

## نگرشی بر تغییرات حداقل‌های مطلق دما در پهنه ایران زمین

فرامرز خوش‌اخلاق: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران\*  
ابراهیم غریبی: کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
ذلیخا شفیع: کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

دما متغیر جوی بسیار مهمی است که تغییر آن منشاء بسیاری از تحولات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی است. اندازه‌گیری دما توسط انسان در مقایسه با سایر عناصر جوی از سابقه طولانی تری برخوردار است. هدف اصلی این پژوهش بررسی تغییرات زمانی و مکانی دمای حداقل، تعداد روزهای با دمای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس است. بدین منظور داده‌های آماری حداقل مطلق دما در ۲۰ ایستگاه همدید کشور با روش تحلیل روند، تحلیل واریانس و میانگین متحرک در دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۰۵ واکاوی شد و در ادامه نمودارهای سالانه، فصلی و ماهانه میانگین دمای حداقل در طول دوره آماری ترسیم و تحلیل گردید. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که الگوی تغییرات حداقل مطلق دما در کشور در طول دوره آماری یکسان نبوده به طوری که، نوسانات و تغییرات مقادیر حداقل مطلق دما در بین مناطق مختلف ایران دارای اختلافات زیادی است. با وجود روند افزایشی سری زمانی دما، داده‌های دمای حداقل دارای افت و خیزها و دوره‌های کوتاه مدت سرمایشی و گرمایشی است. همچنین نتایج این تحقیق بیانگر تغییرات شدید مکانی و زمانی حداقل دما در بین ایستگاه‌های شمال‌غرب و نواحی کوهستانی منفرد کشور و نیز تغییرات ملایم در ایستگاه‌های مرکزی و جنوبی کشور است. تغییرات و توزیع تعداد روزهای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس نیز الگوی مشابهی را در کشور نشان می‌دهد. به طور کلی حداقل دما در سطح کشور در طول دوره آماری روند افزایشی را طی کرده است.

واژه‌های کلیدی: دمای حداقل مطلق، سری زمانی، روند، واریانس، دوره آماری، میانگین متحرک، ایران

### ۱- مقدمه

پیچیدگی و ویژگی‌های زمانی و مکانی دما در کشور می‌شود. بر اساس اطلس دمای اقلیمی موجود، شمال غرب کشور از پایین‌ترین دما و باریکه جنوبی کشور با عرض جغرافیایی پایین از بالاترین دماها برخوردارند. رشته‌کوهها و کوههای منفرد کشور مشخصاً دارای حداقل دماهای پایین تری نسبت به مناطق پست همجوار هستند، اما روند کلی دما تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها افزایشی (با وجود دوره‌های زمانی سرد با روند کاهشی) است. در این مقاله ضمن

دما از مهمترین پراسنجهای (Parameters) جوی و آب و هوایی است، به طوری که تغییرات ناگهانی آن به ویژه افت دما به مقادیر زیر صفر درجه می‌تواند سبب رخداد دوره‌های آب و هوایی مانند یخبندان، سرمزدگی و ... شود. داده‌های دما در ایران در مقایسه با سایر عناصر آب و هوایی از پوشش مکانی و دوره آماری نسبتاً بیشتری برخوردار است (رحیم زاده و عسگری، ۱۳۸۳، ص ۱۵۵). تاثیر عوامل متعدد باعث

مروری بر نتایج به دست آمده از تحلیل داده های دما در ایران طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۶ میلادی، آهنگ افزایشی دمای حداقل و کاهش شبانه روزی دما در کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

این نتایج بر مبنای به کارگیری روش های آماری مثل سری های زمانی، تحلیل واریانس، ضریب تغییرات و میانگین متحرک به دست آمده است. نظر به این که مساله تغییر اقلیم موضوعی جهانی است، کم و بیش تمام کشورهای جهان متاثر از آن بوده و کشور ایران نیز مستثنی از این قاعده نیست. بنابراین، شناخت هرچه بیشتر و بهتر اقلیم و تغییرات مولفه های آن مثل دما در مسائل و برنامه ریزی های کشور سودمند واقع می گردد.

#### ۱-۱- پیشینه تحقیق

با وجود شواهدی برای تغییر اقلیم، تا دهه ۱۹۷۰ میلادی عقیده ای مبنی بر ایستایی اقلیم وجود داشت. گرچه سالها قبل از آن لويس (Lewis, 1947)، لیسگند (Lysgand, 1948) و ونسپلاس (Vandenas, 1948) در مقالات خود توجه دنیار را به گرم شدن کره زمین معطوف کرده بودند. مطالعات پروفیسور لندزبرگ<sup>۱</sup> در زمینه جزایر گرمایی شهرها در هشتمین نشست کمیسیون اقلیم شناسی (WMO, NO. 1982) نیز حاکی از نقش توسعه شهری در گرمایش جهانی بود. یکی از نتایج کلی که در اغلب تحقیقات انجام شده در این زمینه، دیده می شود،

افزایش دمای کره زمین می باشد. بر اساس گزارش پایه علمی هیأت بین الدولی تغییر اقلیم<sup>۲</sup> (IPCC, 2001)، دمای سطح کره زمین در فاصله ۲۰۰۰-۱۸۶۱ میلادی حدود  $0.6^{\circ}\text{C}$  افزایش یافته است. این در حالی است که رفتار پراسنج دمای حداقل و حداکثر با یکدیگر متفاوت بوده و دمای حداقل به طور آشکار نرخ افزایشی داشته است. باوجود افزایش دمای حداکثر، نرخ آن از نرخ دمای حداقل کمتر بوده است (karl et al, 1993). همین حالت سبب شده است که دامنه تغییرات شبانه روزی دما (DTR)<sup>۳</sup> در دنیا کاهش یابد که این کاهش نیز سبب ناهمگنی داده ها می شود. البته در مقیاس محلی نشان داده شده است که عواملی چون توسعه شهری، عملیات آبیاری و بیابان زایی مستقیماً در کاهش DTR مؤثر بوده اند. در مقاله ای تحت عنوان روند دمای حداقل و حداکثر، در جهان (David et al, 1997) ضمن تأیید نتایج اکثر مقالات و تأکید بر تفاوت نرخ دمای حداقل و حداکثر، اشاره بر آن شده که در بعضی از نقاط دنیا مانند زلاندنو و نواحی آلپ در اروپای مرکزی این دو نرخ با یکدیگر برابر بوده اند. بر اساس این تحقیق در بعضی از نقاط دیگر نیز مانند بخش های مرکزی کانادا، بخشی از آفریقای جنوبی، جنوب شرقی آسیا، بخش های مرکزی استرالیا، بخشهایی از هند و جزایر بخش حاره ای غرب اقیانوس آرام به علت کاهش دمای حداقل، DTR افزایش داشته است.

2- Intergovernmental Panel on Climate Change

3- Daily Temperature Range

1- Landsberg

تغییرات اقلیم در دهه‌های اخیر پرداخته‌اند. بعد از آن با استفاده از داده‌های دما، در تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی مطالعات موردی در زمینه تغییرات دما صورت پذیرفت (علیجانی، ۱۳۷۵؛ بختیاری، ۱۳۸۱؛ رسولی، ۱۳۸۱؛ قائمی و عساکره، ۱۳۸۲؛ رحیم زاده و عسگری، ۱۳۸۳؛ معتمدی و همکاران، ۱۳۸۳)، اما لزوم آگاهی از تغییرات دما در سطح کشور سبب گردید تا در سال‌های بعد از آن با استفاده از داده‌های مناسب، این تغییرات مورد بررسی دقیق قرار گیرد. داده‌های دما در کشور به طور نسبی در مقایسه با سایر عناصر اقلیمی از پوشش مکانی و دوره آماری نسبتاً مناسب تری برخوردار است، البته هنوز هم نیاز به داده‌های بیشتر و تحقیقات گسترده تر احساس می‌شود (رحیم زاده و عسگری، ۱۳۸۳، ص ۱۵۷).

