

## Analyzing the temporal changes of the dew point in Iran

Majid Montazeri <sup>1</sup>  | Zahra Yaghini <sup>2</sup> 

1. Professor, Department of climatology, University of Isfahan Isfahan,  
2. Masters Degrii climatology , University of Isfahan

### Article Info:

**Article type:**  
Research Article

**history:**  
Received: 2021/11/30  
Received: 2021/12/16  
Accepted: 2022/1/7  
Published: 2022/5/6

### Keywords:

dew point  
trend analysis  
frequency analysis Iran

**A**bstract: This research examines the temporal changes in the dew point in Iran by analyzing hourly dew point data from 162 stations over six decades (1951-2010). Frequency analysis revealed a shift towards lower temperatures in the dew point distribution over the last few decades. The average daily dew point decreased from approximately 6 to less than 4 degrees Celsius, with a slightly increasing trend at 18, 21, and 00 hours, and a significant decreasing trend at 03, 06, 09, 12, and 15 hours and the daily average. This study underscores the evolving behavior of dew points in Iran and its potential implications.

**Cite this article:** Montazeri, M., Yaghini, Z. (2022). Analyzing the temporal changes of the dew point in Iran. *Climat Chenge and Climat Disasters*, 1(1), 60-79.

© The Author(s).

**Homepage:** [cccd.znu.ac.ir](http://cccd.znu.ac.ir)

**Publisher:** University of Zanjan.





## واکاوی تغییرات زمانی دمای نقطه شبنم در ایران

مجید منتظری <sup>۱</sup> | زهرا یقینی <sup>۲</sup>

۱. استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان

۲. کارشناس ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان

### اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

### تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۹/۹

بازنگری: ۱۴۰۰/۹/۲۵

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۷

انتشار: ۱۴۰۱/۳/۱۵

### واژگان کلیدی:

دمای نقطه شبنم

تحلیل روند

تحلیل فراوانی

ایران

**چکیده:** در این پژوهش داده های ساعتی دمای نقطه شبنم مربوط به ۱۶۲ ایستگاه همدید کشور، طی دوره ۱۹۵۱/۱/۱ تا ۲۰۱۰/۱۲/۳۱ برداشت شد. برای ارزیابی روند از میانگین هموار شده داده‌های ساعتی و برای تحلیل فراوانی از متوسط روزانه دمای نقطه شبنم استفاده شد. در تحلیل فراوانی، دوره آماری بر حسب تقویم میلادی به ۶ دهه تفکیک و سپس فراوانی و درصد فراوانی داده های مورد نظر محاسبه شد. توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم دهه اول با دهه‌های بعدی با هم مقایسه شد. سپس به منظور آشکارسازی چگونگی تغییر توزیع فراوانی، تفاضل درصد توزیع فراوانی هر دهه محاسبه و تغییرات حاصل در رفتار توزیع فراوانی متوسط دمای نقطه شبنم بررسی گردید. منحنی توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم در کشور طی چند دهه گذشته به سمت دماهای پایین تر جابجا شده است. متوسط دمای نقطه شبنم روزانه در دهه اول از حدود ۶ به کمتر از ۴ درجه سلسیوس در دهه ششم کاهش یافت. آزمون روند نیز نشان داد که دمای نقطه شبنم در ساعات ۱۸، ۲۱ و ۰۰، روند افزایشی ضعیفی داشت. در ساعات ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲ و ۱۵ و میانگین روزانه، با شیبی تند، روند کاهشی قابل توجهی را نشان داد.

**استناد:** منتظری، مجید، ی یقینی، زهرا (۱۴۰۱). واکاوی تغییرات زمانی دمای نقطه شبنم در ایران. دگرگونی‌ها و مخاطرات آب و هوایی، (۱۱)، ۶۰-۷۹

© نویسندگان .

ناشر: دانشگاه زنجان

Homepage: [cccd.znu.ac.ir](http://cccd.znu.ac.ir)



## مقدمه

است، افزایش یابد (ویلت و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷). از اینرو لازم است تغییرات محتوای رطوبتی هواسپهر به منظور آشکار سازی گرمایش جهانی و صحت سنجی پسخوراند نیرومند رطوبت در خروجی مدل های اقلیمی، پایش شود (دای<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). نم نسبی، تابع دما و نم مطلق هواسپهر است از اینرو تغییرات نم نسبی، عامل تغییرات دمای نقطه شبنم محسوب می شود (ون و اینگاردنر و وینسنت<sup>۶</sup>، ۲۰۰۳). تحلیل روندهای بلندمدت مؤلفه های اقلیمی و ارزیابی معناداری شان، ابراز کارآمدی در آشکار سازی تغییرات آب و هوایی است (هوت و پوکورنا<sup>۷</sup>، ۲۰۰۴). اخیراً بسیاری از پژوهشگران علوم محیطی (برای مثال: جاگس<sup>۸</sup>، ۲۰۰۶، فای داس و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۰۷، ژانگ و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۹، تبری و همکاران<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۱، لی یو و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۱) سعی کرده اند با تحلیل روندهای عناصر اقلیمی، تغییرات آب و هوایی را آشکار

گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی، شرایط زیست محیطی را در بسیاری از کشورهای جهان تغییر داده است. این وضعیت پیامدهای مهمی را بدنبال داشته و بطور جدی فعالیت های بشری همچون کشاورزی، محیط زیست، اقتصاد و صنعت را تهدید می کند (یاواز و اردوغان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱). تأثیر گرمایش جهانی به لحاظ جغرافیایی یکنواخت نبوده بطوریکه نرخ گرمایش در برخی از مناطق جهان مانند جنوب غرب آسیا اندکی بالاتر از متوسط خشکی- هاست (هالم<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶). نم موجود در هواسپهر به دلیل نقش گلخانه ای آن و انرژی عظیمی که در چرخه تغییر حالت های بخار، آب و یخ درگیر می کند، یکی از مهمترین مؤلفه های تعیین کننده وضعیت آب و هوایی جهان است (ابوطالب و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). انتظار می رود نم هواسپهر تحت شرایط گرمایشی ناشی از گازهای گلخانه ای که باز خوردی از تغییرات اقلیمی بشرزاد

7. Huth & Pokorna 2004
8. Jaagus 2006
9. Feidas et al. 2007
10. Zhang et al. 2009
11. Tabari et al. 2011
12. Liu et al. 2011

