان یک پیشران ریسک‌ها
- ❖ دورپیوندها
- ❖ وضعیت و پیش‌بینی بی‌هنجاری بارش ماهانه
- ❖ جمع‌بندی

سامانه اقلیم جهانی:

واداشتهای خارجی و طبیعی

جو- آب کره- یخ کره- سنگ کره- زیست کره

واداشتهای انسان ساز

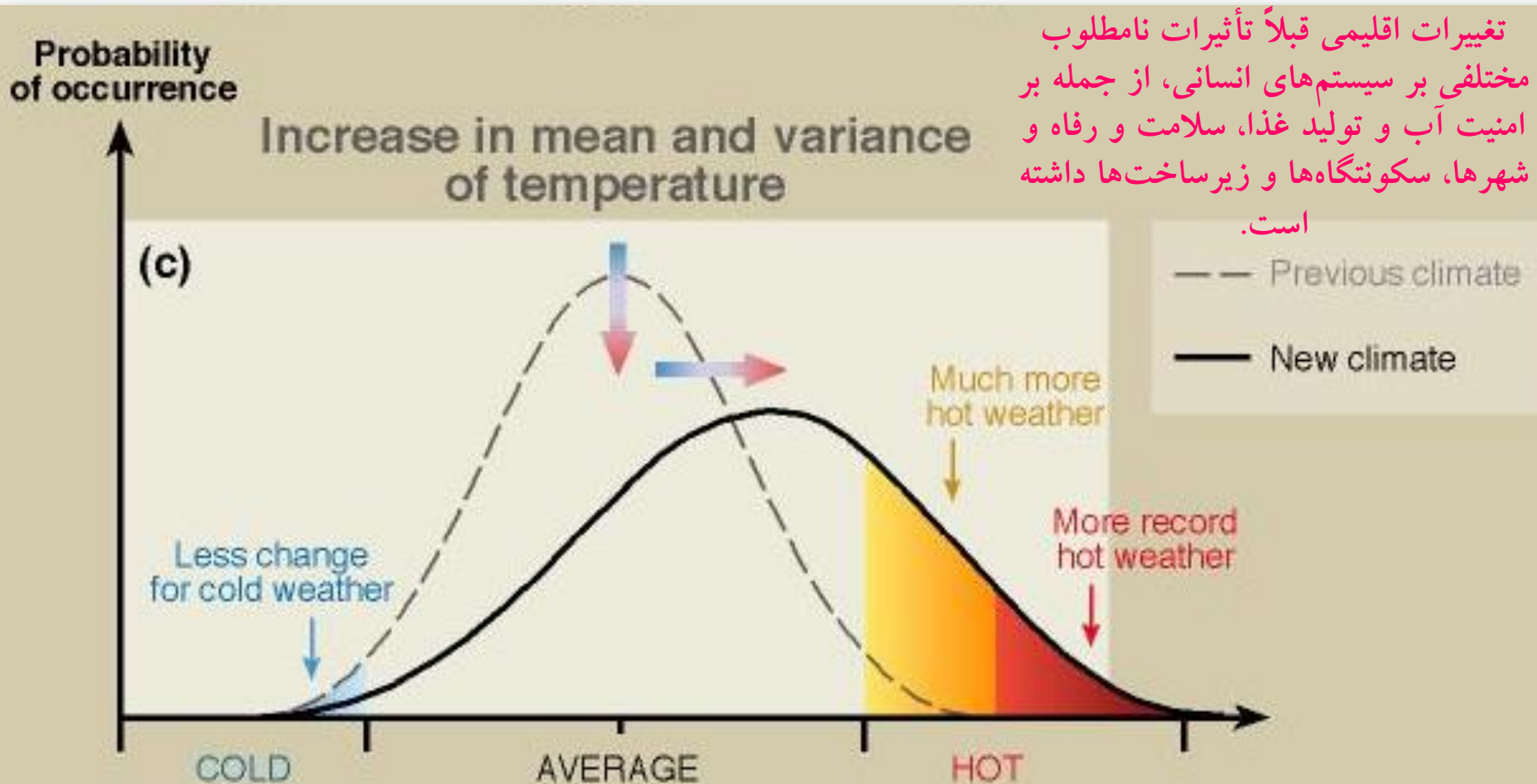
پایش زمین

تغییرات اقلیمی قبلاً اکوسیستمهای زمینی، آب شیرین و اقیانوسی را در مقیاس جهانی تغییر داده و اکنون پیامدها متعدد در مقیاسهای منطقه‌ای و محلی و تأثیرات بر ساختار اکوسیستم، محدوده جغرافیایی گونه‌ها و زمان‌بندی چرخه‌های زندگی فصلی مشهود است

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



گرمایش جهانی، اقلیم جدیدی را ایجاد کرده که در آن تداوم، بسامد و شدت مخاطرات محیطی و **رخدادهای فرین جوی** افزایش یافته است



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

فعالیت‌های انسانی نه تنها موجب گرمایش جهانی و تغییر اقلیم شده است، بلکه هم‌زمان از طریق تغییر کاربری زمین، بهره‌برداری ناپایدار از منابع، جنگل‌زدایی، آلودگی و کاهش تنوع زیستی، آسیب‌پذیری اکوسیستم‌ها و جوامع را افزایش داده‌اند.

مهم‌ترین واداشت‌های انسان‌ساز عبارت‌اند از:

- تغییر کاربری و پوشش زمین
- استفاده ناپایدار از منابع طبیعی
- جنگل‌زدایی
- تخریب زیستگاه‌ها و تکه‌تکه شدن آنها
- کاهش تنوع زیستی
- آلودگی
- مصرف و تولید ناپایدار
- مدیریت ناپایدار زمین، آب و اقیانوس
- توسعه نامتوازن و شهرنشینی
- استقرار نامناسب زیرساخت‌ها در مناطق در معرض خطر

این عوامل سبب می‌شوند که اکوسیستم‌ها ظرفیت کمتری برای مقابله با تغییرات اقلیمی داشته باشند.

در نتیجه، تغییر اقلیم و مجموعه دیگر عوامل تاثیر گذار، یکدیگر را تقویت می‌کنند.

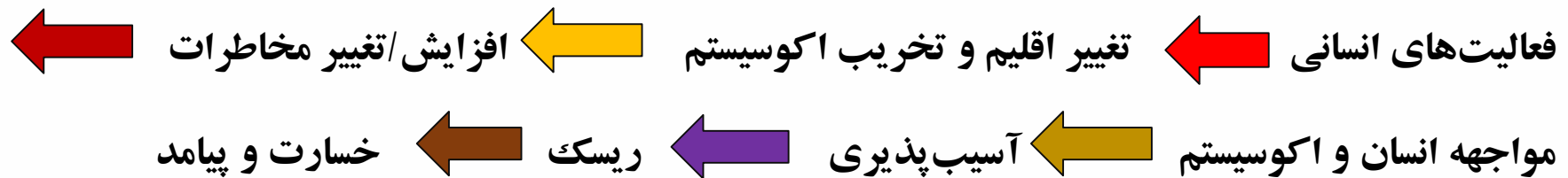
پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



بر این اساس بصورت یک اصل کلی:

تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی به همراه تخریب اکوسیستم‌ها و کاهش تنوع زیستی، یک سامانه به هم پیوسته از خطرات و ریسک‌های نوظهور ایجاد کرده است.

جامعه انسانی، اقلیم و اکوسیستم‌ها به صورت متقابل و پیوسته بر یکدیگر اثر می‌گذارند؛ بنابراین نمی‌توان پیامدهای تغییر اقلیم را صرفاً به تغییر در متغیرهای جوی محدود کرد.



اما این زنجیره یک طرفه نیست، زیرا پاسخ‌های انسانی نیز می‌توانند خطر را کاهش دهند یا برعکس، از طریق ناسازگاری، آسیب‌پذیری و ریسک را افزایش دهند.

**گرمایش جهانی و تغییر اقلیم یک مخاطره جدی و ریسک
محوری بوده که به عنوان علل، محرک و پشران
بسیاری از ریسک‌ها، بویژه ریسک‌های محیطی و
رخداد مخاطرات فرین جوی محسوب می‌شود.**

مفهوم ریسک مخاطرات

ریسک به عنوان پتانسیل پیامدهای نامطلوب برای سامانه‌های انسانی یا اکولوژیکی (محیط زیستی) تعریف می شود.

مخاطره به عنوان وقوع بالقوه یک رویداد یا روند فیزیکی طبیعی یا انسانی که ممکن است منجر به از دست دادن جان، جراحت یا سایر اثرات سلامتی و همچنین آسیب و زیان به اموال، زیرساخت‌ها، معیشت، ارائه خدمات، اکوسیستم و منابع محیط زیستی شود

$$\text{ریسک مخاطرات} = f(\text{آسیب پذیری و مخاطره سرمایه‌ها})$$

ریسک تابعی است از مخاطره، آسیب پذیری و سرمایه‌های مادی و انسانی در معرض خطر

انواع طبقه‌بندی ریسک‌های جهانی:

۱- محیطی

۲- اقتصادی

۳- اجتماعی

۴- ژئوپلیتیکی

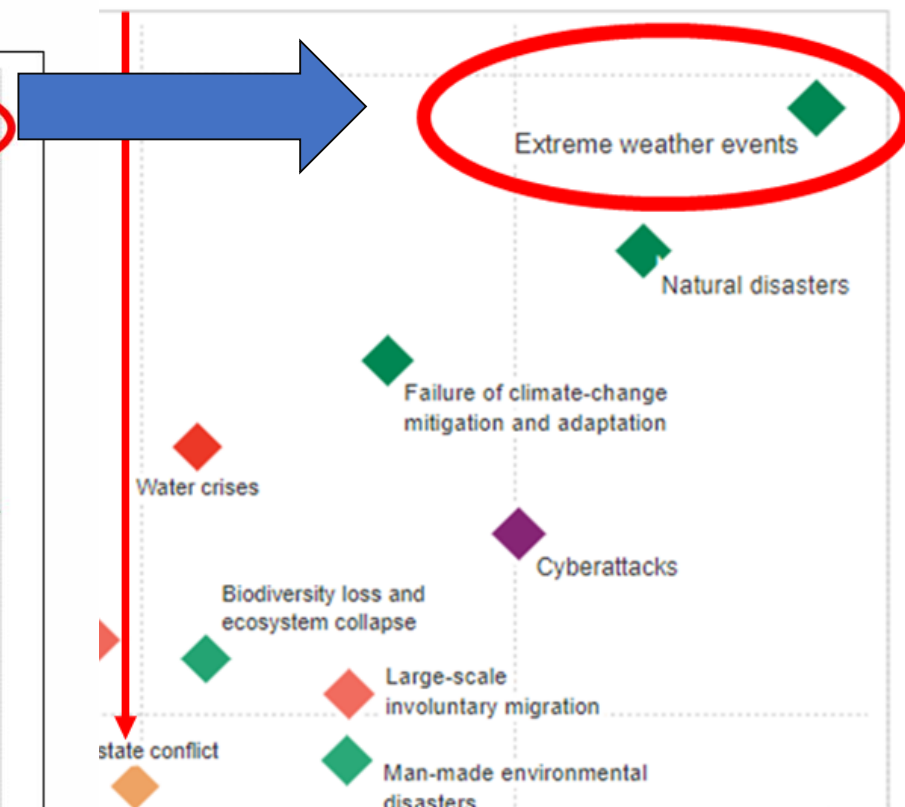
۵- تکنولوژی

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



The Global Risks Report 2019 14th Edition

شدت پیامدها و اثرات



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



Top 5 Global Risks in Terms of Likelihood

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1st	Infrastructure breakdown	Blow up in asset prices	Asset price collapse	Asset price collapse	Storms and cyclones	Income disparity	Income disparity	Income disparity	Interstate conflict	Involuntary migration	Extreme weather	Extreme weather	Extreme weather	Extreme weather
2nd	Chronic diseases	Middle East instability	China economic slowdown	China economic slowdown	Flooding	Fiscal imbalances	Fiscal imbalances	Extreme weather	Extreme weather	Extreme weather	Involuntary migration	Natural disasters	Climate action failure	Climate action failure
3rd	Oil price shock	Failed and failing states	Chronic diseases	Chronic disease	Corruption	Greenhouse gas emissions	Greenhouse gas emissions	Unemployment	Failure of national governance	Climate action failure	Natural disasters	Cyberattacks	Natural disasters	Natural disasters
4th	China hard landing	Oil price shock	Global governance gaps	Fiscal crises	Biodiversity loss	Cyberattacks	Water crises	Climate action failure	State collapse or crisis	Interstate conflict	Terrorist attacks	Data fraud or theft	Data fraud or theft	Biodiversity loss
5th	Blow up in asset prices	Chronic diseases	Deglobalization (emerging)	Global governance gaps	Climate change	Water crises	Population ageing	Cyberattacks	Unemployment	Natural catastrophes	Data fraud or theft	Climate action failure	Cyberattacks	Human-made environmental disasters

Top 5 Global Risks in Terms of Impact

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1st	Blow up in asset prices	Blow up in asset prices	Asset price collapse	Asset price collapse	Fiscal crises	Financial failure	Financial failure	Fiscal crises	Water crises	Climate action failure	Weapons of mass destruction	Weapons of mass destruction	Weapons of mass destruction	Climate action failure
2nd	Deglobalization	Deglobalization (developed)	Deglobalization (developed)	Deglobalization (developed)	Climate change	Water crises	Water crises	Climate action failure	Infectious diseases	Weapons of mass destruction	Extreme weather	Extreme weather	Climate action failure	Weapons of mass destruction
3rd	Interstate and civil wars	China hard landing	Oil and gas price spike	Oil price spikes	Geopolitical conflict	Food crises	Fiscal imbalances	Water crises	Weapons of mass destruction	Water crises	Water crises	Natural disasters	Extreme weather	Biodiversity loss
4th	Pandemics	Oil price shock	Chronic diseases	Chronic disease	Asset price collapse	Fiscal imbalances	Weapons of mass destruction	Unemployment	Interstate conflict	Involuntary migration	Natural disasters	Climate action failure	Water crises	Extreme weather
5th	Oil price shock	Pandemics	Fiscal crises	Fiscal crises	Energy price volatility	Energy price volatility	Climate action failure	Infrastructure breakdown	Climate action failure	Energy price shock	Climate action failure	Water crises	Natural disasters	Water crises

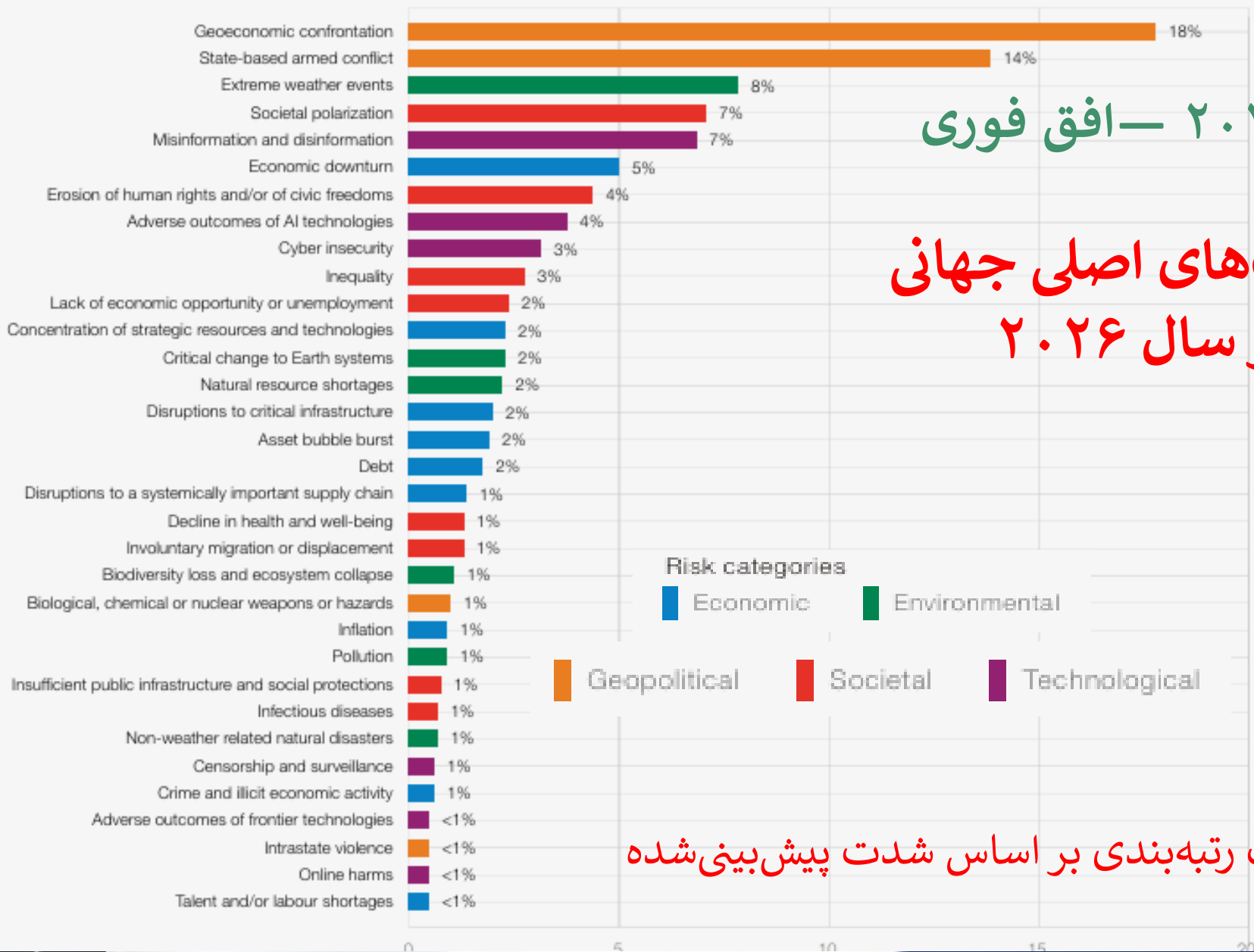
■ Economic
 ■ Environmental
 ■ Geopolitical
 ■ Societal
 ■ Technological

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



سال ۲۰۲۶ — افق فوری

ریسک‌های اصلی جهانی در سال ۲۰۲۶



ترتیب رتبه‌بندی بر اساس شدت پیش‌بینی شده

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



Short term (2 years)

1. Geoeconomic confrontation
2. Misinformation and disinformation
3. Societal polarization
4. Extreme weather events
5. State-based armed conflict
6. Cyber insecurity
7. Inequality
8. Erosion of human rights and/or of civic freedoms
9. Pollution
10. Involuntary migration or displacement

Long term (10 years)

1. Extreme weather events
2. Biodiversity loss and ecosystem collapse
3. Critical change to Earth systems
4. Misinformation and disinformation
5. Adverse outcomes of AI technologies
6. Natural resource shortages
7. Inequality
8. Cyber insecurity
9. Societal polarization
10. Pollution

افق میان مدت — تا سال ۲۰۲۸ (دو ساله)

۱۰ ریسک برتر جهانی برای افق دوساله

ترتیب رتبه بندی بر اساس شدت پیش بینی شده

افق بلندمدت — تا سال ۲۰۳۶ (ده ساله)

۱۰ ریسک برتر جهانی برای افق ده ساله

نیمی از ۱۰ ریسک برتر بلندمدت، ماهیتی محیطی دارند

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



روند تطبیقی

رتبه ریسک‌های محیطی در سه افق زمانی

عدد کوچک‌تر رتبه شدیدتر از میان ۳۳ ریسک جهانی بررسی شده

ریسک محیطی	۲۰۲۶ (فوری)	۲۰۲۸ (۲ ساله)	۲۰۳۶ (۱۰ ساله)
رخدادهای شدید وضع هوا	۳	۴	۱
تغییر بحرانی در سامانه‌های زمین	۱۳	۲۴	۳
از دست رفتن تنوع زیستی و فروپاشی اکوسیستم	—	۲۶	۲
کمبود منابع طبیعی	—	—	۶
آلودگی	—	۹	۱۰
بلاایای طبیعی غیرمرتبط با آب و هوا	—	—	۳۳

■ ۱۰ ریسک برتر
 ■ میان‌رده (۱۱ تا ۲۰)
 ■ پایین‌تر (بیش از ۲۰)
 ■ داده منتشر نشده

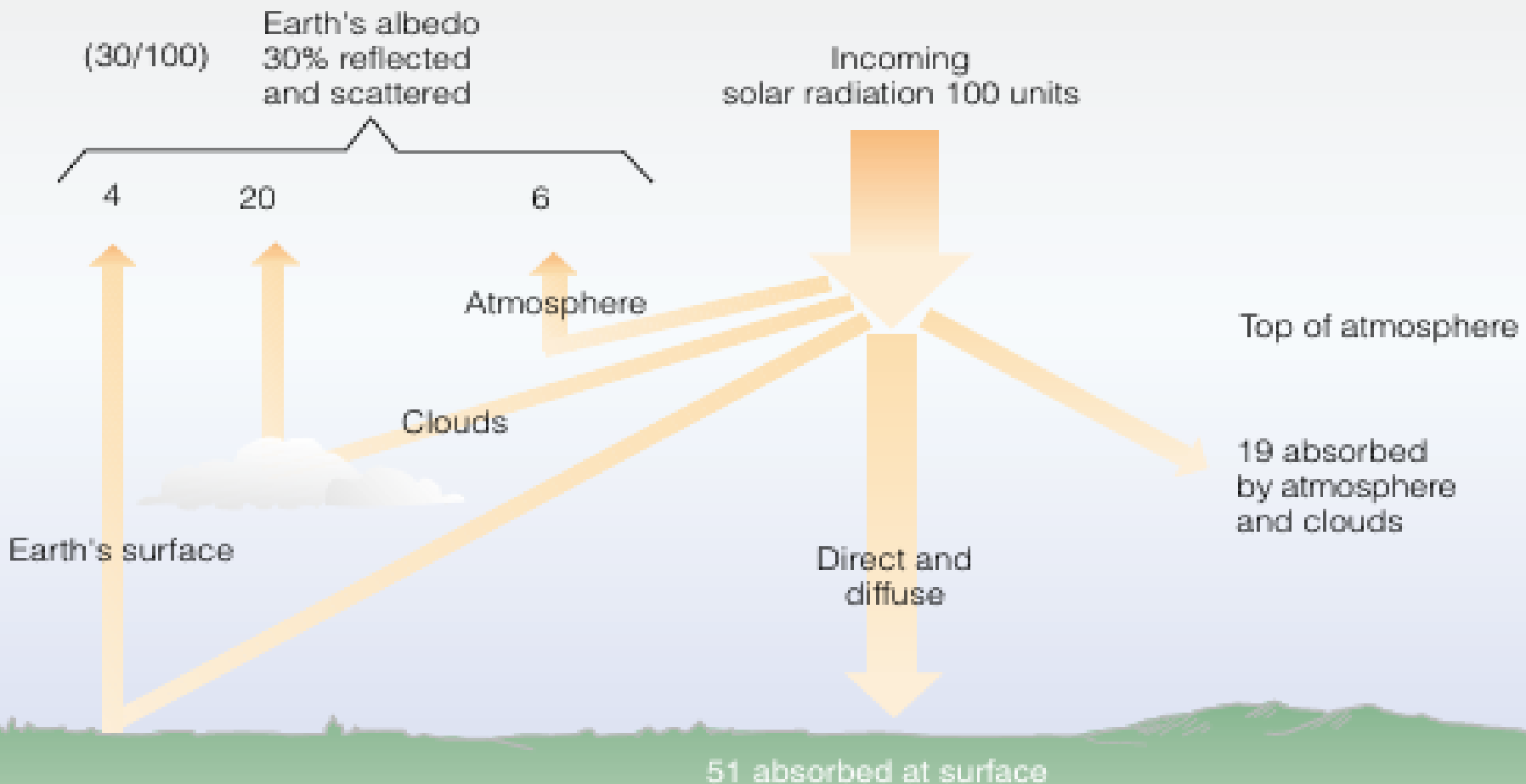
دورپیونډها

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



ویژگی پدیده‌های دورپیوند

- دورپیوندها پدیده‌های اقیانوسی-جوی هستند که از ذخیره عظیم و پایدار انرژی بهره‌مند هستند، پایدارترین منابع انرژی در دسترس زمین به اقیانوسها مربوط می‌شوند و دیده می‌شود که مهمترین این پدیده‌ها بر روی اقیانوسها توسعه می‌یابند مانند NAO در اقیانوس اطلس، ENSO در اقیانوس آرام و MJO و Monsoon بر روی اقیانوس هند



ویژگی پدیده‌های دورپیوند

- این پدیده‌ها از دوره تناوب ثابتی برخوردار نیستند
- شدت آنها در هر دوره تغییر می‌کند.
- پهنه اثرگذاری آنها به سرچشمه محدود نمی‌شود و سایر اقیانوس‌ها و قاره‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند.
- گسترش دامنه اثر هر یک از این پدیده‌ها به پهنه‌های دیگر سبب تاثیر متقابل و تقویت یا تضعیف آنها می‌شود.
- بدیهی است که آب‌ها و خشکی‌های نزدیک به پهنه اصلی هر یک از این پدیده‌ها بیشترین تاثیر شرایط جوی ناشی از آنها را متحمل می‌شوند و با افزایش فاصله، میزان تاثیرپذیری کاهش می‌یابد.