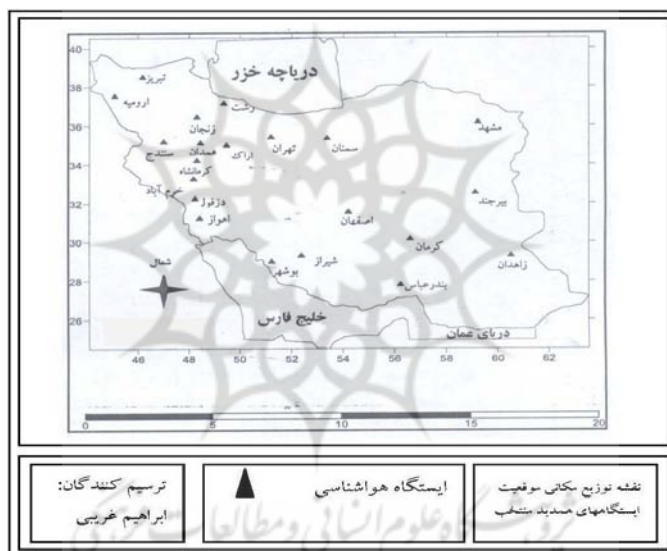
#### ۱-۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش، داده‌های حداقل مطلق دما در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه برای ۲۱ ایستگاه هواشناسی همدید طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۰۵ از سایت سازمان هواشناسی کشور استخراج و مورد واکاوی قرار گرفت. دوره آماری و ایستگاه‌های منتخب طوری انتخاب شدند که کمترین نواقص آماری را داشته و به علاوه بتوانند گستره سرزمین ایران را پوشش دهند. در این تحقیق از نرم افزارهای SPSS، EXCEL، SURFER استفاده شد و ضمن انجام محاسبات لازم توسط نرم افزارهای پیشگفته، سعی بر ارائه بیشتر نتایج در قالب‌های نموداری

در بررسی فوق، داده‌های تعدادی از مناطق در دسترس نبوده است، اما واکاوی داده‌های آمریکای شمالی، زلاندنو، استرالیا، اندونزی، بخشی از نواحی حاره و جنب حاره مانند منطقه کارائیب، قسمت هایی از آفریقا، ایران، پاکستان و قسمتی از جنوب آسیا نیز در آن به چشم می‌خورد. در گزارش سوم ارزیابی هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC, 2001)، درباره تغییرات DTR در دنیا شرح مبسوطی ارائه شده است لکن با توجه به عدم چاپ مقالات پیرامون تغییرات DTR از کشورهای آسیایی، آفریقایی و ... اغلب تفسیرها مربوط به عرض بالای نیمکره شمالی و بعضاً "نیمکره جنوبی است. از دیگر نتایج مقاله فوق افزایش دمای جهانی در ۲۰ سال گذشته نسبت به آن در نیمه اول قرن بیستم و جهش دمایی در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی بوده است که عمدتاً در انطباق با تغییر در ویژگی‌های پدیده النینو ف نوسان جنوبی (انسو)<sup>۱</sup> بوده است که باعث تداوم بالای دمای آب دریا در بخش‌های مرکزی و شرقی اقیانوس آرام حاره ای گردید، است (IPCC, 2001). به دنبال طرح جدی مسأله تغییر اقلیم ناشی از فعالیت های بشر، ضرورت انجام مطالعاتی در این زمینه در کشور بیش از پیش احساس گردید. در این راستا در اواسط دهه ۷۰ شمسی مطالعاتی به منظور آشنایی با مفاهیم اصلی تغییر اقلیم صورت پذیرفته است (نوریان، ۱۳۷۶؛ عسگری، ۱۳۷۲؛ براتیان و رحیم زاده، ۱۳۷۷؛ باقری و کوچکی، ۱۳۷۶). در این مقالات نویسندگان به بحث

توزیع مکانی دمای حداقل و روزهای با دمای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس در سطح کشور تهیه گردید و مورد واکاوی قرار گرفت. برای تهیه نقشه‌های سالانه توزیع دما، ابتدا نقشه همدمای هرسال، فصل و ماه تهیه و سپس در نرم افزار SURFER میانگین این نقشه‌ها برای کل دوره آماری محاسبه و ترسیم گردید. موقعیت ایستگاه‌های همدید در شکل (۱) ارایه شده است.

توصیف شده و در واکاوی داده‌ها و کشف دوره‌های دمایی، از سری‌های زمانی دما استفاده شد. مشاهدات به کار گرفته شده شامل مقادیر دمای هوا (حداقل‌های مطلق) و تعداد روزهای با دمای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس است. در گام نخست به منظور انجام یک تحلیل آماری اولیه روی داده‌های موجود، سری زمانی دمای حداقل در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از میانگین دمای حداقل ایستگاه‌های کشور در طول ۵۰ سال ایجاد گردید. در گام بعدی نقشه



شکل ۱- نقشه توزیع مکانی موقعیت ایستگاه‌های همدید منتخب

ب) منطقه شمالغرب از لحاظ حداقل دما و فراوانی روزهای با دمای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس بیشترین سهم را در کشور داراست. ج) حداقل مطلق دما به همراه روزهای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس در سطح کشور از نوسانات و تغییرپذیری بالایی برخوردار بوده که این نوسانات در بین ایستگاه‌های شمالغرب کشور شدیدتر بوده است.

## ۲- بحث و نتایج

در واکاوی آماری حداقل‌های مطلق دما نتایج زیر به دست آمد:  
الف) طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۰۵ از نظر دمای حداقل همدان سردترین و بندرعباس گرمترین ایستگاه در ایران بوده اند.

جدول ۱- مقادیر حداقل دما و روزهای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس طی دهه‌های متوالی

| ایستگاه   | طول<br>جغرافیایی | عرض<br>جغرافیایی | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم | دوره پنجم | حداقل<br>دمای سالانه | روزهای<br>سرد |
|-----------|------------------|------------------|----------|----------|----------|------------|-----------|----------------------|---------------|
| اهواز     | ۴۸/۶۸            | ۳۱/۳۴            | -۷       | -۵       | -۱       | ۰          | ۰         | -۷                   | ۰             |
| اراک      | ۴۹/۷۸۲           | ۳۵/۰۲            | -۲۶      | -۲۸      | -۲۸      | -۳۰        | -۲۳       | -۳۰                  | ۴۴            |
| بندر عباس | ۵۶/۳۷۴           | ۲۷/۲۲۱           | ۵        | ۲        | ۵        | ۴          | ۴         | ۲                    | ۰             |
| بیرجند    | ۵۹/۲۰۴           | ۳۲/۸۸۴           | -۱۴      | -۱۴      | -۱۵      | -۲۱        | -۲۰       | -۲۰                  | ۳۱            |
| بوشهر     | ۵۰/۸۵            | ۲۹/۰۰۳           | -۱       | ۲        | ۳        | ۲          | ۲         | -۱                   | ۰             |
| دزفول     | ۴۸/۳۹۱           | ۳۲/۴۰۸           | -۹       | -۴       | -۲       | -۲         | -۲        | -۹                   | ۴             |
| همدان     | ۴۸/۷۳۱           | ۳۵/۲۰۴           | -۳۴      | -۳۳      | -۳۰      | -۳۱        | -۲۵       | -۳۴                  | ۸۱            |
| کرمان     | ۵۶/۹۸۶           | ۳۰/۲۵۵           | -۲۵      | -۳۰      | -۱۴      | -۱۷        | -۱۶       | -۳۰                  | ۴۳            |
| کرمانشاه  | ۴۸/۵۳            | ۳۴/۳۵۷           | -۲۱      | -۲۷      | -۱۹      | -۲۴        | -۱۴       | -۲۷                  | ۴۲            |
| خرم آباد  | ۴۸/۲۸۹           | ۳۳/۴۴۲           | -۱۳      | -۱۱      | -۱۳      | -۱۴        | -۱۰       | -۱۴                  | ۱۰            |
| مشهد      | ۵۹/۶۴۶           | ۳۶/۲۷۲           | -۲۵      | -۲۴      | -۲۴      | -۱۷        | -۱۷       | -۲۵                  | ۳۵            |
| رشت       | ۴۹/۶۱۲           | ۳۷/۲۵۵           | -۱۹      | -۱۸      | -۱۱      | -۸         | -۷        | -۱۹                  | ۳             |
| سنندج     | ۴۷               | ۳۵/۳۴            | -۲۸      | -۳۱      | -۲۸      | -۲۳        | -۲۲       | -۲۸                  | ۶۰            |
| سمنان     | ۵۳/۵۶۱           | ۳۵/۵۹۵           | ۰        | -۱۱      | -۱۱      | -۷         | -۶        | -۱۱                  | ۹             |
| شیراز     | ۵۲/۶۱۲           | ۲۹/۵۴۴           | -۱۱      | -۱۴      | -۷       | -۹         | -۷        | -۱۴                  | ۶             |
| تبریز     | ۴۶/۲۸۹           | ۳۸/۸۵            | -۲۵      | -۲۵      | -۱۹      | -۲۱        | -۱۶       | -۲۵                  | ۵۱            |
| تهران     | ۵۱/۳۲۳           | ۳۵/۶۹۷           | -۱۴      | -۱۵      | -۱۰      | -۱۰        | -۷        | -۱۵                  | ۱۲            |
| یزد       | ۵۴/۲۸۹           | ۳۱/۹۱۸           | -۱۶      | -۱۲      | -۱۰      | -۱۲        | -۱۰       | -۱۶                  | ۱۳            |
| زاهدان    | ۶۰/۹۰۱           | ۲۹/۴۷۶           | -۱۴      | -۲۲      | -۱۱      | -۱۰        | -۱۲       | -۲۲                  | ۱۸            |
| زنجان     | ۴۸/۴۹۳           | ۳۶/۶۹۷           | -۳۰      | -۲۷      | -۲۶      | -۲۸        | -۲۶       | -۳۰                  | ۶۷            |

طول دوره آماری، دوره های سرمایشی و گرمایشی کوتاه مدت را تجربه کرده است.