1. Yavuz & Erdogan 2011
2. Hulme 1996
3. Abu Taleb et al. 2007
4. Willett et al. 2007
5. Dai 2006
6. Van Wijngaarden & Vincent 2003

بود (گافن و راس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹). تحلیل‌های انجام شده در ایستگاه‌های منتخب ایالات متحده، حاکی از وجود دوره‌هایی با روند کاهشی و افزایشی دمای نقطه شبنم بوده است در رصدخانه کوه واشنگتن در نیوهمشایر نیز، روند دمای سالانه افزایشی و روند نسبت مخلوط و دمای نقطه شبنم، کاهشی بوده است (سایدل و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). تغییرات ایجاد شده در چرخه‌های دمای روزانه و دمای نقطه شبنم در ایالات متحده به افزایش گازهای گلخانه‌ای نسبت داده شده است (ناپن برگر و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶). در بنگلادش رطوبت نسبی و دمای نقطه شبنم سالانه و فصلی، روند افزایشی داشته است (مرتضی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). در اسپانیا نیز روند دمای نقطه شبنم و دمای تر در ماه‌های ژوئیه، آگوست، سپتامبر و دسامبر منفی بوده است (موریشل و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶). در ایران رطوبت نسبی و دمای نقطه شبنم در نواحی ساحلی، افزایش یافته (طلایی و همکاران، ۲۰۱۲) اما رطوبت نسبی در ایستگاه‌های داخلی از جمله تهران،

سازی کنند. در مقایسه با دما و بارش، پژوهش‌های کم‌شماری به واکاوی روند نم نسبی و دمای نقطه شبنم جهت آشکارسازی تغییرات آب و هوایی پرداخته اند (حسین زاده طلایی و همکاران، ۲۰۱۲، قره خانی و قهرمان، ۱۳۸۹). در ایالات متحده مقادیر متوسط الگوهای فصلی و سالانه دمای نقطه شبنم در بخش‌های شرقی روند کاهشی داشته است (رابینسون<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸) بررسی روندهای دمای نقطه شبنم در ایالات متحده طی دوره ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۰ نشان داد که افزایش فصلی متوسط دمای نقطه شبنم در بیشتر مناطق اندکی بیش از ۱ درجه در سده در فصل بهار و پاییز و اندکی کمتر از این در تابستان افزایش یافته است در حالیکه دمای نقطه شبنم فصل زمستان، کمی بیش از ۱ درجه در سده را نشان داد (رابینسون، ۲۰۰۰). در مطالعه دیگری در ایالات متحده افزایش نم ویژه و دمای نقطه شبنم در بیشتر بخش‌های این کشور، در فصل زمستان، بهار و تابستان گزارش شد. علاوه بر این روندهای نم نسبی ضعیف‌تر از نم ویژه

4. Knappenberger et al. 1996  
5. Mortuza et al. 2014  
6. Moratitel et al. 2016

1. Robinson 1998  
2. Gaffen & Ross 1999  
3. Seidel et al. 2007

شیراز و مشهد دارای روند کاهشی بوده است (خردادی و همکاران، ۱۳۸۶). روند خطی میانگین فصلی و سالانه دمای نقطه شبنم در اغلب نقاط کشور کاهشی بوده است (هدایتی دزفولی و رحیم زاده، ۱۳۹۰). در مجموع روند کاهشی متوسط ماهانه رطوبت نسبی و دمای نقطه شبنم در ایران بیش از روند افزایشی آنها بوده است (قره خانی و قهرمان، ۱۳۸۹).

بروز پدیده گرمایش جهانی، حاصل انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است و منجر به افزایش متوسط دمای کره زمین در حدود ۰/۸۵ درجه سلسیوس طی دوره ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۲ شده است (IPCC, 2013). واکنش دمای نقطه شبنم به این پدیده در محیط‌های مختلف جغرافیایی یکسان نیست. در محیط‌های ساحلی بواسطه دسترسی نامحدود به منابع آب، تبخیر بیشتری صورت گرفته، محتوای رطوبتی هواسپهر بالا رفته و به همین ترتیب دمای نقطه شبنم نیز افزایش می‌یابد. اما در محیط‌های خشک داخلی، رفتار کاملاً متفاوتی رخ می‌دهد. بطوریکه همزمان با افزایش دمای هواسپهر،

بواسطه عدم دسترسی به منابع آب لازم برای تبخیر، رطوبت نسبی هواسپهر کاهش یافته و به تبع آن دمای نقطه شبنم نیز روند کاهشی خواهد داشت. از اینرو گرمایش جهانی تأثیر دو گانه‌ای بر دمای نقطه شبنم در محیط‌های خشک و مرطوب بر جای خواهد گذاشت. هدف از این پژوهش پاسخ به این پرسش است که با توجه به گستردگی ایرانزمین و تنوع محیط‌های طبیعی آن، در مجموع، رفتار دمای نقطه شبنم در ایران طی چند دهه گذشته چگونه بوده است؟

## ۲- داده ها و روش ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

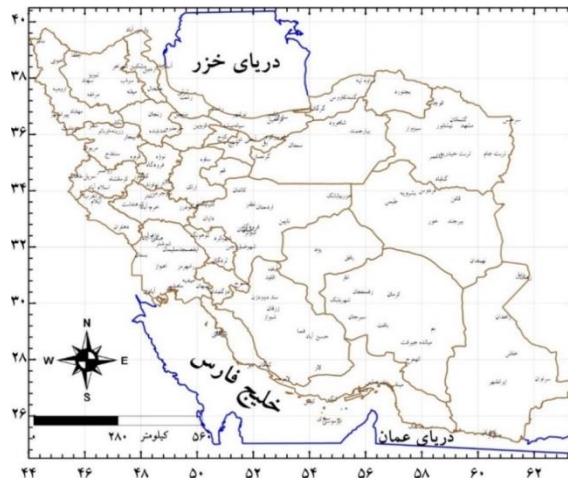
در این پژوهش داده‌های ساعتی دمای نقطه شبنم طی دوره ۱/۱/۱۹۵۱ تا ۲۰۱۰/۱۲/۳۱ معادل ۶۰ سال مربوط به ۱۶۲ ایستگاه همدید کشور که در دوره یاد شده دست کم بیش از ۱۰ سال داده داشتند، از پایگاه داده سازمان هواشناسی کشور برداشت شد (شکل ۱). داده‌های دمای نقطه شبنم ساعتی شامل ۸ زمان ۰۰، ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و میانگین روزانه است که بصورت آرایه‌ای سه بُعدی، به ابعاد ۲۱۹۱۵×۹×۱۶۲ در محیط نرم افزار

بانی محاسبه شد. بدین ترتیب هشت سری زمانی ساعتی دمای نقطه شبنم بدست آمد. سپس سری زمانی را با تقویم همگام نموده و با توجه به اینکه سری زمانی داده‌ها دارای تناوب سالانه است می‌بایست ابتدا تناوب سالانه‌ای که در داده‌ها وجود دارد حذف و سری زمانی روزانه را به یک سری هموار شده<sup>۱</sup> ۳۶۵ روزه تبدیل نمود. بدین منظور از تابع اسموت نرم افزار متلب استفاده شد. سپس از ابتدا و انتهای سری ۱۸۲ روز را حذف تا سری زمانی یکدست شود.