دور پیوندهای جهانی:

✓ النینو – نوسان جنوبی / ENSO

✓ MJO

✓ نوسان اطلس شمالی / NAO

✓ East Atlantic/ West Russia (EATL/WRUS)

دور پیوندهای منطقه‌ای:

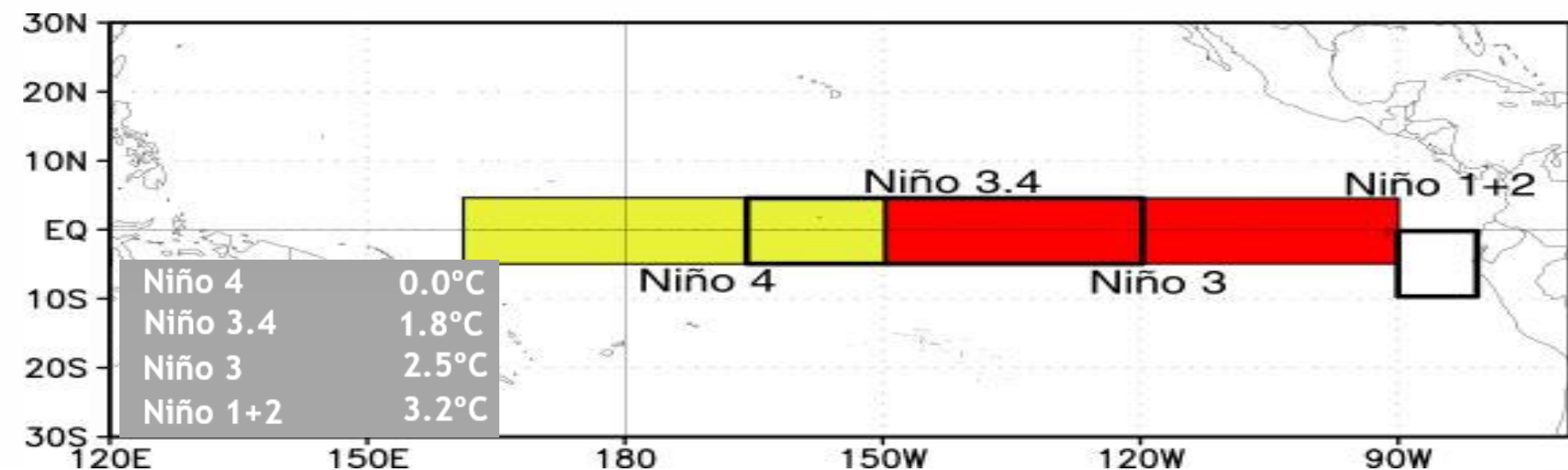
➤ نوسان مدیترانه / MO

➤ دوقطبی اقیانوس هند / IOD

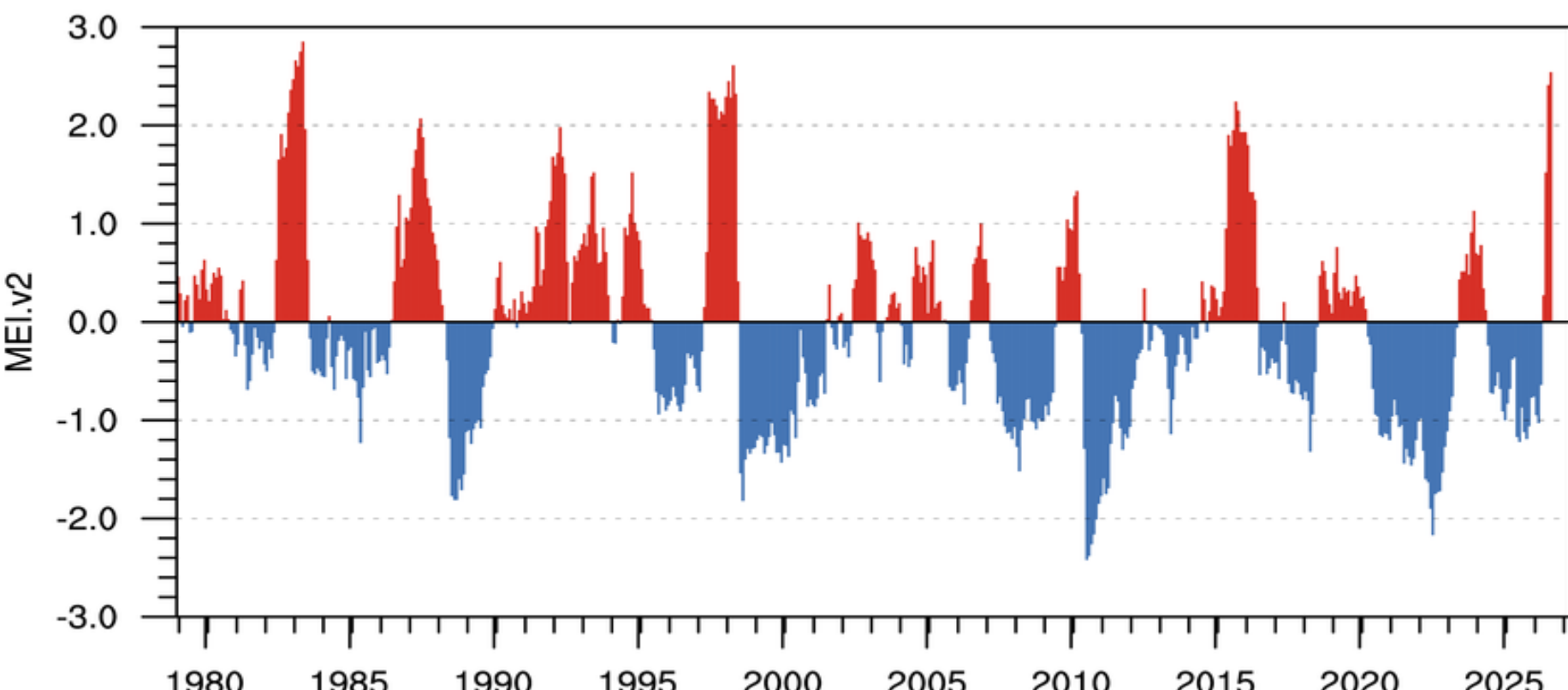
النينو، لانينا و نوسان جنوبی (ENSO)

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

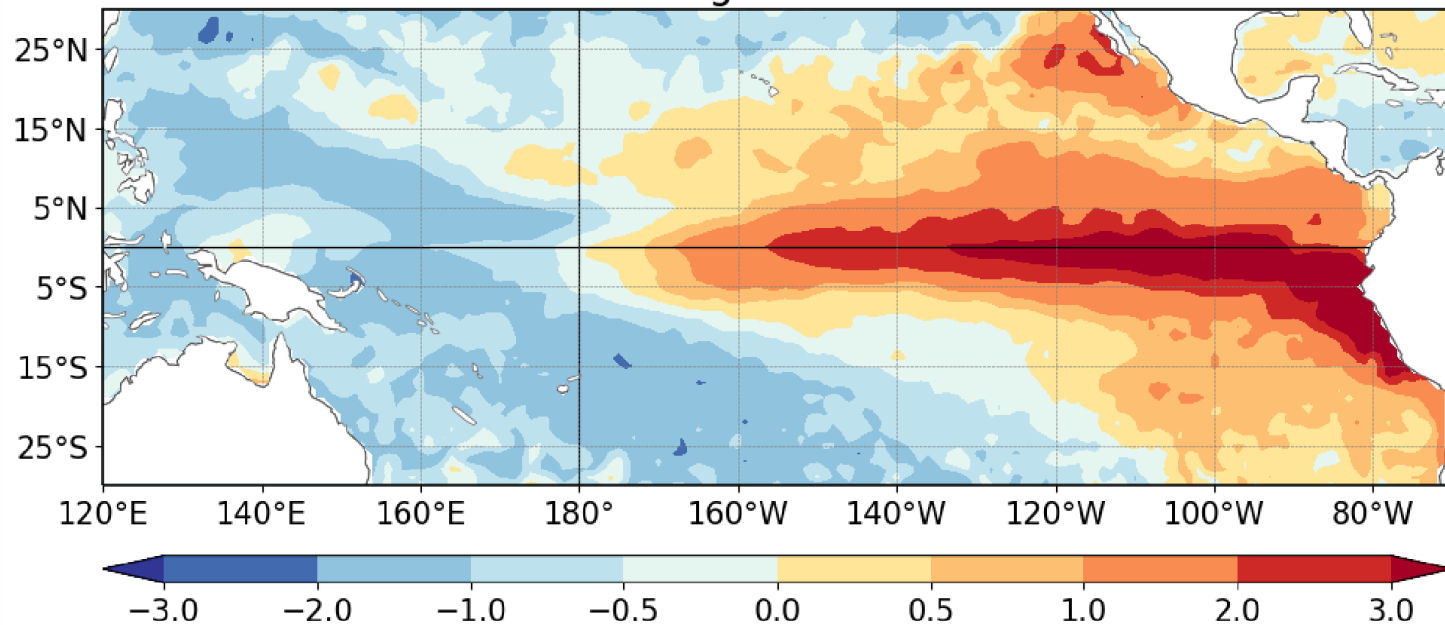




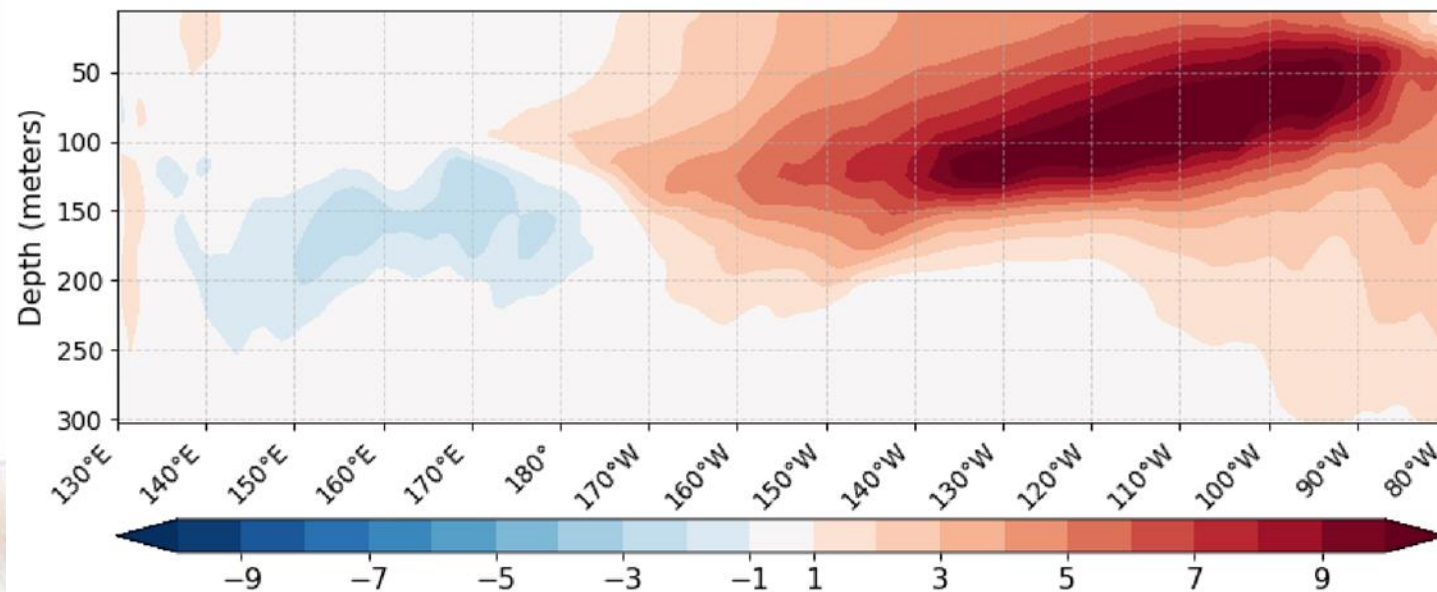
Multivariate ENSO Index Version 2 using JRA3Q



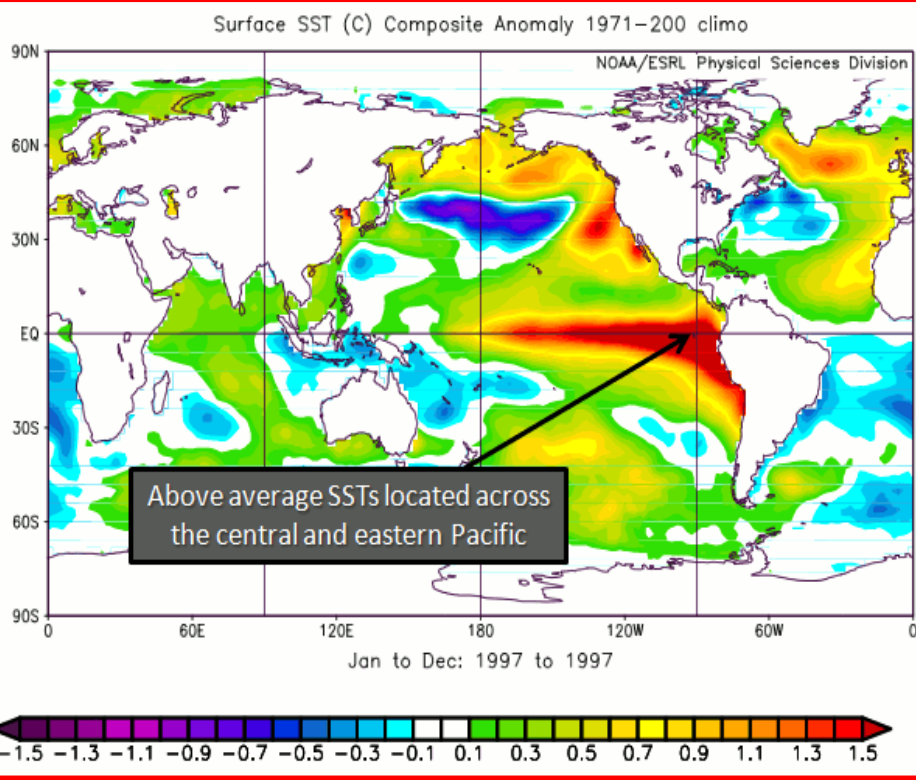
Relative Sea Surface Temperature (SST) Anomalies (°C)
August 2026



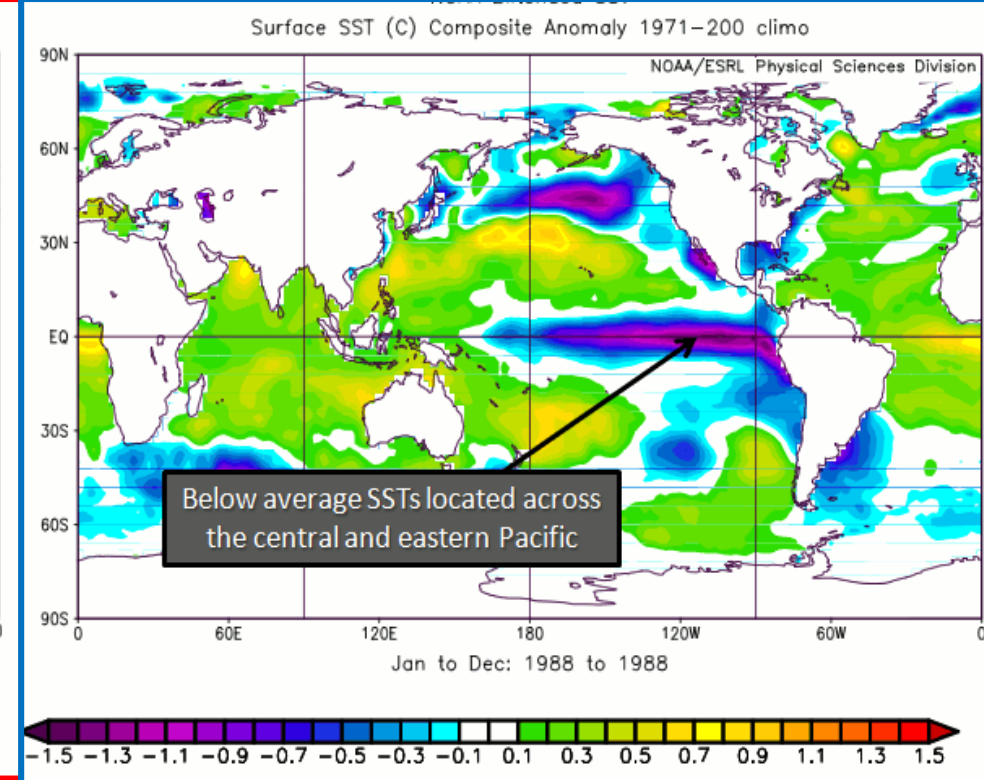
Equatorial Subsurface Temperature Anomalies (°C)
Pentad centered on 31 Aug 2026



El Niño (Warm Phase::JFD 1997)



La Niña (Cool Phase)



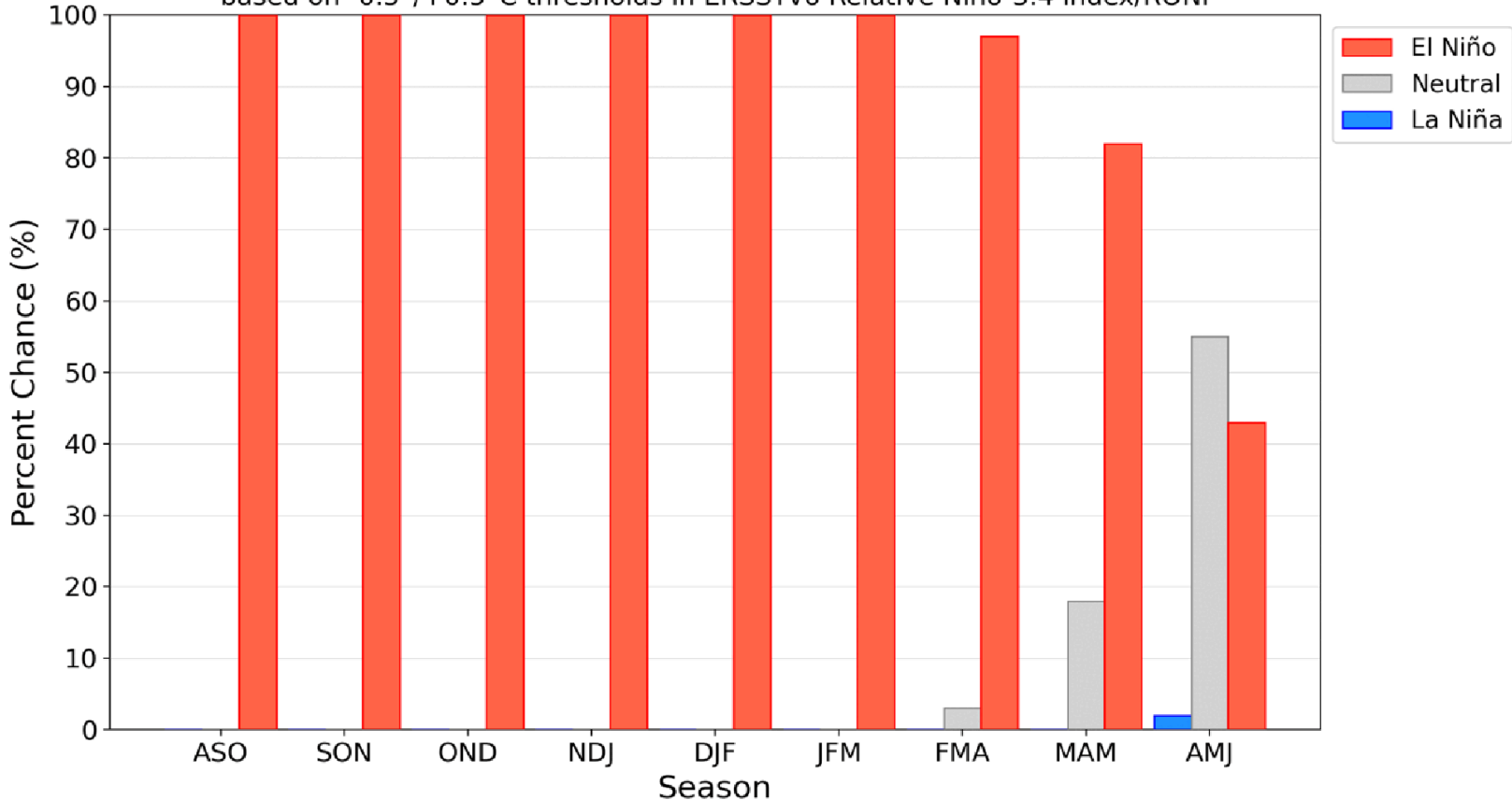
پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

توجه به اینکه ال نینو ۲۰۲۶ در حال شکل گیری و تقویت است و بر اساس آخرین ارزیابی NOAA احتمال یک رویداد بسیار قوی در پاییز و زمستان سال جاری بیش از ۹۰ درصد اعلام شده است

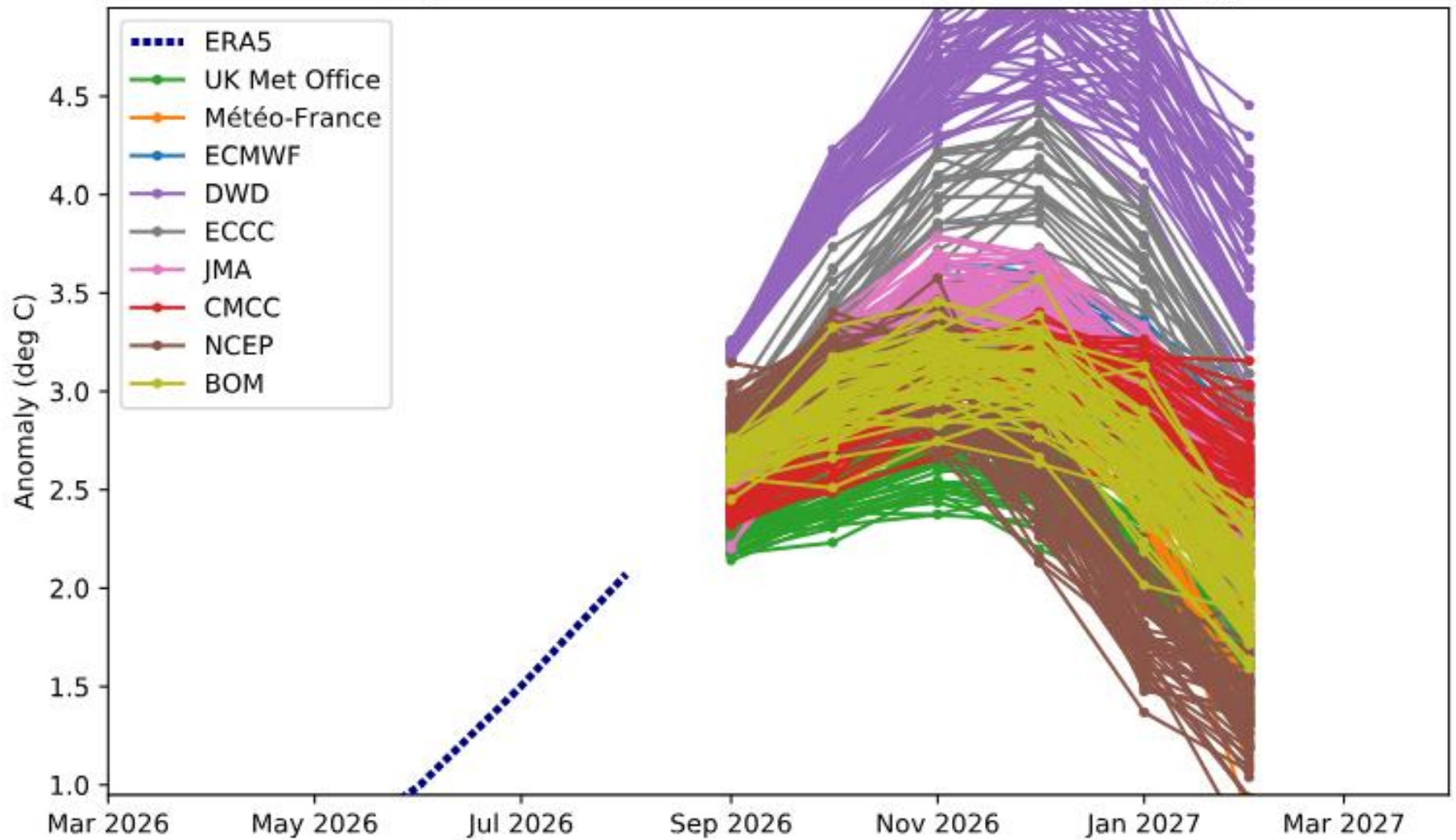
نکته مهم این است که ال نینو به تنهایی تعیین کننده وضع هوا در ایران نیست؛ بلکه از طریق تغییر الگوهای دورپیوندی، جریان جت، فشار سطح زمین و مسیر سامانه های بارشی بر ایران اثر می گذارد، اما این برهمکنش های غیرخطی بشدت پیچیده و درهم تنیده هستند.

Official NOAA CPC ENSO Probabilities (issued September 2026)

based on $-0.5^{\circ}/+0.5^{\circ}\text{C}$ thresholds in ERSSTv6 Relative Niño-3.4 index/RONI

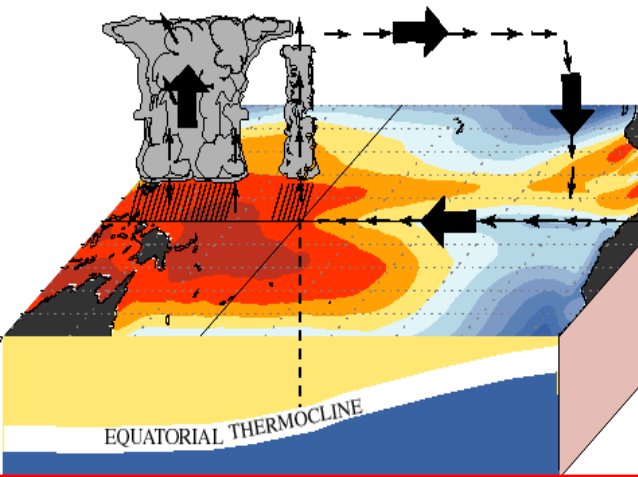


Relative NINO3.4 SST anomaly
C3S: Multi-system forecast from 1 September 2026
monthly mean anomalies relative to 1991-2020 climatology

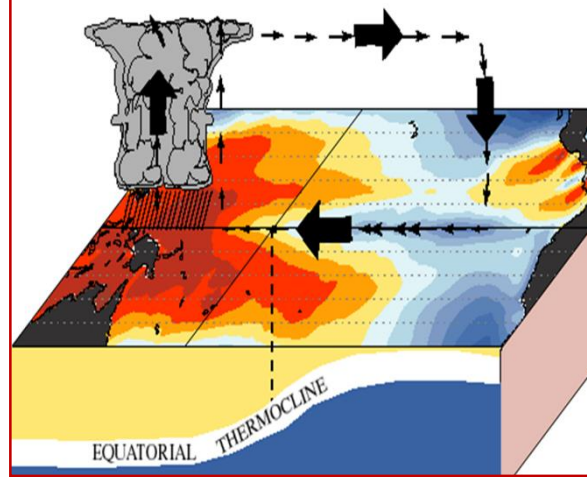


پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

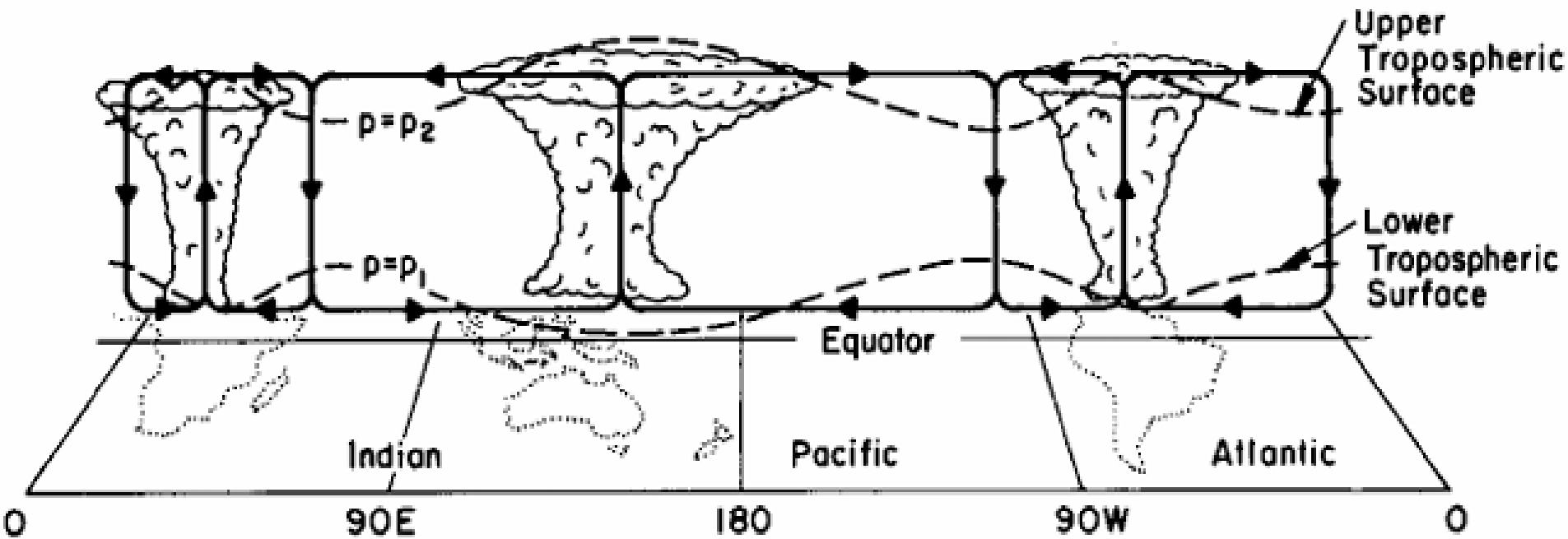
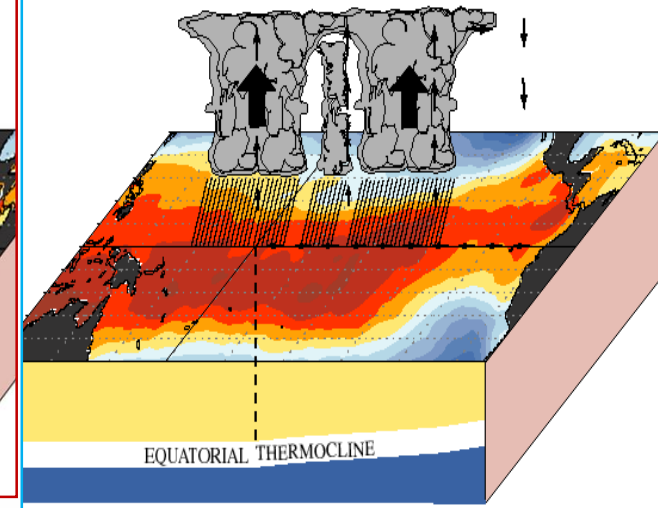
December - February Normal Condi



December - February La Niña Conditio



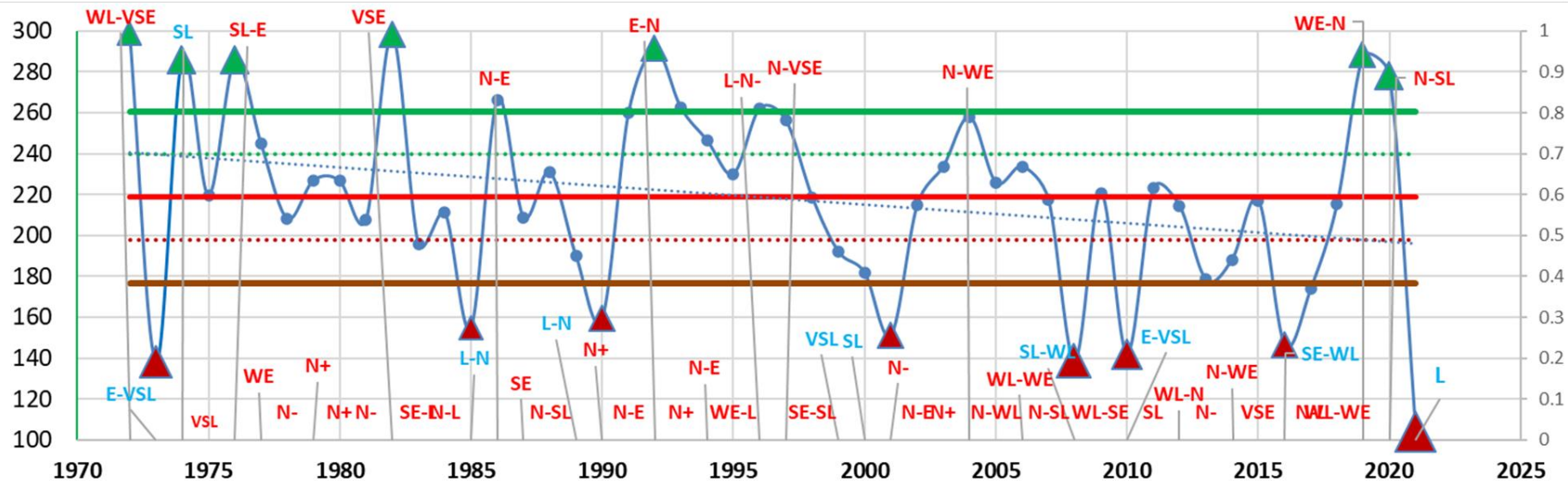
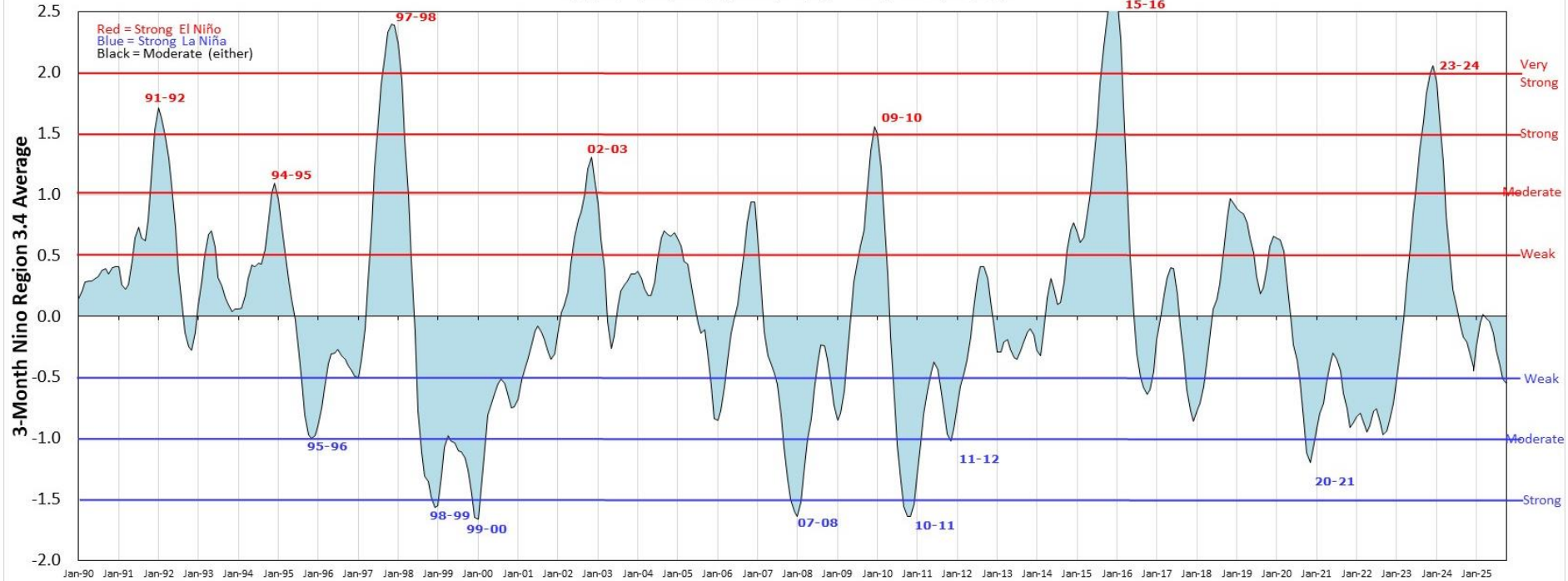
December - February El Niño Conditions



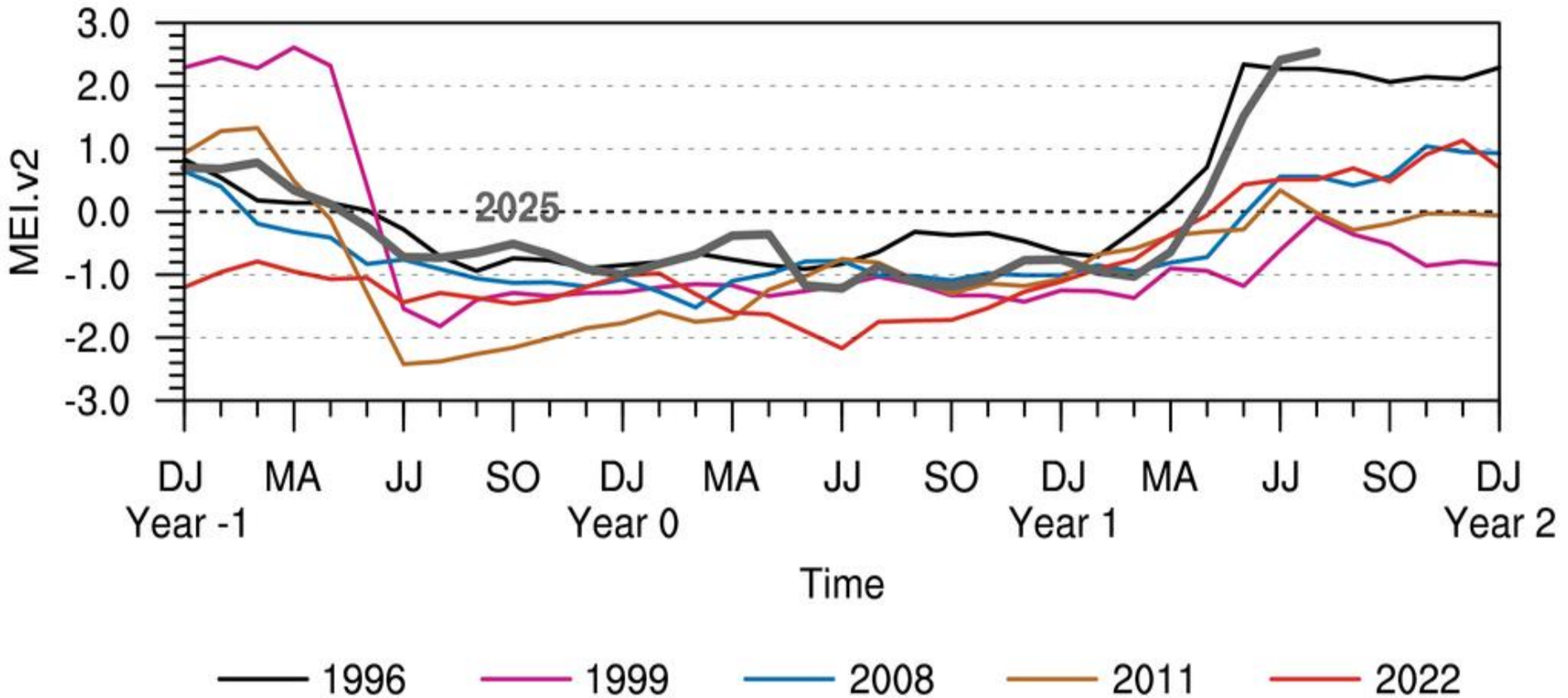
Events are defined as 5 consecutive overlapping 3-month periods at or above the +0.5° anomaly for warm (El Niño) events and at or below the -0.5 anomaly for cool (La Niña) events.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.1	0.1	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-1.2	-1.4	-1.5	-1.4
2021	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.9	-1.1	-1.2	-1.2
2022	-1.2	-1.1	-1.2	-1.3	-1.2	-0.9	-0.9	-0.9	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0
2023	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.4	1.4
2024	1.1	0.8	0.4	0.0	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0
2025	-1.1	-0.8	-0.7	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0
2026	-0.9	-0.8	-0.4	0.0	0.5	1.0	1.4					

El Niño - 28				La Niña - 25		
Weak - 12 0.5≤ ONI <1.	Moderate - 7 1.0≤ ONI <1.5	Strong - 6 1.5≤ ONI <2.0	Very Strong - 3 ONI ≥2.0	Weak - 12	Moderate - 6	Strong - 7
1952-53	1951-52	1957-58	1982-83	1954-55	1955-56	1973-74
1953-54	1963-64	1965-66	1997-98	1964-65	1970-71	1975-76
1958-59	1968-69	1972-73	2015-16	1971-72	1995-96	1988-89
1969-70	1986-87	1987-88		1974-75	2011-12	1998-99
1976-77	1994-95	1991-92		1983-84	2020-21	1999-00
1977-78	2002-03	2023-24		1984-85	2021-22	2007-08
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11
2004-05				2005-06		
2006-07				2008-09		
2014-15				2016-17		
2018-19				2017-18		
2019-20				2022-23		



MEI.v2 Evolution of Current ENSO Event in Historical Context



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

وضعیت و پیش‌بینی بی‌هنجاری بارش ماهانه

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

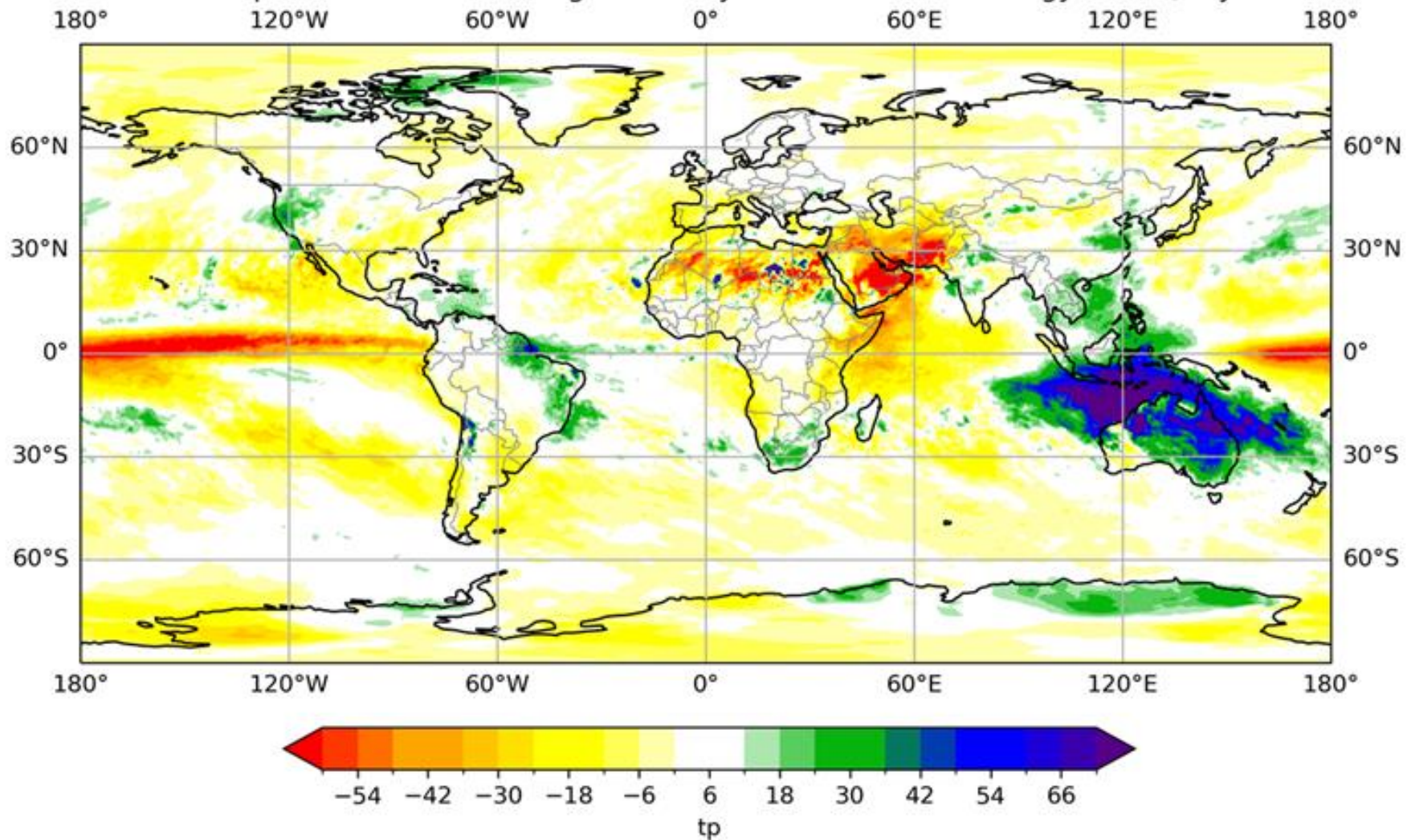


اثر جهانی لانینا در بارش

ERA5 in LaNina in Sep to Nov

1981,1983,1984,1985,1988,1995,1996,1998,1999,2000,2005,2007,2008,2010,2016,2017,2020,2021,2022