#### ۲-۱- روند سالانه حداقل های مطلق دما در ایران

تغییرات آرام و یکنواخت در دما را روند می‌گویند (عساکره، ۱۳۸۲، ۱۲۵). در این پژوهش جهت بررسی روند دمای حداقل در ایستگاه‌های هواشناسی کشور در دوره آماری، سری زمانی که از میانگین سالانه دمای حداقل ایستگاه‌های مزبور در طول دوره آماری ایجاد گردیده است، استفاده شد. این سری زمانی به همراه روند و میانگین متحرک ده ساله در شکل (۳) ارائه شده است. با توجه به این شکل دمای حداقل در طول دوره آماری افت و خیزها و نوسانات کوتاه مدت به همراه روند افزایشی را تجربه کرده است. در

(د) حداقل دما طی دوره آماری روند افزایشی

داشته به طوری که شدت دماهای پایین در سال‌های پایانی دوره کاهش یافته و متوسط آنها به سطحی بالاتر از میانگین جابجا شده است.

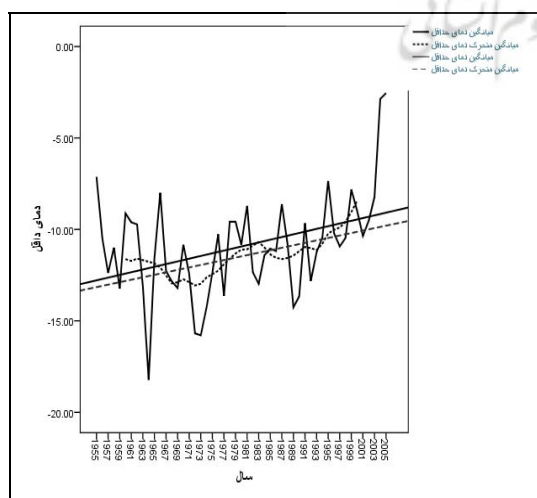
(ه) ورود توده هوای غیرهمسان و متنوع با منشأ مختلف به ایران از جهات مختلف باعث ایجاد مناطق با رژیم گرمایی مختلف در ایران شده است.

(و) سردترین ایستگاه‌های ایران مانند همدان در بازه دمایی ۲۵- تا ۳۵- درجه سلسیوس قرار دارند. بیشتر ایستگاه‌ها بطور متوسط در بازه دمایی ۵- تا ۱۵- درجه سلسیوس قرار می‌گیرند.

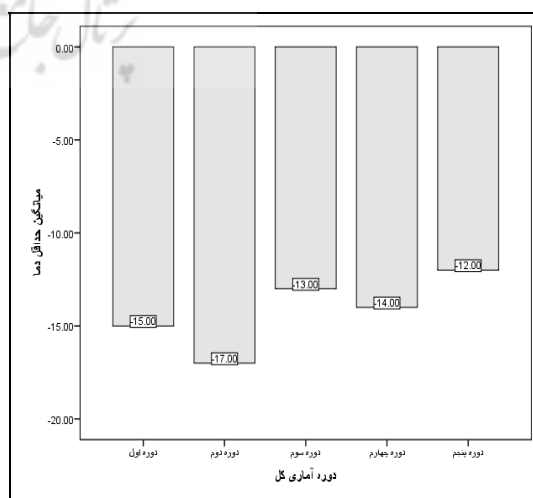
(ز) روند سالانه، فصلی و ماهانه دمای حداقل در طول دوره آماری افزایشی بوده و سری زمانی دما در

دوره های متوالی افت و خیز دما در سری زمانی دمای ایستگاههای کشور تأیید می شود. دوره اول گرمترین و دوره چهارم سردترین دوره سری زمانی دمای حداقل بوده و سه دوره دیگر تفاوت زیادی را نسبت به همدیگر نشان نمی دهند. ویژگیهای آماری این دوره‌ها در جدول (۲) ارائه شده است. در ادامه در شکل (۵) نمودار کنترل دمای حداقل با دو انحراف معیار نشان دهنده آغاز یک دوره سرمایشی از سال ۱۹۶۴ بوده که از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۵ افت دما شدیدتر بوده ولی از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۷۹ این ویژگی به شکل بهنجار درآمده است. سالهای ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۵ نیز یک دوره خفیف سرمایشی محسوب می شود. همان طور که قبلاً نیز اشاره شد از سال ۱۹۹۵ تا پایان دوره آماری خیزش دمای حداقل با شدت بیشتری خود را نشان می دهد به طوری که به خارج از دو انحراف معیار از میانگین می رسد. علاوه بر دوره های مزبور، میانگین سالانه دمای حداقل افت و خیزهای شدیدی را تجربه کرده است. این وضعیت ضریب تغییرات بالایی را به سری های دما تحمیل کرده است.

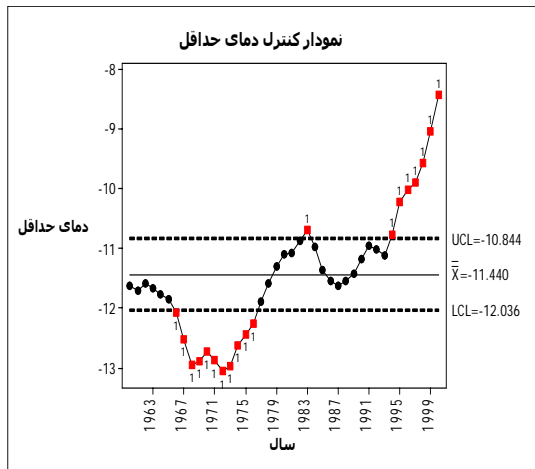
این شکل میانگین متحرک دمای حداقل با حذف نوسانات موضعی و کوتاه مدت، دوره های افزایشی یا کاهشی را به خوبی نشان می دهد. به طوریکه دمای حداقل در ایستگاه‌های کشور از سال‌های ۱۹۵۶-۱۹۷۴ کاهش یافته (دوره کاهشی) و بین سال‌های ۱۹۷۵-۱۹۸۳ روند دما افزایشی بوده و یک دوره افزایشی را نشان می دهد. دومین دوره کاهش دما در سالهای ۱۹۸۴-۱۹۸۹ رخ داده است. همچنین دومین دوره افزایش دما نیز از سال ۱۹۹۰ شروع و تا پایان دوره آماری ادامه داشته است. با توجه به توضیحات بالا چهار دوره متوالی افزایش و کاهش دما در سری زمانی دمای حداقل کشور شناسایی گردید که دو دوره پایانی در سطحی بالاتر از میانگین رخ داده است. به همین دلیل در پایان دوره آهنگ دمای حداقل به شدت افزایشی شده به طوری که مقادیر دمای حداقل، از سال ۱۹۹۵ به بعد به طور بی سابقه ای افزایش یافته و یک رفتار جهشی معنی دار را ایجاد کرده است. استخراج پنج دوره دهساله از کل دوره آماری، که در شکل (۲) دیده می شود نیز رفتار مشابه با میانگین متحرک دمای حداقل را نشان می دهد. بنابراین، وجود



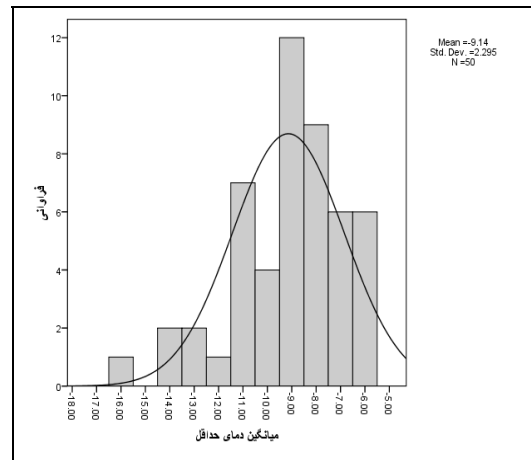
شکل ۳- میانگین متحرک ده ساله حداقل مطلق دما



شکل ۲- میانگین حداقل مطلق دما طی دهه‌های متوالی



شکل ۵- نمودار کنترل حداقل دما طی سالهای ۱۹۵۶-۲۰۰۵



شکل ۴- هیستوگرام توزیع فراوانی حداقل دما در ایران

$r(k)$  همیشه بین +۱ و -۱ است. مقدار همبستگی در تأخیرهای مختلف به وسیله نمودار همبستگی نگار که مقادیر  $r(k)$  در مقابل تأخیر  $k$  را نشان می‌دهد به دست می‌آید (بزرگ نیا، ۱۳۸۶، ۶۵). در شکل (۵) نمودار خودهمبستگی دمای حداقل نشان داده شده است. در این نمودار میزان خودهمبستگی سری زمانی دمای حداقل در تأخیر اول و پنجم معنی دار و مثبت است و چون تابع خودهمبستگی در تأخیر اول بیش از تأخیرهای دیگر از نامانایی متاثر می‌شود بنابراین، به بهترین وجهی قادر به ارایه روند است. پس میانگین سالانه دمای حداقل کشور که در تأخیر یکم مثبت و معنی دار است نشان دهنده وجود روند با شیب مثبت در داده‌های دما است. همچنین معنی داری تابع خودهمبستگی در تأخیر پنجم بیانگر وجود دوره کوتاه مدت در سری دما است.