متلب آرایش داده شد. در این آرایه بُعد اول، زمان برحسب روزه، بُعد دوم، زمان برحسب ساعت و بُعد سوم، مکان برحسب ایستگاه‌های همدید می‌باشد. با روش‌های گوناگون می‌توان رفتار سری زمانی داده‌های اقلیمی را ارزیابی نمود. در این پژوهش علاوه بر آزمون روند رگرسیون خطی، از شگرد تحلیل فراوانی به منظور ارزیابی رفتار دمای نقطه شبنم طی چند دهه گذشته، بهره گرفته شد.

### الف) آزمون روند خطی

در آزمون روند، سری زمانی میانگین تمامی ایستگاه‌ها برای هر ساعت دیده



شکل ۱: پراکنش مکانی ایستگاه‌های مورد واکاوی بر گستره‌ی ایران زمین منبع: نویسندگان

بنابراین از روی سری زمانی روزانه می توان سری زمانی هموار شده را بدست آورد که دیگر چرخه های سالانه در آن مزاحم بررسی روند نخواهد شد. از آنجا که باید تغییرات نسبت به زمان سنجیده شود، لذا زمان باید بصورت تک رقمی باشد. از اینرو می بایست تقویم زمانی روز، ماه، سال را به سال بر حسب اعشاری تبدیل نمود. در نهایت باتوجه به اینکه سری زمانی هموار شده دمای نقطه شبنم و زمان (سال اعشاری) هر دو را در اختیار است می توان واکاوی روند خطی را بر روی آن اعمال نمود.

### ب) واکاوی شکل توزیع فراوانی

یکی از راه های شناخت ویژگی های عناصر اقلیمی، واکاوی شکل توزیع فراوانی عناصر اقلیمی است (نصرآبادی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱). بررسی شکل توزیع فراوانی عناصر اقلیمی، نکات بسیار مهمی در خصوص رفتار بلندمدت این عناصر نشان می دهد. شناخت رفتار عناصر اقلیمی بر اساس شکل توزیع فراوانی آن ها به لحاظ علمی و عملی از اهمیت شایان توجهی برخوردار است (عساکره، ۱۳۹۱: ۵۱). در این روش به یکسان سازی و بازسازی دوره زمانی داده ها نیازی نیست و می توان تک تک داده های موجود را در فرایند محاسبه، دخالت داد. برای محاسبه توزیع فراوانی، ابتدا تقویم

زمانی مطابق با طول دوره آماری فراهم شد. سپس دوره آماری به ۶ دهه تفکیک و به کمک تقویم (میلادی)، داده های هر دهه استخراج و به صورت بردار زمانی آرایش داده شد. بررسی های انجام شده نشان داد که بازه داده های دمای نقطه شبنم بین ۲۵- تا ۳۵ درجه سلسیوس است. از اینرو بردار فاصله طبقاتی داده ها با فاصله ۱ درجه ای فراهم آمد. به کمک این دو بردار و با استفاده از تابع هیستوگرام نرم افزار متلب، فراوانی داده های مورد نظر محاسبه شد. از آنجا که دوره های زمانی داده برداری در ایستگاه های هواسنجی یکسان نیست و این موضوع امکان مقایسه ایستگاه ها را با یکدیگر سلب می کند، لذا راهکار مناسب برای رفع این مشکل، محاسبه درصد فراوانی برای هر ایستگاه است. از اینرو در مرحله بعد، براساس رابطه (۱) از تقسیم فراوانی بدست آمده بر مجموع داده ها ضربدر صد، درصد فراوانی بدست آمد. این فرایند برای هر دهه تکرار و در نهایت برای هر سری زمانی ساعتی نیز، اعمال گردید.

$$PF = \left( \frac{f}{\text{sum}(f)} \right) * 100 \quad (1)$$

در این رابطه PF درصد فراوانی، f فراوانی و sum(f) مجموع فراوانی است.

### ۳- یافته ها و نتایج

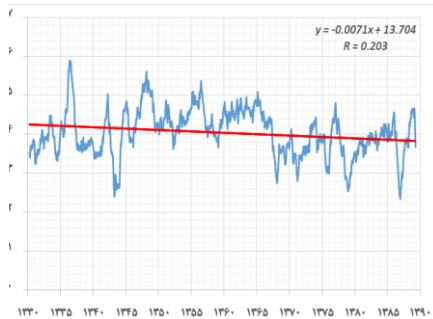
تغییر توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم بدن پرداخته شد.

بررسی آزمون روند رگرسیون خطی بر روی سری زمانی داده های دمای نقطه شبنم ساعتی و متوسط روزانه در ایران نشان داد که روند دمای نقطه شبنم در ساعات ۱۸، ۲۱ و ۰۰، چندان محسوس نبوده و با شیبی بسیار ملایم روند افزایشی ضعیفی را نشان می دهد. در حالیکه در ساعات ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲ و ۱۵، با شیبی تند، روند کاهشی قابل توجهی را نمایش می دهد (جدول ۱). سری زمانی متوسط روزانه دمای نقطه شبنم نیز روند کاهشی داشته که الگوی آن به الگوی کاهشی ساعات میانه روز شبیه است (شکل های ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰).

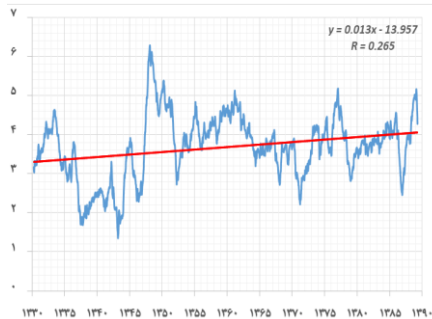
بررسی های انجام شده بر روی سری زمانی داده های ساعتی دمای نقطه شبنم ۱۶۲ ایستگاه همدید کشور، طی شش دهه ی گذشته، نشان داد که متوسط دمای نقطه شبنم در ایران حدود ۴ درجه ی سلسیوس است. همچنین این بررسی نشان داد که میانگین دمای نقطه شبنم طی ساعات مختلف شبانه روز بین ۳/۳ تا ۴/۵ درجه سلسیوس متغیر است بطوریکه در ساعات میانی روز کاهش و در ساعات شب هنگام افزایش می یابد. گذشته از اطلاعات عمومی پیرامون دمای نقطه شبنم، واکاوی رفتار دمای نقطه شبنم در بستر زمان از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. از اینرو در این پژوهش در دو بخش آزمون روند و بررسی

جدول ۱- آماره های آزمون روند رگرسیون خطی بر روی سری های زمانی دمای نقطه

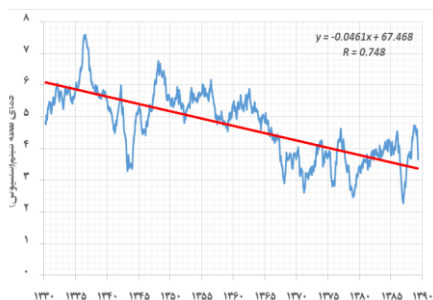
معادله خط	عرض از	شیب خط	پی ویو	ضریب همبستگی	آماره
$dp = (0.013 \pm 0.00063) \times t$	۱۹۵۶۶	۱۰۱۳۰	۰	۰/۲۶۵	ساعت ۰۰
$dp = (-0.0071 \pm 0.00056) \times t$	۱۷۰۴۲	۱۰۰۷۱	۰	-۰/۲۰۳	ساعت ۰۳
$dp = (-0.0۲۵۹ \pm 0.00049) \times t$	۱۳۱۵۴	۱۰۲۵۹	۰	-۰/۵۷۴	ساعت ۰۶
$dp = (-0.0461 \pm 0.00054) \times t$	۱۴۶۷۹	۱۰۴۶۱	۰	-۰/۷۴۹	ساعت ۰۹
$dp = (-0.0496 \pm 0.00055) \times t$	۱۷۵۲۵	۱۰۴۹۶	۰	-۰/۷۶۸	ساعت ۱۲
$dp = (0.0332 \pm 0.00051) \times t$	۱۷۸۱۵	۱۰۳۳۲	۰	-۰/۶۵۶	ساعت ۱۵
$dp = (0.0068 \pm 0.00066) \times t$	۱۰۹۵۷	۱۰۰۶۸	۰	۰/۱۳۶	ساعت ۱۸
$dp = (0.0086 \pm 0.00065) \times t$	۱۷۱۶۰	۱۰۰۸۶	۰	۰/۱۷۴	ساعت ۲۱
$dp = (0.0303 \pm 0.00051) \times t$	۱۷۹۰۰	۱۰۳۰۳	۰	-۰/۶۲۱	متوسط



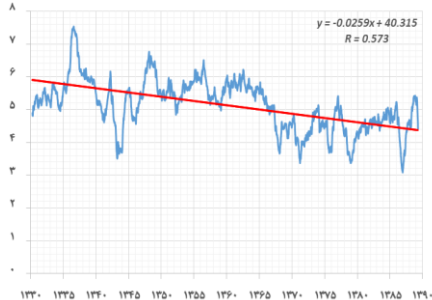
شکل ۳- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۰۳



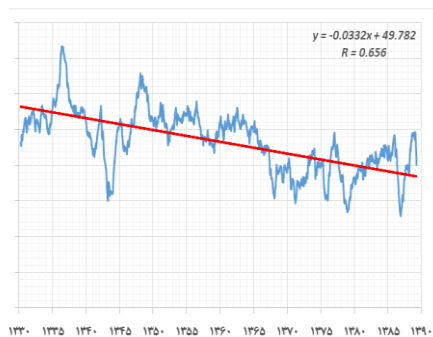
شکل ۲- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۰۰



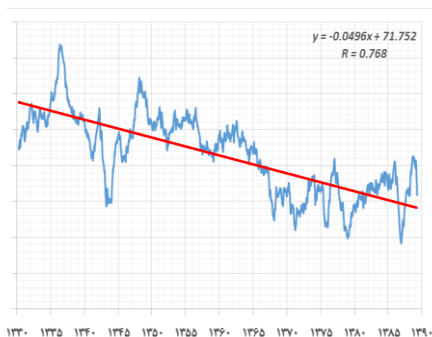
شکل ۵- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۰۹



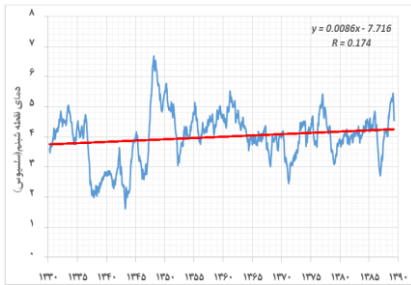
شکل ۴- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۰۶



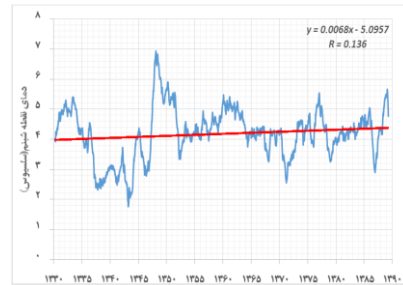
شکل ۷- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۱۵



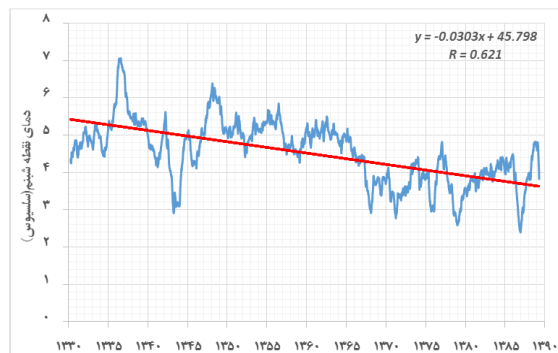
شکل ۶- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۱۲



شکل ۹- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۲۱



شکل ۸- روند دمای نقطه شبنم در ساعت ۱۸



شکل ۱۰- روند متوسط روزانه دمای نقطه شبنم

است. در این دوره دمای نقطه شبنم حول میانگین  $3/8$  درجه سلسیوس نوسان داشته و به نظر می رسد افت حدود  $1/2$  درجه ای را تجربه نموده است. از آنجا که هیئت بین المللی تغییر اقلیم  $20$  به وضوح مشخص کرده است که دما در مقیاس جهانی حدود  $0/85$  درجه سلسیوس طی دوره  $1880$  تا  $2012$  افزایش داشته است (IPCC, 2013). از اینرو می توان

با عنایت به شکل  $10$  روند کاهشی متوسط روزانه دمای نقطه شبنم به دو دوره قابل تفکیک است. دوره اول از ابتدای دهه  $30$  تا اواسط دهه  $60$  خورشیدی بوده که در این دوره میانگین دمای نقطه شبنم حول  $5$  درجه سلسیوس نوسان داشته است. دوره دوم بدنبال افت ناگهانی دمای نقطه شبنم در سال  $1367$  آغاز، و تا اواخر دهه  $80$  خورشیدی ادامه یافته

کاهش متوسط روزانه دمای نقطه شبنم را از تبعات پدیده گرمایش جهانی دانست که در مجموع از خشک تر شدن محتوای رطوبتی هواسپهر ایران بویژه در بخش‌های فلاتی، حکایت دارد. تغییرات عناصر آب و هوایی علاوه بر روند سری زمانی، می تواند در شکل توزیع فراوانی نیز متجلی شود. از اینرو در این بخش از پژوهش سری زمانی ۶۰ ساله متوسط روزانه دمای نقطه شبنم به ۶ دهه در قالب تقویم میلادی، تفکیک و سپس هیستوگرام آن محاسبه و نمودار توزیع فراوانی آن ترسیم شد (شکل‌های ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰). منحنی‌ها نشان می دهد که توزیع

فراوانی متوسط روزانه دمای نقطه شبنم در ایران در حال جابجا شدن به سمت دماهای پایین است (شکل ۱۱). از مقایسه دو منحنی آبی مربوط به دهه اول و قرمز مربوط به دهه آخر، مشاهده می شود که جابجایی کاملاً مشهود است. این موضوع در متوسط روزانه دمای نقطه شبنم که برای هر دهه محاسبه شده، نیز تجلی یافته است (جدول ۲). بطوریکه میانگین دمای نقطه شبنم از حدود ۶ درجه در دهه اول به کمتر از ۴ درجه سلسیوس در دهه ششم رسیده است که با نرخ کاهشی بدست آمده از طریق آزمون روند رگرسیون خطی، همسو می باشد.

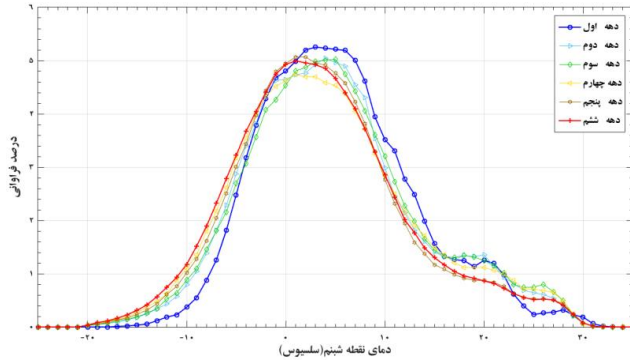
جدول ۲- آماره های متوسط روزانه دمای نقطه شبنم به تفکیک دهه

دهه	میانگین دمای نقطه شبنم	انحراف معیار دمای نقطه شبنم
۱۹۶۰-۱۹۵۱	۶/۰۱	۰/۸۱۵
۱۹۷۰-۱۹۶۱	۵/۲۶	۰/۷۳۸
۱۹۸۰-۱۹۷۱	۴/۹۶	۰/۹۰۶
۱۹۹۰-۱۹۸۱	۴/۰۲	۰/۸۴۳
۲۰۰۰-۱۹۹۱	۳/۸۶	۰/۸۰۵
۲۰۱۰-۲۰۰۱	۳/۷۳	۰/۹۰۹

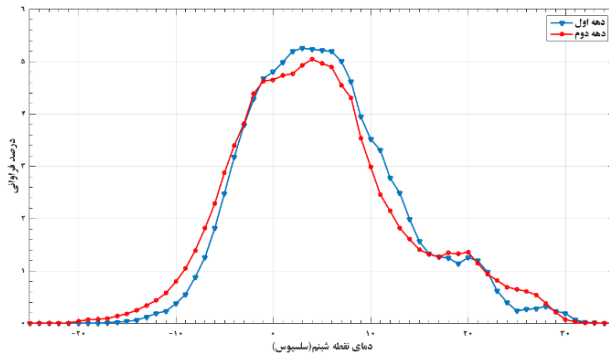
با عنایت به شکل ۱۱ می توان مشاهده نمود که منحنی توزیع فراوانی از دو یال تشکیل شده یال سمت راست با دمای نقطه شبنم بالا، معرف مناطق مرطوب

ساحلی است و نوفه‌هایی که در منحنی مشاهده می‌شود می‌تواند بازتاب دهنده عدم یکپارچگی جغرافیایی نواحی مرطوب ساحلی در کشور باشد در

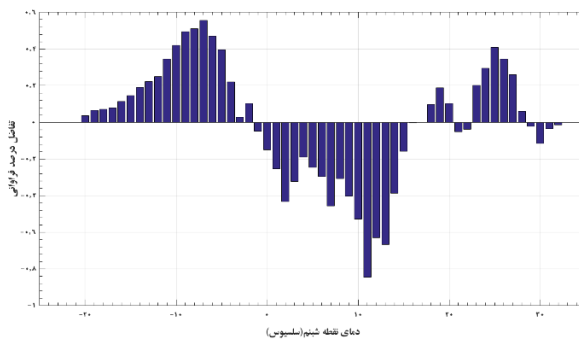
حالیکه یال سمت چپ با دمای نقطه شبنم پایین، معرف مناطق خشک  
 فلاتی است که از همگنی و یکنواختی برخوردار است (شکل ۱۱).



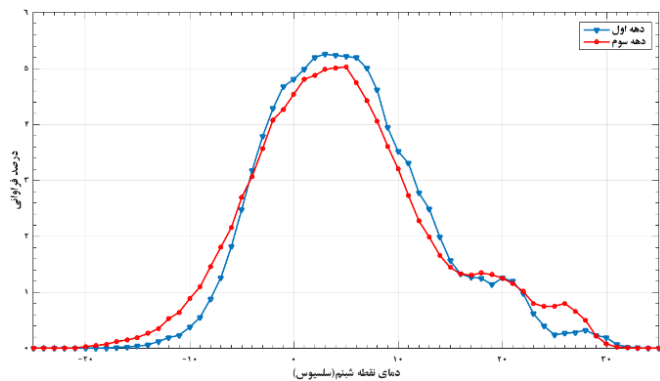
شکل ۱۱- توزیع فراوانی متوسط روزانه دمای نقطه شبنم در ایران به تفکیک دهه



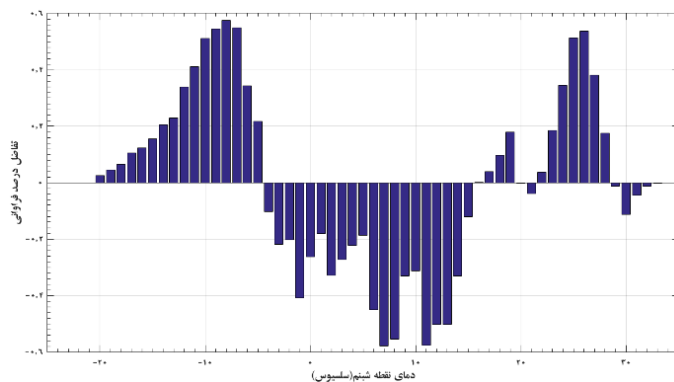
شکل ۱۲- مقایسه توزیع فراوانی دهه اول و دوم



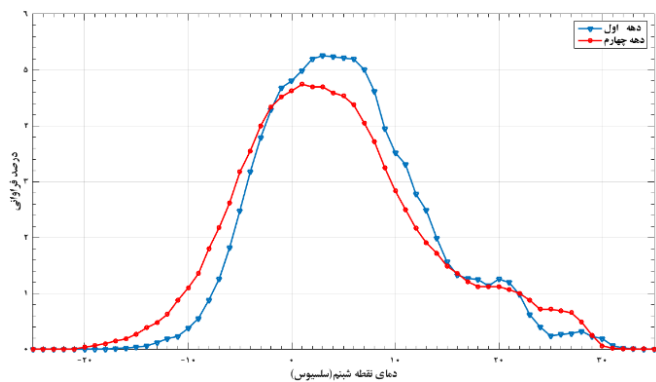
شکل ۱۳- تفاضل توزیع فراوانی دهه اول و دوم



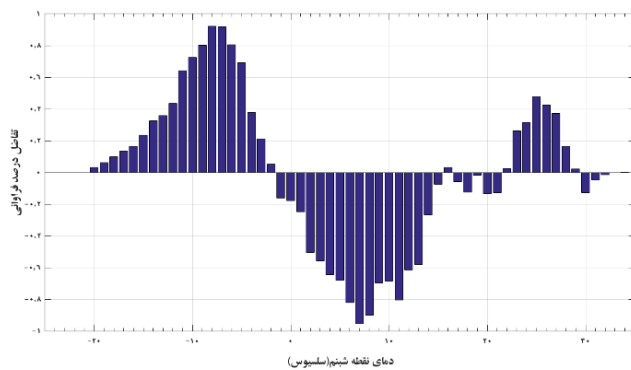
شکل ۱۴- مقایسه توزیع فراوانی دهه اول و سوم



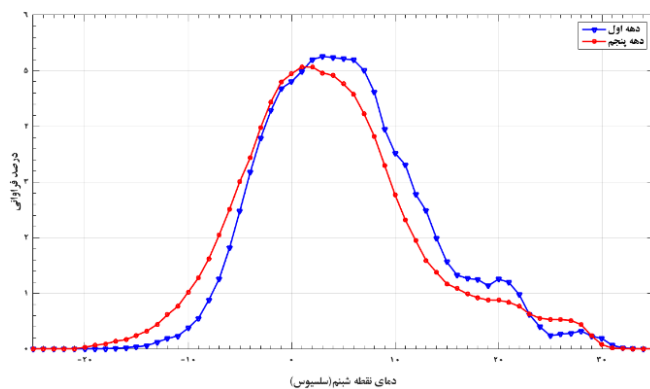
شکل ۱۵- تفاضل توزیع فراوانی دهه اول و سوم



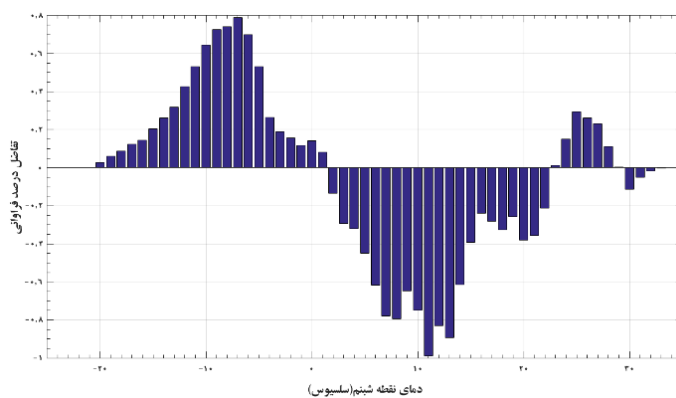
شکل ۱۶- مقایسه توزیع فراوانی دهه اول و چهارم



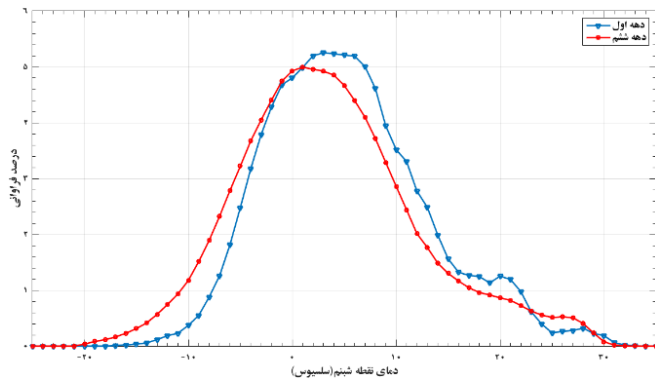
شکل ۱۷- تفاضل توزیع فراوانی دهه اول و چهارم