Precipitation Rate Percentage Anomaly 1991-2020 Climatology in mm/day

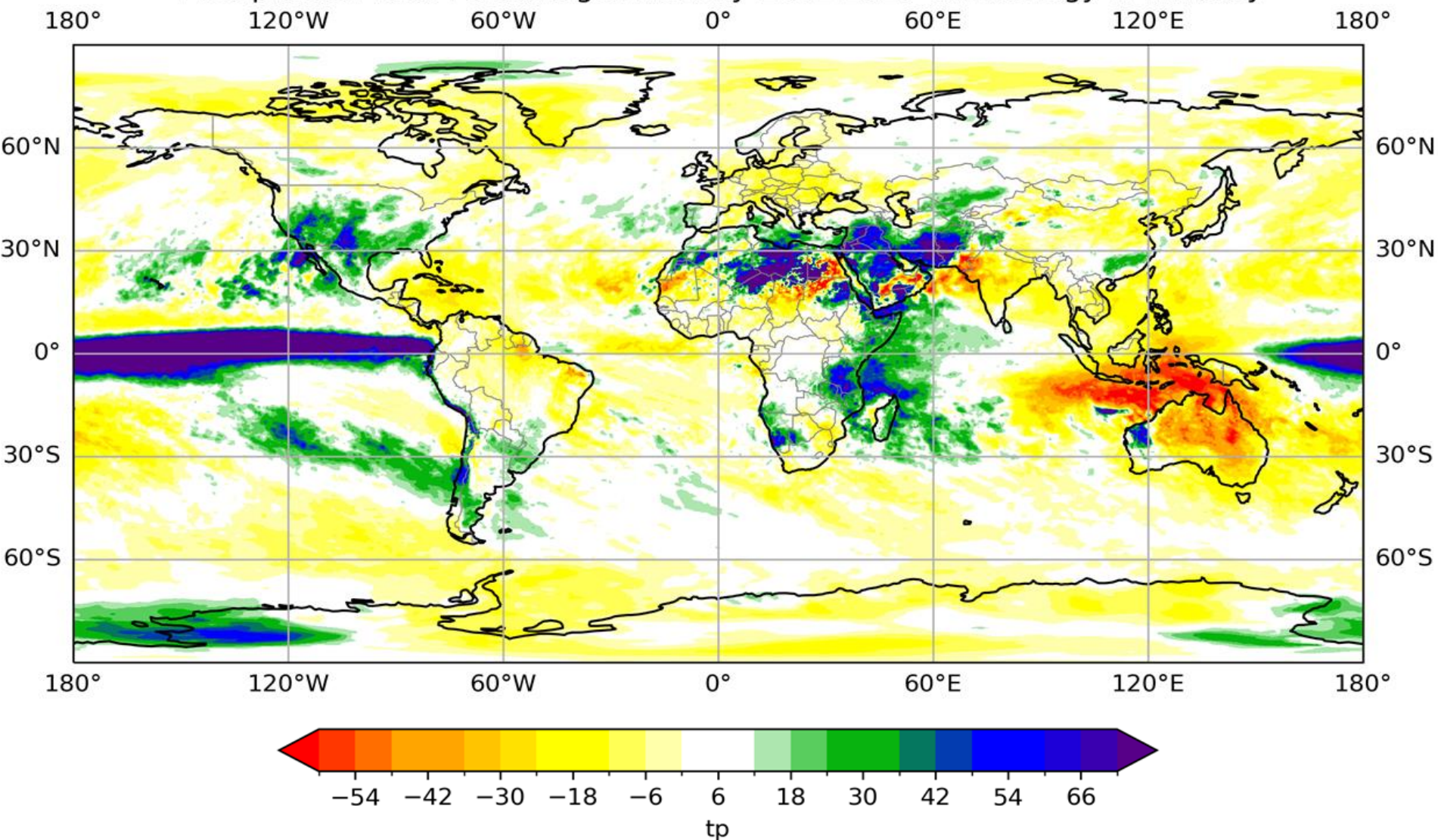


اثر جهانی الینو در بارش

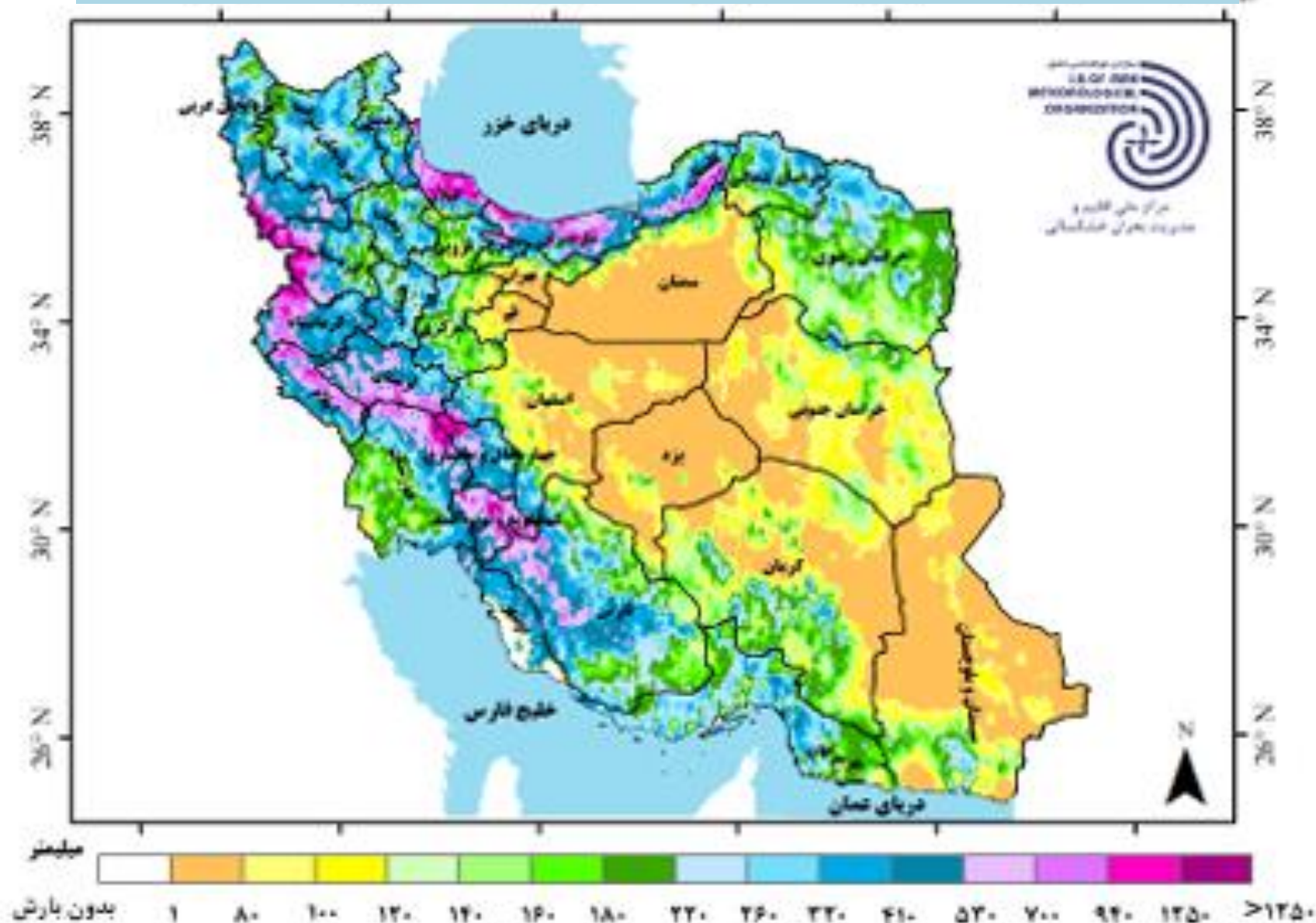
ERA5 in ELNino in Sep to Nov

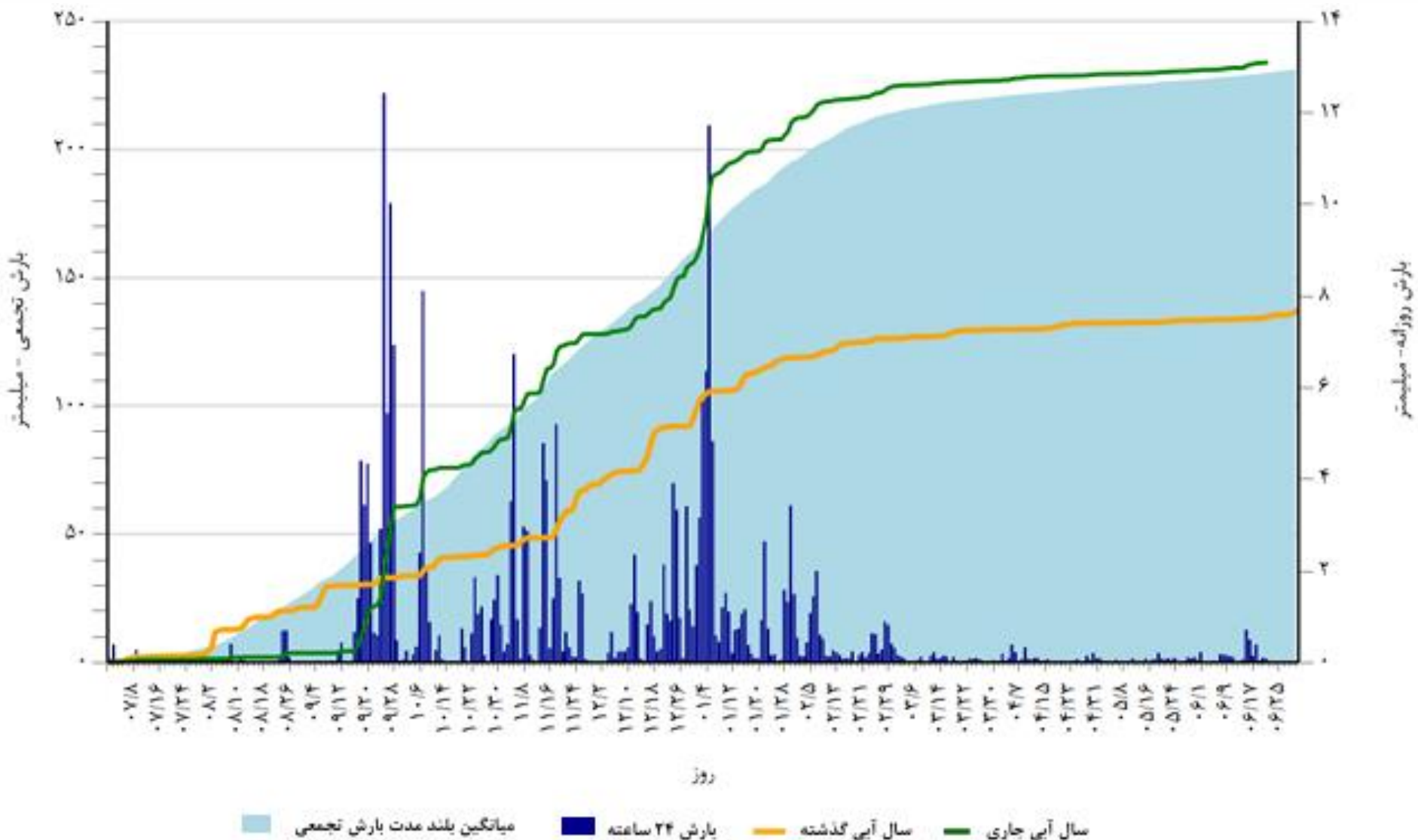
1982,1986,1991,1997,2002,2004,2006,2009,2014,2015,2018

Precipitation Rate Percentage Anomaly 1991-2020 Climatology in mm/day



مجموع بارش کشور از ابتدای سال آبی تا ۱۴۰۵/۰۶/۲۳





تاریخ تهیه: ۱۴۰۵/۰۶/۲۴

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



جدول اطلاعات پهنه ای بارش استانها و کشور از ابتدای سال آبی جاری تا تاریخ ۱۴۰۵/۰۶/۲۳

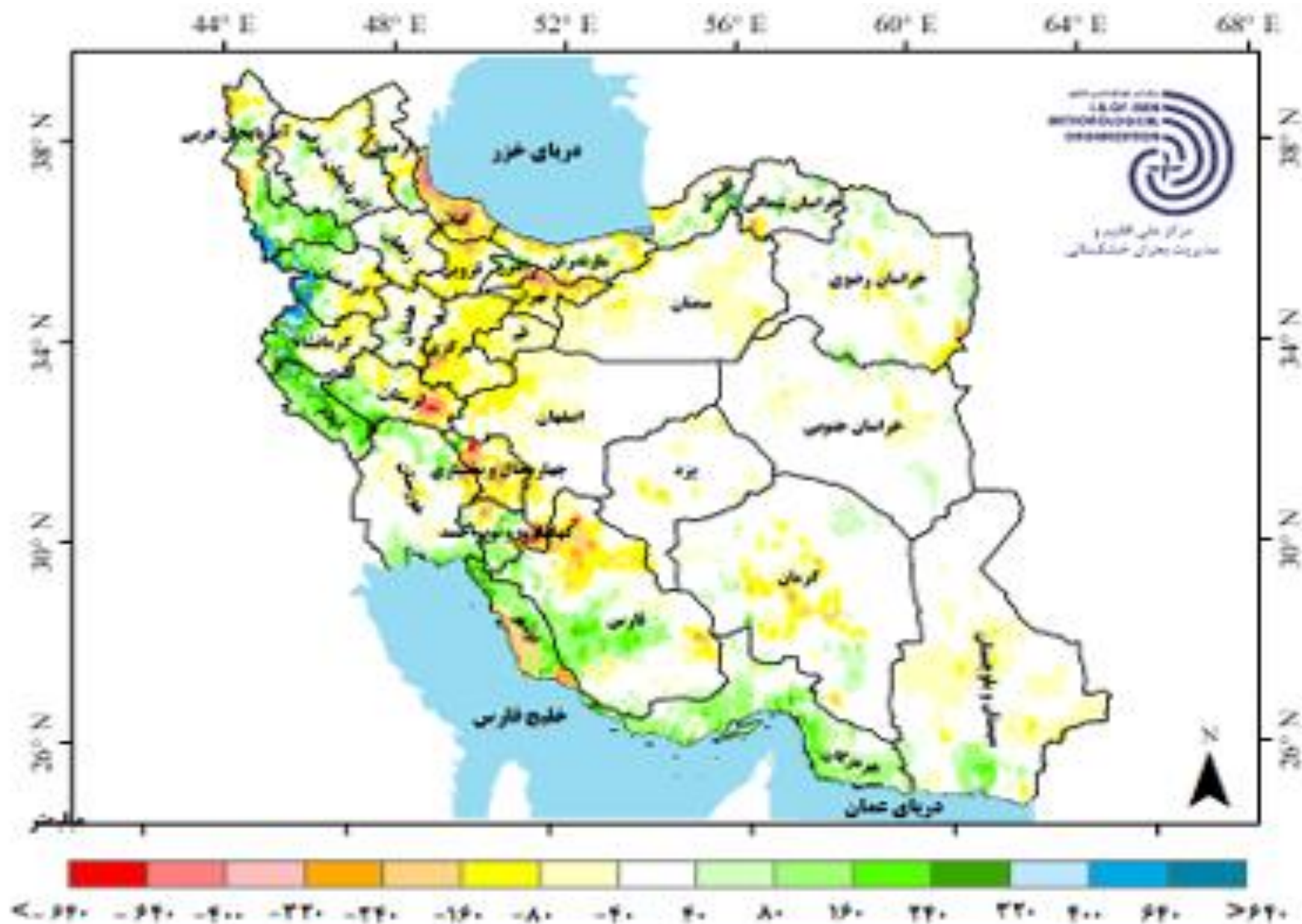
استان	سال آبی جاری			مقایسه با سال گذشته			سال کامل آبی	
	بارش (میلی متر)	نظارت با مقیاس متر	نظارت با مقیاس درصد	بارش (میلی متر)	نظارت با سال گذشته (میلی متر)	نظارت با سال گذشته (درصد)	بارش یک سال کامل آبی (میلی متر)	درصد تاکنون بارش سال آبی جاری
آذربایجان شرقی	۳۱۵/۲	۷/۵	۲/۵	۲۰۷/۹	۱۰۷/۳	۵۱/۶	۳۱۱/۳	۱۰۱/۲
آذربایجان غربی	۴۲۹/۴	۳۵۵/۱	۷۴/۳	۲۰/۹	۱۸۰/۰	۷۲/۲	۳۵۸/۰	۱۱۹/۹
اردبیل	۳۰۱/۷	۳۱۸/۴	-۱۶/۷	-۵/۲	۶۳/۰	۲۶/۴	۳۲۵/۱	۹۲/۸
اصفهان	۱۳۹/۹	۱۶۶/۴	-۲۶/۵	-۱۶/۰	۴۸/۵	۵۳/۱	۱۶۶/۸	۸۳/۹
البرز	۳۳۸/۹	۳۷۱/۷	-۳۲/۹	-۸/۸	۹۰/۴	۳۶/۴	۳۷۴/۲	۹۰/۶
ایلام	۵۳۳/۶	۳۸۸/۸	۱۴۴/۷	۳۷/۲	۲۶۰/۸	۱۰۴/۶	۳۸۹/۳	۱۳۷/۱
بوشهر	۳۱۵/۸	۲۵۵/۶	۶۰/۳	۲۳/۶	۱۵۷/۱	۹۸/۹	۲۵۵/۷	۱۲۳/۵
تهران	۱۶۴/۸	۲۷۷/۵	-۱۱۲/۷	-۴۰/۶	۲۴/۷	۱۷/۷	۲۸۰/۴	۵۸/۸
چهارمحال و بختیاری	۵۸۰/۹	۶۵۵/۳	-۷۴/۴	-۱۱/۴	۱۸۶/۲	۴۷/۲	۶۵۶/۲	۸۸/۵
خراسان جنوبی	۱۴۸/۰	۹۹/۹	۴۸/۱	۴۸/۱	۴۹/۶	۹۸/۵	---	۱۴۸/۱
خراسان رضوی	۱۹۷/۵	۱۹۸/۹	-۱/۴	-۰/۷	۱۱۶/۶	۸۰/۹	۱۹۹/۵	۹۹/۰
خراسان شمالی	۲۶۲/۲	۲۵۶/۴	۵/۹	۲/۳	۱۲۷/۱	۱۳۵/۱	۲۵۸/۴	۱۰۱/۵
خوزستان	۳۴۵/۸	۳۴۴/۷	۱/۱	۰/۳	۱۸۵/۷	۸۶/۲	۳۴۴/۹	۱۰۰/۳
زنجان	۳۱۹/۹	۳۰۹/۰	۱۰/۹	۳/۵	۲۷۴/۸	۴۵/۱	۳۱۰/۴	۱۰۳/۱
سمنان	۷۴/۱	۱۰۹/۶	-۳۵/۵	-۳۲/۴	۴۵/۲	۲۸/۹	۱۱۰/۷	۶۶/۹
سیستان و بلوچستان	۸۸/۲	۱۰۰/۴	-۱۲/۲	-۱۲/۲	۲۸/۶	۵۹/۶	---	۸۷/۶
فارس	۲۹۰/۷	۳۱۴/۶	-۲۳/۹	-۷/۶	۱۶۲/۰	۱۲۸/۷	۳۱۵/۱	۹۲/۳
قزوین	۲۳۱/۹	۳۰۵/۸	-۷۴/۰	-۲۴/۲	۱۹۵/۱	۳۶/۸	۳۰۷/۱	۷۵/۵
قم	۹۷/۴	۱۵۰/۲	-۵۲/۷	-۳۵/۱	۸۹/۲	۸/۲	۱۵۰/۹	۶۴/۶
کردستان	۵۳۱/۳	۴۵۲/۲	۷۹/۱	۱۷/۵	۳۷۴/۳	۱۵۷/۰	۴۵۳/۱	۱۱۷/۳
کرمان	۱۵۱/۶	۱۳۶/۵	۱۵/۲	۱۱/۱	۷۳/۴	۷۸/۳	۱۳۶/۷	۱۱۰/۹
کرمانشاه	۵۴۱/۴	۴۶۵/۶	۷۵/۸	۱۶/۳	۳۶۵/۷	۱۷۵/۷	۴۶۶/۱	۱۱۶/۲
کهگیلویه و بویراحمد	۶۰۹/۳	۷۰۹/۷	-۱۰۰/۵	-۱۴/۲	۳۲۲/۵	۲۸۶/۸	۷۱۰/۰	۸۵/۸
گلستان	۴۷۰/۰	۴۶۶/۳	۳/۷	۰/۸	۲۸۳/۵	۱۸۶/۵	۴۷۵/۱	۹۸/۹
گیلان	۷۰۰/۲	۹۲۷/۳	-۲۲۷/۱	-۲۴/۵	۸۰۴/۶	-۱۰۴/۳	۹۶۳/۷	۷۲/۷
لرستان	۵۳۵/۷	۵۸۸/۲	-۵۲/۵	-۸/۹	۳۵۶/۷	۱۷۹/۰	۵۸۹/۰	۹۰/۹
مازندران	۵۷۷/۷	۶۴۴/۱	-۶۶/۵	-۱۰/۳	۵۶۷/۰	۱۰/۷	۶۶۳/۷	۸۷/۰
مرکزی	۱۹۵/۴	۲۸۷/۷	-۹۲/۳	-۳۲/۱	۱۶۶/۱	۲۹/۳	۲۸۸/۵	۶۷/۷
هرمزگان	۲۹۰/۶	۱۷۸/۵	۱۱۲/۱	۶۲/۸	۴۳/۷	۲۴۶/۹	---	۱۶۲/۲
همدان	۳۱۳/۲	۳۳۹/۹	-۲۶/۷	-۷/۹	۲۶۰/۰	۵۳/۲	۳۴۰/۷	۹۱/۹
یزد	۷۰/۱	۸۵/۹	-۱۵/۹	-۱۸/۵	۴۲/۹	۲۷/۲	۸۶/۰	۸۱/۴
کشور	۲۳۳/۹	۲۳۲/۴	۱/۵	۰/۷	۱۳۵/۴	۹۸/۶	۲۳۳/۷	۱۰۰/۱

تاریخ تهیه: ۱۴۰۵/۰۶/۲۴

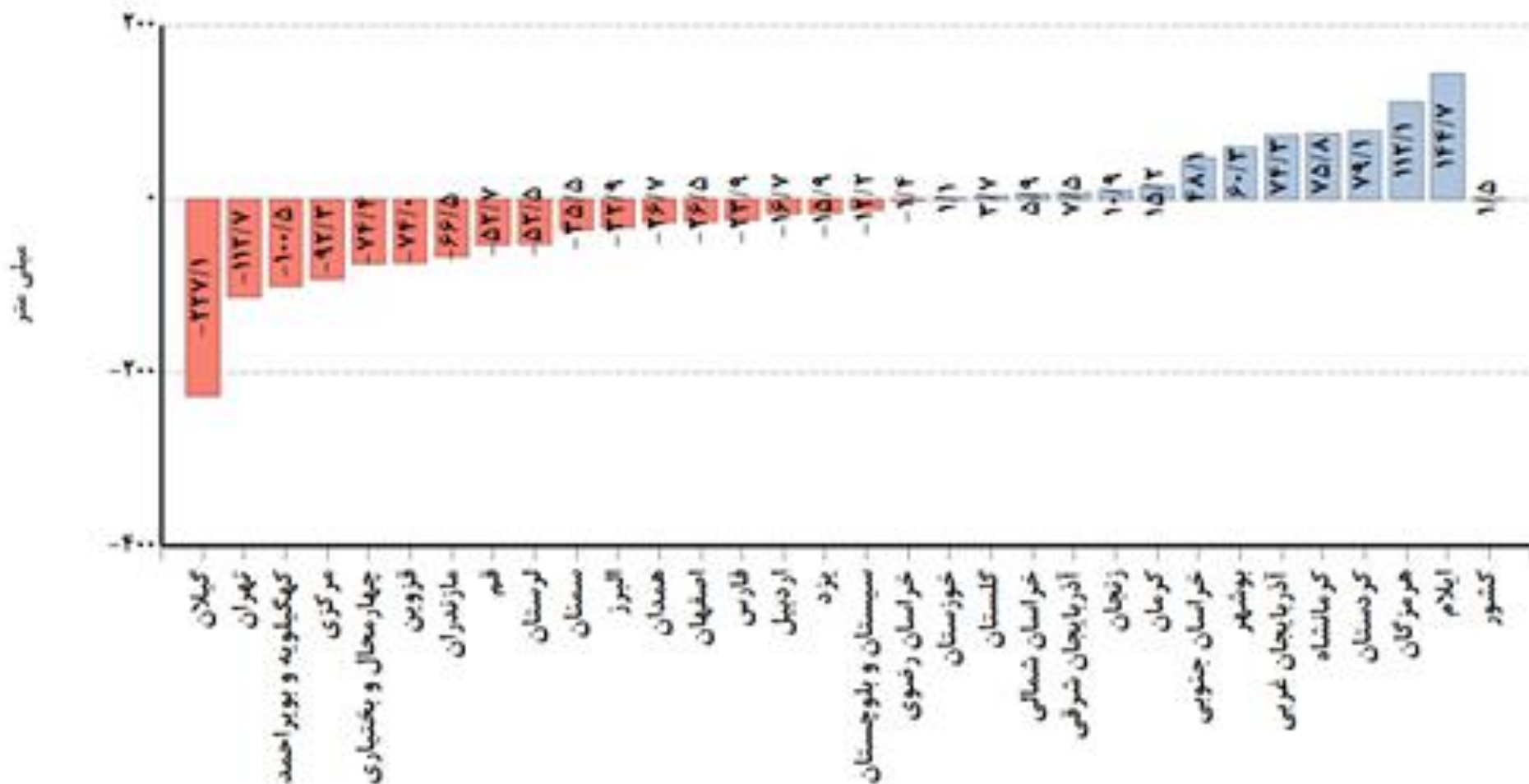
بسیار اختلاف میلی و با مقیاس بارش میلی سال آبی جاری با مقیاس درصد



نقشه اختلاف بارش تجمعی با بلند مدت از ابتدای سال آبی تا تاریخ ۱۴۰۵/۰۶/۲۳



نمودار مقایسه اختلاف مجموع بارش کشور و استانها با بلند مدت از ابتدای سال آبی جاری تا تاریخ ۱۴۰۵/۰۶/۲۳