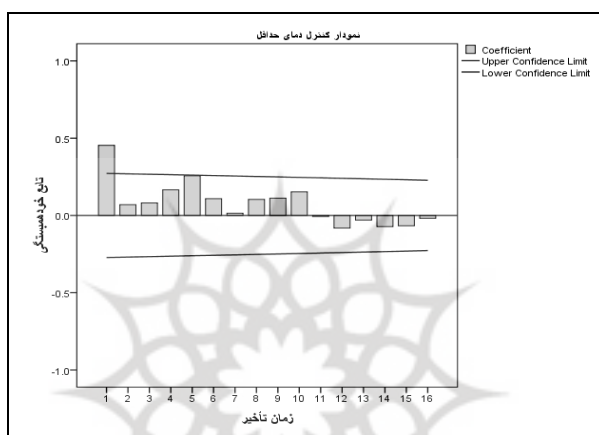
چنانچه در هیستوگرام داده‌های حداقل دما (شکل ۴) دیده می‌شود، داده‌های دما دارای ضریب چولگی  $-۰/۸۱۱$  و کشیدگی  $۰/۶۹۵$  است. این ضرایب نشان دهنده نامتقارن بودن توزیع دمای حداقل حول میانگین است. ضریب تغییرات این داده‌ها ۲۵ درصد، واریانس آنها  $۵/۳$  و انحراف معیار  $۲/۳$  درجه است، که این موارد حاکی از تغییرات و وردایی نسبتاً بالا در توزیع داده‌ها است.

به منظور درک بهتر وجود روند و دوره در سری زمانی دمای حداقل، از روش خودهمبستگی استفاده شد. تابع خودهمبستگی ( $r(k)$ ) رابطه خطی موجود میان مشاهدات سری زمانی که با  $k$  وقفه زمانی از هم جدا شده اند را اندازه‌گیری می‌کند و به شرح زیر محاسبه می‌شود (عساکره، ۱۳۸۴، ۱۴۶):

$$r(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}$$

جدول ۲- ویژگی‌های آماری دمای حداقل دهه‌های متوالی

| پارامتر          | دهه اول | دهه دوم | دهه سوم | دهه چهارم | دهه پنجم |
|------------------|---------|---------|---------|-----------|----------|
| حداقل            | -۱۰/۹   | -۱۴/۳   | -۱۳/۶   | -۱۵/۸     | -۱۸/۲    |
| حداکثر           | -۶/۷    | -۸/۶    | -۸/۷    | -۸        | -۷/۱     |
| دامنه            | ۴/۲     | ۵/۶     | ۴/۹     | ۷/۸       | ۱۱/۱     |
| میانگین          | -۹/۱    | -۱۱/۴   | -۱۱/۲   | -۱۲/۷     | -۱۱/۴    |
| واریانس          | ۲/۲     | ۳/۱     | ۲/۷     | ۵/۴       | ۹/۴      |
| انحراف معیار     | ۱/۵     | ۱/۷     | ۱/۶     | ۲/۳       | ۳/۱      |
| ضریب تغییرات (%) | ۱۶      | ۱۵      | ۱۴      | ۱۸/۱      | ۲۷       |



شکل ۶- خود همبستگی نگار تأخیر ۱۲ ساله حداقل دما

## ۲-۲- بررسی روند فصلی حداقل های مطلق دما

## الف) فصل زمستان

میانگین دمای دوره ۶- درجه سلسیوس است. طی سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۰۵ میانگین دما روند افزایشی را در بالاتر از میانگین کل نشان می‌دهد و میانگین دوره ۴/۷- درجه سلسیوس است. همان‌طور که توضیح داده شد میانگین دوره اول پایین‌تر از میانگین کل، دوره دوم در حول میانگین کل و در دوره سوم در سطحی بالاتر از میانگین کل به وقوع پیوسته که نشان دهنده روند افزایشی دما در این فصل است. روند مزبور در شکل (۷) دیده می‌شود. میانگین دمای حداقل زمستان ۶/۰۸- و دامنه وقوع دما در این فصل ۲- تا ۱۰- درجه سلسیوس می‌باشد. به نظر می‌رسد

شکل (۷) رفتار سری زمانی، میانگین متحرک و روند دمای حداقل فصل زمستان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مزبور تغییرپذیری فصلی دمای حداقل سه الگوی مختلف را تجربه کرده است. طی دوره ۱۹۵۶-۱۹۸۰ میانگین دما با افت و خیزهای زیاد در زیر میانگین کل در نوسان بوده که مقادیر کمتر از میانگین فراوانی بیشتری داشته و میانگین آن ۶/۵- درجه سلسیوس است. با وجود تغییرات سالانه، روند دما در این دوره افزایشی می‌باشد. سالهای ۱۹۸۱-۱۹۹۳ مقادیر دما حول میانگین کل در نوسان بوده و



**ج) فصل تابستان**

شکل (۹) سری زمانی دمای حداقل فصل تابستان را نشان می‌دهد. در این فصل الگوی کلی دمای حداقل روند افزایشی را نشان داده و به دو دوره تقسیم می‌شود. طی سال‌های ۱۹۵۶-۱۹۹۳ دمای حداقل با روند افزایشی و میانگین  $۱۲/۸$  درجه سلسیوس در زیر میانگین کل در نوسان است. از سال ۱۹۹۴ تا پایان دوره روند دما به شدت افزایشی شده و در بالای میانگین کل با میانگین  $۱۴/۴$  به وقوع پیوسته است. تغییرپذیری دما در این فصل کمتر از سایر فصول است. در این فصل دمای حداقل بین ۱۲ تا ۱۵ درجه سلسیوس در نوسان بوده که در سطحی بالاتر از سطح دمای بهار است. با توجه به توضیحات بالا و خط روند دما در شکل (۹)، روند دما به طور معنی داری افزایشی است. بالاترین میانگین دمای حداقل با  $۱۳/۲$  درجه سلسیوس در این فصل رخ داده است.

**د) فصل پاییز**

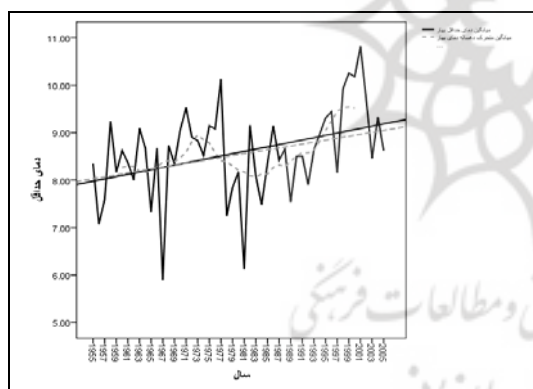
در شکل (۱۰) سری زمانی دمای حداقل فصل پاییز ارائه شده است. در این شکل به منظور شناخت آسانتر رفتار سری، میانگین متحرک دهساله و روند دما نیز نشان داده شده است. شیب افزایشی دما در این فصل نسبت به تابستان کمتر بوده اما تغییرپذیری دما در هر دو فصل مشابهت زیادی دارند. ویژگی عمده این فصل وقوع دماهای حداقل در دامنه  $-۶$  تا  $۳$  درجه سلسیوس است که شامل دماهای زیر صفر و بالای صفر درجه می‌شود که این ویژگی در سایر فصول دیده نمی‌شود. طی سالهای ۱۹۵۶-۱۹۸۰ دمای

سردترین دماها در طول سال در این فصل رخ داده باشد.