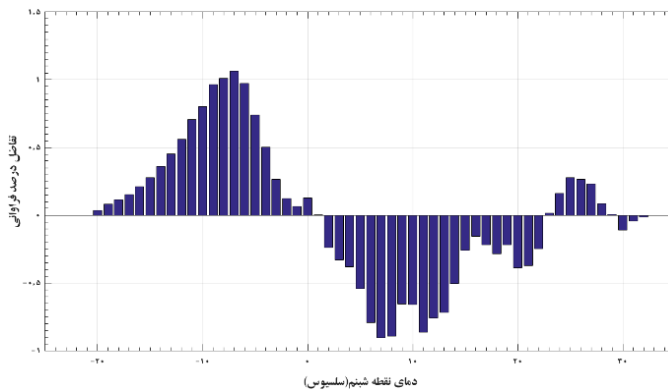
شکل ۱۸- مقایسه توزیع فراوانی دهه اول و پنجم



شکل ۱۹- تفاضل توزیع فراوانی دهه اول و پنجم



شکل ۲۰- مقایسه توزیع فراوانی دهه اول و ششم



شکل ۲۱- تفاضل توزیع فراوانی دهه اول و ششم

شکل ۲۰ درصد توزیع فراوانی میانگین دمای نقطه شبنم ایران در دوره اول و ششم را نشان می دهد. در دهه اول بیشترین درصد فراوانی را دماهای نقطه شبنم ۱ تا ۷ درجه سلسیوس که دمای ۶ درجه (۵/۲۵ درصد) بالاترین فراوانی را به خود گرفته است. در دهه ششم بیشترین درصد فراوانی را دماهای نقطه شبنم ۱- تا ۵ درجه که دمای ۱ درجه‌ی

سلسیوس (۵ درصد) بیشترین فراوانی را داشته است. توزیع فراوانی دوره‌ی ششم نسبت به دوره‌ی اول به سمت چپ جابه‌جا شده است. با توجه به شکل ۲۰ محور تقارن در دهه‌ی اول بر دمای حدود ۵ درجه سلسیوس منطبق است که با جابه‌جایی منحنی توزیع فراوانی به سمت چپ در دهه‌ی ششم، محور تقارن بر دمای ۳/۸ درجه سلسیوس منطبق

فراوانی انجام شد. واکاوی آزمون رگرسیون خطی بر روی سری های هموار شده دمای نقطه شبنم ساعتی نشان داد که ساعات ۱۸، ۲۱ و ۰۰ روند افزایشی ضعیفی حاکم بوده است در حالیکه در ساعات ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲، ۱۵ و متوسط روزانه، از روند کاهشی شدیدی برخوردار است. بطوریکه متوسط دمای نقطه شبنم در دهه های ۳۰ تا ۶۰ خورشیدی در حدود ۵ درجه سلسیوس و در دهه ۸۰ خورشیدی حول دمای ۳/۸ درجه سلسیوس در نوسان بوده است. این تغییر رویه در اواخر دهه ۶۰ خورشیدی رخ داده است. مهمتر آنکه تغییر رفتار دمای نقطه شبنم از روند کاهشی پیوسته‌ای در طول دوره آماری برخوردار نبوده و با افت پلکانی در دهه ۶۰ خورشیدی از سطح تعادل قبلی خارج شده و به سطح تعادل پایین‌تری رسیده است.

بررسی دهه به دهه دمای نقطه شبنم در ایران نشان داد که در مجموع رفتار زمانی آن در حال تغییر است. منحنی درصد توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم به سمت دماهای پایین جابجا شده است. از آنجا که تغییرات دمای نقطه شبنم به تغییرات دمای هوا و رطوبت

شده است. از اینرو می توان گفت توزیع فراوانی دمای نقطه شبنم در ایران به سمت دماهای پایین‌تر در حال جابجایی شدن است.

به منظور درک بهتر چگونگی تغییرات دمای نقطه شبنم، نمودارهای تفاضل محاسبه و ترسیم شد (شکل های ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱). این نمودارها نشان می دهد که از سهم دماهای صفر تا ۲۲ درجه کاسته و بر سهم دماهای زیر صفر افزوده شده است. علاوه بر این مشاهده می شود که اندکی نیز بر سهم دماهای بالاتر از ۲۲ درجه افزوده شده است. این بخش معرف مناطق ساحلی بوده که نسبت به مناطق فلاتی، گستره کوچکتری را در بر می گیرد (شکل ۲۱).

### نتیجه‌گیری

بررسی ها نشان داد که متوسط دمای نقطه شبنم در ایران حدود ۴ درجه‌ی سلسیوس بوده و میانگین دمای نقطه شبنم طی ساعات مختلف شبانه روز بین ۳/۳ تا ۴/۵ درجه سلسیوس متغیر است بطوریکه در ساعات میانی روز کاهش و در ساعات شب‌هنگام، افزایش می یابد.

ارزیابی رفتار دمای نقطه شبنم در ایران با دو رویکرد تحلیل روند و تحلیل

نسبی وابسته است، از اینرو تغییرات دمای شب‌نم می‌تواند بازتاب دهنده‌ی تغییرات در یکی از این دو مؤلفه باشد. با عنایت به این موضوع که متوسط دمای کشور همراستا با متوسط دمای جهانی روبه افزایش است، از اینرو می‌توان نتیجه گرفت که جابجایی دمای نقطه شب‌نم به سمت دماهای پایین، ناشی از همین موضوع است. البته باید در نظر داشت که ایران سرزمین همگنی نیست و پیکره ایرانزمین از دو بخش فلاتی و ساحلی تشکیل شده است. از اینرو افزایش دمای کشور می‌تواند رفتارهای دوگانه‌ای را برای دمای نقطه شب‌نم رقم بزند. بطوریکه افزایش دما در مناطق ساحلی منجر به افزایش دمای نقطه شب‌نم می‌گردد در حالیکه این پدیده در بخش‌های فلاتی داخلی، که بخش اعظم کشور را فراگرفته است، کاهش دمای نقطه شب‌نم را بدنبال دارد. منحنی توزیع درصد فراوانی، تنها جابجایی را آشکار می‌سازد در حالیکه نمودار تفاضل درصد فراوانی دمای نقطه شب‌نم، سهم تغییرات را برای بازه‌های دمایی مختلف مشخص می‌کند. شکل ۲۱ بخوبی نشان می‌دهد که دمای نقطه شب‌نم در بازه ۲ تا ۲۲ درجه، کاهش و

