

۱- وضعیت بارش کشور

۱-۱- مقدمه

با عنایت به اهمیت بسیار بالای پیش‌بینی بارش در مدیریت منابع آب کشور، موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو با هدف تأمین نیازهای بخش آب کشور، تلاش نمود یک سیستم پیش‌بینی فصلی متناسب با استانداردهای موجود جهانی را برای پیش‌بینی بارش تا سه ماه آینده توسعه دهد و همچنین برای پیش‌بینی بارش با افق پیش‌بینی بیشتر از سه ماه، از نتایج مربوط به مدل‌های پیش‌بینی جهانی استفاده نماید. برای صدور این پیش‌بینی‌ها، موسسه تحقیقات آب از یک مجموعه ۳۲ عضوی از مدل‌های منطقه‌ای آب و هوا با قدرت تفکیک مکانی ۲۰ کیلومتری استفاده می‌نماید. هر یک از اعضای مورد اشاره در این سیستم برای یک دوره تاریخی ۲۱ ساله نیز اجرا شده‌اند تا امکان شناسایی و حذف خطاهای سیستماتیک موجود در نتایج پیش‌بینی‌ها مطابق با بالاترین استانداردهای توصیه شده توسط مراجع معتبر هواشناسی در سطح بین‌المللی فراهم گردد. در نهایت ترکیب نتایج این مجموعه مدل‌ها، می‌تواند پیش‌بینی وضعیت بارش (و سایر مؤلفه‌های هواشناختی) را به صورت مکانی ارائه داده و شاخص‌های خطای مورد انتظار و اطمینان‌پذیری نتایج را نیز برای کاربران فراهم نماید. ضمناً به دلیل اجرای مدل‌های منطقه‌ای توسط موسسه تحقیقات آب و در اختیار داشتن نتایج کامل آن‌ها، گزارش‌گیری از خروجی‌ها و ارائه نتایج نهایی بر اساس تقویم شمسی صورت می‌گیرد که از نظر پایش، تحلیل و گزارش‌دهی وضعیت منابع آب کشور حائز اهمیت می‌باشد.

۱-۲- وضعیت بارش کشور از ابتدای سال آبی جاری تاکنون (ابتدای مهر تا ۳۱ فروردین ۱۴۰۱)

اختلاف بارش حوضه‌های آبریز کشور با مقدار متوسط بلندمدت آن‌ها (بر اساس اطلاعات بارش ثبت شده در ایستگاه‌های وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور) در شکل ۱ ارائه شده است. همچنین در جدول ۱ اطلاعات ذیل به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ و همچنین محدوده‌های ۹ گانه مدیریتی حوضه‌های آبریز کشور ارائه شده است:

- بارش ثبت شده از ابتدای سال آبی جاری تا ۳۱ فروردین ۱۴۰۱،
- متوسط بلندمدت بارش از ابتدای سال آبی تا ۳۱ فروردین،
- میزان اختلاف بارش به وقوع پیوسته نسبت به متوسط بلندمدت بارش دوره مشابه.

۱-۳- چشم‌انداز بارش کشور در ماه‌های آینده

در شکل‌های ۲ و ۳ نقشه درصد اختلاف بارش پیش‌بینی‌شده نسبت به متوسط بلندمدت بارش در ماه‌های اردیبهشت و خرداد ۱۴۰۱ و در شکل‌های ۴ و ۵ نقشه دقت مورد انتظار از پیش‌بینی به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور (بر اساس نتایج مدل منطقه‌ای) ارائه شده است. در شکل‌های ۶ و ۷ نیز نقشه درصد اختلاف بارش پیش‌بینی‌شده نسبت به متوسط بلندمدت بارش برای فصل تابستان و پاییز ۱۴۰۱ (بر اساس مدل‌های جهانی) ارائه شده است. همچنین در جدول ۲ و ۳، اطلاعات ذیل برای هر حوضه به تفکیک ارائه شده است:

- مقدار پیش‌بینی بارش هر دوره زمانی،
- متوسط بلندمدت بارش هر دوره زمانی،
- اختلاف مقدار بارش پیش‌بینی‌شده نسبت به متوسط بلندمدت بارش،

بر اساس نتایج پیش‌بینی‌ها بارش حاصل از اجرای مدل منطقه‌ای که در شکل ۲ و ۳ به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور ارائه شده است، وضعیت بارش ماه اردیبهشت ۱۴۰۱ در بیشتر حوضه‌های آبریز کشور به خصوص حوضه‌های جنوبی کمتر از متوسط بلندمدت پیش‌بینی می‌شود. همچنین انتظار می‌رود وضعیت بارش پیش‌بینی‌شده برای خرداد ماه ۱۴۰۱ در حوضه‌های آبریز شمال و شمال غرب کشور بیشتر از متوسط بلندمدت و در سایر حوضه‌ها کمتر از متوسط بلندمدت باشد.

لازم به ذکر است که به‌طور کلی عدم قطعیت پیش‌بینی بارش در مقیاس زمانی ماهانه و فصلی بالا می‌باشد و با افزایش افق پیش‌بینی (به خصوص برای افق‌های پیش‌بینی بیشتر از سه ماه)، دقت پیش‌بینی‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. از این‌رو پیش‌بینی بارش فصل تابستان و پاییز ۱۴۰۱ که بر اساس نتایج مدل‌های جهانی ارائه شده‌اند، دارای عدم قطعیت بالایی هستند.

۲- وضعیت دمای کشور

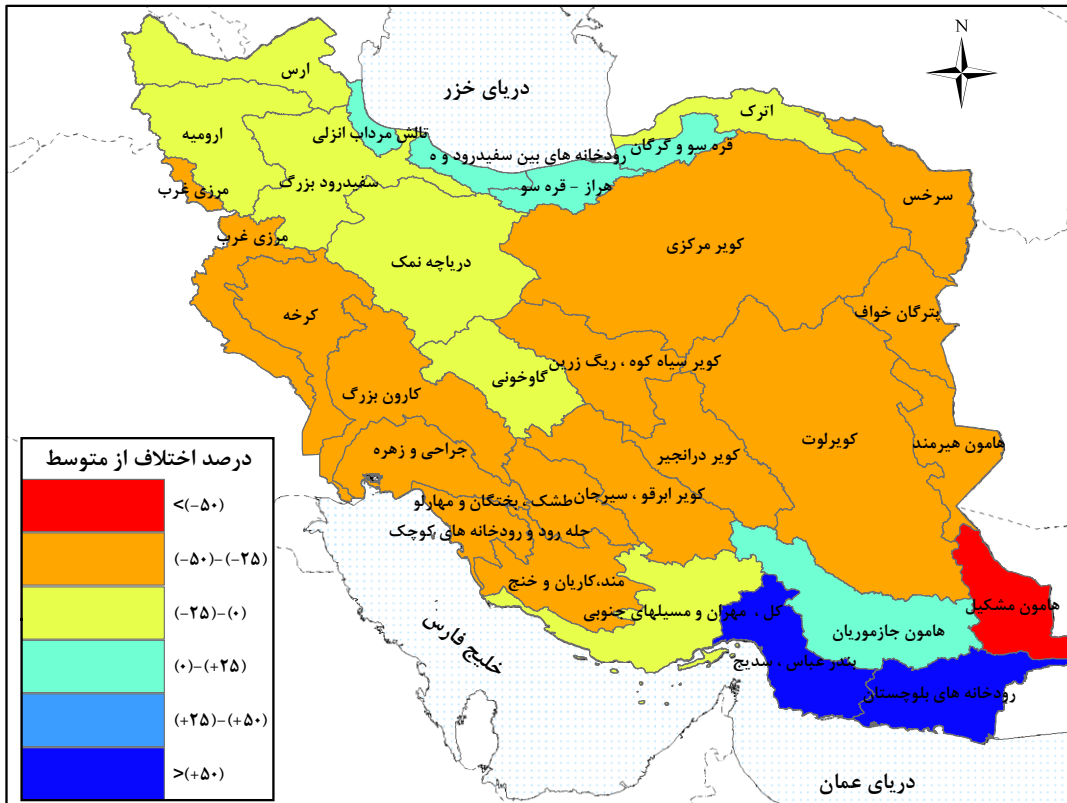
۲-۱- چشم‌انداز دمای کشور در ماه‌های آینده

در شکل ۸ نقشه اختلاف دمای پیش‌بینی شده نسبت به متوسط بلندمدت دما در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تابستان ۱۴۰۱ (بر اساس نتایج مدل منطقه‌ای) ارائه شده است. بر این اساس وضعیت دما برای ماه اردیبهشت در بیشتر مناطق کشور بیشتر از متوسط بلندمدت پیش‌بینی می‌شود. وضعیت دما برای ماه خرداد (به جز سواحل دریای خزر) و تابستان ۱۴۰۱ در نیمه شمالی تا مرکز کشور نسبت به متوسط بلندمدت همراه با افزایش خواهد بود به طوری که این افزایش دما برای مناطق شمالی کشور به ویژه در فصل تابستان ۱۴۰۱ قابل توجه است.

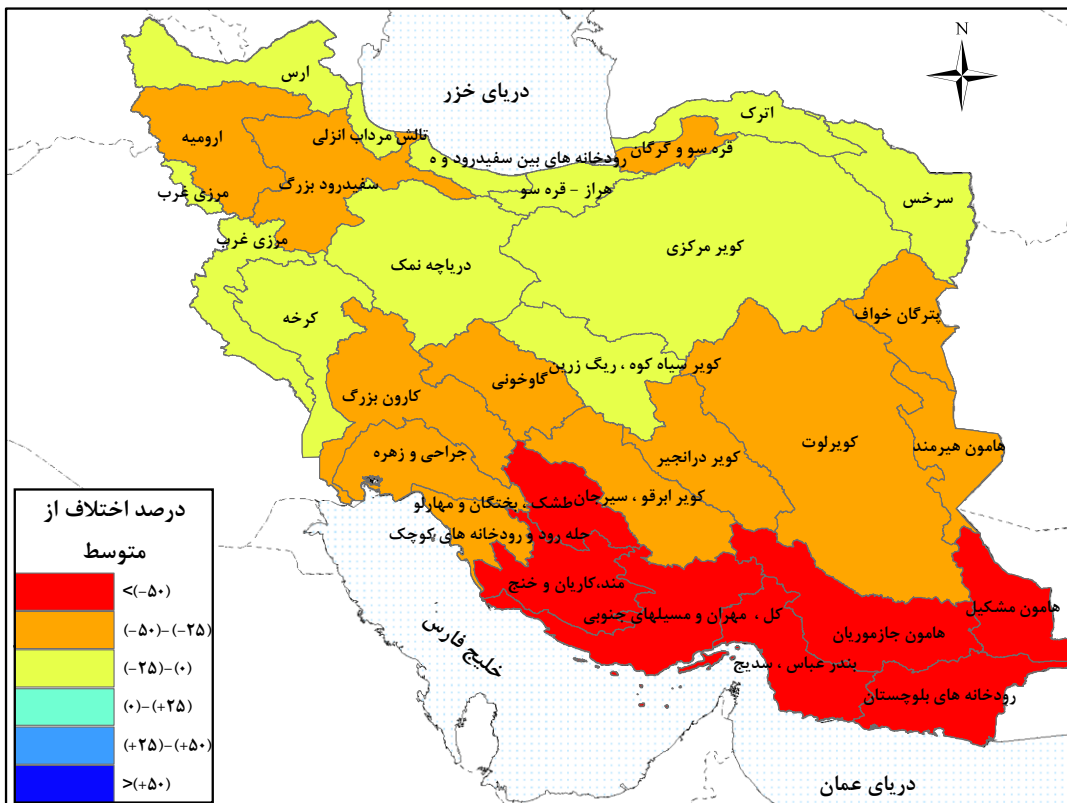
۳- سایر توضیحات

پیش‌بینی بلندمدت با افق زمانی بیش از ۱۰ روز، موضوعی پرچالش در سطح جهان است که با وجود پیشرفت‌های فراوان از جنبه‌های مدل‌سازی فرآیندهای حاکم بر شرایط اقلیمی، به دلیل پیچیدگی این فرآیندها، همچنان در زمره موضوعات دارای عدم قطعیت بالا به شمار می‌رود. به طور کلی در خصوص پیش‌بینی‌های ارائه شده توسط موسسه تحقیقات آب، موارد زیر قابل اشاره می‌باشد:

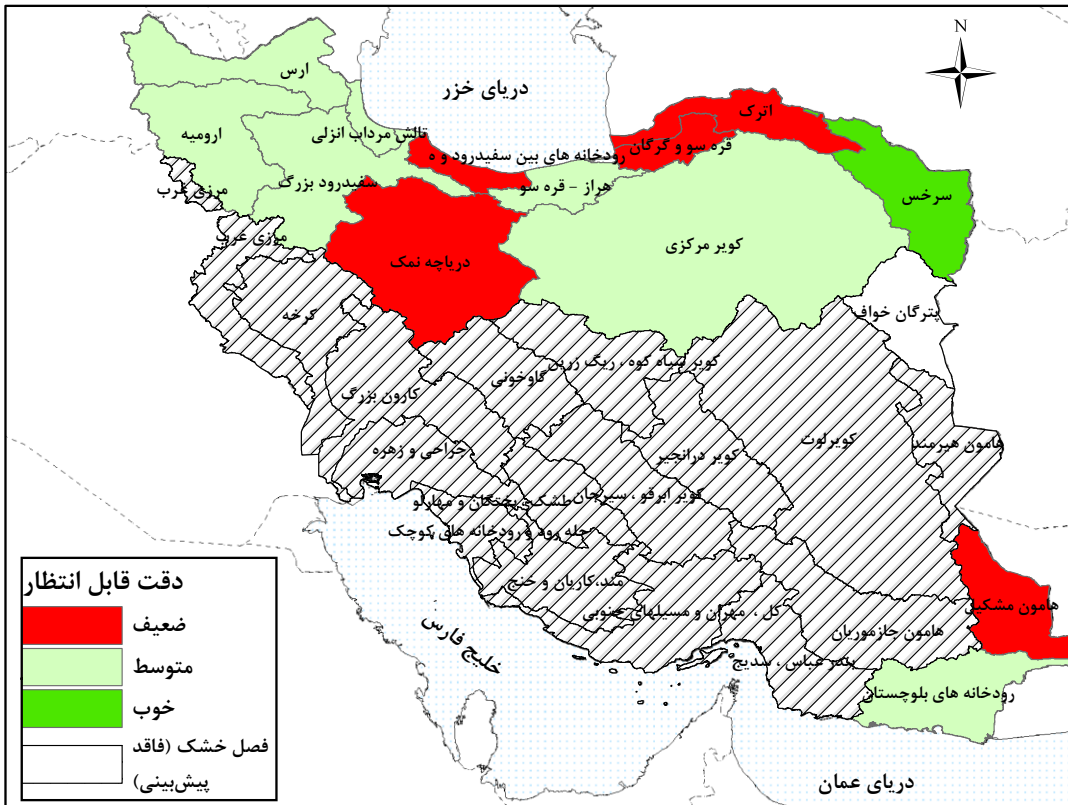
- ۱- پس‌پردازش و اصلاح خطاهای سیستماتیک موجود (دقت پیش‌بینی) در نتایج مدل‌سازی آب و هواشناسی، یک موضوع ضروری است که در گزارش‌های موسسه تحقیقات آب به آن اشاره می‌شود.
- ۲- از ملزومات ارائه پیش‌بینی آب و هواشناسی، ذکر میزان دقت مورد انتظار و ارائه شاخص‌های خطا و عدم قطعیت نتایج است که در پیش‌بینی‌های موسسه تحقیقات آب مورد نظر قرار گرفته است. بر این اساس در شکل ۴ و ۵، نقشه مربوط به دقت مورد انتظار از پیش‌بینی بارش به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور ارائه شده است.
- ۳- لازم به ذکر است که با توجه به اینکه در ماه خرداد و تابستان ۱۴۰۱ متوسط بارش کشور در بیشتر حوضه‌های آبریز ناچیز می‌باشد، لذا برای حوضه‌های که متوسط بلندمدت بارش مشاهداتی آن‌ها در این دوره کمتر از ۵ میلی‌متر است، پیش‌بینی بارش ارائه نشده است.



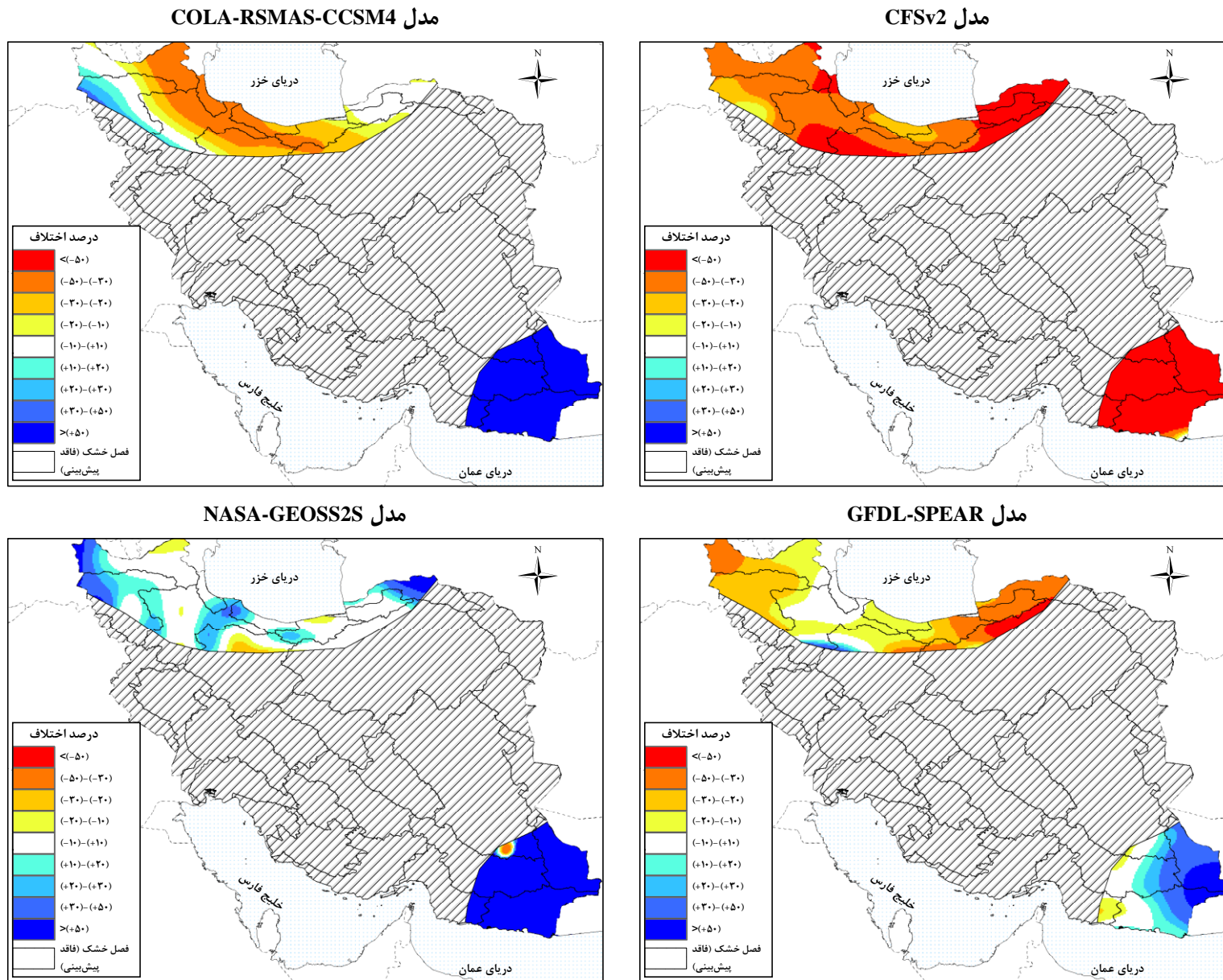
شکل ۱) درصد اختلاف بارش مشاهداتی از ابتدای سال آبی جاری (ابتدای مهر ماه ۱۴۰۰) تا ۳۱ فروردین ۱۴۰۱ نسبت به مقدار متوسط بلندمدت تاریخی همین دوره زمانی به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور



شکل ۲) درصد اختلاف مجموع بارش پیش‌بینی شده برای اردیبهشت ماه ۱۴۰۱ نسبت به مقدار متوسط بلندمدت تاریخی همین دوره زمانی به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور (بر اساس مدل منطقه‌ای)

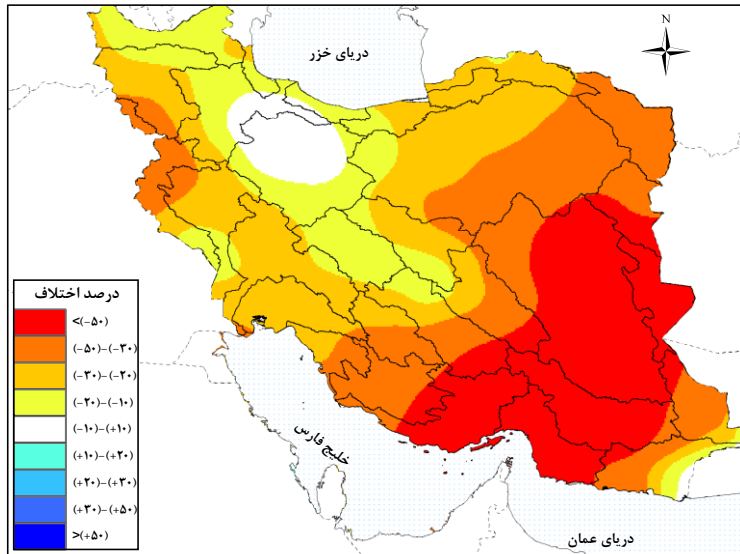


شکل ۵) میزان دقت مورد انتظار برای پیش‌بینی بارش خرداد ماه ۱۴۰۱ به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور (بر اساس مدل منطقه‌ای)

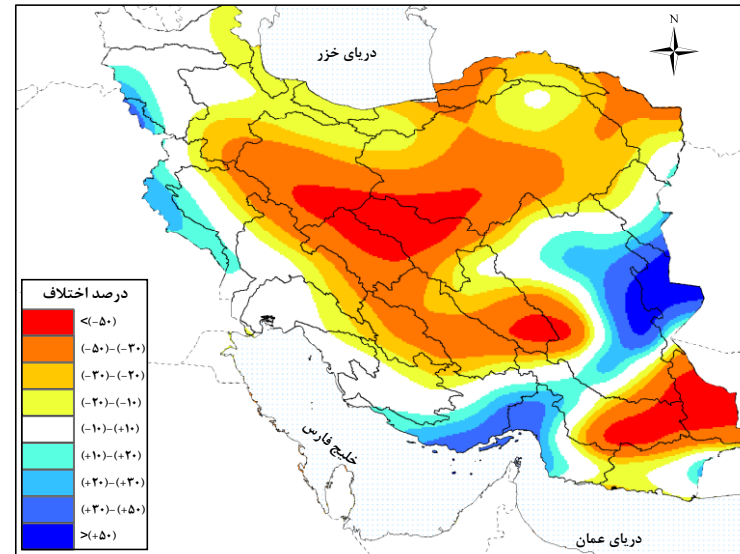


شکل ۶) درصد اختلاف مجموع بارش پیش‌بینی شده برای تابستان ۱۴۰۱ نسبت به مقدار متوسط بلندمدت تاریخی همین دوره زمانی به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور (بر اساس مدل‌های جهانی)

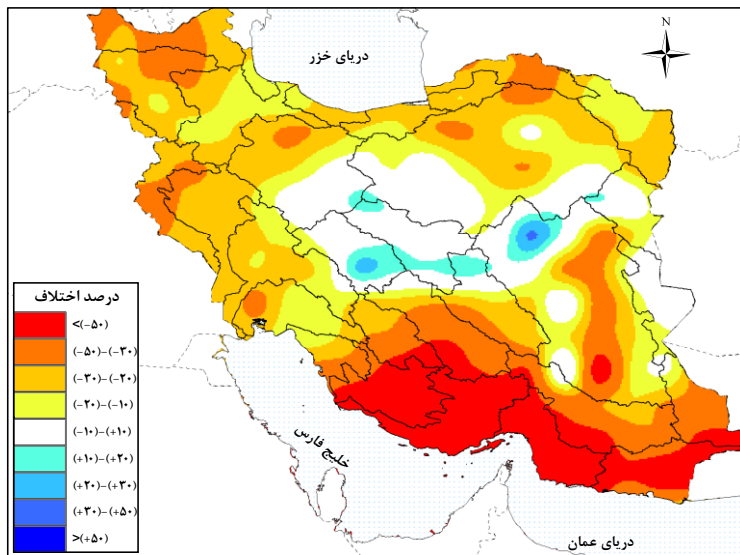
مدل COLA-RSMAS-CCSM4



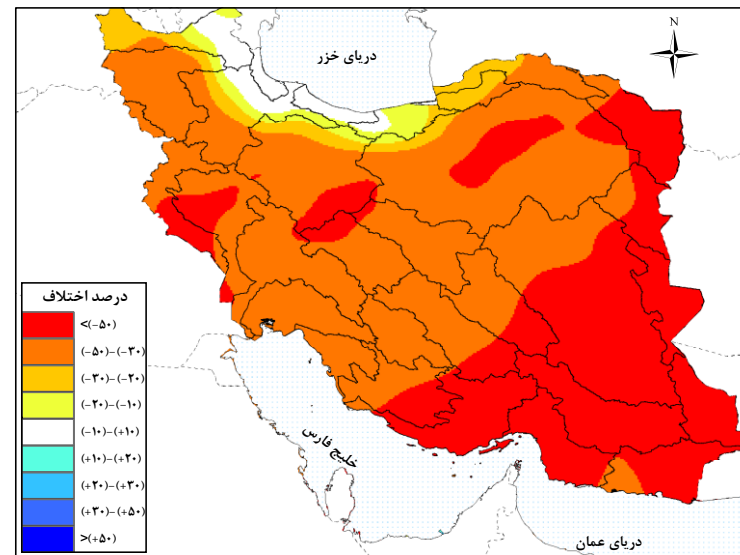
مدل CFSv2



مدل NASA-GEOSS2S



مدل GFDL-SPEAR



شکل ۷) درصد اختلاف مجموع بارش پیش‌بینی شده برای پاییز ۱۴۰۱ نسبت به مقدار متوسط بلندمدت تاریخی همین دوره زمانی به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور (بر اساس مدل‌های جهانی)

جدول (۱) وضعیت بارش مشاهداتی از ابتدای سال آبی جاری (۱ مهر ۱۴۰۰) تا ۳۱ فروردین ۱۴۰۱ به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ و محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز کشور

حوضه‌های آبریز درجه ۱	مقدار (mm)	متوسط بلندمدت (mm)	اختلاف (%)	حوضه‌های آبریز درجه ۲	مقدار (mm)	متوسط بلندمدت (mm)	اختلاف (%)	محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز	مقدار (mm)	متوسط بلندمدت (mm)	اختلاف (%)
دریای خزر	۲۸۶	۳۰۲	-۵	اترک	۲۰۷	۲۳۱	-۱۰	اترک و رودخانه‌های شمالی	۴۰۴	۳۸۷	۴
				تالش، مرداب انزلی	۷۶۲	۶۹۱	۱۰				
				رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز	۷۱۳	۵۹۴	۲۰				
				قره‌سو و گرگان	۳۲۴	۳۱۵	۳				
				هراز و قره‌سو	۴۳۴	۴۳۳	۰				
سفیدرود بزرگ	۲۲۲	۲۷۶	-۱۹	سفیدرود بزرگ	۲۲۲	۲۷۶	-۱۹	ارس	۱۵۰	۱۷۵	-۱۴
دریاچه ارومیه	۲۳۵	۲۶۳	-۱۱	دریاچه ارومیه	۲۳۵	۲۶۳	-۱۱	دریاچه ارومیه	۲۳۵	۲۶۳	-۱۱
فلات مرکزی	۱۰۰	۱۴۱	-۲۹	طشک، بختگان و مهارلو	۲۰۴	۳۸۲	-۴۷	زاینده‌رود و حوضه‌های جنوب غرب	۱۳۳	۲۰۴	-۳۵
				کویر ابرقو، سیرجان	۱۳۵	۲۱۲	-۳۶				
				کویر سیاهکوه، ریگ زرین	۴۰	۷۳	-۴۶				
				گاوخونی	۱۸۷	۲۱۵	-۱۳				
قره‌قوم (سرخس)	۱۱۲	۱۷۹	-۳۸	دریاچه نمک	۱۷۵	۲۲۸	-۲۳	فلات مرکزی و شرقی	۸۷	۱۲۳	-۲۹
				کویر درانجیر	۶۱	۸۷	-۳۰				
				کویر لوت	۶۲	۹۰	-۳۲				
				کویر مرکزی	۷۴	۱۲۰	-۳۹				
				هامون، جازموربان	۱۴۳	۱۲۲	۱۷				
				قره‌قوم (سرخس)	۱۱۲	۱۷۹	-۳۸				
				پترگان، خواف	۸۵	۱۳۲	-۳۵				
مرزی شرق	۴۷	۸۹	-۴۷	هامون، مشکیل	۲۲	۶۶	-۶۷				
خلیج فارس و دریای عمان	۲۶۷	۳۳۵	-۲۰	هامون، هیرمند	۳۶	۷۰	-۴۹	زهره-جراحی و حوضه‌های جنوبی	۲۴۱	۲۵۲	-۴
				بندرعباس، سدییج	۴۸۳	۲۲۰	۱۲۰				
				جراحی و زهره	۲۳۷	۳۹۷	-۴۰				
				حله رود و رودخانه‌های کوچک	۱۷۰	۲۹۴	-۴۲				
				رودخانه‌های بلوچستان	۱۶۲	۹۱	۷۹				
				کل، مهران و مسیل‌های جنوبی	۱۷۷	۲۰۸	-۱۵				
کارون بزرگ	۴۲۱	۵۸۶	-۲۸	مند، کاریان و خنج	۲۱۴	۳۵۳	-۴۰				
کرخه	۲۱۳	۳۷۹	-۴۴	کارون بزرگ	۴۲۱	۵۸۶	-۲۸				
مرزی غرب	۲۵۰	۴۱۷	-۴۰	کرخه و مرزی غرب	۲۲۹	۳۹۶	-۴۲				

توضیح شماره ۱: حوضه‌هایی که میزان بارش به وقوع پیوسته آن‌ها بین صفر تا ۲۵ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است، با رنگ زرد، بین ۲۵ تا ۵۰ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است با رنگ نارنجی و حوضه‌هایی که میزان بارش به وقوع پیوسته آن‌ها بیش از ۵۰ درصد نسبت به متوسط بلندمدت کاهش داشته با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. به‌طور خلاصه مقدار بارش به وقوع پیوسته کشور از ابتدای سال آبی جاری تاکنون، ۱۰ درصد کمتر از میزان بارش متوسط بلندمدت کشور در همین دوره بوده است.

جدول ۲) وضعیت بارش پیش‌بینی شده در اردیبهشت ۱۴۰۱ به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ و محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز کشور

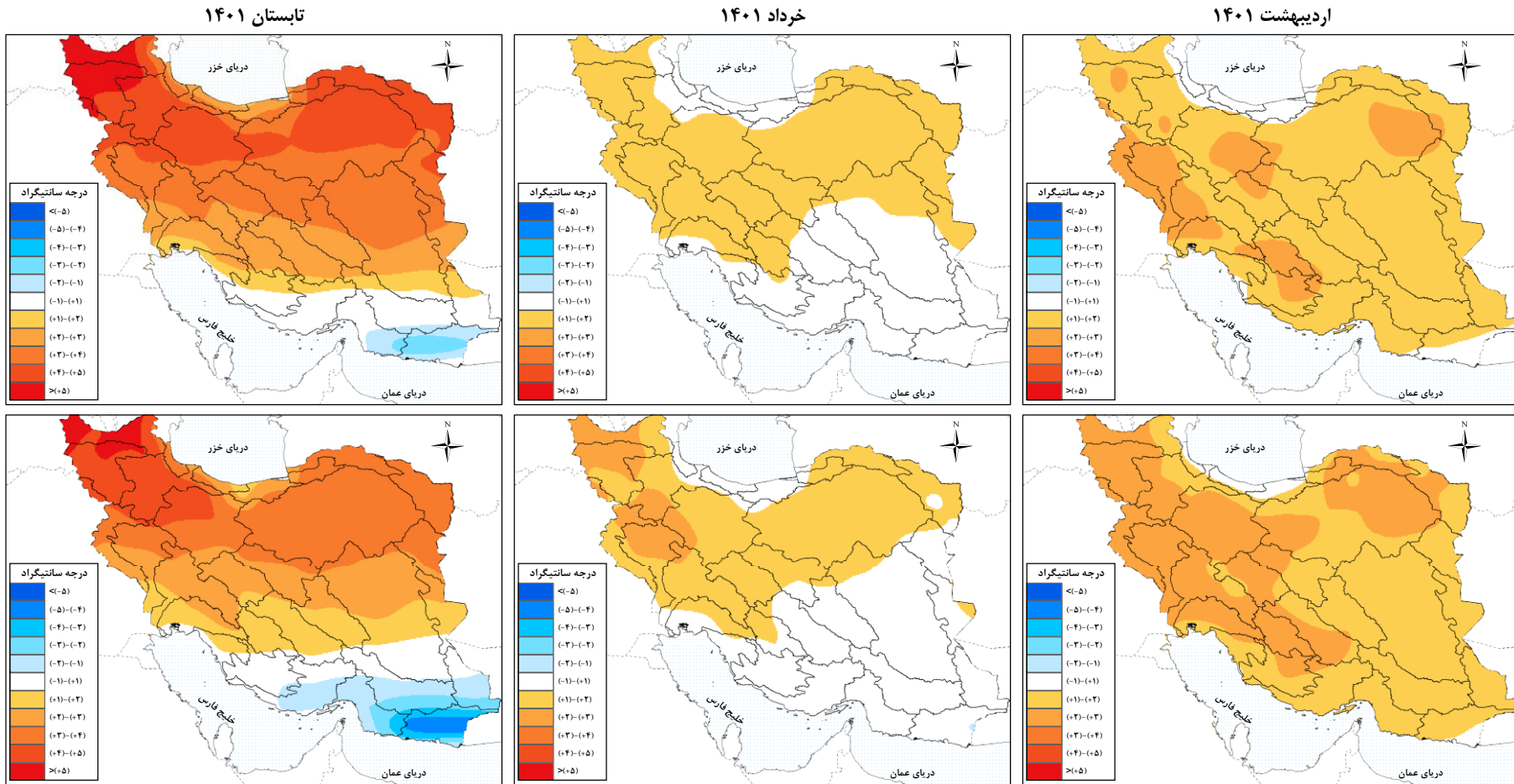
اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز	اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	حوضه‌های آبریز درجه ۲	اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	حوضه‌های آبریز درجه ۱				
-۱۹	۴۲	۳۴	اترک و رودخانه‌های شمالی	-۲۲	۳۸	۲۹	اترک	-۲۰	۴۶	۳۷	دریای خزر				
				-۸	۶۳	۵۸	تالش، مرداب انزلی								
				-۸	۴۲	۳۸	رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز								
				-۳۲	۴۱	۲۸	قره‌سو و گرگان								
				-۱۸	۴۳	۳۶	هراز و قره‌سو								
-۲۸	۵۰	۳۶	سفیدرود بزرگ	-۲۸	۵۰	۳۶	سفیدرود بزرگ	-۳۰	۵۰	۳۵	دریاچه ارومیه				
-۱۲	۴۹	۴۳	ارس	-۱۲	۴۹	۴۳	ارس								
-۳۰	۵۰	۳۵	دریاچه ارومیه	-۳۰	۵۰	۳۵	دریاچه ارومیه								
-۳۴	۱۴	۹	زاینده‌رود و حوضه‌های جنوب غرب	-۵۴	۱۹	۹	طشک، بختگان و مهارلو	-۲۹	۱۴	۱۰	فلات مرکزی				
				-۳۳	۱۱	۸	کویر ابرقو، سیرجان								
				-۳	۸	۸	کویر سیاهکوه، ریگ زرین								
				-۳۷	۲۲	۱۴	گاوخونی								
-۲۸	۱۵	۱۱	فلات مرکزی و شرقی	-۲۱	۳۴	۲۷	دریاچه نمک	-۱۵	۲۸	۲۴	قره‌قوم (سرخس)				
				-۴۵	۸	۴	کویر درانجیر								
				-۴۷	۸	۴	کویر لوت								
				-۲۲	۱۷	۱۳	کویر مرکزی								
				-۷۲	۶	۲	هامون، جازموریان								
				-۱۵	۲۸	۲۴	قره‌قوم (سرخس)								
				-۳۴	۱۴	۹	پترگان، خواف					-۴۴	۹	۵	مرزی شرق
				-۶۵	۶	۲	هامون، مشکیل								
-۵۳	۹	۴	زهره-جراحی و حوضه‌های جنوبی	-۴۳	۶	۳	هامون، هیرمند	-۳۰	۲۰	۱۴	خلیج فارس و دریای عمان				
				-۸۸	۵	۱	بندرعباس، سدیح								
				-۳۳	۱۸	۱۲	جراحی و زهره								
				-۳۹	۹	۵	حله رود و رودخانه‌های کوچک								
				-۷۶	۳	۱	رودخانه‌های بلوچستان								
				-۶۰	۸	۳	کل، مهران و مسیل‌های جنوبی								
-۴۸	۴۰	۲۰	کارون بزرگ	-۵۸	۱۱	۵	مند، کاریان و خنج	-۴۸	۴۰	۲۰	کارون بزرگ				
				-۴۸	۴۰	۲۰	کارون بزرگ								
				-۵	۳۹	۳۷	کرخه								
-۴	۳۹	۳۸	کرخه و مرزی غرب	-۳	۳۹	۳۸	مرزی غرب	-۴	۳۹	۳۸	کرخه و مرزی غرب				
				-۳	۳۹	۳۸	مرزی غرب								

توضیح شماره ۲: حوضه‌هایی که میزان بارش پیش‌بینی شده آن‌ها بین صفر تا ۲۵ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است، با رنگ زرد، بین ۲۵ تا ۵۰ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است با رنگ نارنجی و حوضه‌هایی که میزان بارش پیش‌بینی شده آن‌ها بیش از ۵۰ درصد نسبت به متوسط بلندمدت کاهش داشته با رنگ قرمز مشخص شده‌اند.

جدول ۳) وضعیت بارش پیش‌بینی شده در خرداد ۱۴۰۱ به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ و محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز کشور

اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	محدوده‌های ۹ گانه مدیریت حوضه‌های آبریز	اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	حوضه‌های آبریز درجه ۲	اختلاف (%)	متوسط بلندمدت (mm)	پیش‌بینی (mm)	حوضه‌های آبریز درجه ۱	
۳۵	۲۴	۳۲	اترک و رودخانه‌های شمالی	-۲	۱۶	۱۵	اترک	۷	۲۳	۲۴	دریای خزر	
				-۱۶	۴۳	۳۶	تالش، مرداب انزلی					
				۵۱	۲۹	۴۳	رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز					
				۹	۱۷	۱۹	قره‌سو و گرگان					
				۹۲	۳۰	۵۸	هراز و قره‌سو					
۸	۱۵	۱۶	سفیدرود بزرگ	۸	۱۵	۱۶	سفیدرود بزرگ	۷	۱۷	۱۸	دریاچه ارومیه	
-۳۱	۳۲	۲۲	ارس	-۳۱	۳۲	۲۲	ارس					
۷	۱۷	۱۸	دریاچه ارومیه	۷	۱۷	۱۸	دریاچه ارومیه					
-۴۰	۲	۱	زاینده‌رود و حوضه‌های جنوب غرب	۱			طشک، بختگان و مهارلو	۴			فلات مرکزی	
				۲			کویر ابرقو، سیرجان					
				۳			کویر سیاهکوه، ریگ زرین					
				۳			گاوخونی					
۵			فلات مرکزی و شرقی	۱۶	۸	۹	دریاچه نمک	-۳۳	۱۰	۷	۴	مرزی شرق
							کویر درانجیر					
							کویر لوت					
				-۱۹	۶	۴	کویر مرکزی					
					۵		هامون، جازموریان					
				-۳۳	۱۰	۷	قره‌قوم (سرخس)					
					۳		پترگان، خواف					
-۲۲	۶	۵	هامون، مشکیل	۳			خلیج فارس و دریای عمان					
			هامون، هیرمند									
			بندرعباس، سدیح									
			جراحی و زهره									
			حله رود و رودخانه‌های کوچک									
-۵	۶	۶	رودخانه‌های بلوچستان									
			کل، مهران و مسیل‌های جنوبی									
			مند، کاریان و خنج									
			کارون بزرگ	۳			کرخه و مرزی غرب					
			کرخه									
			مرزی غرب	۴								

توضیح شماره ۳: حوضه‌هایی که میزان بارش پیش‌بینی شده آن‌ها بین صفر تا ۲۵ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است، با رنگ زرد، بین ۲۵ تا ۵۰ درصد کمتر از متوسط بلندمدت شان است با رنگ نارنجی و حوضه‌هایی که میزان بارش پیش‌بینی شده آن‌ها بیش از ۵۰ درصد نسبت به متوسط بلندمدت کاهش داشته با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. همچنین حوضه‌هایی که فاقد پیش‌بینی هستند (قرار گرفتن در فصل خشک با بارش متوسط بلندمدت کمتر از ۵ میلیمتر در دوره زمانی مورد نظر)، در جدول به صورت هاشور مشخص شده است.



اختلاف دمای متوسط روزانه

اختلاف دمای بیشینه روزانه

شکل ۸) پیش‌بینی اختلاف دمای متوسط (ردیف اول) و دمای بیشینه (ردیف دوم) برای ماه‌های اردیبهشت و خرداد و متوسط فصل تابستان ۱۴۰۱ نسبت به مقدار میانگین بلندمدت تاریخی همین دوره‌های زمانی بر حسب درجه سانتی‌گراد (بر اساس مدل‌های جهانی)