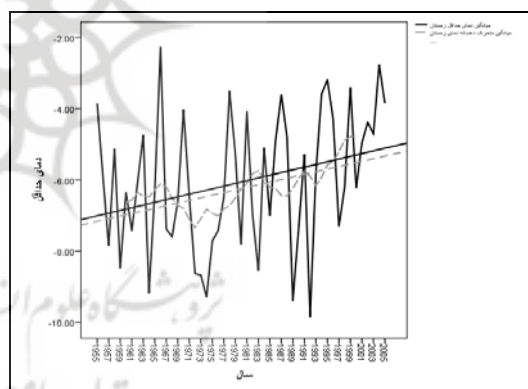
**ب) فصل بهار:** در شکل (۸) رفتار سری زمانی، میانگین متحرک و روند دمای حداقل فصل بهار نشان داده شده است. با توجه به این شکل دمای حداقل روند افزایشی داشته و سه الگوی مختلف را نشان می‌دهد. به طوری که در شکل دیده می‌شود در این فصل نوسانات کوتاه مدت کاهش یافته و فازهای دمایی به خوبی قابل تشخیص است. طی دوره ۱۹۵۶-۱۹۷۲ روند دما افزایشی بوده و مقادیر کمتر از میانگین کل فراوانی بیشتری داشته اند. میانگین دمای دوره نیز  $۸/۳$  درجه سلسیوس است. سالهای ۱۹۷۳-۱۹۸۳ میانگین دمای حداقل با مقدار  $۸/۴$  درجه سلسیوس روند کاهشی را نشان می‌دهد. در این دوره نیز فراوانی مقادیر کمتر از میانگین بیشتر است. از سال ۱۹۸۴ تا پایان دوره روند دما افزایشی شده و تا سال ۱۹۸۴ در پایین تر از میانگین و سپس تا پایان سری داده‌ها در بالاتر از میانگین کل با دمای  $۸/۹$  درجه سلسیوس مشخص می‌شود. با توجه به توضیحات بالا روند کلی دمای حداقل فصل بهار با وجود رخداد سه دوره مختلف، افزایشی است. تفاوت عمده رفتار دمای حداقل در فصل بهار نسبت به زمستان، جابجایی سطح دما به بالای صفر درجه است که در فصل زمستان این مقدار هرگز به بالای صفر درجه نمی‌رسد. همچنین کاهش تغییرپذیری دما نسبت به زمستان نیز از ویژگی‌های دمای فصل بهار است. میانگین دمای حداقل در این فصل  $۸/۵$  درجه سلسیوس است.

افزایشی دما در همه فصول، وجود فازهای دمایی مختلف در سری زمانی دمای فصلی به ویژه در فصول زمستان و بهار است. شواهد نشان می‌دهد که دمای حداقل در ایستگاه‌های همدید ایران دستخوش تغییرات عمده شده است، به طوری که در سالهای میانی سری زمانی، روند دما خط میانگین کل را قطع نموده و به بالاتر از آن جابجا شده است. این پدیده نشان‌دهنده گرمایش اقلیم ایران پیرو گرمایش جهانی است. همچنین یکی از نتایج کلی که در اغلب تحقیقات انجام شده در این زمینه، دیده می‌شود، افزایش دمای کره زمین است (رحیم زاده و عسگری، ۱۳۸۳، ۱۵۶).

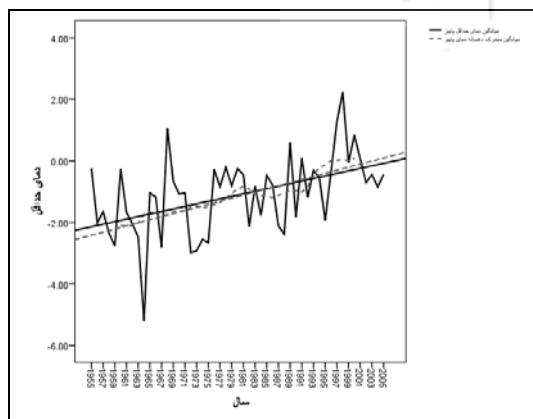
حداقل با میانگین  $1/6$ - درجه سلسیوس در زیر میانگین کل در نوسان می‌باشد و مقادیر کمتر از میانگین کل فراوانی بیشتری داشته‌اند. از سال ۱۹۸۱ تا پایان سری زمانی مقادیر دما به سطحی بالاتر از میانگین کل جابجا شده است. میانگین دما در این دوره  $0/6$ - درجه سلسیوس بوده و با توجه به افزایشی که نسبت به دوره قبل نشان می‌دهد، بیانگر روند افزایشی دما در این فصل است. در جدول (۳) ویژگیهای آماری دمای حداقل فصلی ارائه شده است. در بررسی دمای حداقل فصول سال با روش میانگین متحرک دهساله نوسانات موضعی حذف گردیده و دوره‌های کوتاه مدت دما استخراج و به همراه روند عمومی دمای فصول نشان داده شد که بیانگر روند



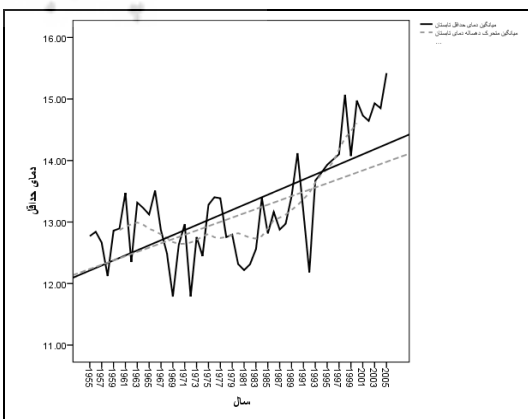
شکل ۸- سری، روند و میانگین متحرک دمای حداقل بهار



شکل ۷- سری، روند و میانگین متحرک دمای حداقل زمستان



شکل ۱۰- سری، روند و میانگین متحرک دمای حداقل پاییز



شکل ۹- سری، روند و میانگین متحرک دمای حداقل تابستان

جدول ۳- ویژگی‌های آماری دمای حداقل فصول سال

| پارامتر          | پاییز | تابستان | بهار   | زمستان |
|------------------|-------|---------|--------|--------|
| حداقل            | -۵/۱  | ۱۱/۷    | ۵/۹    | -۹/۸   |
| حداکثر           | ۲/۲   | ۱۵/۴    | ۱۰/۸   | -۲/۲   |
| دامنه            | ۷/۴   | ۳/۶     | ۴/۹    | ۷/۶    |
| میانگین          | -۱    | ۱۳/۲    | ۸/۶    | -۶     |
| میانه            | -۰/۸  | ۱۳/۱    | ۸/۶    | -۶/۲   |
| واریانس          | ۱/۷   | ۰/۸     | ۰/۹    | ۳/۷    |
| انحراف معیار     | ۱/۳   | ۰/۹     | ۰/۹    | ۱/۹    |
| ضریب تغییرات (%) | ۱۳    | ۷       | ۱۰/۵   | ۳۱/۷   |
| چولگی            | -۰/۰۶ | ۰/۰۵۲   | -۰/۱۴۰ | -۰/۰۷  |

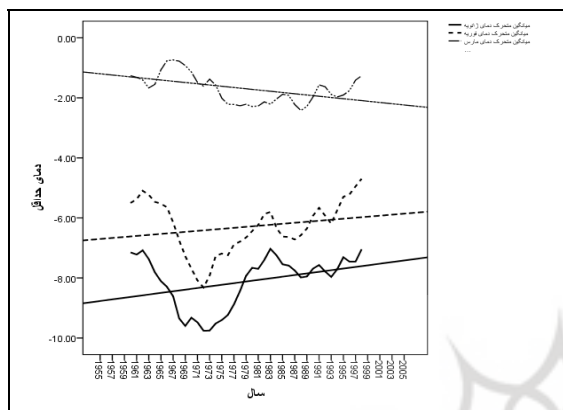
## ۳-۲- بررسی دمای حداقل ماهانه کشور

در شکل (۱۱) نمودار میانگین متحرک ده ساله و روند دمای حداقل ماهانه کشور ارائه شده است. در این نمودارها میانگین متحرک دما با حذف نوسانات موضعی بیانگر دوره‌های دما و خط روند دما نیز گویای روند کلی سری زمانی دمای ماهانه می‌باشد. همچنین در جدول (۳) ویژگی‌های آماری دمای ماهانه و دوره‌های دمایی موجود در سری زمانی نشان داده شده است. با توجه به شکل (۱۱) روند عمومی دما در همه ماههای سال بجز ماه مارس روند افزایشی را نشان می‌دهد که در ماههای فصل بهار روند مزبور ضعیف‌تر است. ماههای ژانویه، فوریه، آوریل و دسامبر چهار الگو (دوره دمایی) را در طول دوره آماری نشان می‌دهند که بیانگر افت و خیز زیاد دما در این ماهها می‌باشد. همچنین ماههای مارس، مه و ژوئن سه الگو و سایر ماهها هر کدام دو دوره دمایی را نشان می‌دهند. ماههایی که دو دوره دمایی را نشان داده‌اند کمترین تغییرپذیری و افت و خیزها را تجربه نموده‌اند. میانگین دمای حداقل در ماههای نوامبر تا مارس زیر صفر درجه است که سردترین ماههای سال