در بازه دمایی ۲۳ تا ۲۹ افزایش یافته است. این بخش منطبق با نواحی ساحلی است و همانطور که سهم کمتری از گستره مکانی کشور را دارا می‌باشد، در این نمودار هم سهم اندکی از افزایش دمای شب‌نم را بخود اختصاص داده است. بخش بزرگی از افزایش دمای شب‌نم در بازه دمایی ۱+ تا ۲۰- درجه حادث شده است. این بخش معرف ناحیه فلاتی بوده و بخش بزرگی از پیکره ایران را فراگرفته است. از اینرو سهم بزرگتری از افزایش دمای شب‌نم را نیز بخود اختصاص داده است. نتایج این پژوهش با بررسی‌های طلایی و همکاران (۲۰۱۲)، خردادی و همکاران (۱۳۸۶)، هدایتی دزفولی و رحیم زاده (۱۳۹۰)، قره‌خانی و قهرمان (۱۳۸۹) همخوانی دارد. نتایج حاصل از هر دو روش تحلیل فرکانس و تحلیل رگرسیون خطی، کاهش متوسط دمای نقطه شب‌نم در ایران را تأیید می‌کند. کاهش دمای شب‌نم بر مؤلفه‌های رویشی رستنی‌ها در بخش فلاتی کشور تأثیرگذار است و می‌تواند نوع و کیفیت محصولات کشاورزی را تحت شعاع قرار داده و همچنین به افزایش تلفات آب و بالا رفتن نیاز آبی بویژه در بخش کشاورزی، منجر شود.

- منابع**
- خردادای محمدجواد، اسلامیان، سعید. و عابدی کوپایی، جهانگیر. (۱۳۸۶). بررسی روند پارامترهای هواشناسی در چند منطقه از ایران، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب، تهران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، بهمن ۱۳۸۶، صص ۸-۱.
  - قره خانی، ابوذر و قهرمان، نوذر. (۱۳۸۹). بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه رطوبت نسبی و نقطه شبنم در چند نمونه اقلیمی در ایران، نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۴، صص ۶۴۶-۶۳۶.
  - هدایتی دزفولی، اکرم و رحیم زاده، فاطمه. (۱۳۹۰). بررسی روند سری های زمانی دمای نقطه شبنم به منظور ارزیابی تغییرات رطوبت در ایران، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، اردیبهشت ۱۳۹۰، صص ۱۲-۱.
  - عساکره، حسین. (۱۳۹۱). تغییر توزیع فراوانی بارش های فرین شهر زنجان، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۵، شماره ۱، صص ۵۱-۶۶.
  - مک گرگور، گلن آر. (۱۳۹۳). هواشناسی زیستی راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم، ترجمه غلامرضا روشن، چاپ اول، انتشارات دانشگاه گلستان، ۳۳۴ صفحه.
  - نصرآبادی، اسماعیل، عساکره، حسین و مسعودیان، سید. ابوالفضل. (۱۳۹۳). شناسایی و پهنه بندی توزیع فراوانی بارش روزانه ایران، تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۹، شماره ۱۱۴، صفحه ۱۶-۱.
  - Abu-Taleb, A. A., Alawneh, A. J., & Smadi, M. M. (2007). Statistical analysis of recent changes in relative humidity in Jordan. *American Journal of Environmental Sciences*, 3(2), 75-77.
  - Dai, A. (2006). Recent climatology, variability, and trends in global surface humidity. *Journal of Climate*, 19(15), 3589-3606.
  - Feidas, H., Nouloupoulou, C., Makrogiannis, T., & Bora-Senta, E. (2007). Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001.

- Climate Change. Cambridge University Press.
- Jaagus, J. (2006). Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, 83(1-4), 77-88.
  - Knappenberger, P. C., Michaels, P. J., & Schwartzman, P. D. (1996). Observed changes in the diurnal temperature and dewpoint cycles across the United States. *Geophysical research letters*, 23(19), 2637-2640.
  - Liu, X., Xu, Z., & Yu, R. (2011). Trend of climate variability in China during the past decades. *Climatic change*, 109(3-4), 503-516.
  - Moratiel, R., Soriano, B., Centeno, A., Spano, D., & Snyder, R. L. (2017). Wet-bulb, dew point, and air temperature trends in Spain. *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1-2), 419-434.
  - Mortuza, M. R., Selmi, S., Khudri, M. M., Ankur, A. K., & Rahman, M. M. (2014). *Theoretical and Applied Climatology*, 87(1-4), 155-177.
  - Gaffen, D. J., & Ross, R. J. (1999). Climatology and trends of US surface humidity and temperature. *Journal of Climate*, 12(3), 811-828.
  - Talaei, P. H., Sabziparvar, A. A., & Tabari, H. (2012). Observed changes in relative humidity and dew point temperature in coastal regions of Iran. *Theoretical and applied climatology*, 110(3), 385-393.
  - Hulme, M. (1996). Recent climatic change in the world's drylands. *Geophysical Research Letters*, 23(1), 61-64.
  - Huth, R., & Pokorna, L. (2004). Parametric versus non-parametric estimates of climatic trends. *Theoretical and Applied Climatology*, 77(1-2), 107-112.
  - IPCC. 2013, Climate change (2013) the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on

- drought and rainfall in arid and semiarid regions of Iran. *Hydrological Processes*, 26(22), 3351-3361.
- Van Wijngaarden, W. A., & Vincent, L. A. (2004, January). Trends in relative humidity in Canada from 1953–2003. In 15th Symp. on Global Change and Climate Variations.
  - Willett, K. M., Gillett, N. P., Jones, P. D., & Thorne, P. W. (2007). Attribution of observed surface humidity changes to human influence. *Nature*, 449(7163), 710.
  - Yavuz, H., & Erdoğan, S. (2012). Spatial analysis of monthly and annual precipitation trends in Turkey. *Water resources management*, 26(3), 609-621.
  - Zhang, Q., Xu, C. Y., Zhang, Z., & Chen, Y. D. (2009). Changes of temperature extremes for 1960–2004 in Far-West China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 23(6), 721-735.
  - Evaluation of temporal and spatial trends in relative humidity and dew point temperature in Bangladesh. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(12), 5037-5050.
  - Robinson, P. J. (1998). Monthly variations of dew point temperature in the coterminous United States. *International Journal of Climatology*, 18(14), 1539-1556.
  - Robinson, P. J. (2000). Temporal trends in United States dew point temperatures. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 20(9), 985-1002.
  - Seidel, T. M., Grant, A. N., Pszeny, A. A., & Allman, D. J. (2007). Dewpoint and humidity measurements and trends at the summit of Mount Washington, New Hampshire, 1935–2004. *Journal of Climate*, 20(22), 5629-5641.
  - Tabari, H., Abghari, H., & Hosseinzadeh Talae, P. (2012). Temporal trends and spatial characteristics of