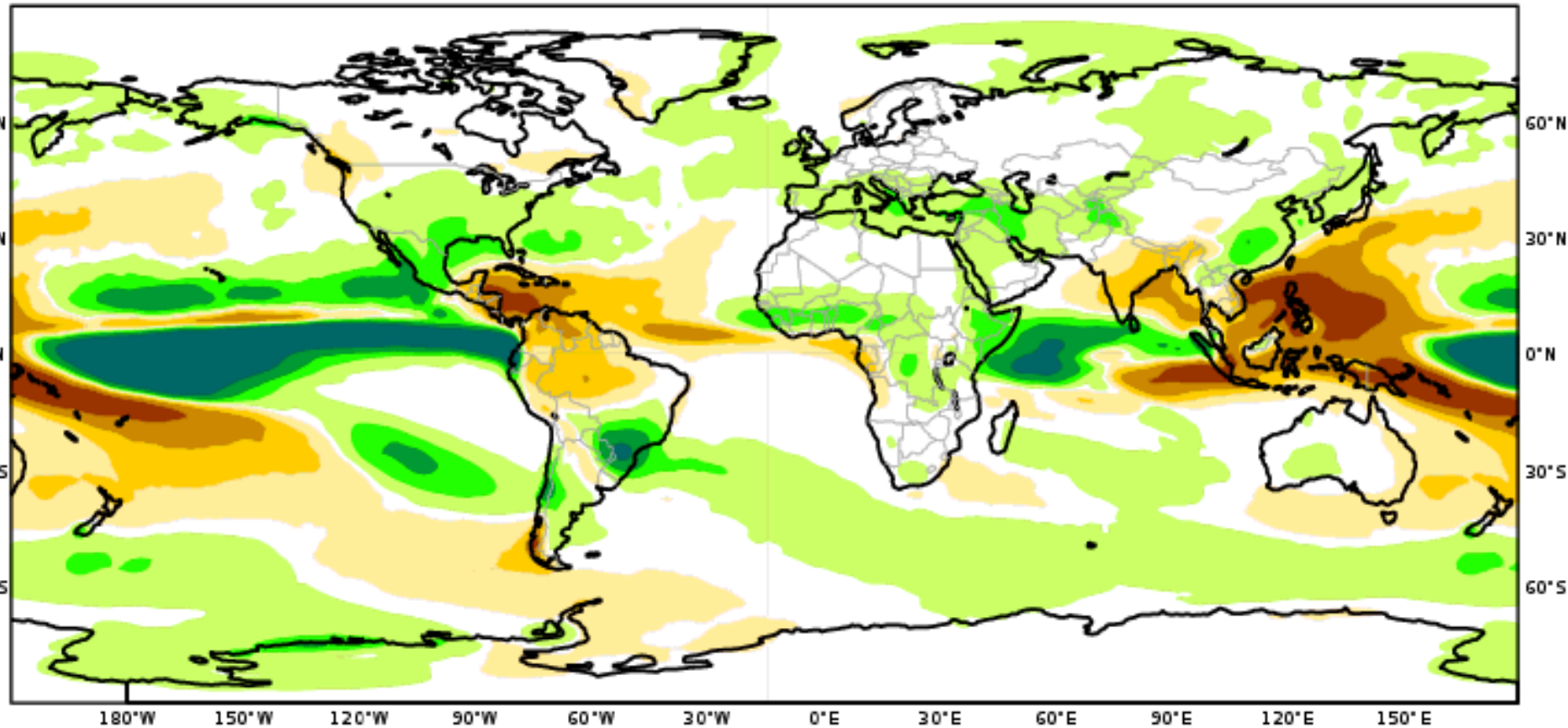


پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

پیش بینی بی‌هنجاری بارش اکتبر ۲۰۲۶

<-100mm -100..- 50 - 50..- 25 - 25..- 5 - 5 .. 5 5 .. 25 25.. 50 50..100 > 100mm

180°W 150°W 120°W 90°W 60°W 30°W 0°E 30°E 60°E 90°E 120°E 150°E



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

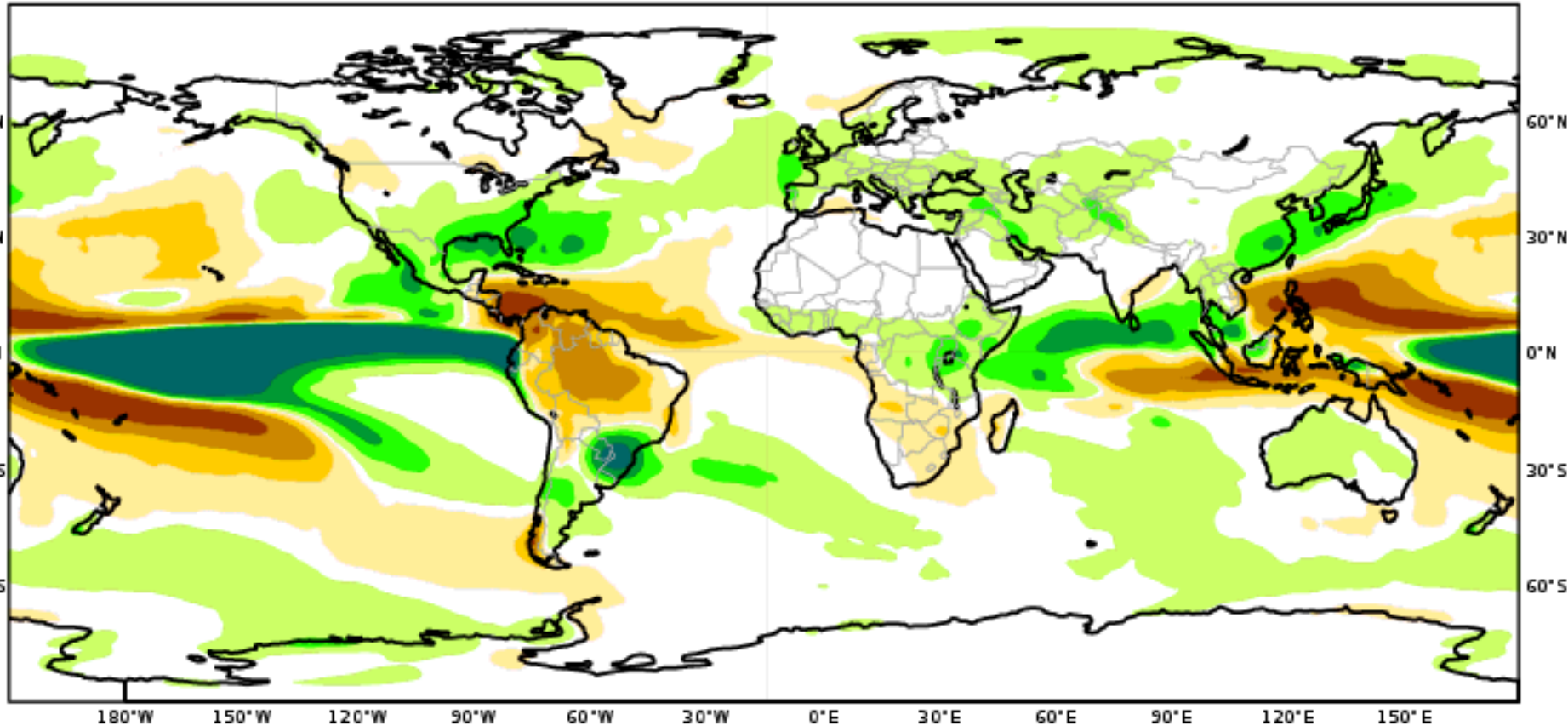


پیش بینی بی‌هنجاری بارش نوامبر ۲۰۲۶

Legend for precipitation anomalies (mm):

< -100mm	-100... -50	-50... -25	-25... -5	-5... 5	5... 25	25... 50	50... 100	> 100mm
----------	-------------	------------	-----------	---------	---------	----------	-----------	---------

Longitude: 180°W, 150°W, 120°W, 90°W, 60°W, 30°W, 0°E, 30°E, 60°E, 90°E, 120°E, 150°E

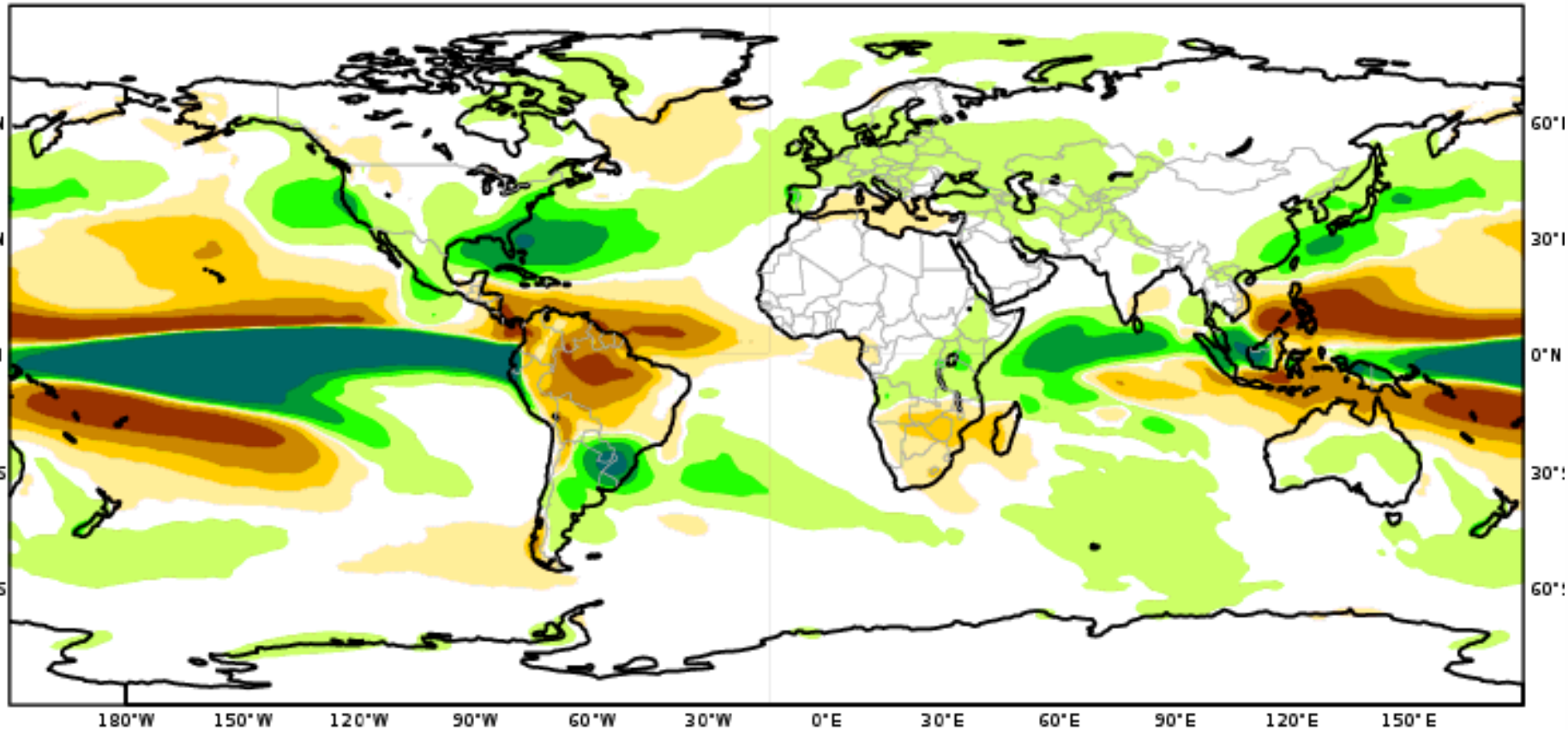


پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

پیش بینی بی‌هنجاری بارش دسامبر ۲۰۲۶

■ <-100mm
 ■ -100...- 50
 ■ - 50...- 25
 ■ - 25...- 5
 ■ - 5 .. 5
 ■ 5 .. 25
 ■ 25.. 50
 ■ 50..100
 ■ > 100mm

180°W 150°W 120°W 90°W 60°W 30°W 0°E 30°E 60°E 90°E 120°E 150°E



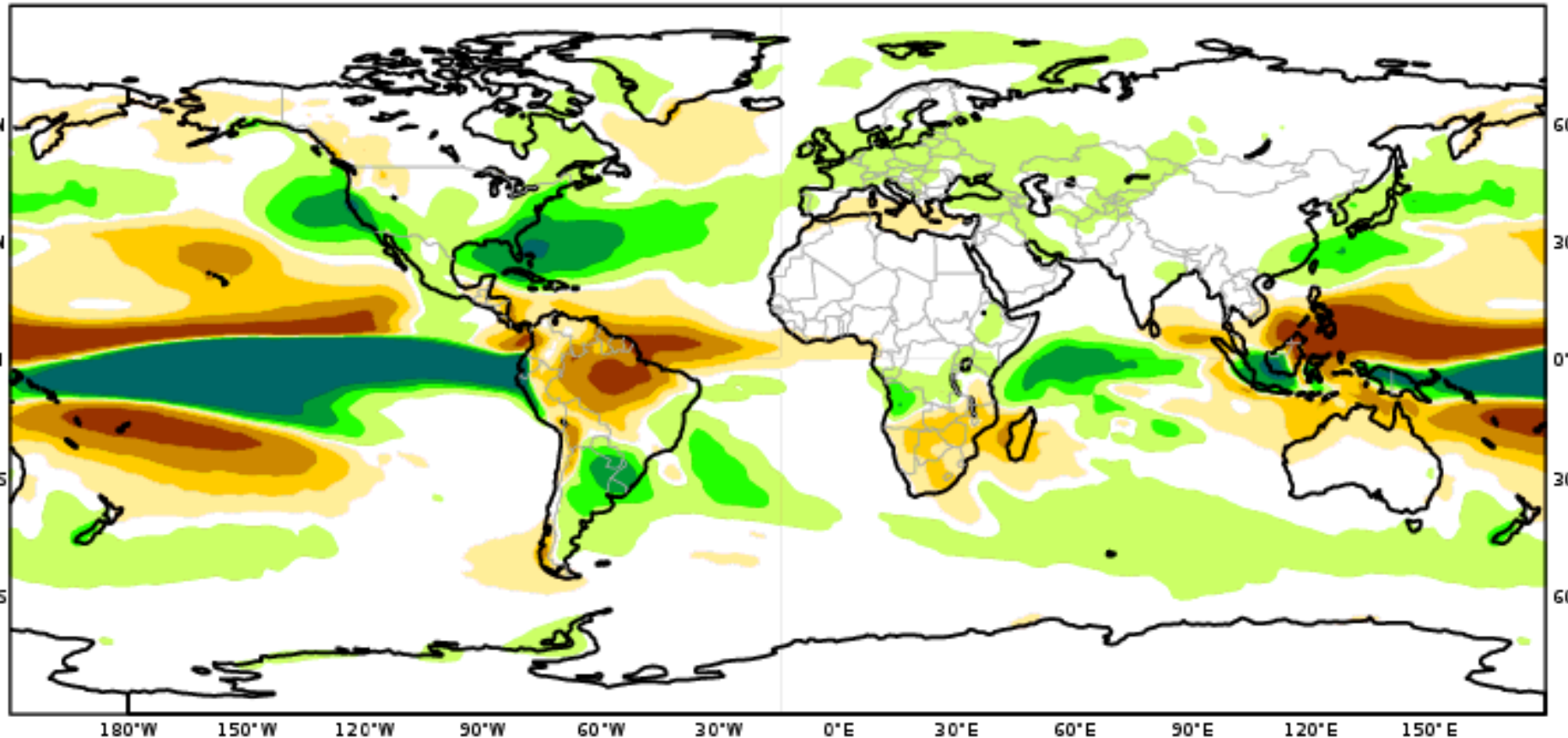
پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



پیش بینی بی‌هنجاری بارش ژانویه ۲۰۲۷

< -100mm
 -100..- 50
 - 50..- 25
 - 25..- 5
 - 5 .. 5
 5 .. 25
 25.. 50
 50..100
 > 100mm

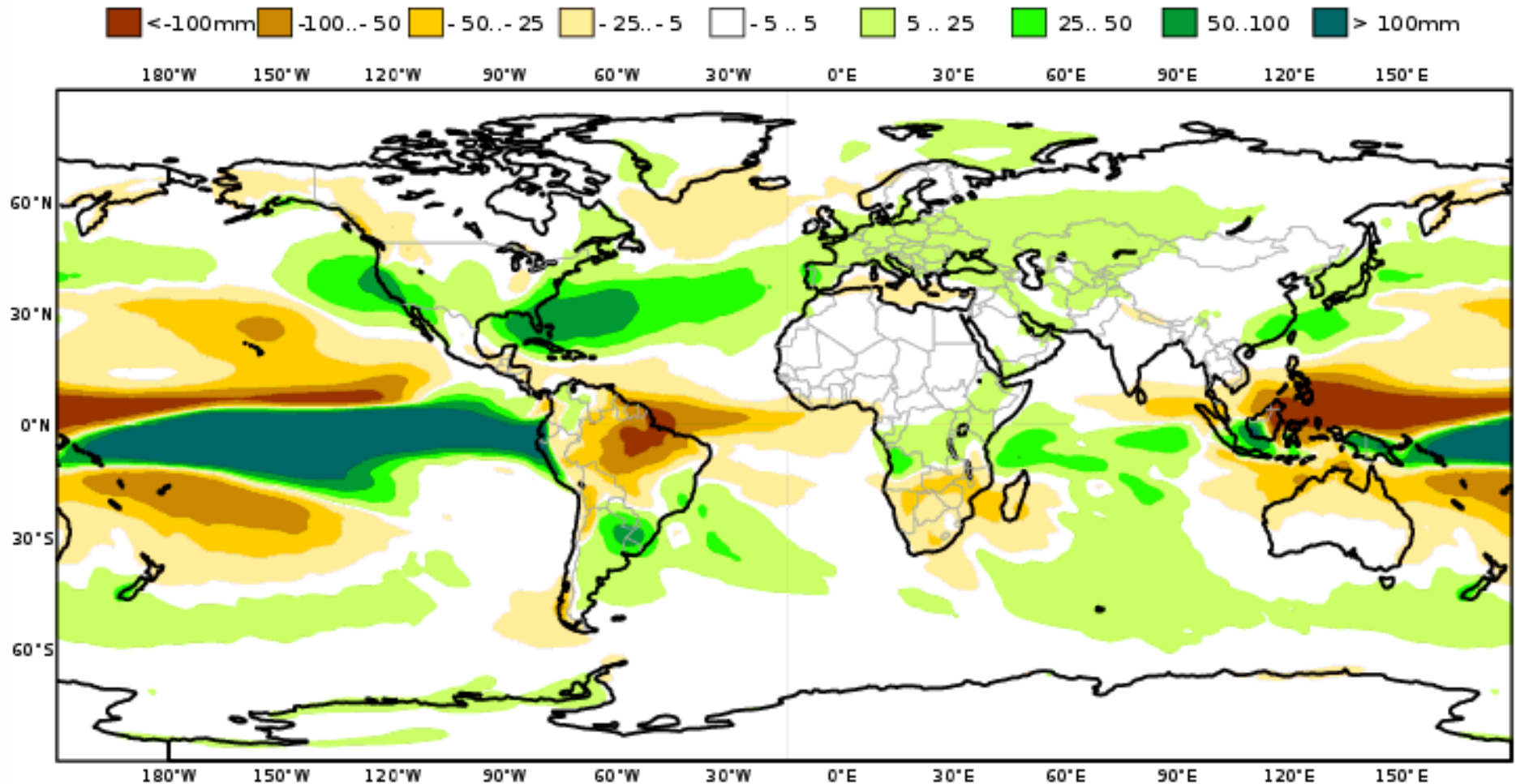
180°W 150°W 120°W 90°W 60°W 30°W 0°E 30°E 60°E 90°E 120°E 150°E



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



پیش بینی بی‌هنجاری بارش فوریه ۲۰۲۷



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



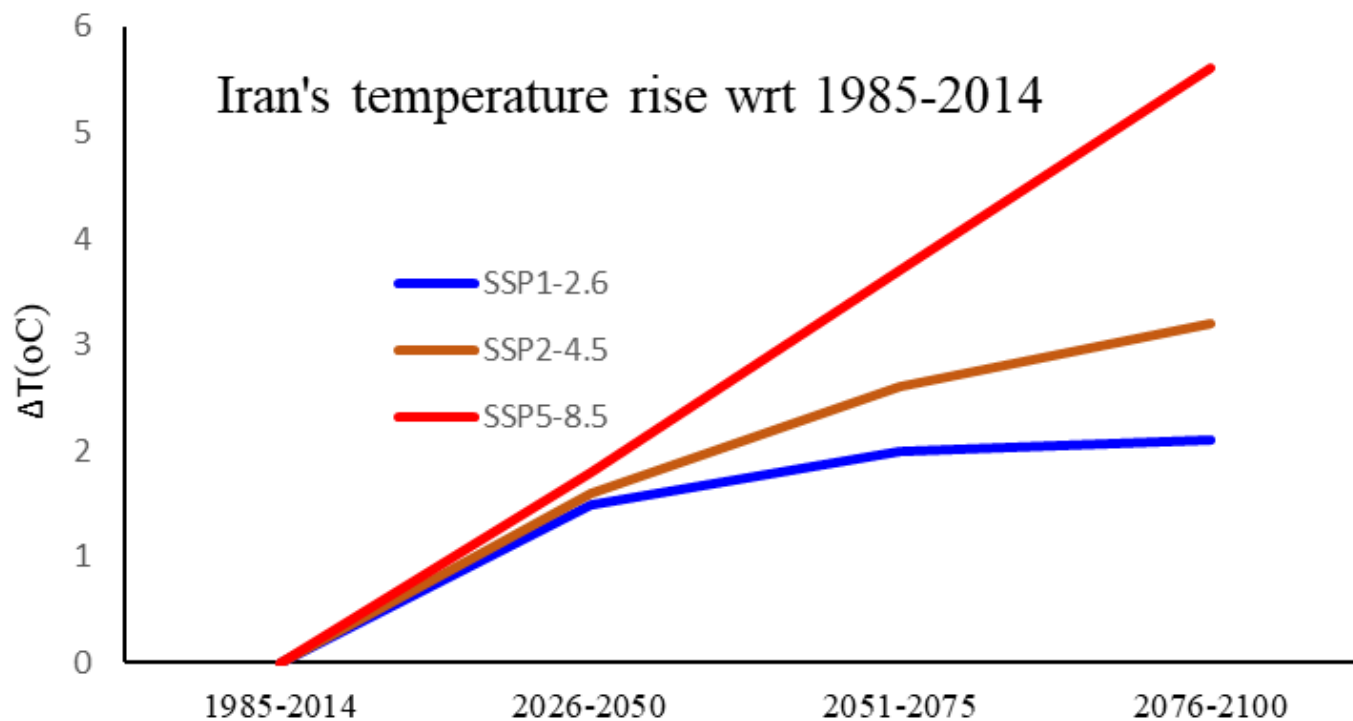
جمع‌بندی و

راهکارهای پیشنهادی

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



مقیاس کاهی آماري-دما



- بکارگیری ۷ مدل از مجموعه CMIP6
- مقیاس کاهی آماری به روش عامل تغییر
- افزایش میانگین چندمدلی دما در انتهای قرن نسبت به دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۵ (بر مبنای داده‌های ERA5):
 - سناریوی خوشبینانه: ۲.۱ درجه سلسیوس
 - سناریوی میانه: ۳.۲
 - سناریوی بدبینانه: ۵.۶ درجه سلسیوس

افزایش پدیده‌های حد جوی و اقلیمی:

1-مهمترین مشخصه اقلیم آینده تغییرات شدید آن است، بطوریکه پدیده‌های فرین نظیر توفان، تگرگ، سرما و گرماهای شدید و غیر مترقبه، سیل، خشکسالی و ... نسبت به دوره آماری افزایش می یابند

۲-ممکن است در برخی مناطق میانگین اقلیمی دهه‌های آتی با میانگین دوره آماری مساوی باشند اما تغییرات آن نسبت به دوره آماری بیشتر است

پیامد تغییر اقلیم، افزایش بسامد و شدت ریسک‌های محیطی است. این ریسک‌ها پیامدهای نامطلوب بالقوه شدیدی برای انسان‌ها و سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیکی دارند که ناشی از برهمکنش و ارتباط قوی بین مخاطرات مربوط به اقلیم با آسیب‌پذیری‌های جوامع و سامانه‌ها و منابع در معرض خطر است و یک تهدید بالقوه جدی به شمار می‌روند.

تهدیدهای اصلی ناشی از مخاطرات فرین اقلیمی:

➤ تهدید برای جان و سلامت انسان

➤ تهدید امنیت آب

➤ تهدید امنیت غذایی

➤ تهدید تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها

➤ تهدید زیرساخت‌های حیاتی

➤ تهدید اقتصادی و معیشتی

➤ تهدید برای سکونتگاه‌ها

➤ تهدید جابه‌جایی و مهاجرت

➤ تهدیدهای آبشاری و ترکیبی

فرصت‌های ناشی از تغییر و گذار اقلیمی (فرصت‌های تحول و توسعه تاب‌آور اقلیمی):

یکی از مهم‌ترین فرصت‌ها، حرکت جامعه و اکوسیستم‌ها به سمت شرایطی است که در آن ظرفیت سازگاری، یادگیری و تحول افزایش یابد.