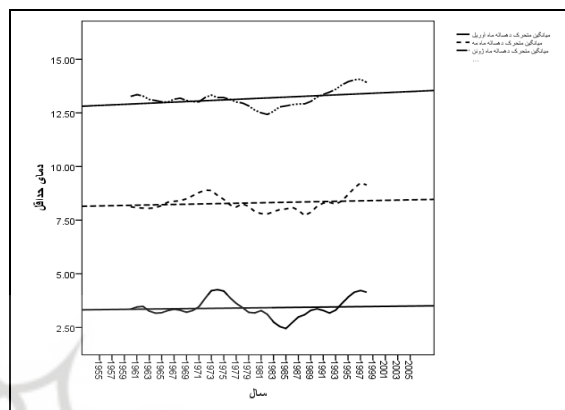
را شامل می‌شود. در سایر ماهها نیز دما بالای صفر بوده و گرمترین ماهها را شامل می‌شود. در این بین ماه ژانویه با میانگین دمایی  $-7/8$  درجه سلسیوس و محدوده رخداد دمای بین  $-7$  تا  $-10$  درجه سلسیوس سردترین ماه و ماه ژوئیه با میانگین دمایی  $16/4$  درجه سلسیوس و محدوده رخداد دمای بین  $15/5$  تا  $17/5$  درجه سلسیوس گرمترین ماه سال هستند. ماههای نوامبر تا آوریل که همزمان با دوره سرد در کشور هستند بیشترین تغییرپذیری دما را دارند که ماه مارس در رأس است، ماههای گرم سال نیز کمترین ضریب تغییرات را داشته‌اند که ماههای ژوئیه و اوت کمینه تغییرپذیری بین ماههای سال را دارا هستند. مشخصات دوره‌های دمایی نیز در جدول (۴) دیده می‌شود که با توجه به آن فراوانی وقوع دوره‌های مختلف دما در ماههای سرد بیشتر (چهار الگو) و در ماههای گرم کمتر (دو الگو) است، در ماههای گذر نیز سه الگوی دمایی دیده می‌شود که از نظر افت و خیز دوره‌ای دما و تغییرپذیری آن در حد واسط قرار دارند. نکته مهم در دمای ماهانه کشور این است که خط روند دما در همه ماهها در سالهای ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰

درجه سلسیوس در قرن افزایش داشته است (عزیزی، ۱۳۸۳، ۲۰۰۶). شواهد نشان می‌دهد که گرمایش قرن بیستم در نیمکره شمالی بیشترین گرمایش طی ۱۰۰۰ سال گذشته است (عساکره، ۱۳۸۶، ۱۸۹).

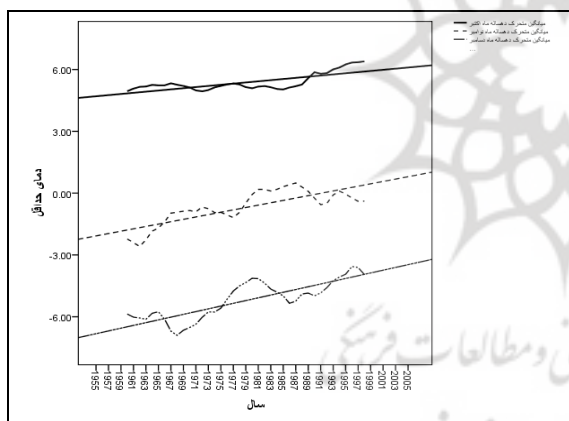
خط میانگین کل را قطع کرده و به سطحی بالاتر از میانگین کل جابجا شده است که به نظر می‌رسد اقلیم کشور به سمت گرم شدن در حرکت باشد. این مطلب در حالی بیان می‌شود که روند تغییرات دما در خشکی و اقیانوس برای ۱۴۰ سال گذشته، حدود ۰/۵



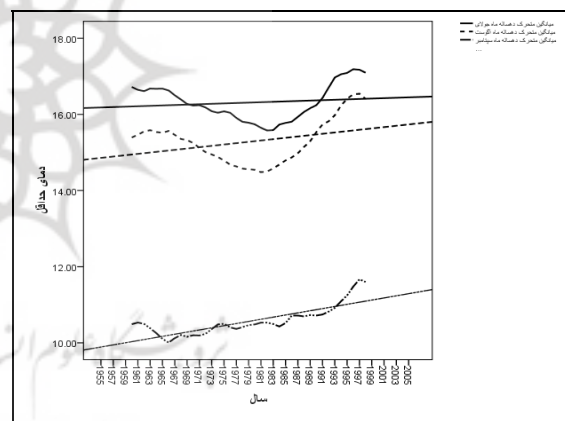
ب- میانگین متحرک و روند دمای حداقل ماههای بهار



الف- میانگین متحرک و روند دمای حداقل ماههای زمستان



د- میانگین متحرک و روند دمای حداقل ماههای تابستان



ج- میانگین متحرک و روند دمای حداقل ماههای تابستان

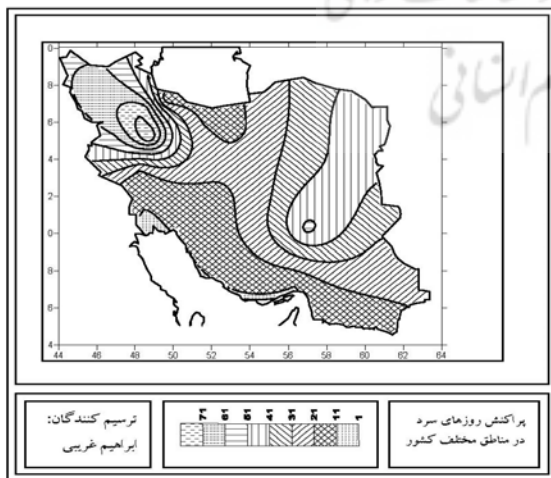
شکل ۱۱- نمودار میانگین متحرک ده ساله و روند دمای حداقل ماهانه کشور

از ۴- را دارا بوده که تعداد آنها به ۸۰/۹ می‌رسد. زنجان نیز بعد از همدان دارای فراوانی ۶۸ روز است، اراک، سنندج، کرمان و تبریز از تعداد روزهای نسبتاً مساوی برخوردار بوده و فراوانی آنها تقریباً ۵۰ به روز می‌رسد. نکته قابل توجه اینکه به جز ایستگاه کرمان همه این ایستگاهها از نظر توزیع مکانی در شمالغرب

الف) روزهای با دمای مساوی و کمتر از ۴- درجه سلسیوس

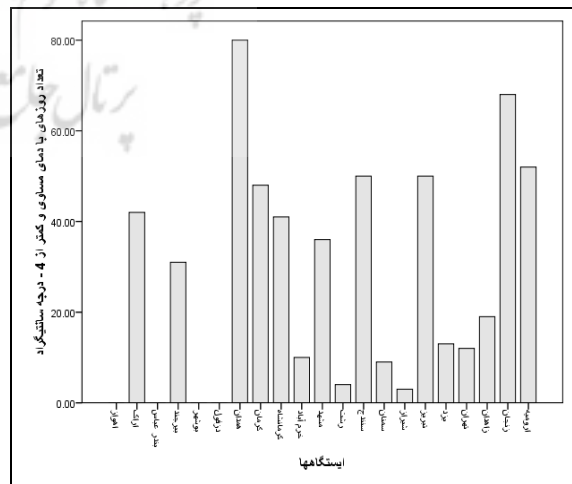
شکل (۱۲) نمودار ستونی تعداد روزهای با دمای ۴- درجه و کمتر را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار ایستگاه همدان بیشترین فراوانی روزهای کمتر

توپوگرافی بسیار با اهمیت است، زیرا ایستگاه زاهدان که با ایستگاههای پیشگفته هم عرض است دارای ۱۹ روز یخبندان در سال است که این به واسطه تأثیرگذاری سامانه پرفشار سیبری در فصول پاییز و زمستان است، در حالی که کوههای زاگرس و مکران از نفوذ هوای سرد به کرانه جنوبی ایران جلوگیری می‌کند. شکل (۱۳) نیز پراکنش روزهای مساوی و کمتر از ۴- درجه را در کشور نشان می‌دهد. با توجه به شکل بیشترین فراوانی این روزها همراه با تغییرات بین ایستگاهی زیادی در شمالغرب ایران دیده می‌شود. نواری باریک و کشیده از ایستگاه زاهدان شروع شده و با کشیده شدن به مناطق شمالی به دو شاخه تقسیم می‌شود، تعداد این روزها در ایستگاههای شمالشرق کشور بین ۳۰ تا ۴۰ روز است و در باریکه جنوبی کشور نیز تعداد آنها به کمتر از ۱۰ روز می‌رسد.



