

چکیده

این مطالعه، تخمین به روز از روند تغییر اقلیم در ایران پس از انجام کنترل کیفی، کشف و تعدیل ناهمگنی‌های غیر اقلیمی بر روی متغیرهای دما، بارش، رطوبت، تابش، ابرناکی، باد و ساعت آفتابی با بکارگیری داده‌های ۲۷ ایستگاه هواشناسی کشور در دوره ۶۰ ساله ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی را ارائه می‌دهد. روند تغییرات نسبت به دوره ۳۰ ساله اول (۱۹۵۸-۱۹۸۷) مقایسه شد. نتایج نشان دادند که میانگین دمای سالانه کشور در دوره ۳۰ ساله اول، ۳۰ ساله دوم (۱۹۸۸-۲۰۱۷) و دهه اخیر (۲۰۱۷-۲۰۰۸)، به ترتیب ۱۷/۱، ۱۷/۹ و ۱۸/۳ درجه سلسیوس بوده است که نشان از گرمایش $(\pm 0.4)/2$ درجه‌ای دمای دهه اخیر نسبت به دوره نرمال پایه دارد. در دوره‌های مشابه، میانگین بارش سالانه به ترتیب ۲۳۸/۲، ۲۲۳/۴ و ۱۹۹/۳ میلی‌متر محاسبه شد که نشان از کاهش ۳۹ میلی‌متری $(\pm 0.16)/3$ بارش دهه اخیر کشور نسبت به دوره پایه دارد. نرخ افزایش دمای هوا و کاهش بارش کشور در ۳۰ سال اخیر به ترتیب حدود ۲ و ۴ برابر سریعتر از میانگین کل دوره است. همچنین تهران سریعترین گرمایش شبانه را در بین کلیه شهرهای کشور دارد.

داده و روش کار:

میانگین‌ها و روند تغییرات فراسنج‌های دما، بارش، رطوبت، تابش، ابرناکی و باد با بکارگیری داده‌های ۲۷ ایستگاه همدیدی کشور در دوره ۶۰ ساله (۱۹۵۸-۲۰۱۷) و ساعت آفتابی، بدلیل خلاء آماری، در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲ بررسی شدند (جدول ۱). داده‌ها کنترل کیفی شدند و ناهمگنی‌های غیر اقلیمی آنها مرتفع شد. معنی‌داری روند فراسنج‌های اقلیمی با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من کندال و تخمین گر شیب سن و آزمون پارامتری رگرسیون در سطح معنی‌داری ۵ درصد بررسی شد و شیب روند با استفاده از روش حداقل مربعات محاسبه گردید.

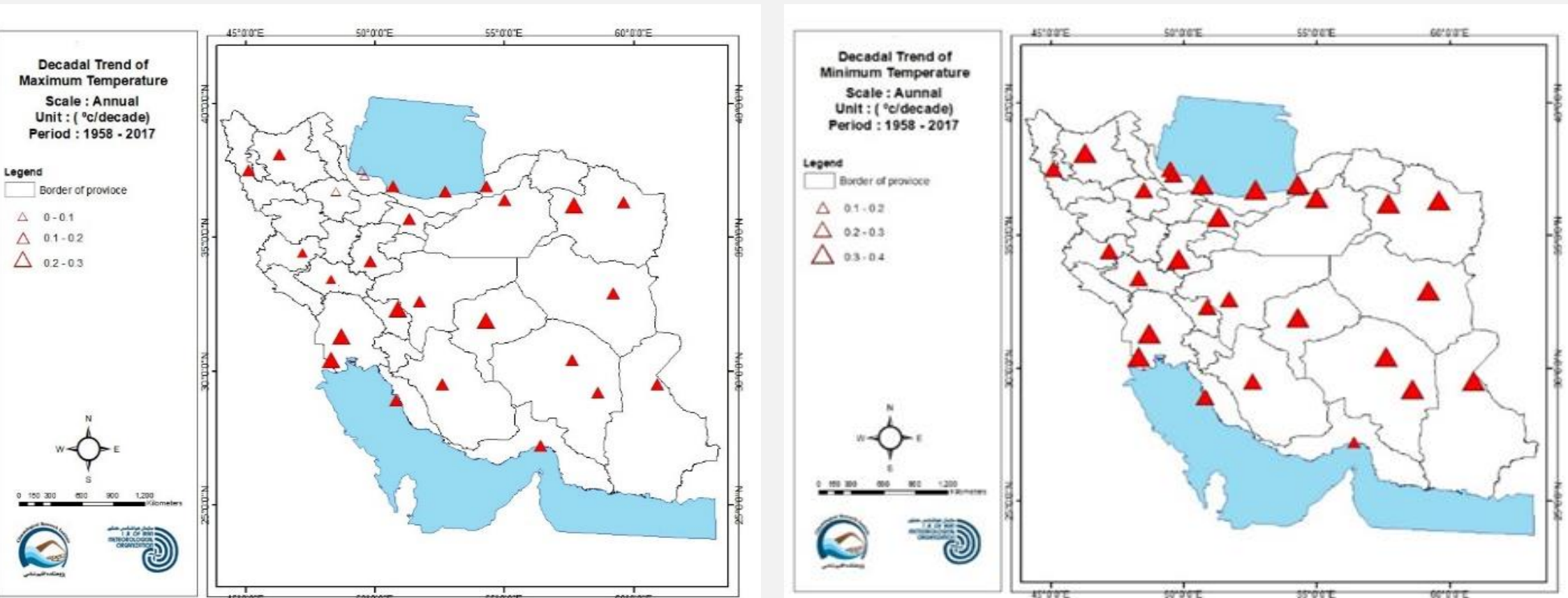
دوره‌های مورد مطالعه	۶۰ ساله	۳۰ ساله اول (دوره نرمال پایه)	۳۰ ساله دوم (دوره نرمال دوم)	دهه اخیر
میلادی	۱۹۵۸-۲۰۱۷	۱۹۵۸-۱۹۸۷	۱۹۸۸-۲۰۱۷	۲۰۰۸-۲۰۱۷
خورشیدی	۱۳۳۷-۱۳۹۶	۱۳۳۷-۱۳۶۶	۱۳۶۷-۱۳۹۶	۱۳۸۷-۱۳۹۶