برخی فرصت‌ها عبارت‌اند از:

- ❖ احیا و حفاظت از اکوسیستم‌ها
 - ❖ تقویت خدمات اکوسیستمی
 - ❖ استفاده از ظرفیت طبیعی اکوسیستم‌ها برای کاهش خطر
 - ❖ افزایش تاب‌آوری جوامع
 - ❖ بهبود مدیریت آب و زمین
 - ❖ توسعه زیرساخت‌های سازگار با اقلیم
 - ❖ استفاده از دانش علمی، بومی و محلی
 - ❖ بهبود حکمرانی و ظرفیت‌سازی
 - ❖ توسعه فناوری‌های جدید
 - ❖ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه با سازگاری
 - ❖ حرکت به سمت توسعه تاب‌آور اقلیمی
- ❖ شناسایی برخی پیامدهای مثبت اقتصادی منطقه‌ای، مانند کاهش تقاضای انرژی یا مزیت نسبی در برخی فعالیت‌های کشاورزی و گردشگری

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



راهکارهای سازگاری و افزایش تاب آوری

این راهکارها را می‌توانند در چند گروه، مانند موارد زیر، قرار گیرند:

الف) دانش و پایش

شناخت بهتر مخاطرات اقلیمی، استفاده از مشاهدات و مدل‌سازی، ترکیب دانش علمی، بومی و محلی، توسعه ظرفیت ارزیابی ریسک

ب) هشدار و مدیریت خطر

شناخت مخاطرات می‌تواند اقدامات سازگاری و کاهش ریسک را تقویت کند. بنابراین سامانه‌های پایش، پیش‌بینی و هشدار زودهنگام از ابزارهای مهم مدیریت مخاطرات فرین هستند.

ج) زیرساخت تاب‌آور

استانداردهای طراحی زیرساخت‌ها باید شرایط اقلیمی در حال تغییر را در نظر بگیرند، در غیر این صورت، زیرساخت‌های آب، فاضلاب، انرژی، حمل‌ونقل و ارتباطات در آینده آسیب‌پذیرتر خواهند شد.

د) مدیریت اکوسیستم

• حفاظت از اکوسیستم‌ها، احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده، کاهش تخریب زیستگاه، کاهش فشار بر منابع طبیعی، حفاظت از تنوع زیستی

هـ) کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی

کاهش فقر، نابرابری، حاشیه‌نشینی و ضعف دسترسی به خدمات اساسی، بخشی از سیاست سازگاری است، زیرا آسیب‌پذیری اجتماعی مستقیماً ریسک اقلیمی را تشدید می‌کند.

و) حکمرانی، تأمین مالی و ظرفیت‌سازی

اقدام اقلیمی به عواملی مانند: حکمرانی، منابع مالی، دانش، ظرفیت‌سازی، فناوری، و شرایط تسهیل‌کننده نیاز دارد

پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



تصویر کلی: ال نینو چه تغییری در ریسک اقلیمی ایران ایجاد می کند؟

ال نینو با تغییر الگوهای دورپیوندی و گردش جو، تغییر مسیر و شدت سامانه های بارشی، تغییر بارش، دما و رخداد های حدی، می تواند تغییر مواجهه و آسیب پذیری، تغییر ریسک ها و فرصت ها را ایجاد کند

مهمترین پیامد احتمالی ال نینو را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

افزایش احتمال شرایط مرطوب تر از نرمال در بخش هایی از ایران، به ویژه در نواحی غربی و رشته کوه زاگرس در فصل پاییز شود. همچنین افزایش احتمال بارش های سنگین، سیلاب و رواناب در برخی مناطق؛ در مقابل، احتمال وقوع هم زمان یا متناوب دوره های خشک و گرم در برخی مناطق دیگر را نباید نادیده گرفته شود.

این نکته بسیار مهم است، زیرا احتمال "افزایش بارش فصلی" الزاماً به معنی کاهش همه مخاطرات خشکسالی و افزایش مطلوب منابع آب نیست.

اگر بارش به صورت کوتاه مدت و شدید رخ دهد، ممکن است از یک طرف فرصت تغذیه منابع آب ایجاد کند ولی از طرف دیگر خطر سیلاب، فرسایش خاک و خسارت زیرساختی را افزایش دهد.

جمع‌بندی تهدیدها و فرصت‌ها

حوزه	فرصت احتمالی	تهدید احتمالی
بارش	افزایش بارش	بارش‌های شدید و خسارت‌زا
سیلاب	افزایش رواناب قابل مدیریت	افزایش سیلاب ناگهانی
منابع آب	افزایش ذخیره سدها	ورود ناگهانی و کنترل نشده آب
آبخوان	افزایش تغذیه آبخوان	سیلاب و رواناب سریع
کشاورزی	افزایش رطوبت خاک و عملکرد	خسارت بارش شدید
مراعات	افزایش پوشش گیاهی	فرسایش در بارش شدید
تالاب‌ها	بهبود وضعیت آبی	ورود رسوب/سیلاب
گردوغبار	کاهش برخی رخدادهای	احتمال تغییر الگوی تولید گردوغبار
خاک	بهبود رطوبت خاک	فرسایش
برف	افزایش ذخیره برفی در مناطق سرد	تبدیل برف به باران در گرمایش
انرژی	افزایش تولید برق آبی	اختلال زیرساختی در بارش شدید
مدیریت آب	امکان برنامه‌ریزی فصلی	عدم قطعیت در توزیع بارش
محیط زیست	فرصت احیای اکوسیستم	رخدادهای مرکب

پیامدهای آب و کشاورزی

در این بخش‌ها، شرایط پیش‌رو می‌تواند فرصت و تهدید همزمان باشد.

فرصت‌ها:

- افزایش احتمال بهبود ذخیره سدها در حوضه‌های آبی
- افزایش تغذیه آبخوان‌ها در صورت مدیریت مناسب رواناب.
- شروع بهنگام کشت طبق برنامه اقلیمی هر منطقه، بخصوص کشت دیم

تهدیدها:

- احتمال افزایش سیلاب‌های مخرب بخصوص در مناطق کوهپایه‌ای
- کاهش بهره‌وری بارش به دلیل شدت زیاد و زمان کوتاه رخدادها
- افزایش تبخیر به علت دمای بالاتر زمینه‌ای.
- افزایش مساحت کشت آبی و عدم رعایت الگوی کشت به سبب انتظار بارشی
- **عدم توجه کافی به رعایت کاهش میزان مصرف**

• توصیه: مدیریت منابع آب و آبخیزداری از هم‌اکنون بر پایه سناریوهای احتمالی بر اساس ظرفیت ذخیره‌سازی، کنترل سیلاب و تقویت مدیریت حوضه آبخیز

در بخش انرژی، دو اثر متضاد می‌تواند قابل انتظار باشد:

۱- روند زمینه گرمایشی جو می‌تواند میانگین نیاز گرمایشی را کاهش ولی به سبب افزایش نوسانات دما احتمال رویداد پیک‌های مصرف وجود دارد.

۲- بنابراین برنامه‌ریزی انرژی باید بر اساس رخدادهای حدی انجام شود، نه فقط میانگین بی‌هنجاری دما. احتمال دوره‌های سرد ناشی از بندال‌های قوی و انتقال هوای سرد از عرض‌های بالا همچنان وجود دارد؛ **تقاضای گاز و برق در دوره‌های سرد می‌تواند افزایش یابد.**

چشم‌انداز پاییز تا زمستان را نمی‌توان با قطعیت پربارش یا کم‌بارش تعریف کرد. ویژگی اصلی محتمل آن افزایش نوسان‌پذیری، احتمال رخدادهای بارشی شدید، تغییر در زمان‌بندی سامانه‌های بارشی و افزایش اهمیت دورپیوندهای اقیانوسی-جوی است. در چنین شرایطی، مهم‌ترین راهبرد، گذار از مدیریت مبتنی بر پیش‌بینی قطعی به مدیریت مبتنی بر سناریو و ریسک اقلیمی است.

تشکر از توجه شما



سر بلند و پیروز باشید

lava flows

summit crater

Courtesy: NASA's ESE

نمونه هایی از سالهای پربارش و کم بارش ناهمبسته با فاز انسو

ردیف	سال آبی	فاز انسو	بارش سالانه ایران
۱	۱۳۵۱-۵۲	النینو	کم بارش
۲	۱۳۵۴-۵۵	لانینا	پر بارش
۳	۱۳۶۰-۶۱	خنثی	پر بارش
۴	۱۳۸۸-۸۹	النینو	کم بارش

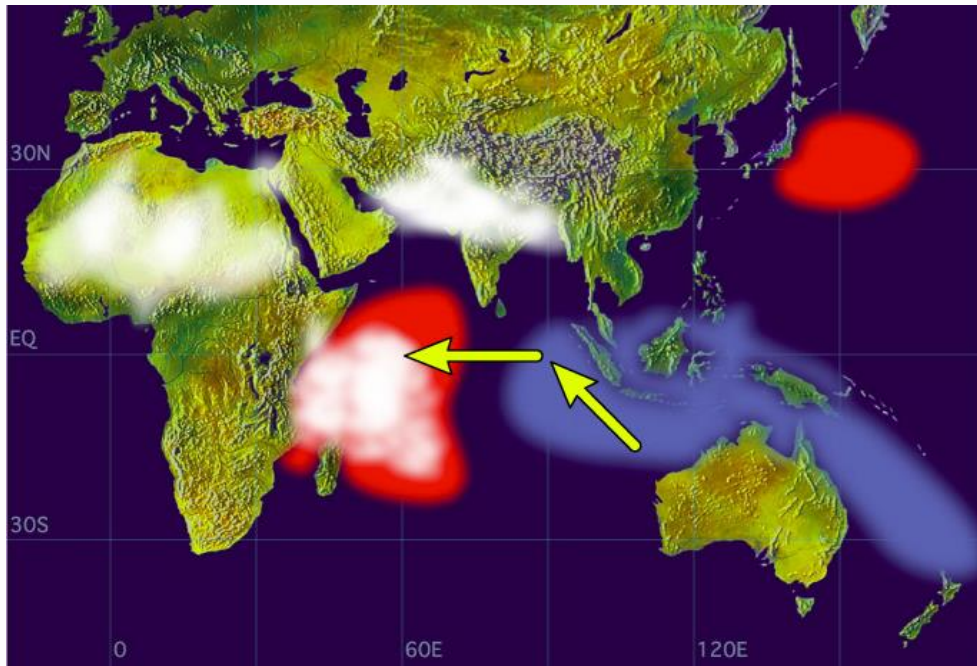
پژوهشکده هواشناسی



نوسان دو قطبی اقیانوس هند

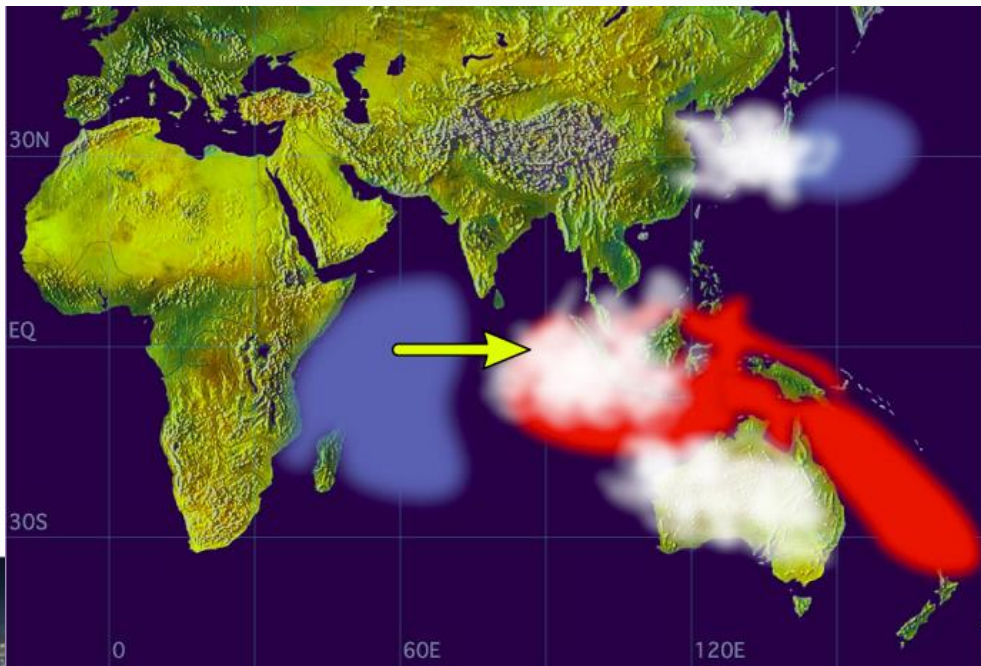
فاز مثبت IOD

آنومالی دمای سطح آب (قرمز نشاندهنده گرم) و آبی (نشاندهنده سرد) نواحی سفید نشاندهنده فعالیت‌های همرفتی می باشد. پیکانها جهت باد را نشان می دهند.

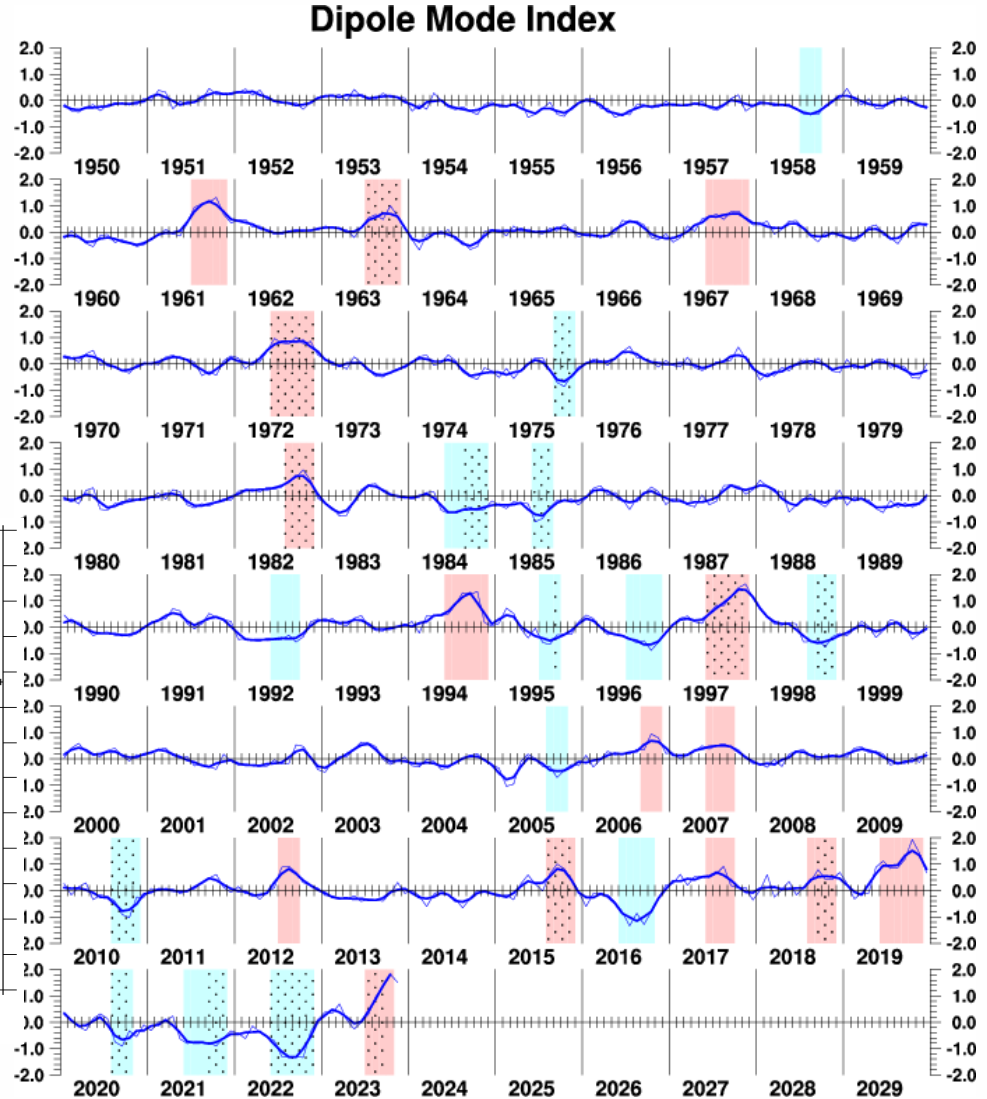
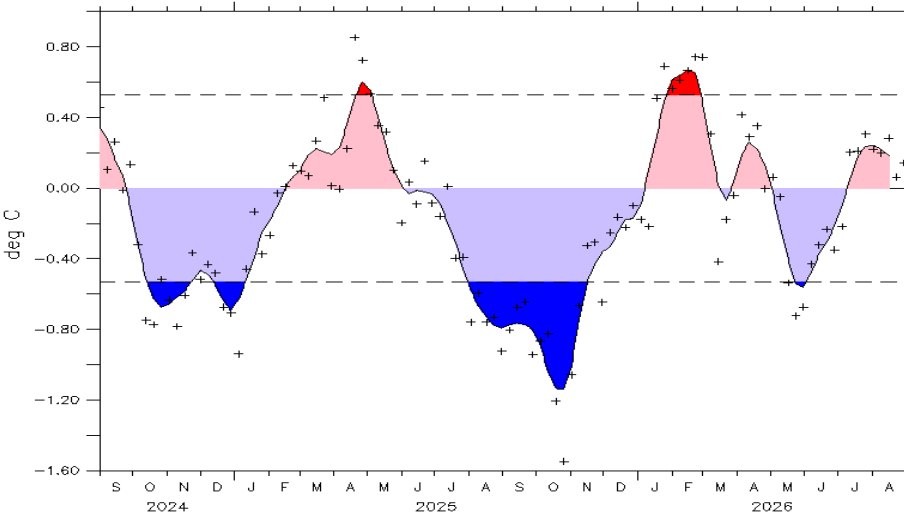
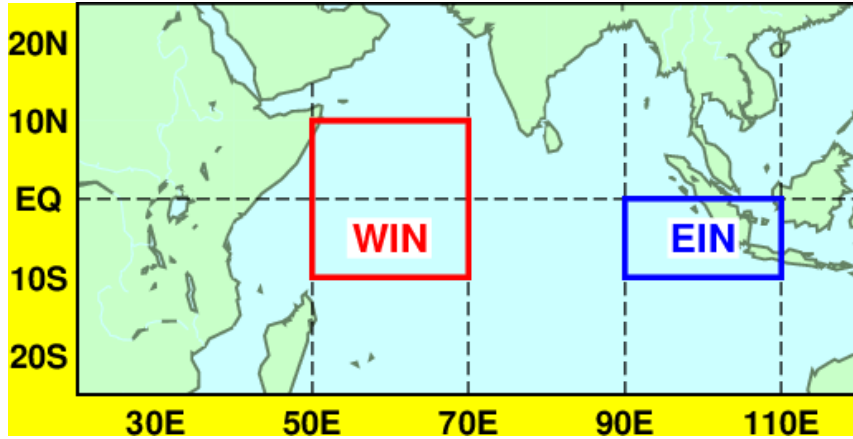


فاز منفی IOD

آنومالی دمای سطح آب (قرمز نشاندهنده گرم) و آبی (نشاندهنده سرد) نواحی سفید نشاندهنده فعالیت‌های همرفتی می باشد. پیکانها جهت باد را نشان می دهند.



دوقطبی اقیانوس هند / IOD



پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



نوسان مادن – جولیان MJO :(Madden – Julian Oscillation)

نزدیکترین دور – پیوند به ایران که اثر
آن بر بارش کشور آشکارتر از سایرین
است شاخص MJO است.

فازهای MJO در یک چرخه کامل آن:

فاز ۱: بر روی غرب اقیانوس هند و شرق آفریقا

فازهای ۲ و ۳: بر روی اقیانوس هند

فازهای ۴ و ۵: بر روی اندونزی و اقیانوسیه

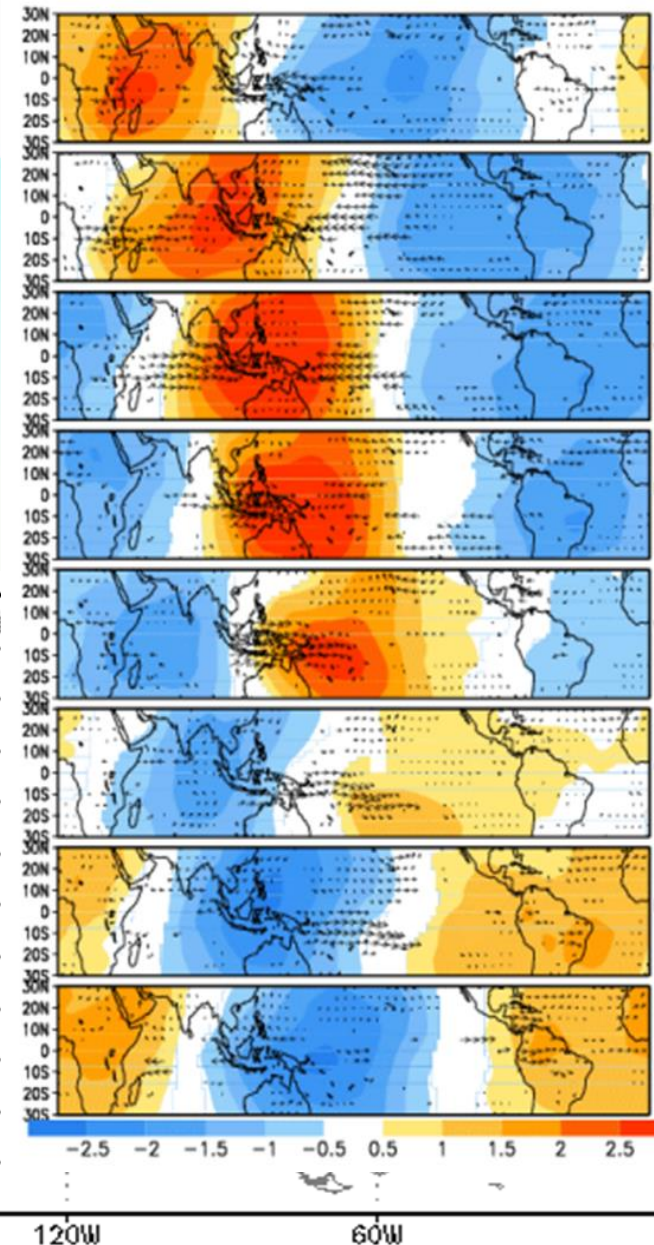
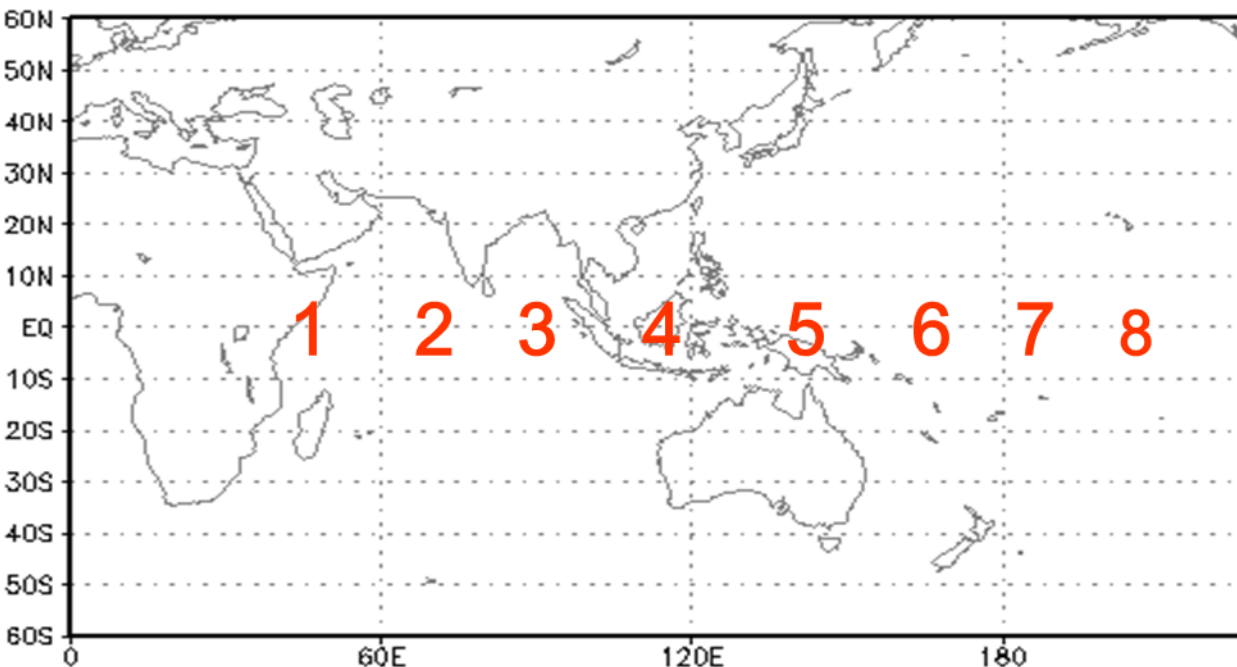
فازهای ۶ و ۷: بر روی نیمه غربی اقیانوس آرام

فاز ۸: بر روی بخش های میانی اقیانوس آرام

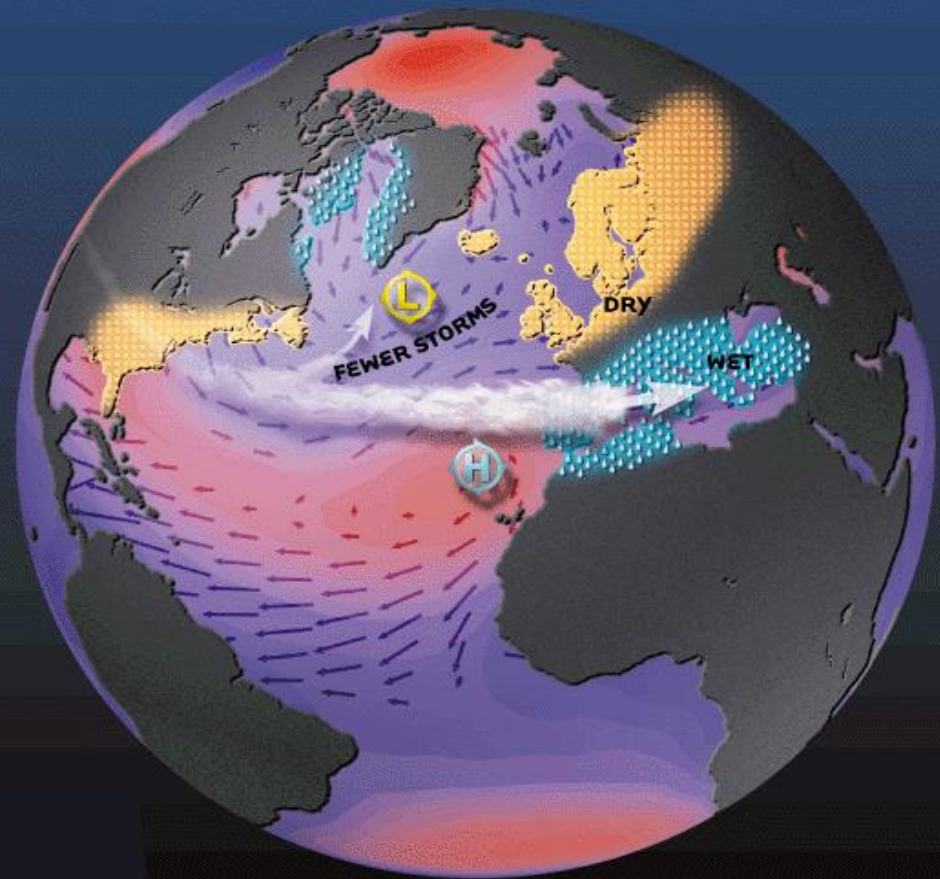
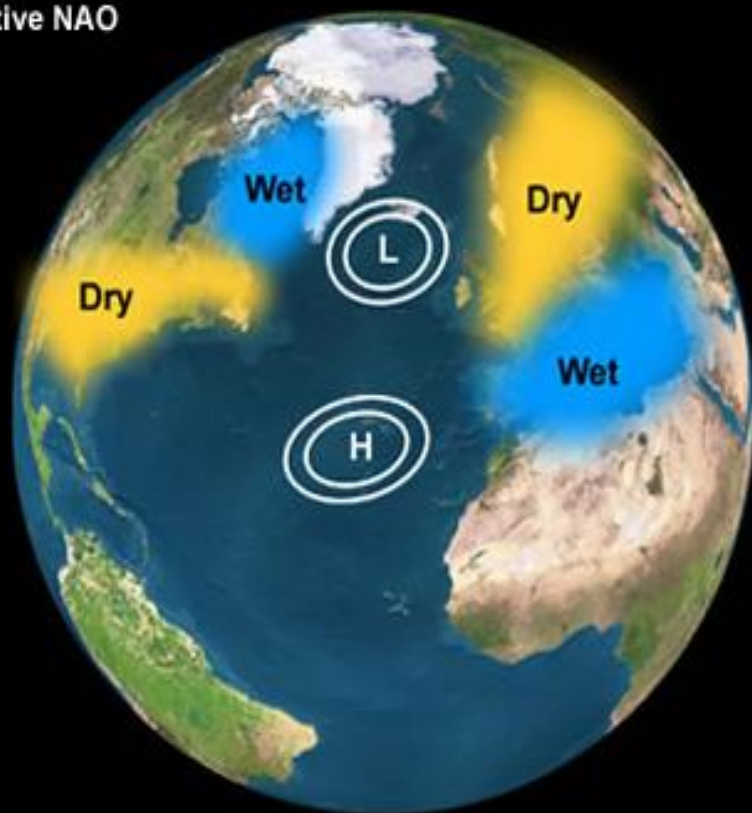
بسامد ۳۰ الی ۶۰ روز (میانگین ۴۵ روز)

سرعت حرکت: شرق سو حدود 5 m/s روی اقیانوس هند

۴- تضعف در بخش های میانی اقیانوس آرام و افزایش سرعت به 8 m/s

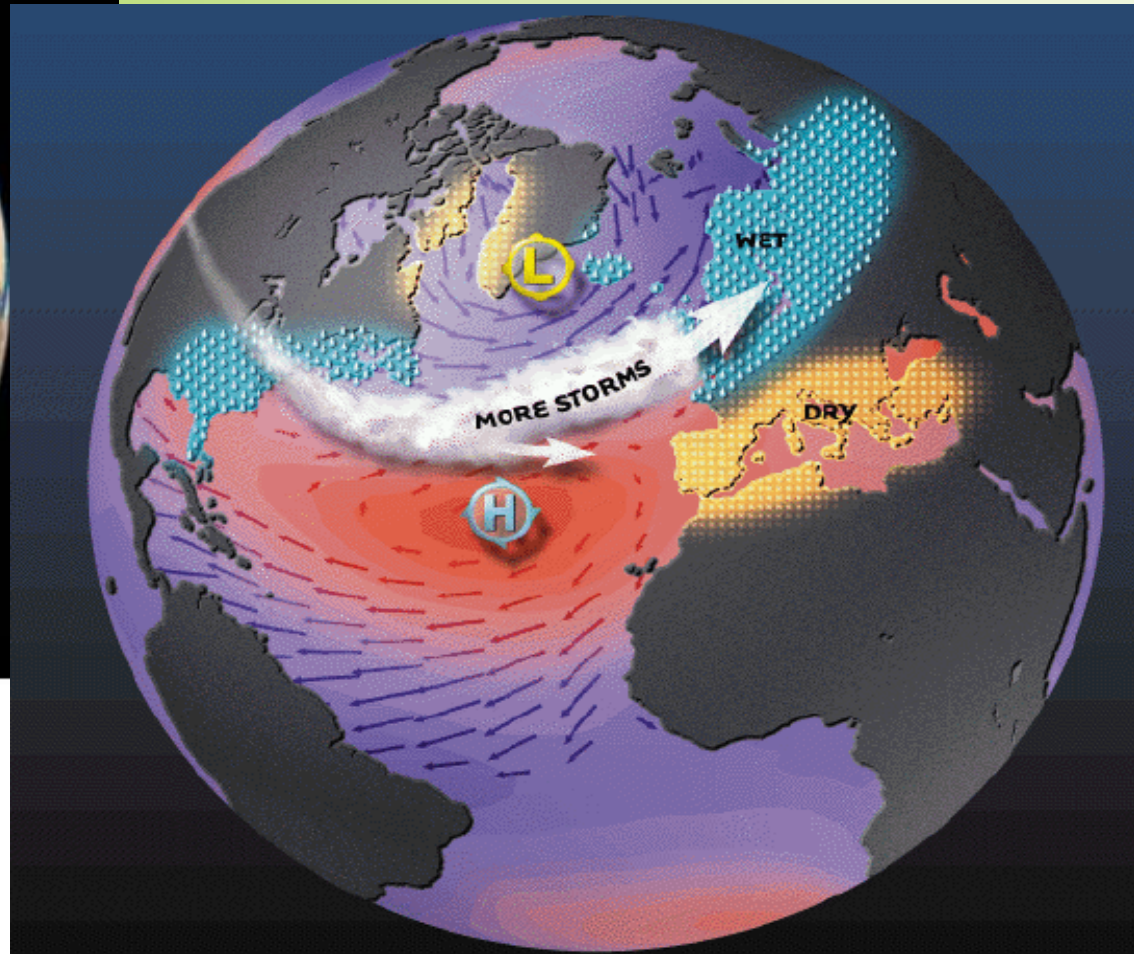
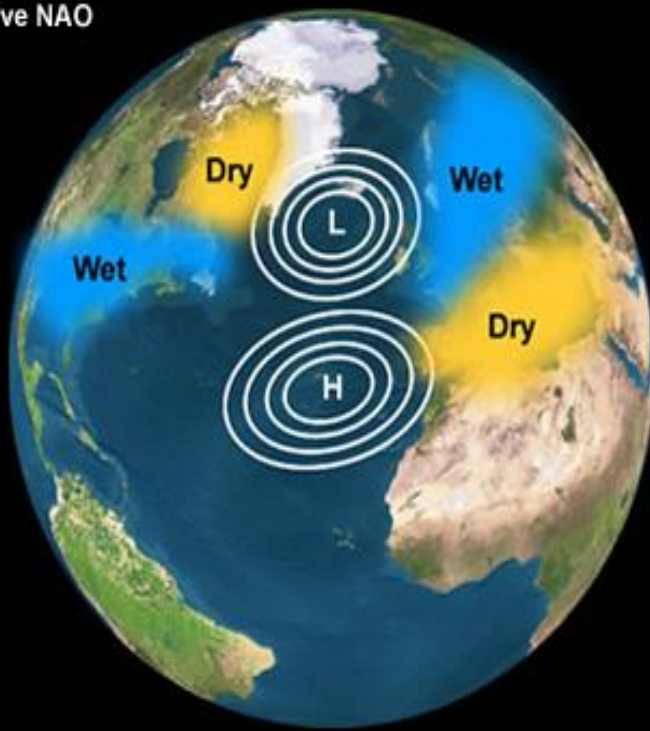


Negative NAO



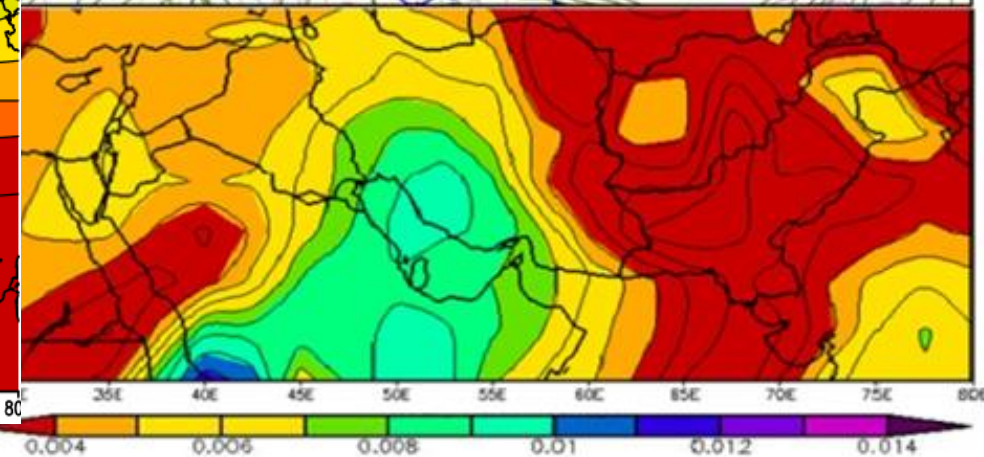
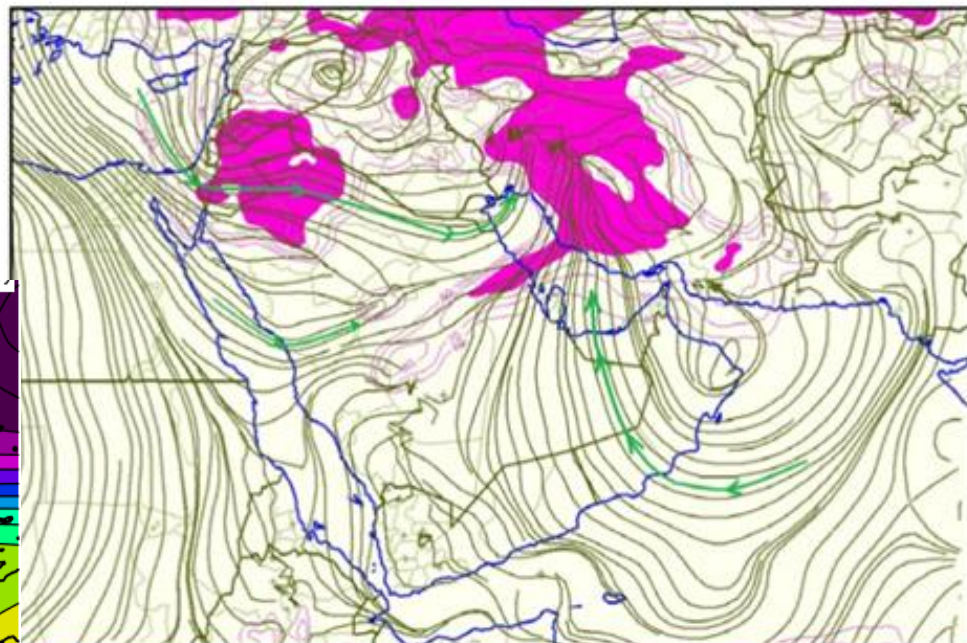
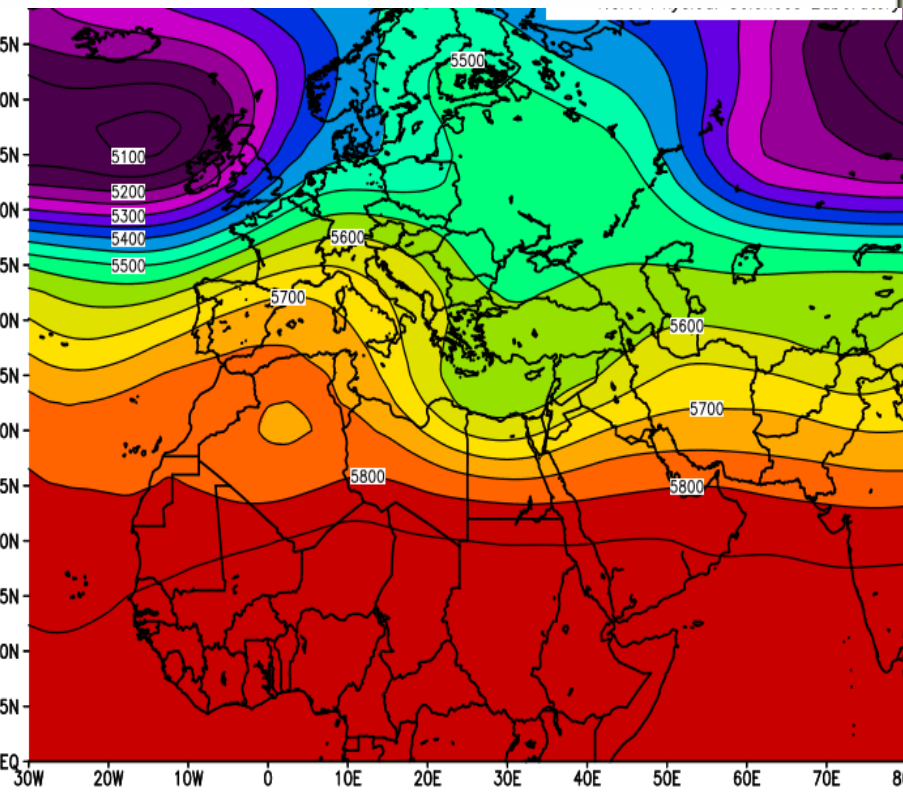
در NAO منفی گرادیان فشار ضعیف است و سامانه‌های بارشی یا شدت کمتر، شمال غرب آفریقا و جنوب اروپا را متاثر می‌سازند.

Positive NAO



در NAO مثبت گرادیان فشار زیاد روی اطلس شمالی است و سبب بادهای شدید غربی همراه با توفانهای زمستانی در روی اطلس و سطح اروپای شمالی میشود.

مکانیسم رخداد بارش ایران

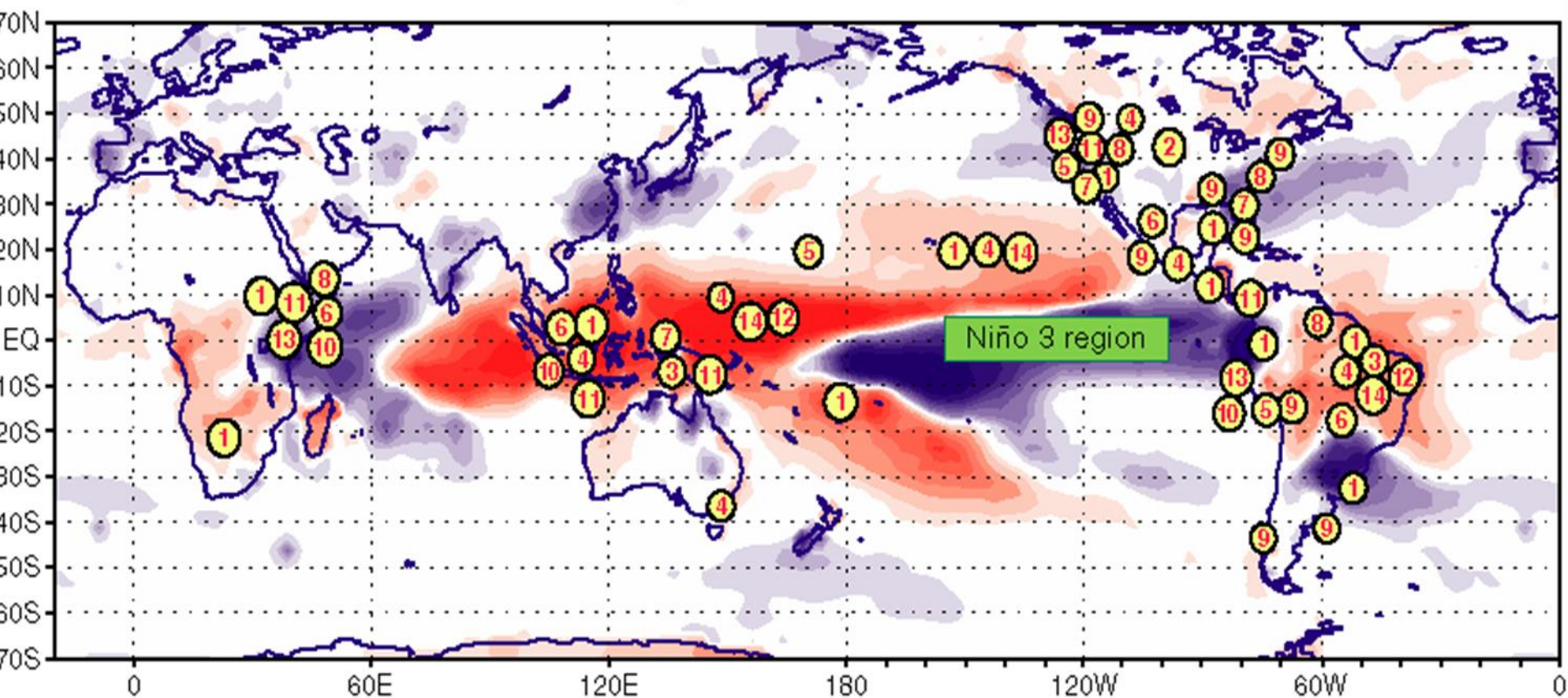


پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو



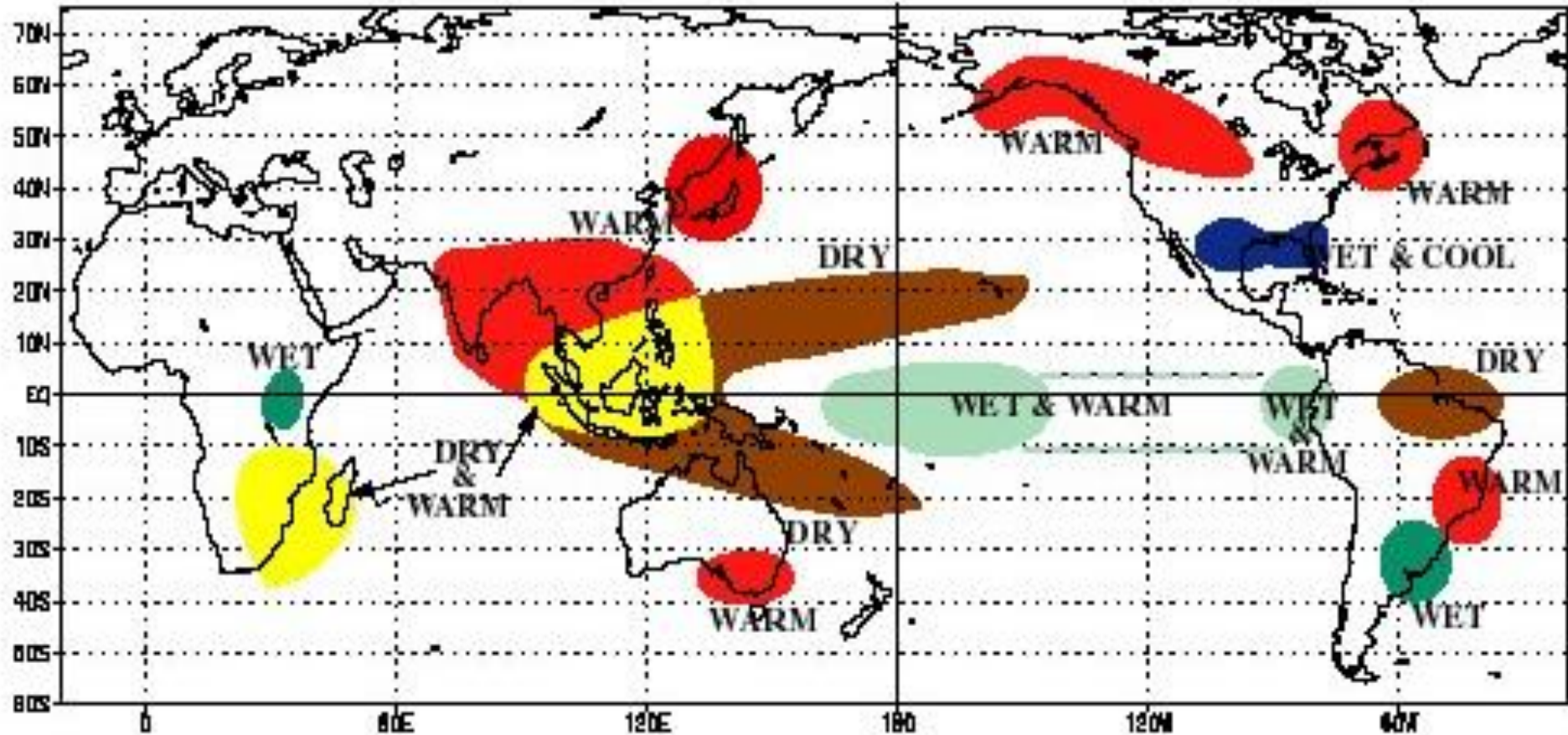
مخاطر جوی - اقلیمی همراه با النینو:

Societal Impacts from 1997/98 El Niño

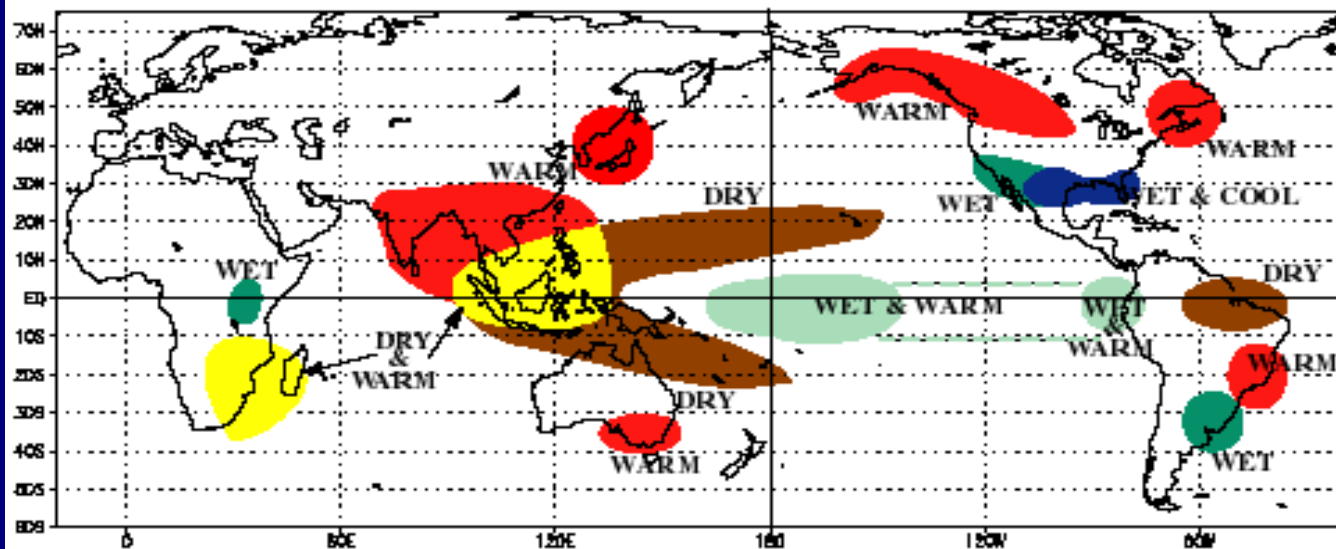


- | | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Crop/Stock Damage | 5. Fisheries Disruption | 9. Property Damage | 13. Wildlife Fatalities |
| 2. Energy Savings | 6. Health Risks | 10. Tourism Decreased | 14. Water Rationing |
| 3. Famine | 7. Human Fatalities | 11. Transportation Problems | |
| 4. Fires | 8. Pests Increased | 12. Social Disruptions | |

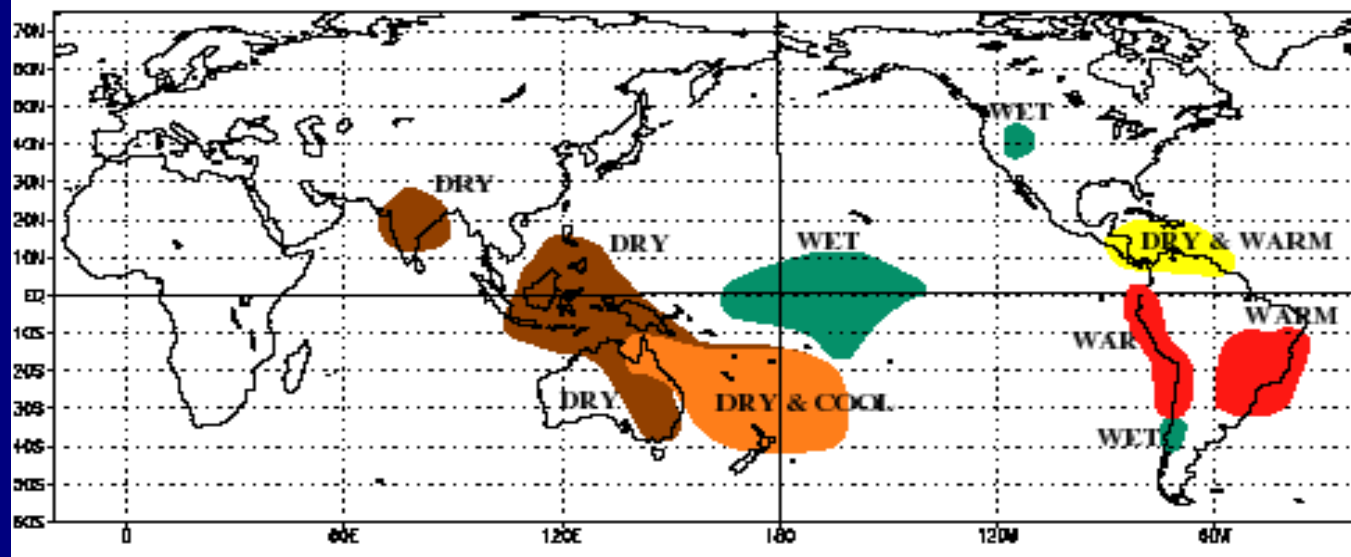
تأثير انسوبر آب و هوای کلی جهان (فاز گرم - النینو)



WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY

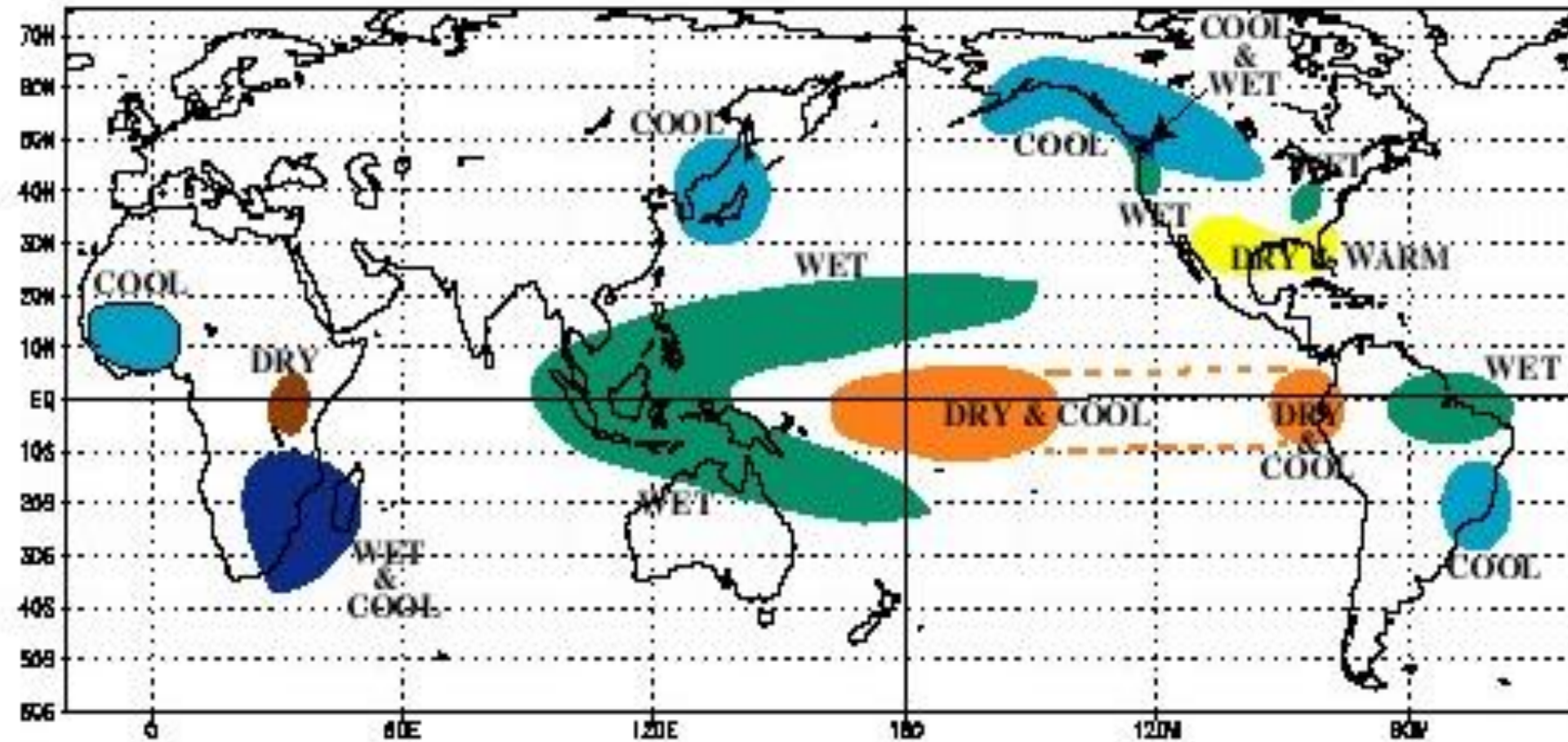


WARM EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



پیامدهای دوره ی گرم انسو در زمستان و تابستان

تأثیر انسو بر آب و هوای کلی جهان (فاز سرد - لانینا)



ECMWF Seasonal Forecast

Mean precipitation anomaly

Forecast start is 01/09/26, climate period is 1993-2016

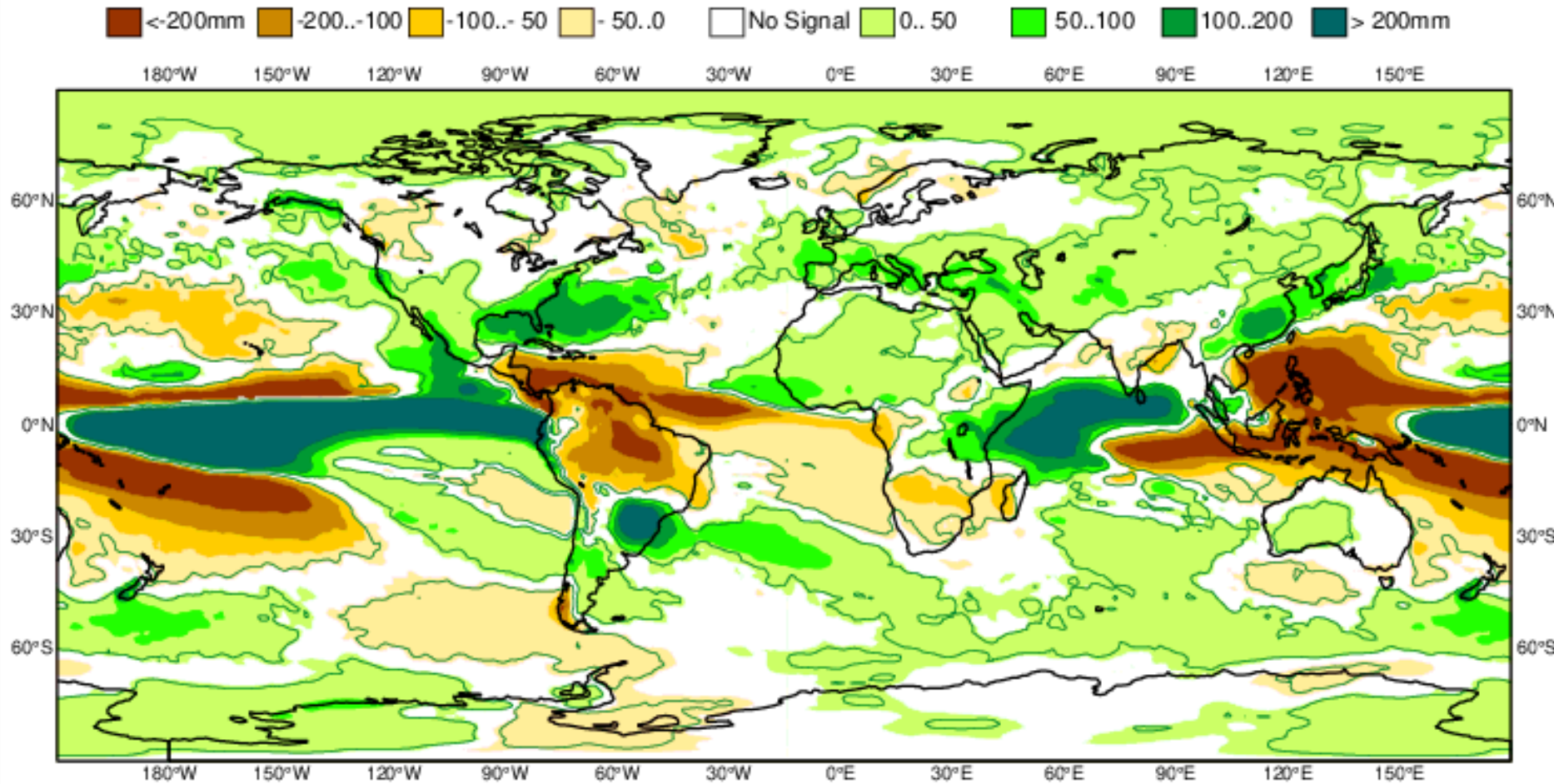
Ensemble size = 51, climate size = 600

System 5

OND 2026

Shaded areas significant at 10% level

Solid contour at 1% level



پژوهشکده هواشناسی



ECMWF Seasonal Forecast

Mean precipitation anomaly

Forecast start is 01/09/26, climate period is 1993-2016

Ensemble size = 51, climate size = 600

System 5

NDJ 2026/27

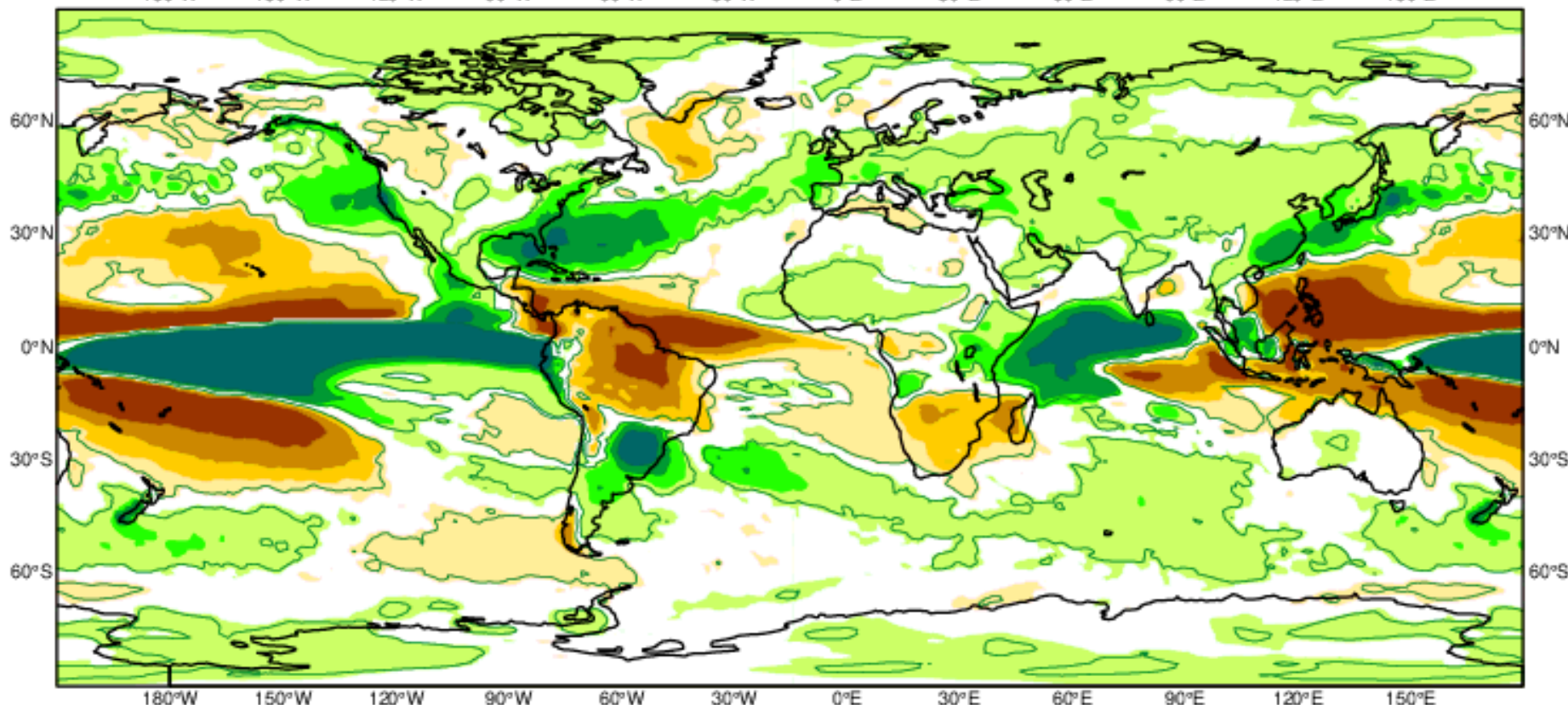
Shaded areas significant at 10% level

Solid contour at 1% level

Legend for Mean precipitation anomaly (mm):

<-200mm	-200..-100	-100..- 50	- 50..0	No Signal	0.. 50	50..100	100..200	> 200mm
---------	------------	------------	---------	-----------	--------	---------	----------	---------

Longitude: 180°W, 150°W, 120°W, 90°W, 60°W, 30°W, 0°E, 30°E, 60°E, 90°E, 120°E, 150°E



پژوهشکده هواشناسی



ECMWF Seasonal Forecast

Mean precipitation anomaly

Forecast start is 01/09/26, climate period is 1993-2016

Ensemble size = 51, climate size = 600

System 5

DJF 2026/27

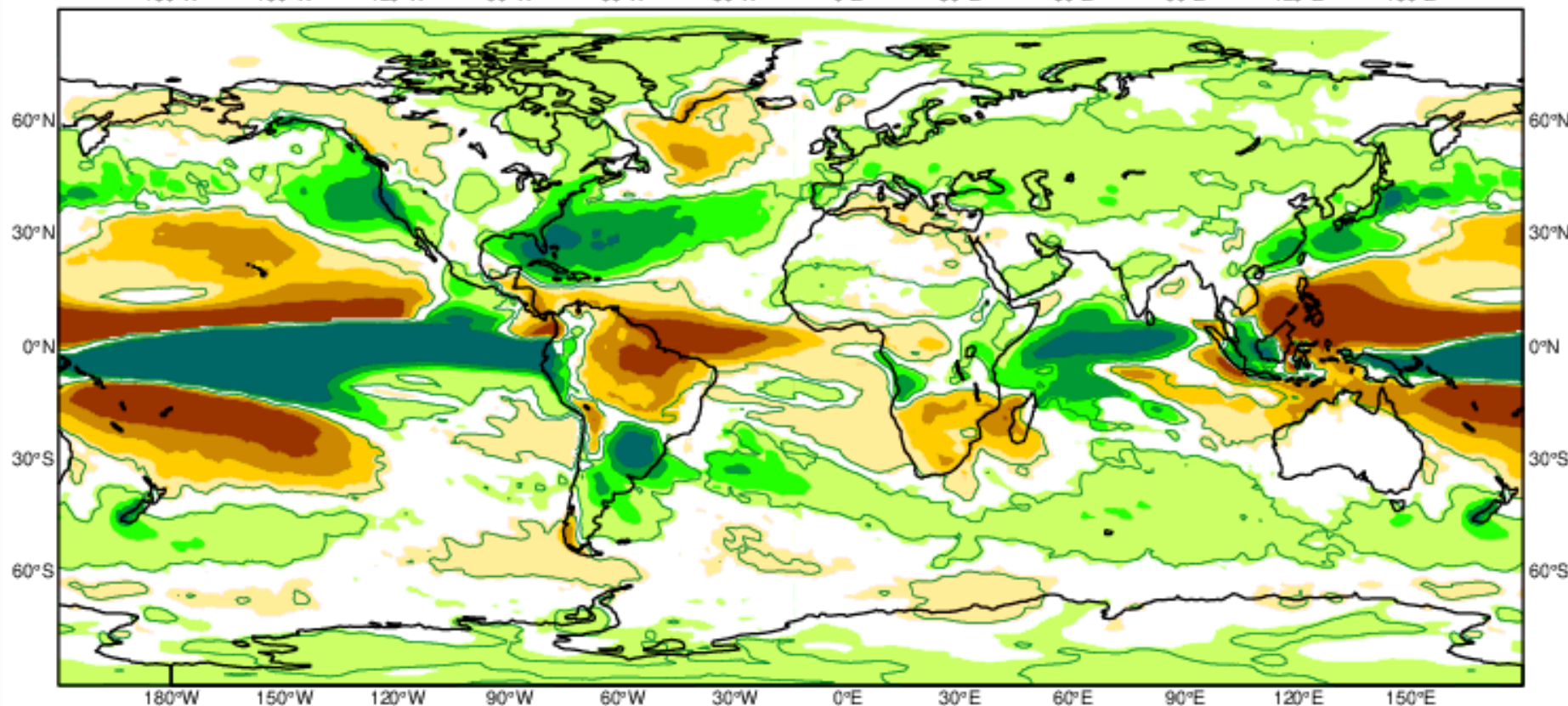
Shaded areas significant at 10% level

Solid contour at 1% level

Legend for Mean precipitation anomaly (mm):

<-200mm	-200..-100	-100..-50	-50..0	No Signal	0..50	50..100	100..200	>200mm
---------	------------	-----------	--------	-----------	-------	---------	----------	--------

Longitude: 180°W, 150°W, 120°W, 90°W, 60°W, 30°W, 0°E, 30°E, 60°E, 90°E, 120°E, 150°E



پژوهشکده هواشناسی



ECMWF Seasonal Forecast

Mean precipitation anomaly

Forecast start is 01/09/26, climate period is 1993-2016

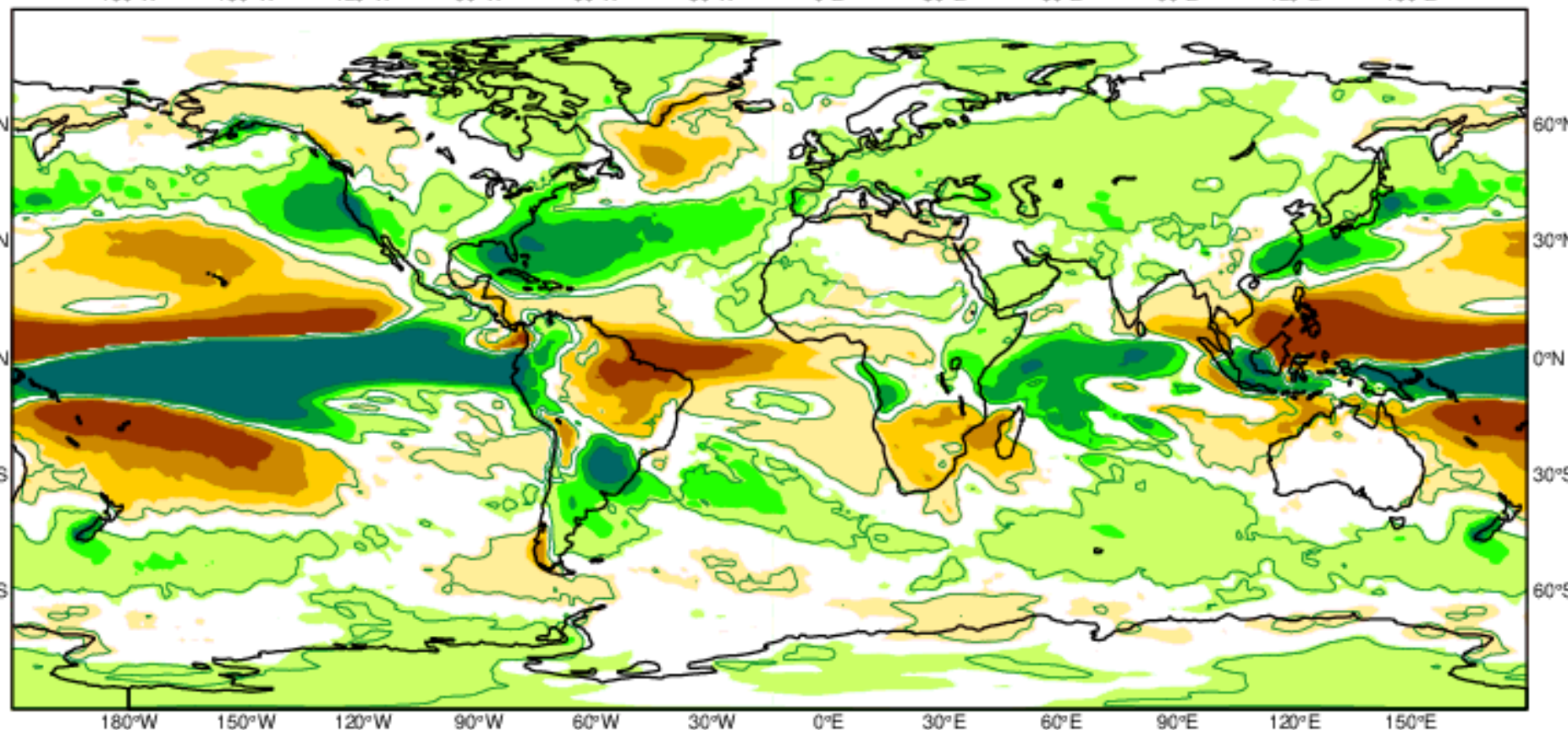
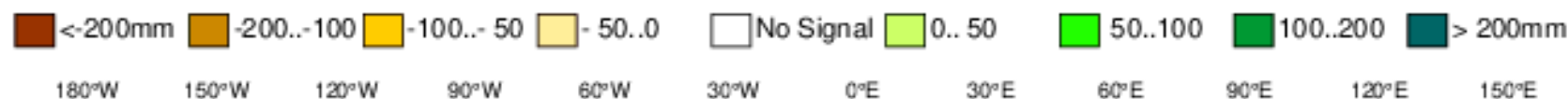
Ensemble size = 51, climate size = 600

System 5

JFM 2027

Shaded areas significant at 10% level

Solid contour at 1% level



پژوهشکده هواشناسی