شکل ۱۳- پراکنش روزهای سرد در مناطق مختلف کشور

کشور قرار دارند. پس می‌توان گفت بیشترین روزهای دارای دمای ۴- درجه و کمتر در منطقه شمالغرب رخ داده و همچنین پایین‌ترین دماها نیز مانند همدان در این ناحیه به وقوع پیوسته است، میانگین این روزها در سطح همه ایستگاهها ۲۶/۳ روز است. درحالی که متوسط روزهای سرد در ایستگاههای شمالغرب ۵۵ روز است. دامنه تغییرات روزهای با دمای کمتر از ۴- درجه در کشور ۸۰/۹ بوده و انحراف معیار آن ۲۴/۸ روز است. در ایستگاههای جنوبی و جنوبغرب ایران تعداد روزهای سرد در طول دوره آماری گزارش نشده است. این ایستگاهها شامل ایستگاههای اهواز، دزفول، بوشهر و بندرعباس است، دلیل این مسأله را می‌توان عرض جغرافیایی پایین، ارتفاع کم از سطح دریا و تأثیر توده هوای گرم عرض‌های پایین است که از سمت جنوبغرب ایران وارد منطقه شده و از افت دما به زیر ۴- درجه جلوگیری می‌کند. این عامل به همراه



شکل ۱۲- تعداد روزهای مساوی و کم‌تر از ۴- درجه در

ایستگاههای ایران

جدول ۴- مشخصات سری زمانی دمای حداقل ایستگاههای ایران

| میانگین دوره | دوره      | مقدار | میانگین دوره | دوره      | مقدار           | پارامتر (دوره آماری کل)      |
|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-----------------|------------------------------|
| ۱۵/۲         | ۱۹۸۲-۱۹۵۶ | ۱۵/۳  | میانگین دوره | ۱۹۷۳-۱۹۵۶ | -۷/۸            | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۸۳-۱۹۷۴ | ۳۴              | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۱۹۸۸-۱۹۸۴ | $7/8+Y=0/000x$  | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۹ | -۷ تا -۱۰       | محدوده رخداد دمای حداقل      |
| ۱۵/۶         | ۲۰۰۵-۱۹۸۳ | ۷     | میانگین دوره |           |                 |                              |
|              |           |       |              |           | $Y=0/02x+14/8$  |                              |
|              |           |       |              |           | ۱۶/۵ تا ۱۴/۵    |                              |
|              |           |       |              |           |                 |                              |
| ۱۰/۵         | ۱۹۶۶-۱۹۵۶ | ۱۰/۷  | میانگین دوره | ۱۹۶۲-۱۹۵۶ | -۶              | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۸۳-۱۹۶۳ | ۴۴              | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۱۹۹۳-۱۹۸۴ | $49/8+Y=0/022x$ | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۹۴ | -۹ تا -۴        | محدوده رخداد دمای حداقل      |
| ۱۰/۷         | ۲۰۰۵-۱۹۶۷ | ۱۰    | میانگین دوره |           |                 |                              |
|              |           |       |              |           | $Y=0/025x+10$   |                              |
|              |           |       |              |           | ۱۲ تا ۱۰        |                              |
|              |           |       |              |           |                 |                              |
| ۵/۱          | ۱۹۸۸-۱۹۵۶ | ۵/۵   | میانگین دوره | ۱۹۶۷-۱۹۵۶ | -۱/۶            | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۸۰-۱۹۶۸ | ۵۷              | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۱ | $Y=-0/021x-1/1$ | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              |           | -۳/۵ تا -۵      | محدوده رخداد دمای حداقل      |
| ۶/۳          | ۲۰۰۵-۱۹۸۹ | ۲۳    | میانگین دوره |           |                 |                              |
|              |           |       |              |           | $Y=0/03x+4/7$   |                              |
|              |           |       |              |           | ۶/۵ تا ۴/۵      |                              |
|              |           |       |              |           |                 |                              |
| -۰/۹۲        | ۱۹۸۸-۱۹۵۶ | -۰/۷۵ | میانگین دوره | ۱۹۶۸-۱۹۵۶ | ۳/۴             | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۷۴-۱۹۶۹ | ۴۹              | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۱۹۸۵-۱۹۷۵ | $Y=0/02x+2/9$   | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۶ | ۲ تا ۴/۵        | محدوده رخداد دمای حداقل      |
| -۰/۳         | ۲۰۰۵-۱۹۸۹ | ۵۳    | میانگین دوره |           |                 |                              |
|              |           |       |              |           | $1/8+Y=0/045x$  |                              |
|              |           |       |              |           | -۱ تا -۳        |                              |
|              |           |       |              |           |                 |                              |
| -۵/۹         | ۱۹۶۸-۱۹۵۶ | -۵    | میانگین دوره | ۱۹۷۲-۱۹۵۶ | ۸/۳             | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۸۸-۱۹۷۳ | ۱۷              | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۹ | $Y=0/007x+8/1$  | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۷ | ۷/۵ تا ۹/۵      | محدوده رخداد دمای حداقل      |
|              |           |       | میانگین دوره | ۱۹۷۳-۱۹۵۶ | ۱۳/۱            | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۱۹۸۲-۱۹۷۴ | ۹               | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۳ | $Y=0/015x+12/8$ | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              |           | ۱۲/۵ تا ۱۴      | محدوده رخداد دمای حداقل      |
|              |           |       | میانگین دوره | ۱۹۸۲-۱۹۵۶ | ۱۶/۴            | میانگین سری زمانی دمای حداقل |
|              |           |       |              | ۲۰۰۵-۱۹۸۳ | ۶               | تغییرپذیری دمای حداقل        |
|              |           |       |              |           | $Y=0/007x+16/2$ | معادله روند دمای حداقل       |
|              |           |       |              |           | ۱۷/۵ تا ۱۵/۵    | محدوده رخداد دمای حداقل      |

## ۳-۲- توزیع مکانی حداقل‌های مطلق دما در ایران

شکل (۱۴) نقشه‌های توزیع دمای حداقل را طی

دهه‌های متوالی طی دوره آماری نشان می‌دهد.

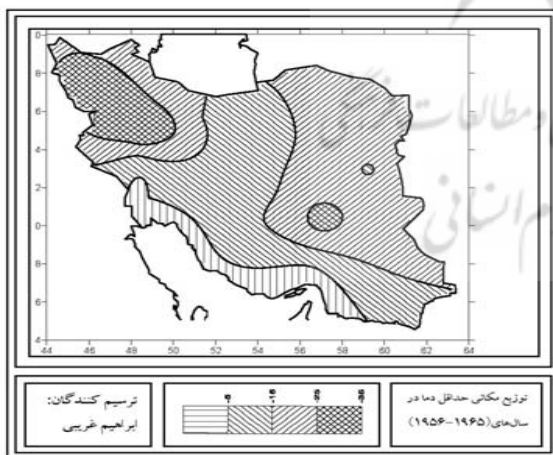
در تمام این نقشه‌ها منطقه شمالغرب سردترین منطقه

کشور بوده و از لحاظ دمایی از نوسانات بالایی

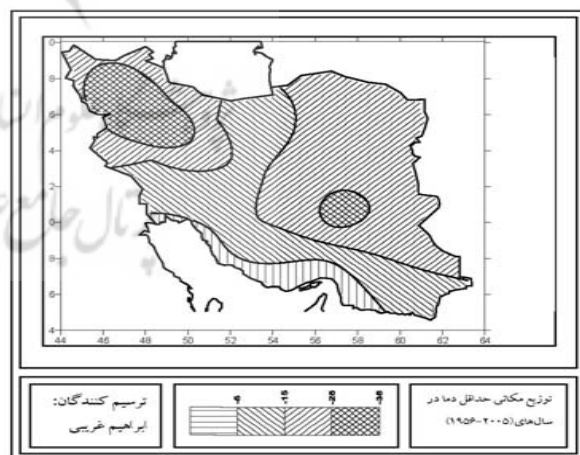
برخوردار می‌باشد. روزهای مساوی و کمتر از ۴-

نوسانات دمایی پایین تری نسبت به سایر مناطق و ایستگاهها برخوردار است، دمای این محدوده به دلیل تاثیر پیرایشی دریا و نفوذ توده هواهای گرم عرضهای پایین از دماهای بالاتر و دامنه تغییرات کمتری برخوردار است. همان طور که مشاهده می کنیم در تمام این دوره‌ها الگوی توزیع دمای حداقل مشابه بوده و در دوره های مختلف به جز تغییرات ناچیز در گسترش و پسروی مرزهای مناطق دمایی که دارای روند و الگوی مشابه هستند تغییر قابل توجهی دیده نمی شود. اگرچه این الگوی توزیع دما در سطح کشور در دهه های متوالی تغییرات جزئی را از نظر سطح وقوع دمای حداقل را نشان می دهد اما می توان آن را الگوی کلی دمای حداقل کشور طی ۵۰ سال اخیر دانست. با توجه به موقعیت مکانی وقوع کمترین دماهای حداقل، به نظر می رسد وقوع سردترین دماها در سطح کشور در نتیجه نفوذ توده های هوایی سرد عرض های شمالی باشد.