یافته‌ها:

دما: میانگین دمای کشور در دوره نرمال پایه $(\pm 0.5)/17.1$ ، دوره نرمال دوم $(\pm 0.7)/17.9$ و ۱۰ ساله اخیر $(\pm 0.4)/18.3$ برآورد گردید. بنابراین، میانگین دمای دهه اخیر کشور $(\pm 0.4)/17.2$ درجه سلسیوس نسبت به دوره نرمال پایه افزایش یافته است. در دوره مشابه، افزایش دمای کمینه $(\pm 0.3)/1.5$ و دمای بیشینه $(\pm 0.4)/0.7$ درجه سلسیوس بوده است. در ۳۰ سال اخیر میانگین دمای کشور با نرخ 0.55 درجه به دهه افزایش می‌یابد که دو برابر سریعتر از نرخ کل دوره ۶۰ ساله است

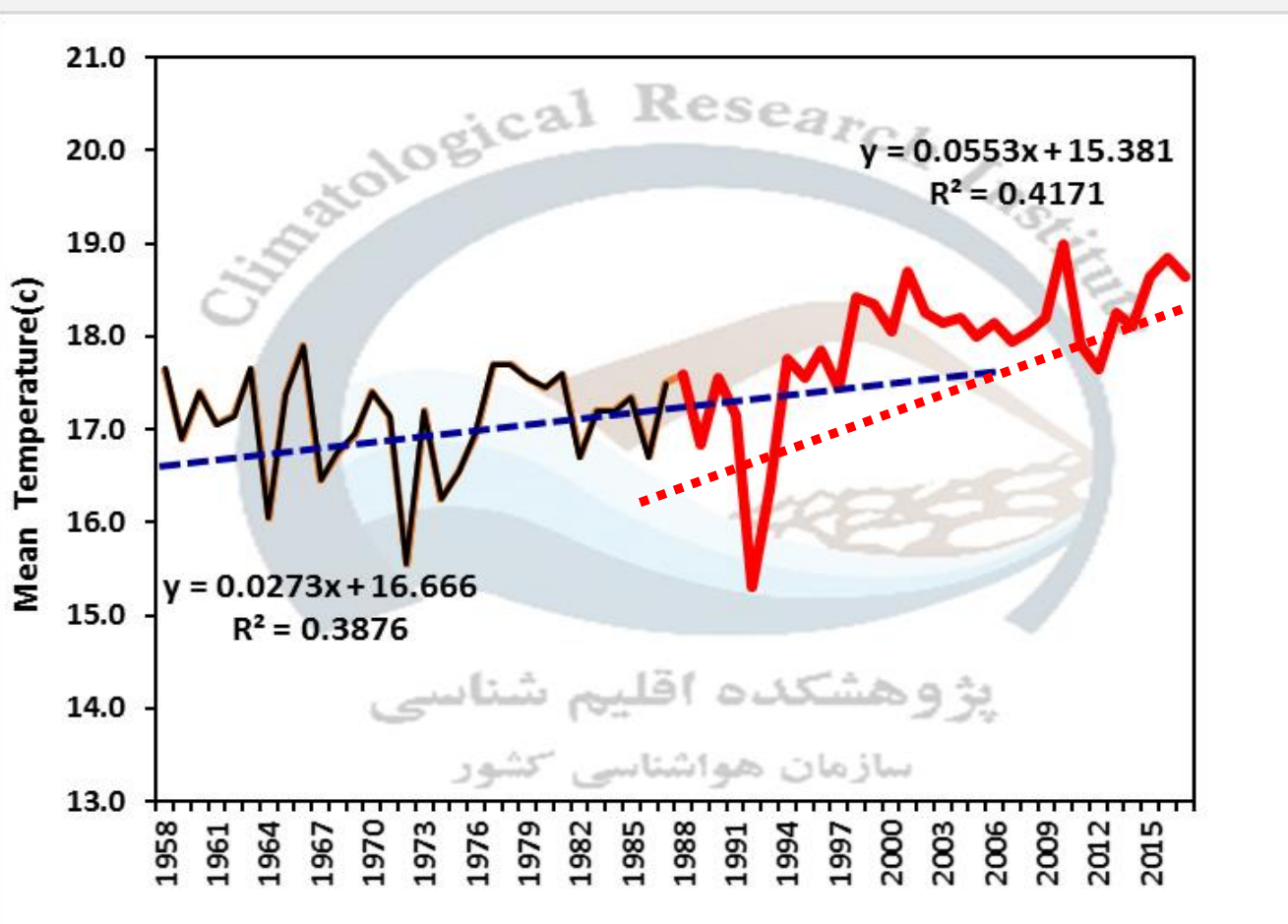
دوره	دمای میانگین	دمای کمینه	دمای بیشینه
۶۰ ساله (۱۹۵۸-۲۰۱۷)	میانگین	$10.1 (\pm 0.8)$	$24.9 (\pm 0.8)$
نرخ افزایش برده	$0.27 (\pm 0.19/0.35)$	$0.34 (\pm 0.28/0.41)$	$0.2 (\pm 0.18/0.30)$
۳۰ ساله اول (۱۹۵۸-۱۹۸۷)	میانگین	$17.1 (\pm 0.5)$	$24.6 (\pm 0.8)$
نرخ افزایش برده	$0.3 (\pm 0.2/0.25)$	$0.12 (\pm 0.11/0.13)$	$0.06 (\pm 0.03/0.02)$
۳۰ ساله دوم (۱۹۸۸-۲۰۱۷)	میانگین	$17.9 (\pm 0.7)$	$25.2 (\pm 0.8)$
نرخ افزایش برده	$0.55 (\pm 0.45/0.63)$	$0.53 (\pm 0.25/0.60)$	$0.57 (\pm 0.18/0.75)$
۱۰ سال اخیر (۲۰۰۸-۲۰۱۷)	میانگین	$18.3 (\pm 0.4)$	$25.6 (\pm 0.4)$

نرخ افزایش دهه‌ای دمای کمینه، بین 0.2 (بندرعباس) تا 0.4 درجه سلسیوس (تهران) متغیر است. دمای کمینه در همه ایستگاهها و در تمام فصول به ویژه در پاییز و زمستان روند افزایشی دارد. دمای بیشینه سالانه نیز در اکثر ایستگاهها دارای روند افزایشی است؛ اما نرخ افزایش دمای بیشینه کمتر از دمای کمینه بوده و بین $0.8/0.3$ (زنجان) تا 0.3 (اهواز) متغیر است (شکل ۱).

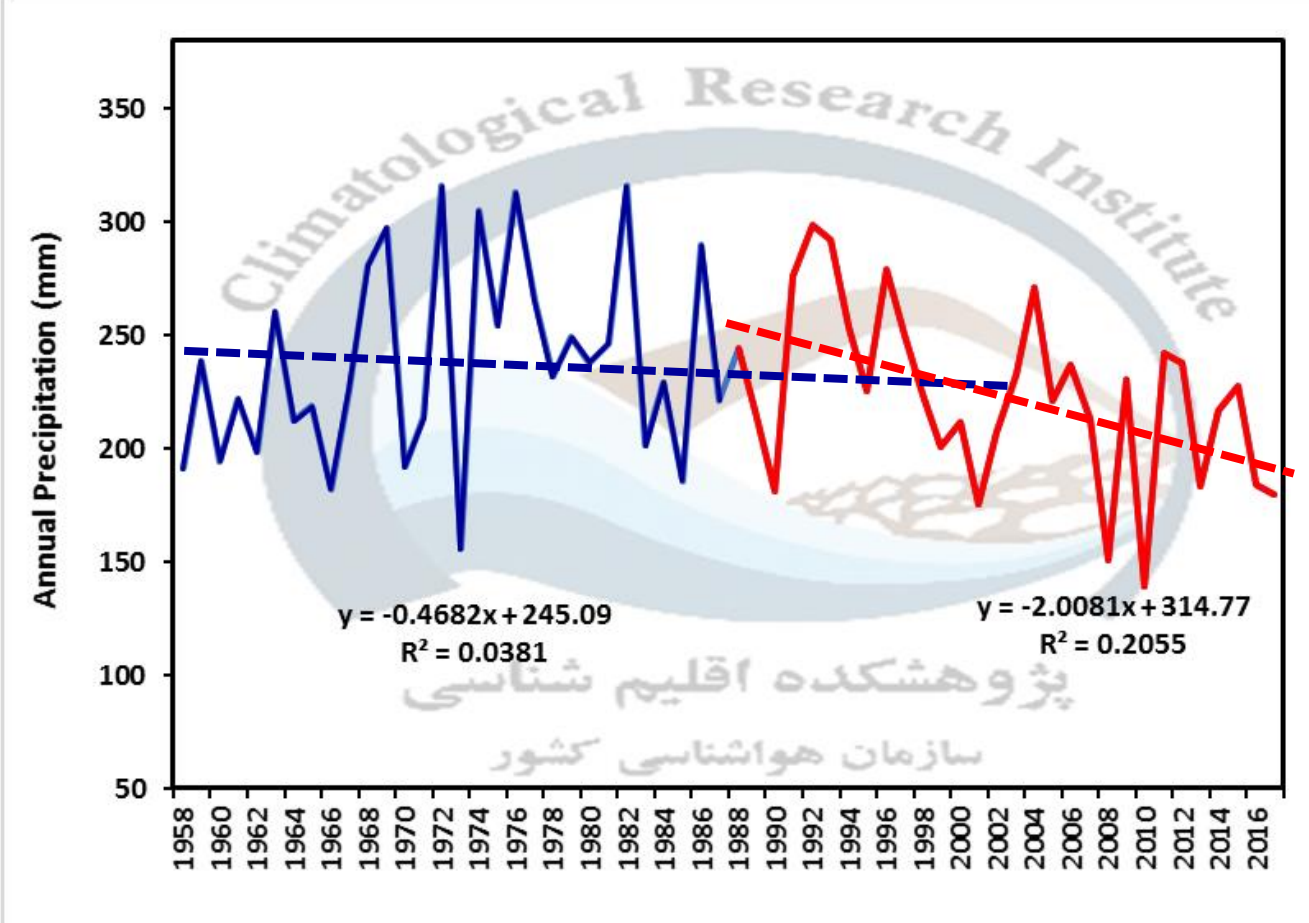


شکل ۱- روند دهه‌ای تغییرات سالانه دمای کمینه (راست) و دمای بیشینه (چپ) در دوره ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی (مناطق توپر معنی دار در سطح ۰/۰۵).
بارش: میانگین سالانه بارش در سه دوره نرمال پایه، نرمال دوم و دهه اخیر به ترتیب $238.2 (\pm 4.4)$ ، $223.4 (\pm 3.9)$ و $199.3 (\pm 3.7)$ میلی‌متر محاسبه شد. بنابراین، میانگین سالانه بارش دهه اخیر کشور نسبت به دوره نرمال پایه با کاهش ۳۹ میلی‌متری (معادل $0.16/3$)، به کمتر از ۲۰۰ م.م. رسیده است.

نرخ کاهش بارش سالانه کشور در ۳۰ سال اخیر (دوره پایه دوم) ۲۰ م.م. بر دهه می‌باشد که ۴ برابر سریعتر از نرخ کاهش بارش در کل دوره ۶۰ ساله است. برخلاف دما، تغییرات بارش در مقیاس‌های سالانه و ماهانه دارای الگوی یکنواخت نیست، به عنوان نمونه، در حالیکه ایستگاههای واقع در غرب خزر، شمال غرب و غرب کشور و گرگان کاهش بارش را تجربه کرده‌اند، اما در ایستگاههای بابلسر، بوشهر، شیراز، جنوب اصفهان، سبزوار و تهران افزایش بارش رخ داده است. کاهش بارش تنها در ایستگاههای گرگان، تبریز، بیرجند و اراک معنی‌دار بوده و در سایر ایستگاهها، روندها معنی‌دار نیستند. بیشترین نرخ کاهش بارش سالانه متعلق به گرگان با (53) میلی‌متر بر دهه می‌باشد. در شکل‌های ۲ و ۳ سری زمانی و روند تغییرات بارش و دمای کشور در کل دوره ۶۰ ساله و دوره ۳۰ ساله اخیر نشان داده شده است.



شکل ۲- نرخ افزایش دمای کشور در کل دوره ۶۰ ساله ۲۰۱۷-۱۹۵۸ که با خط چین آبی و دوره ۳۰ سال اخیر ۱۹۸۸-۲۰۱۷ که با خط چین قرمز نشان داده شده است. نرخ افزایش دمای ۳۰ سال اخیر تقریباً دو برابر ۶۰ سال گذشته است.
- نرخ افزایش دمای ۶۰ سال گذشته: 0.27 درجه سلسیوس بر دهه
- نرخ افزایش دمای ۳۰ سال اخیر: 0.55 درجه سلسیوس بر دهه

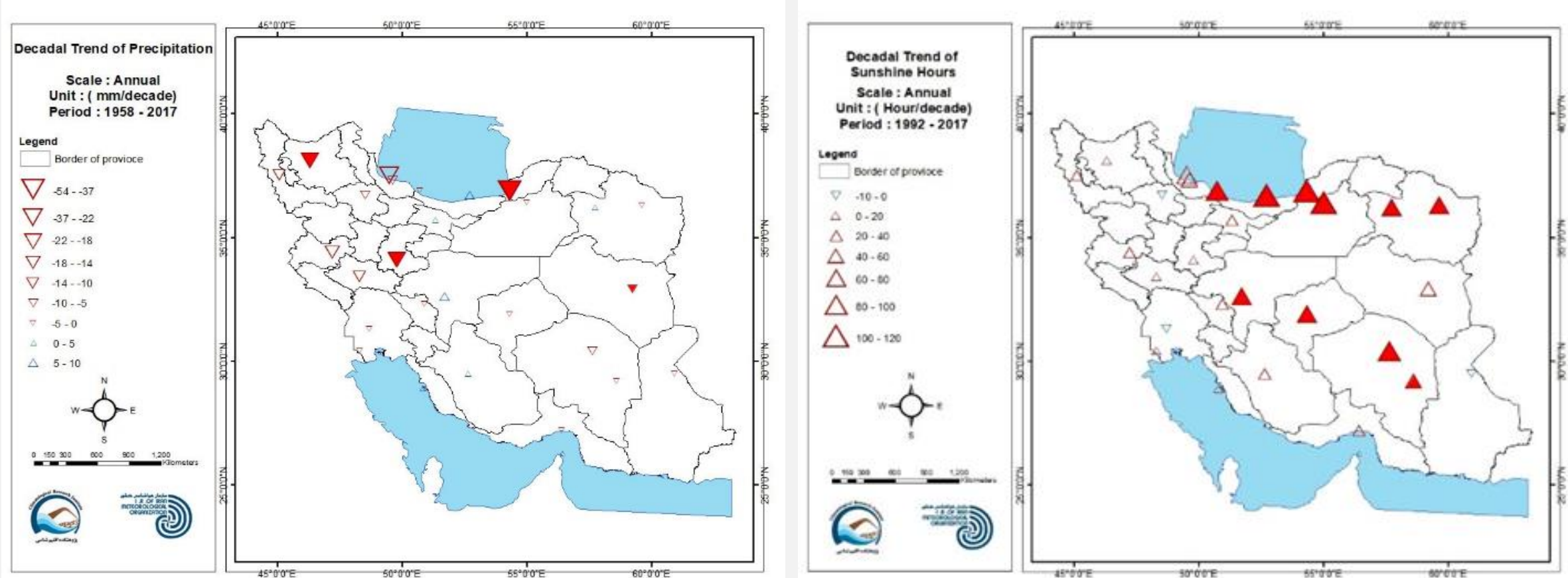


شکل ۳- نرخ کاهش بارش کشور در ۶۰ سال گذشته (۲۰۱۷-۱۹۵۸) - خط چین آبی و ۳۰ سال اخیر (۱۹۸۸-۲۰۱۷) - خط چین قرمز.
نرخ کاهش بارش کشور در ۳۰ سال اخیر حدوداً ۴ برابر سریعتر از ۶۰ سال گذشته است.
- نرخ کاهش بارش ۶۰ سال گذشته: 4.6 م.م. بر دهه
- نرخ کاهش بارش ۳۰ سال اخیر: 20.1 م.م. بر دهه

جدول ۳- میانگین و نرخ تغییرات بارش (م.م) کشور در دوره‌های ۶۰، ۳۰ و ۱۰ ساله اخیر منتهی به سال ۲۰۱۷ میلادی (* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

بارش (میلی‌متر)	۶۰ ساله (۱۹۵۸-۲۰۱۷)	۳۰ ساله اول (۱۹۵۸-۱۹۸۷)	۳۰ ساله دوم (۱۹۸۸-۲۰۱۷)	۱۰ سال اخیر (۲۰۰۸-۲۰۱۷)
میانگین	$23.08 (\pm 4.2)$	$23.82 (\pm 4.4)$	$22.34 (\pm 3.9)$	$19.93 (\pm 3.7)$
نرخ تغییرات بر دهه	$-4.6 (2/2 - 11/6)$	$12.3 (-8, 35)$	$-20 (-4/1 - 37/2)$ *	-

سایر متغیرها: میانگین سرعت باد در مقیاس سالانه در بسیاری از نقاط کشور علاوه بر نوسانات شدید، دارای روند افزایشی است که این روند در اغلب ایستگاههای واقع در غرب، مرکز و نیمه شمالی کشور معنی‌دار می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی در تمام ایستگاههای کشور، به استثناء گرگان و رشت، کاهش یافته است. در جنوب غرب و غرب کشور روند کاهشی رطوبت معنی‌دار بوده است. بررسی روند داده‌های ساعات آفتابی در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲ نشان داد که مقدار فراسنج یادشده در مقیاس‌های فصلی و سالانه در اغلب ایستگاهها افزایش یافته است. تعداد روزهای تمام ابری در غرب دریای خزر، نیمه غربی کشور و ایستگاههای کرمان، سبزوار و شاهرود کاهش معنی‌دار داشته است.



شکل ۳- روند دهه‌ای تغییرات ساعات آفتابی (راست) و بارش سالانه در دوره ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی (چپ) (مناطق توپر معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

مشخصات پروژه:

عنوان: آشکار سازی و به‌روز رسانی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۱۷-۱۹۵۸

مجری: فاطمه عباسی

ارجاع به این گزارش:

عباسی، ف.، ملبوسی، ش.، کوهی، م.، جوانشیری، ز.، حبیبی نوخندان، م.، فلامرزی، ی. (۱۳۹۷). آشکار سازی و به‌روز رسانی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۱۷-۱۹۵۸. (گزارش فنی شماره C200A001M). مشهد: پژوهشکده اقلیم‌شناسی.

Abstract

This project provides an updated estimate of climate change in Iran after quality controlling of data, discovery and modification of non-climatic inhomogeneities on the most important variables including: temperature, precipitation, humidity, radiation, cloudiness, wind and sunshine at 27 weather stations of Iran during the 60-year period of 1958-2017 (26-year for sunshine, 1992-2017). The results showed that the mean decadal temperature of Iran during 1958-1987, 1988-2017 and 2008-2017 are 17.1, 17.9 and 18.3°C, respectively; meaning that the mean of country's temperature in the recent decade of 2008-2017 has been increased by 1.2°C comparing to 1958-1988 reference period. In the same period mean annual precipitation of Iran are 238.2, 223.4 and 199.3mm, meaning that mean annual precipitation of Iran in the recent decade of 2008-2017 has been decreased by 39mm (16.3%) comparing to the reference period of 1958-1988. Results also confirmed that, air temperature increasing rate in the country over the recent 30 years is about 2 times faster than the past 60 years and yearly precipitation in recent 30 years has been decreasing four times faster than the past 60 years period.

Methodology and data

Among all stations of Iran, 27 stations have 60 year data in the period of 1958-2017. In this research the changes in temperature, precipitation, humidity, radiation, cloudiness and wind during the period of 2017-1958 (for sunshine: 1992-2017) were investigated. At first, the data were checked for quality controlling; then their non-climatic inhomogeneities were adjusted. The slope of the trend was determined using the least squares method and the Sen's slope estimator and their significance was assessed using nonparametric Man-Kendal test and regression.

Results

Temperature: Most recent decadal (2008-2017) mean, minimum and maximum temperature of Iran have been increased by 1.2(±0.4)°C, 1.5(±0.3)°C, 0.7(±0.4)°C, respectively comparing to the base period of 1958-1988. The highest rate of minimum temperature rise has been detected to be in Tehran by 0.4°C per decade. In general, the increase in minimum temperature was detected at all stations and seasons, especially in autumn and winter. The annual maximum temperature trend is also increasing, but its rate is less than minimum temperature (Fig. 1).

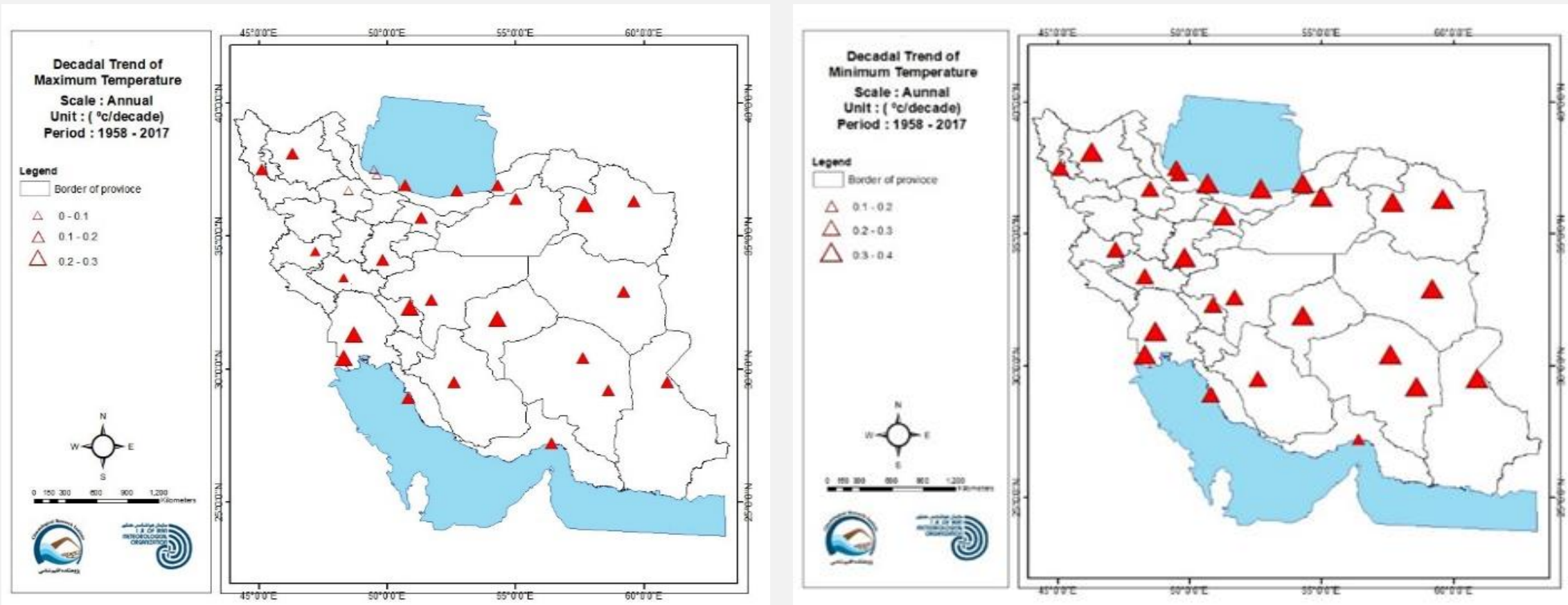


Fig 1. The decadal trend of minimum temperature (right) and maximum temperature (left) in the period 1958-2017 (solid red triangles are significant in 0.05)

Table 1: Mean, minimum and maximum temperature in the base period of 1958-1988 and recent decade(2008-2017) (°C)

Period	Mean	Minimum	Maximum
30-years base period(1958-1987)	17.1(±0.5)	9.6(±0.5)	24.6(±0.8)
Recent decade(2008-2017)	18.3(±0.4)	11.6(±0.3)	25.6(±0.4)

Precipitation: Mean annual precipitation of Iran are 238.2, 223.4 and 199.3mm in three periods of 1958-1987 (base period), 1988-2017 and the most recent decade of 2008-2017. Decreasing rate of the most recent 30 years period (1988-2017) is 4 times greater than whole 60 years period of 1958-2017.

However, during the recent 30 years (1988-2017), the average precipitation of the country has been decreased by 2.0 millimeter per year (20 mm per decade), which is significant in 95% confidence level; meaning that precipitation reduction rate in the most recent 30 years is about four times greater than that of past 60 years period.

In the Figures 2 and 3, all-country time series of rainfall and temperature changes rate are shown in the 60- and 30-yearly basis.

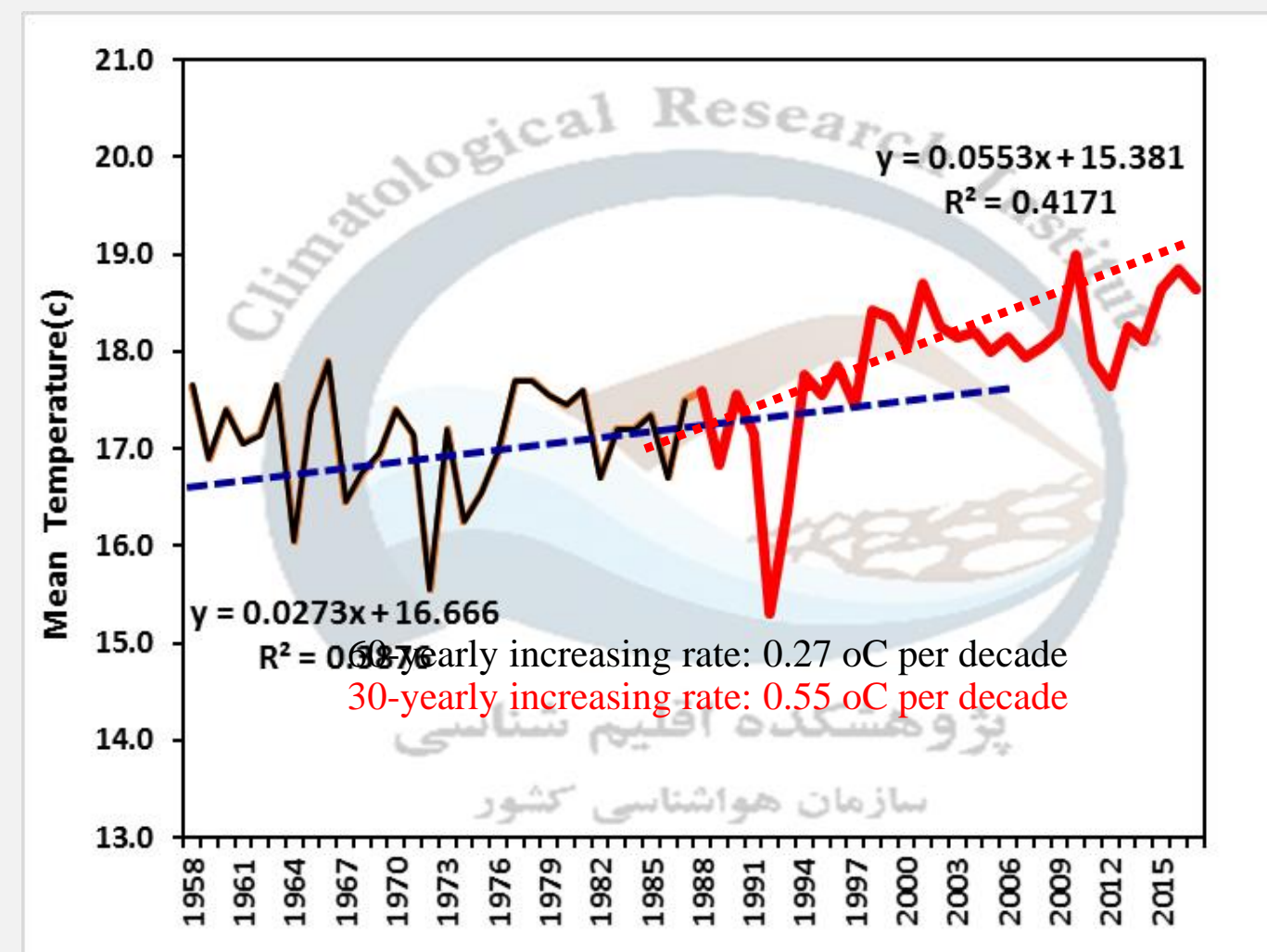


Fig 2. The rate of temperature increase of Iran in two periods of 60 (1958-2017), which is shown by black dashed line, and the rate of increase of the temperature during the most recent 30 years (2017-1988), red dashed line.

The rate of air temperature increase in the recent 30-year has almost doubled when comparing to 60 years.

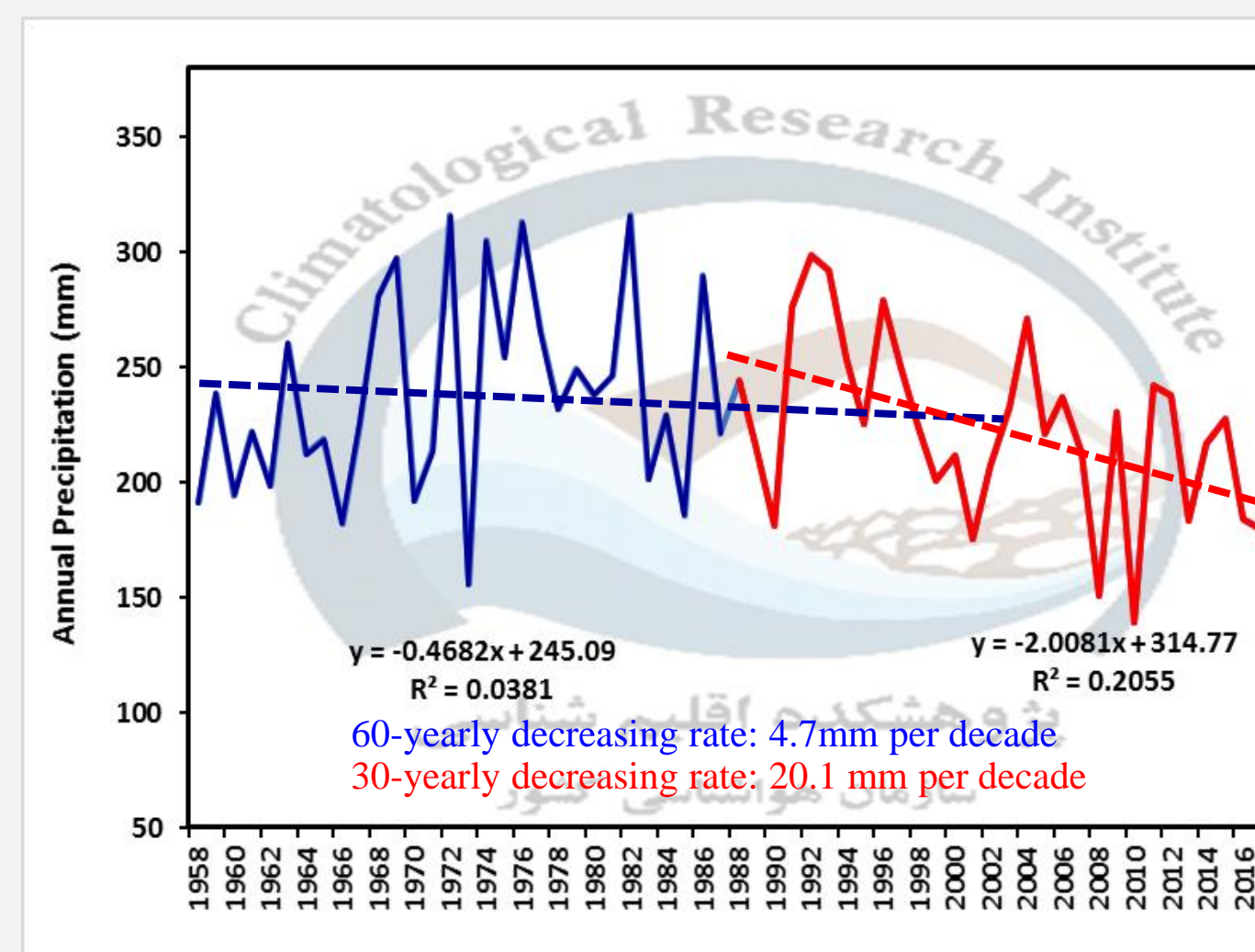


Figure 3. Rate of precipitation decline in the two periods of 60 (1958-2017), represented by blue-dashed line, and the recent 30 years (2017-1988), represented by red-dashed line. The decline in rainfall over the most recent 30 years has been around 4 times more than most recent 60 years.

The rapid decline in country's precipitation over the past 30 years, which is significant in 95% level, is consistent with the intensification of global warming in the most recent 30 years period.

Other parameters: The average wind speed in many parts of the country has been increased, which is significant in many stations located in the west, center, and northern part of the country. Average relative humidity has decreased in many regions of the country. The most decreasing trend was observed in southwest and west of the country. Of course, in a few cases such as Gorgan and Rasht, there was an increase, which was not statistically significant. Sunny hours trend was calculated in the period of 1992-1992; seasonal and annual trends at most stations indicate an increase in the number of sunny hours. The total number of days with sky overcast in the west of the Caspian Sea, western part of the country, and stations such as Kerman, Sabzevar and Shahrood has decreased significantly.

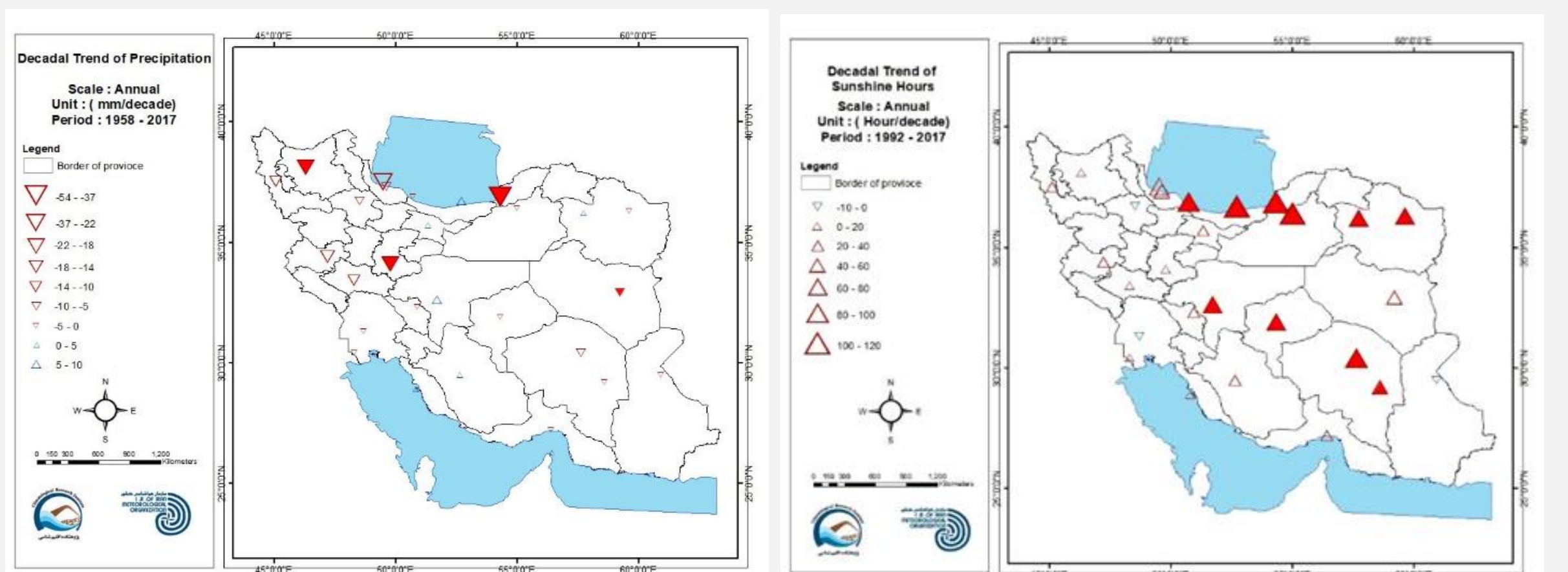


Fig 4. The decadal trend of average sunny hours (right) and total precipitation in the period of 1958-2017 (solid red triangles are significant in 95% level).

Climate change detection update over Iran during 1958-2017

Principal Investigator (PI): Fateme Abbasi

Citation:

Abbasi, F., Malbusi, Sh., koochi, M., Javanshiri Z., Habibi M., Falamarzi Y. (2018). Climate change detection update over Iran during 1958-2017. (Report No. C200A001M). Mashhad (Iran): Climatological Research Institute.