درجه نیز از فراوانی زیادی برخوردار است، و از این لحاظ منطقه شمالغرب با دمای بین ۲۵- تا ۳۵- درجه کمینه ترین دمای کشور محسوب می شود. البته مناطق کوهستانی منفرد در سطح کشور نیز این دماها را نشان می دهد. دومین کمینه با دماهای ۱۵- تا ۲۵- درجه مربوط به ایستگاههای واقع در حاشیه منطقه شمالغرب و نیز منطقه شمالشرق و شرق کشور است که شامل ایستگاههای مشهد و بیرجند و در مواقع گسترش سرما و افت شدید دما ایستگاههای یزد و کرمان را نیز شامل می شود. سومین پهنه دماهای حداقل ایستگاههای تهران، اصفهان، شیراز، کرمانشاه، خرم آباد، ایلام، زاهدان، سمنان را در بر می گیرد، این محدوده گستره مکانی زیادی نسبت به سایر محدوده‌های دمایی کشور دارد. نوسانات و ضرایب تغییرات در این محدوده دمایی نسبت به منطقه شمالغرب کمتر است. چهارمین منطقه دمایی که باریکه ساحلی جنوب کشور را در بر می گیرد، از

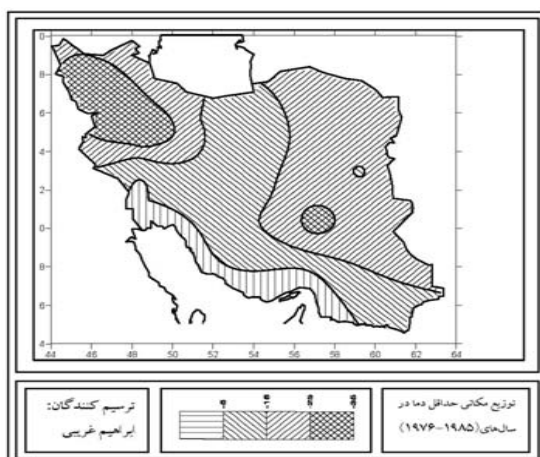


ب- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۵۶-۱۹۶۵)

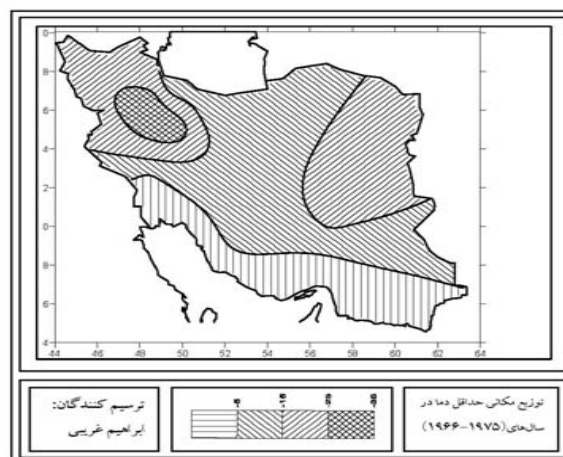


الف- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۵۶-۲۰۰۵)

شکل ۱۴- نقشه های توزیع مکانی دمای حداقل ایستگاه‌های همدید ایران طی دهه‌های متوالی



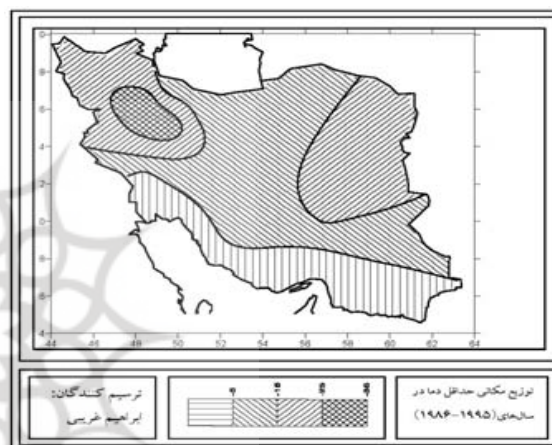
د- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۷۶-۱۹۸۵)



ج- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۶۶-۱۹۷۵)



و- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۹۶-۲۰۰۵)



ه- توزیع مکانی حداقل دما در سالهای (۱۹۶۶-۱۹۹۵)

ادامه شکل ۱۴- نقشه های توزیع مکانی دمای حداقل ایستگاههای همدید ایران طی دهه های متوالی

## نتایج

زمانی دمای حداقل در طول دوره افت و خیزها و نوسانات دوره‌ای زیادی را تجربه کرده است که در ماه‌ها و فصول مختلف با شدت و ضعف‌هایی همراه بوده است. فصول سرد سال به ویژه ماه‌های دسامبر تا مه دمای حداقل با شدت بیشتری رخ داده است و تغییرپذیری قابل توجهی داشته است. توزیع مکانی دمای حداقل نیز چهار محدوده دمایی را نشان داد که سردترین منطقه کشور شمالغرب و شمالشرق و بعضاً شرق کشور بود که می‌تواند در نتیجه نفوذ توده هوای سرد شمالی باشد. همچنین باریکه نواحی

نتایج به دست آمده در این پژوهش بیانگر تغییرات شدید زمانی و مکانی دمای حداقل در سراسر کشور طی دوره آماری است. بررسی تغییرات دما در طول دوره آماری در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه و دهه های متوالی نشان‌دهنده روند افزایشی دمای حداقل در طول دوره است بطوری که خط روند در سالهای میانی دوره در همه ایستگاهها خط میانگین را قطع نموده و به بالاتر از آن جابجا شده است که حاکی از تغییر اقلیم ایستگاههای کشور است. همچنین سری



## منابع

- کاویانی، محمد رضا و علیجانی، بهلول، (۱۳۸۰)،  
مبانی آب و هواشناسی: انتشارات سمت.
- عزیزی، قاسم، (۱۳۸۳)، تغییر اقلیم. تهران: قومس.
- عساکره، حسین، (۱۳۸۶)، تغییر اقلیم، زنجان: دانشگاه  
زنجان.
- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۹)، الینوودوره های خشکسالی-  
ترسالی در ایران، پژوهش‌های جغرافیایی-شماره  
۳۸.
- عساکره، حسین، (۱۳۸۳)، تحلیلی آماری بر تغییرات  
میانگین سالانه دمای شهر زنجان طی دهه های  
اخیر، مجله نیوار شماره ۵۲ و ۵۳
- کاویانی، محمدرضا و عساکره، حسین، (۱۳۸۴)،  
بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه  
اصفهان، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد  
هجدهم شماره ۱.
- عساکره، حسین، (۱۳۸۲ الف)، نوسانات اقیانوس  
اطلس شمالی، مجله سپهر شماره ۴۸.
- رحیم زاده، فاطمه و عسگری، احمد، (۱۳۸۳)، نگرشی  
بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و  
کاهش دامنه شبانه روزی دما در کشور، فصلنامه  
تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، ص ۱۵۴-۱۵۶
- رسولی، علی، اکبر و عزیززاده، محمدرضا، (۱۳۸۵)،  
مدلسازی مکانی پدیده سرمایش بادی در شمال  
غرب کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،  
شماره ۸۰، ص ۳۰-۳۶
- معمدی، محمد و همکاران، (۱۳۸۳)، آشکارسازی  
تغییر اقلیم محلی به کمک بررسی نوسانات زمانی  
روزهای یخبندان (مطالعه موردی مشهد)، فصل

جنوبی و مرکزی و بخشهایی از غرب ایران (نیمه  
جنوبی) با توجه به عرض جغرافیایی پایین و نیز تحت  
تأثیر توده هواهای عرضهای پایین و میانی، محل وقوع  
دماهای حداقل با شدت کم بوده و مناطق گرم کشور  
را تشکیل می دهد. وقوع روزهای با دمای کمتر از ۴-  
درجه سلسیوس نیز الگوی مشابه با توزیع مکانی  
وقوع دمای حداقل را نشان داد. ایستگاه همدان با  
بیشترین روزهای با دمای کمتر از ۴- درجه سلسیوس  
سردترین ایستگاه کشور و بندرعباس گرمترین ایستگاه  
شناسایی گردید.

یافته‌ها نشان داد با توجه به توزیع مکانی دماهای  
حداقل که شدیدترین آنها در مسیر توده هواهای قرار  
دارند، بنابراین، وقوع دمای حداقل در سطح کشور تا  
حد زیادی تحت تأثیر توده هواهای نفوذی به کشور،  
رخ داده است. همچنین در سالهای میانی سری زمانی،  
روند دمای حداقل در همه ایستگاهها خط میانگین را  
قطع نموده و به بالاتر از آن جابجا شده است که  
بیانگر تغییر اقلیم در این سالها بوده و گرم شدن دمای  
ایستگاهها در طی دهه های اخیر را نشان می دهد.  
توزیع مکانی دمای حداقل در پنج دهه متوالی یک  
الگوی کلی و یکسان را در طول دوره آماری کل نشان  
می دهد.

## تقدیر و تشکر

در پایان از آقای دکتر قاسم عزیزی به واسطه  
راهنمایی‌های ارزنده ایشان و نیز از همکار گرامی  
سرکار خانم باسره تشکر می گردد.

قائمی، هوشنگ و عساکره، حسین، (۱۳۸۲)، تحلیلی آماری بر روند تغییرات دمای مشهد و رابطه آن با Noa، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، ص ۱۳۱

بهیار، محمدباقر، (۱۳۸۲)، بررسی پدیده سرمازدگی در استان چهارمحال بختیاری از دیدگاه همدیدی-دینامیکی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳، ص ۱۰۵.

نامه جغرافیایی سرزمین، سال اول، شماره ۳، ص ۷۹

جهانبخش، سعید و ترابی، سیما، (۱۳۸۴)، بررسی و پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴، ص ۱۰۴

مریانچی، زهره و برهانی، رضا، (۱۳۸۲)، بررسی روند تغییرات دما در همدان، سپهر، شماره ۴۷، ص ۶۴



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی