

تحلیل الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان

دریافت مقاله: ۹۵/۱۲/۱

پذیرش نهایی: ۹۶/۲/۱۵

چکیده

افزایش گازها در جو نه تنها باعث گرمایش جهانی می شود بلکه باعث تغییراتی در رفتار پارامترهای هواشناسی از جمله رطوبت موجود در هوا خواهد بود. هدف از این پژوهش شناسایی الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان طی نیم قرن اخیر می باشد. در این راستا از آمار ماهانه متوسط رطوبت نسبی ۲۱ ایستگاه در داخل و خارج استان طی دوره آماری ۱۹۶۱-۲۰۱۰ استفاده شد. ابتدا سنجش همگنی و بهنجاری داده ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس داده های ایستگاهی در ماتریسی با ابعاد ۲۱×۶۰۰ و با حالت T چیدمان و به وسیله برنامه نویسی و میان یابی به روش کریگینگ به داده های پیکسلی با ابعاد ۵×۵ کیلومتر مربع تبدیل شدند. سپس داده های خارج از مرز استان حذف و در نهایت ۴۲۶۰ پیکسل در محدوده داخل استان باقی ماندند. در ادامه با استفاده از آزمون من-کندال روند هر یک از پیکسل های مورد مطالعه به دست آمد و در نهایت روندهای حاصل شده مورد پهنه بندی قرار گرفت. نتایج حاصل بیانگر آن است که طی ماه های فوریه تا نوامبر روندهای کاهشی درصد بیشتری از مساحت استان را به خود اختصاص داده اند و در مقابل در ماه های ژانویه و دسامبر پهنه بدون روند در سطح استان خودنمایی می کند. مطالعات صورت گرفته بر روی آهنگ تغییرات متوسط رطوبت نسبی، بیشترین کاهش رطوبت نسبی طی ماه های فوریه، آگوست، مارس و آوریل را تأیید می کند. در مجموع طی دوره آماری مورد مطالعه متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان به میزان ۱۰/۰۲ درصد کاهش داشته است. واژگان کلیدی: آزمون من-کندال، روند، رطوبت نسبی، استان اصفهان

مقدمه

وقوع تغییرات آب و هوایی حتی به صورت جزئی بر تمام ارکان زندگی بشر و حیات طبیعی اثرات فاحش و قابل توجهی دارد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷). تغییرات دما باعث تغییر ظرفیت رطوبتی و نقطه اشباع و در نهایت موجب تغییرات در الگوهای چرخش اتمسفری و رژیم بارشی و رطوبتی مناطق می شود و منجر به تحت تأثیر قرار گرفتن دیگر عناصر اقلیمی می شود. آلوی^۱ (۱۹۹۴: ۳۹۳)، تغییرات دما، بارش، رطوبت نسبی و تبخیر را طی یک دوره ۵۰ ساله در جمهوری سودان مورد بررسی قرار داد. وی بیان کرد که طی دوره آماری مورد مطالعه دما دارای روند افزایشی و بارش از روند کاهشی برخوردار بوده است. نتایج بررسی نوسانات رطوبت نسبی و تبخیر نیز تأیید کننده روندهای موجود در منطقه هستند. گانگ زین^۲ و همکاران (۲۰۰۷: ۵۸۵)، تغییرات زمانی-مکانی رطوبت نسبی

*نویسنده مسئول

¹Alvi

²Guangxing et al

در سطح چین را بررسی کردند. سای^۱ و همکاران (۲۰۱۰: ۲۴۱)، به بررسی نوسانات دما، بارش و رطوبت فلات تبت طی یک دوره ۳۵ ساله پرداختند. نتایج تحقیق آنها بیانگر آن است که هر سه پارامتر دارای روند افزایشی بوده است. شاتیلینا^۲ و همکاران (۲۰۱۰: ۷۴۰)، روند دما در نواحی شمالی خاور دور را طی دوره آماری ۱۹۷۶-۲۰۰۵ با استفاده از روش رگرسیون خطی بررسی و نتیجه گرفتند که در نواحی جنوبی افزایش معنی داری مشاهده شده و تنها ماه‌های ژانویه و فوریه با کاهش دما روبرو بوده‌اند. شن^۳ و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی نوسانات دمای حداقل و حداکثر ایالات متحده طی دوره ۱۹۰۱-۲۰۰۰ پرداختند و نتیجه گرفتند که هر دو پارامتر بین سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۳۰ روند کاهشی و بین سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۰ روند افزایشی داشته‌اند. هنری^۴ و همکاران (۲۰۱۱: ۲۱)، روند متوسط دما و رطوبت را در یک پروفیل قائم در جزایرهاوایی بررسی و نتیجه گرفتند روند گرمای معناداری به خصوص در ارتفاعات بالا مشاهده شده است. وو^۵ و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی دمای چین با استفاده از آزمون من-کندال نتیجه گرفتند که به میزان ۰/۲۵ درجه سلسیوس در هر دهه افزایش داشته است. ریتزر^۶ و همکاران (۲۰۱۱)، تغییرات دما و بارش ۸۸ ایستگاه در حوضه دانوب را طی دوره آماری ۱۹۶۰-۲۰۰۶ و با استفاده از آزمون‌های من کندال و رگرسیون خطی بررسی کردند. نتایج نشان داد که دماهای فصول تابستان و پاییز افزایش قابل توجهی داشته اما در فصول زمستان و بهار میزان افزایش آن چشم گیر نبوده است. تائو^۷ و همکاران (۲۰۱۱: ۱)، اثرات تغییر اقلیم بر دما و بارش حوضه یانگتزا^۸ را بررسی و به این نتیجه دست یافتند که دمای حوضه در هر دهه ۰/۱۵ تا ۰/۴۸ درجه سلسیوس افزایش داشته است. آلن^۹ (۲۰۱۲: ۱۹)، اثرات تغییر اقلیم و رطوبت را بر مرگ و میر در ایالات متحده بررسی کردند. آندرس^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۲: ۱۷)، ارتباط رطوبت جو را با اکوسیستم کوهستان آند بررسی و پهنه‌بندی کردند. نتایج تحقیق ژوران^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۲: ۵۶۹)، روند افزایشی در بارش را نشان داد در حالی که هیچ روند افزایشی در شدت حوادث بارش شدید مشاهده نشده است. نتایج آزمون من کندال نشان داد که هر سه سری زمانی دچار یک تغییر ناگهانی در اواخر قرن ۲۰ شده‌اند و پس از آن بارش‌های شدید به طور مکرر بزرگتر می‌شوند. ژن^{۱۲} (۲۰۱۵: ۳۵)، روند دماهای حدی در چین شمالی را بررسی و دریافت که روندهای افزایشی در روزهای تابستان و شب‌های حاره‌ای دماهای حداقل و حداکثر وجود داشته است. مقیمی (۱۳۷۸: ۴۳)، رطوبت نسبی و بارندگی تهران را طی یک دوره سی‌ساله بررسی و نشان داد که متوسط سالانه رطوبت نسبی حداقل با متوسط بارش مطابقت ندارد ولی رطوبت نسبی ماهانه و فصلی با متوسط فصلی و ماهانه بارش مطابقت دارد. کوثری و همکاران (۱۳۸۷: ۱۹۶)، تغییرات رطوبت نسبی در ۲۶ ایستگاه سینوپتیک کشور را بررسی کردند. طبق نتایج به دست آمده بیشتر ایستگاه‌های واقع در ایران مرکزی و شرق کشور دارای روند نزولی رطوبت نسبی بوده‌اند در حالی که این حالت در زاگرس و شمال کشور کمتر مشاهده شده است. امیدوار و خسروی (۱۳۸۹: ۳۴)، روند عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس را با استفاده از آزمون من - کندال بررسی و نشان دادند تغییرات متوسط دما در هر سه ایستگاه مشابه با روند تغییرات دمای حداقل آنهاست. همچنین رطوبت نسبی در هر سه ایستگاه مورد مطالعه یا دارای روند منفی معنی دار و یا فاقد روند است که این روند در ماه‌های گرم سال آشکارتر است. کریمی و فرج زاده (۱۳۹۰: ۱۰۹)، در پژوهشی منابع تأمین رطوبت بارش‌های ایران را بررسی و به این نتیجه دست یافتند که دریا‌های عرب و مدیترانه به علت انتقال حجم زیاد رطوبت بر

¹ Xie

² Shatilina

³ Shen

⁴ Henry

⁵ Wu

⁶ Reiter

⁷ Tao

⁸ Yangtze

⁹ Alan

¹⁰ Andreas

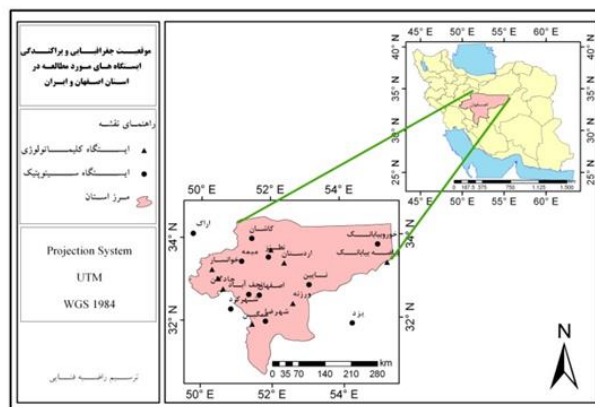
¹¹ Zhuoran

¹² Zhen

روی ایران مهم ترین منبع رطوبتی بارش های ایران بوده اند. عطایی و فنایی (۱۳۹۳)، در بررسی تغییرات حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان دریافتند طی دوره آماری مورد مطالعه روندهای کاهشی رطوبت نسبی بر روندهای افزایشی غلبه داشته به طوری که در هر ماه بیش از ۶۶/۸ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. اقلیم در شهرهای کرمان و بم دریافتند در ایستگاه کرمان متوسط دمای خشک از روند کاهشی، متوسط حداکثر مطلق دما بدون روند و سایر عناصر دمایی از روند افزایشی برخوردار بوده اند. در مقابل در ایستگاه بم وجود روند افزایشی در عناصر دمایی و روند کاهشی در عناصر رطوبتی طی دوره آماری مورد مطالعه تأیید شد. باهک (۱۳۹۴)، به ارزیابی روند بلندمدت الگوهای زمانی دمای زاهدان پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد که تمام پارامترهای دما به ویژه در ماه های گرم مارس، ژوئن و آگوست بیش از ۱/۳ و دسامبر و ژانویه به طور متوسط حدود ۰/۹ درجه سانتی گراد افزایش داشته است. عینی و همکاران (۱۳۹۵)، دمای کمینه شرق کرمانشاه را مدلسازی و دریافتند دمای کمینه کرمانشاه و کنگاور از یک مدل نهایی (۱، ۰، ۰) (۱، ۰، ۰) آریمای و یک روند متشابه برخوردار می باشد که با روند ملایمی در حال افزایش می باشد. عطایی و فنایی (۱۳۹۵)، در بررسی روند دمای حداکثر استان اصفهان به این نتیجه رسیدند که نتایج هر سه آزمون من- کندال، دنلیس و تاو کندال شبیه می باشد و طبق نقشه های پهنه بندی ترسیم شده روندهای مشاهده شده در ماه های آوریل تا نوامبر مساحت بیشتری از استان را فرا گرفته است. با توجه به اهمیت بارش و رطوبت در برنامه ریزی و مدیریت بهینه منابع آب در کشور، لذا پرداختن به مطالعات بیشتر در این زمینه ضرورت پیدا می کند. در این راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان در مقیاس زمانی و مکانی صورت گرفته است.

داده ها و روش ها

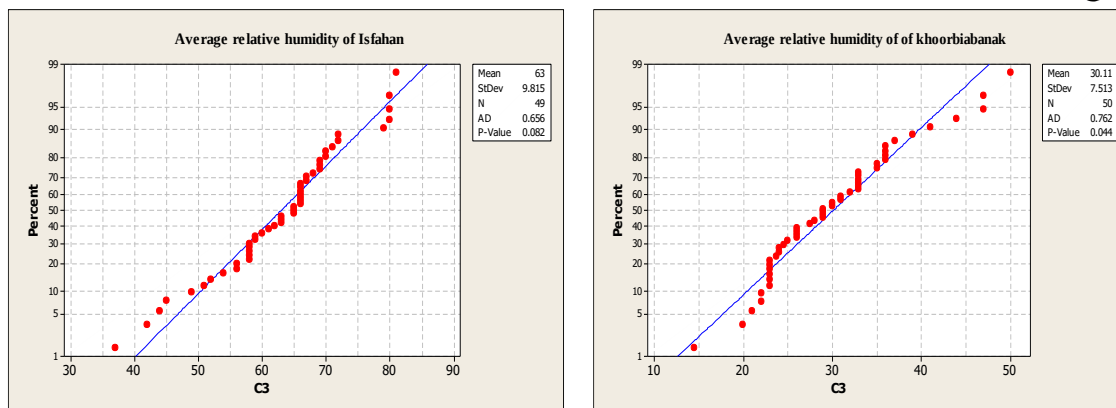
استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۴۴/۲۹۱ کیلومتر مربع حدود ۶/۲۵ از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و بین ۳۰ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. در این پژوهش جهت بررسی روند تغییرات ماهانه متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان طی نیم قرن اخیر از آمار ۱۶ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی با پراکندگی مناسب در داخل استان و ۵ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی جهت پوشش مناسب در خارج استان استفاده گردید (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان اصفهان و ایستگاه های مورد مطالعه

تحلیل الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان ۱۱۳/

به دلیل نیاز به دوره آماری طولانی در مطالعات تغییر اقلیم و اطمینان از نتایج به دست آمده، دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ در این پژوهش انتخاب شد. ابتدا سنجش همگنی و بهنجاری داده‌های مورد مطالعه توسط آزمون‌های توالی^۱ و اندرسون-دارلینگ بررسی شد (شکل ۲). سپس با توجه به غیرنرمال بودن داده‌های مورد استفاده آزمون ناپارامتری من - کندال جهت محاسبه روند برگزیده شد. با توجه به این که هدف پژوهش حاضر روند تغییرات رطوبت به صورت پیکسلی می‌باشد، بر این مبنا در شروع کار داده‌های ایستگاهی در ماتریسی با حالت T^۲ و با ابعاد ۶۰۰ × ۲۱ تهیه گردید. بدین صورت که مکان‌ها بر روی سطرها و زمان‌ها بر روی ستون‌ها قرار گرفتند. سپس به وسیله برنامه‌نویسی در نرم‌افزار سرفر و با میان‌یابی به روش کریگینگ داده‌های ایستگاهی به داده‌های پیکسلی با ابعاد ۵ × ۵ کیلومتر مربع تبدیل شدند.



ب) ماه مارس ایستگاه اصفهان

الف) ماه ژوئن ایستگاه خورویابانک

شکل ۲- نمونه‌ای از سنجش بهنجاری داده‌های مورد مطالعه توسط آزمون‌های اندرسون-دارلینگ

با توجه به اندازه پیکسل‌ها جهت سنجش کیفیت نقشه‌های رقومی تست گرافیکی انجام گرفت و پیکسل‌ها در ابعاد ۵ × ۵ کیلومتر مربع به عنوان مناسب‌ترین ابعاد شناخته شد. در ادامه پیکسل‌های خارج از منطقه مورد مطالعه حذف و تعداد ۴۲۶۰ پیکسل در محدوده داخل منطقه مورد مطالعه باقی ماندند. جهت محاسبه روند، پیکسل‌ها در ماتریسی با ابعاد ۶۰۰ × ۴۲۶۰ قرار گرفتند و به نرم‌افزار مت‌لب^۳ منتقل شدند. سپس به وسیله برنامه‌نویسی در نرم‌افزار مت‌لب، روند هر یک از پیکسل‌ها توسط آزمون من - کندال در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد محاسبه گردید. سپس جهت شناسایی میزان تغییرات دما طی ۵۰ سال گذشته معادله خط بر روی متوسط‌های پهنه‌ای هر ماه برازش شد و مقدار تغییرات دما در هر ماه و همچنین طی ۵۰ سال گذشته برآورد گردید. در نهایت با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۴ روندهای پیکسلی سری‌ها در قالب استان به صورت نقشه پهنه‌بندی شد.

آزمون من-کندال: این آزمون برای تعیین تصادفی بودن و روند در سری‌ها استفاده می‌شود. در صورت وجود روند، داده‌ها غیر تصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده‌ها از رابطه ۱ استفاده می‌شود (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

T آماره من کندال و P مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف ni که بعد از آن قرار می‌گیرند.

آزمون معنی‌داری آن از رابطه ۲ قابل محاسبه می‌باشد:

1 Runs Test

2T Mode

3Matlab

4 Arc GIS

$$(T)_t = \pm \text{tg} \sqrt{\frac{4NP + 10}{9N(N - 1)}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

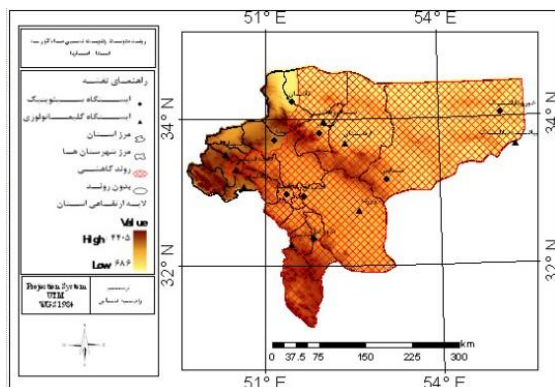
در رابطه مذکور tg برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد (z) بر اساس احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می باشد. در صورت اعمال این مقدار، $t(T)$ در این تحقیق برابر ۰/۱۹ $\pm$ می شود.

حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده اگر $t(T) > T$ یعنی $T > 0/19$ باشد هیچ گونه روند مهمی در سری ها مشاهده نمی شود و سری ها تصادفی هستند.

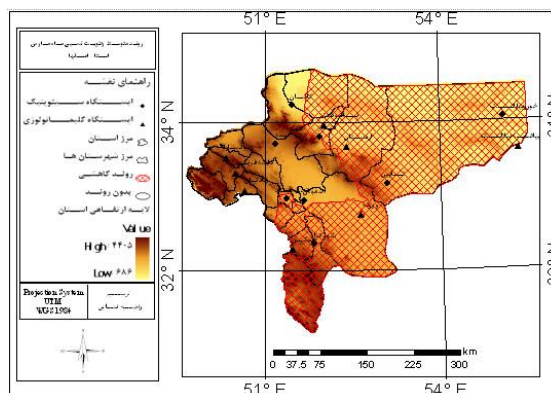
اگر $t(T) < -T$ یعنی $T < -0/19$ شد روند منفی در سری ها و اگر $t(T) > T$ یعنی $T > 0/19$ باشد روند مثبت در سری ها غالب خواهد بود.

بحث

مطالعه رطوبت موجود در هوا نقش مهمی در بررسی تغییرات اقلیمی دارد، زیرا افزایش بخار آب و سایر گازهای گلخانه ای در جو باعث گرمایش جهانی می شود، لذا در این پژوهش به بررسی روند تغییرات متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان پرداخته شده است. در رابطه با تغییرات مکانی اتفاق افتاده در متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان چنین می توان بیان نمود که در ایستگاه های نایین، اردستان و نطنز بیش از سایر ایستگاه ها روندهای کاهشی رخ داده به طوری که در اکثر ماه های سال دارای روند کاهشی می باشند. در مقابل در ایستگاه چادگان در هیچ یک از ماه های سال روندی مشاهده نشده است. در مجموع چنین دریافت می شود که ایستگاه های واقع در شرق و مرکز استان از روندهای کاهشی برخوردار و در مقابل ایستگاه های غرب استان فاقد روند می باشند. تغییرات زمانی رخ داده نیز حاکی از آن است که طی ماه ژانویه شمال و بخش هایی از مرکز استان به سمت جنوب را روندهای کاهشی با مساحت ۳۸/۲ درصد (۱۶۲۷) یاخته از کل مساحت استان پوشش می دهد. همچنین در غرب استان واقع در ایستگاه دامنه فریدن نیز روند کاهشی رطوبت مشاهده شده است. روندهای کاهشی به وقوع پیوسته شامل ایستگاه های بادرود نطنز، نطنز، اصفهان، نجف آباد، شهرضا و دامنه فریدن می باشد. در سایر نقاط استان روند خاصی رخ نداده است (شکل ۳). طی ماه فوریه درصد مساحت روندهای کاهشی ۴۸/۲ درصد نسبت به ماه ژانویه افزایش پیدا کرده است. بیشترین گسترش پهنه ها در این ماه از آن پهنه روند کاهشی با ۸۶/۴ درصد (۳۶۸۲) یاخته از مساحت استان می باشد (جدول ۱). در این ماه تمام مناطق شمال، جنوب، شرق و مرکز استان در پهنه روند کاهشی جای گرفته و تنها در غرب استان و ایستگاه های چادگان، خوانسار، میمه و کاشان روندی مشاهده نمی شود و فاقد روند می باشند (شکل ۴). با توجه به آهنگ زمانی محاسبه شده در جدول ۳ طی نیم قرن اخیر میزان رطوبت نسبی استان ۱۲/۴۵ درصد یعنی در هر سال ۰/۲۴۹ درصد کاهش داشته است.



شکل ۴- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه فوریه

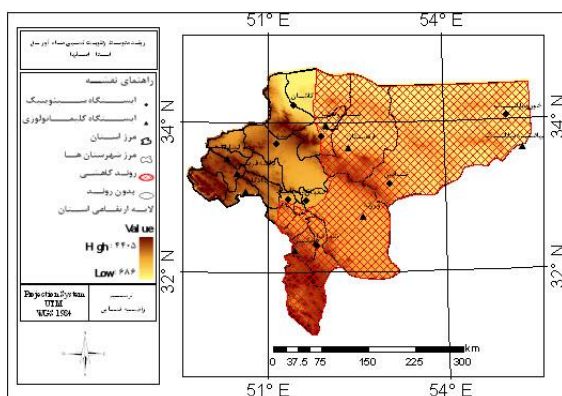


شکل ۳- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه ژانویه

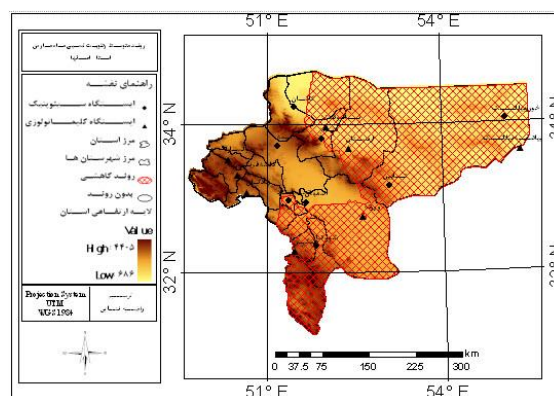
جدول ۱- درصد مساحت و تعداد یاخته‌های متوسط رطوبت نسبی در ماه‌های مختلف سال استان اصفهان

ماه	مساحت به درصد	تعداد یاخته‌ها	مساحت به درصد	تعداد یاخته‌ها	مساحت به درصد	تعداد یاخته‌ها
ژانویه	۰	۰	۶۱/۸	۲۶۳۳	۳۸/۲	۱۶۲۷
فوریه	۰	۰	۱۳/۶	۵۷۸	۸۶/۴	۳۶۸۲
مارس	۰	۰	۲۹/۷	۱۲۶۶	۷۰/۳	۲۹۹۴
آوریل	۰	۰	۲۷/۶	۱۱۷۵	۷۲/۴	۳۰۸۵
مه	۰	۰	۳۰/۳	۱۲۹۲	۶۹/۷	۲۹۶۸
ژوئن	۰/۳	۱۴	۳۵/۱	۱۴۹۶	۶۴/۶	۲۷۵۰
ژوئیه	۱/۷	۷۱	۳۲	۱۳۶۳	۶۶/۳	۲۸۲۶
آگوست	۰	۰	۱۵/۸	۶۷۲	۸۴/۲	۳۵۸۸
سپتامبر	۰	۰	۱۰/۳	۴۳۷	۸۹/۷	۳۸۲۳
اکتبر	۰	۰	۲۳/۵	۱۰۰۰	۷۶/۵	۳۲۶۰
نوامبر	۰	۰	۴۷/۲	۲۰۱۰	۵۲/۸	۲۲۵۰
دسامبر	۰	۰	۸۴/۱	۳۵۸۱	۱۵/۹	۶۷۹

همان گونه که در شکل ۵ مشهود است طی ماه مارس از پهنه روند کاهشی به میزان ۱۶/۱ درصد کاسته شده و بر پهنه بدون روند افزوده می گردد. در این ماه مناطق شمال، شرق، جنوب و جنوب شرق استان شامل ایستگاه‌های بادروندنظر، نطنز، اردستان، خورویابانک، بیاضه‌بیابانک، نایین، ورزنه، شهرضا، همگین و نجف آباد از روند کاهشی برخوردار و در کل ۷۰/۳ درصد (۲۹۹۴ یاخته) از مساحت استان را پوشش می‌دهند (جدول ۲). طی این ماه مرکز استان که در ماه فوریه از روند کاهشی برخوردار می‌بود، از این پهنه خارج و به پهنه بدون روند می‌پیوندد. طبق شکل ۶ در ماه آوریل ۲/۱ درصد بر پهنه روند کاهشی، افزوده شده و علاوه بر مناطق شمال، شرق، جنوب و جنوب شرق استان قسمتهایی از مرکز استان را نیز در بر می‌گیرد. در این ماه روندهای کاهشی ۷۲/۴ درصد از مساحت استان را شامل شده و ایستگاه‌های خورویابانک، بادروندنظر، نطنز، اردستان، نایین، ورزنه، شهرضا و همگین در این پهنه جای گرفته‌اند.



شکل ۶- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه آوریل

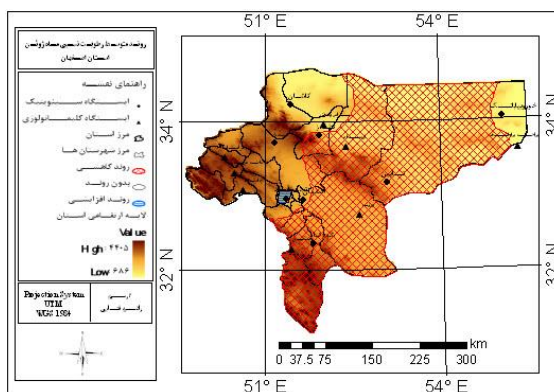


شکل ۵- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه مارس

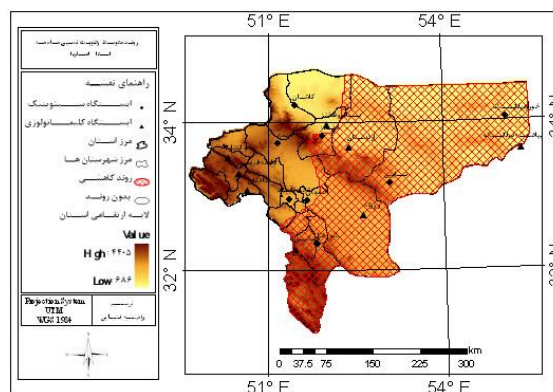
شکل ۷ نشان می‌دهد در این ماه نسبت به ماه آوریل ۲/۷٪ از مساحت روند کاهشی، کاسته و بر مساحت پهنه بدون روند افزوده شده است. در این ماه نیمه شمال شرق تا جنوب غرب استان شامل پهنه روند کاهشی می‌باشند و در مجموع ۶۹/۷٪ از مساحت استان را پوشش می‌دهد. طبق آهنگ زمانی به دست آمده در جدول ۲ طی ۵۰ سال گذشته ۹/۹۵٪ از میزان رطوبت نسبی کاسته شده است. طی ماه ژوئن ایستگاه خور و بیابانک و بیاضه بیابانک واقع در شرق استان از پهنه روند کاهشی خارج گردیده و به پهنه بدون روند می‌پیوندد (شکل ۸). در این ماه مناطق شمال، جنوب و جنوب شرق استان شامل پهنه روند کاهشی بوده و ۶۴/۶٪ (۲۷۵۰) مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱). غرب استان نیز همچنان فاقد روند می‌باشد. از نکات بارز در این شکل پدیدار شدن روند افزایشی در استان می‌باشد که به مقدار ۰/۳٪ از مساحت استان را پوشش داده و تنها در ایستگاه نجف آباد قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۲- آهنگ تغییرات متوسط رطوبت نسبی طی دوره آماری مورد مطالعه در استان اصفهان

ماه	در هر سال	طی ۵۰ سال	ماه	در هر سال	طی ۵۰ سال
ژانویه	-۰/۱۳	-۶/۷۵	ژوئای	-۰/۱۹	-۹/۶۵
فوریه	-۰/۲۴	-۱۲/۴۵	آگوست	-۰/۲۴	-۱۲/۱
مارس	-۰/۲۳	-۱۱/۷۵	سپتامبر	-۰/۲۳	-۱۱/۹
آوریل	-۰/۲۲	-۱۱/۳۵	اکتبر	-۰/۱۹	-۹/۷۵
مه	-۰/۱۹	-۹/۹۵	نوامبر	-۰/۱۸	-۹/۳۵
ژوئن	-۰/۲۱	-۱۰/۶۵	دسامبر	-۰/۰۹	-۴/۶



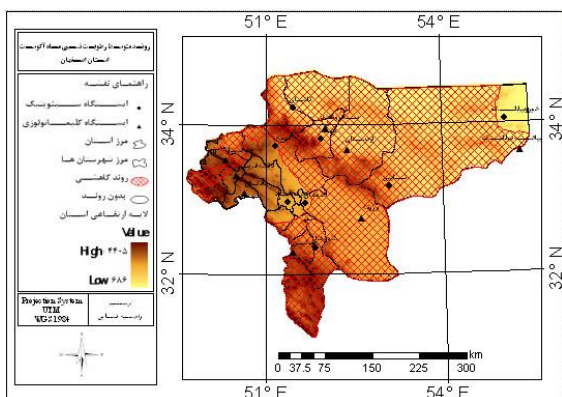
شکل ۸- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه ژوئن



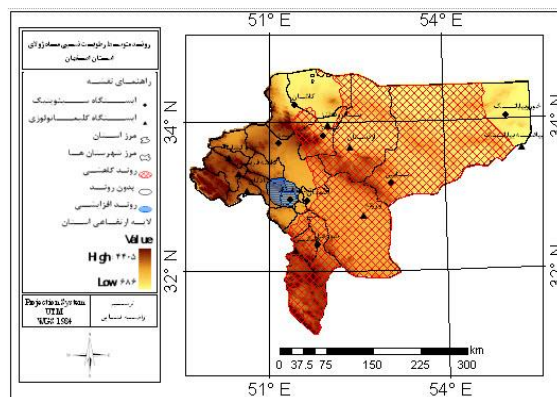
شکل ۷- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه مه

تحلیل الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان ۱۱۷/

با توجه به شکل ۹ در ماه ژولای بر پهنه روند کاهشی ۱/۷٪ و بر روند افزایشی ۱/۴٪ افزوده شده است. روندهای کاهشی در شمال، جنوب، مرکز و جنوب شرق استان با ۶۶/۳٪ از مساحت استان قابل مشاهده است و ایستگاه‌های نطنز، اردستان، ناین، ورزنه، شهرضا و همگین را دربرمی‌گیرد. در مقابل روندهای افزایشی در ایستگاه نجف‌آباد و ۱/۷٪ از مساحت استان را شامل می‌شود. در این ماه روندهای کاهشی، افزایشی چشم‌گیری داشته و ۸۴/۲٪ (۳۵۸۸ یاخته) از مساحت استان را پوشش داده و نسبت به ماه ژولای ۱۷/۹٪ رشد داشته است. نکته بارز اینکه حرکت روندهای افزایشی به طرف غرب استان و قرارگرفتن کناره‌های غربی استان در این پهنه می‌باشد. طی این ماه ایستگاه‌های بیاضه‌بیابانک، کاشان، نطنز، اردستان، ناین، ورزنه، شهرضا، همگین، خوانسار و میمه دارای روند کاهشی و ایستگاه‌های خور و بیابانک، دامنه‌فریدن، چادگان، اصفهان و نجف‌آباد در پهنه بدون‌روند جای می‌گیرند (شکل ۱۰).

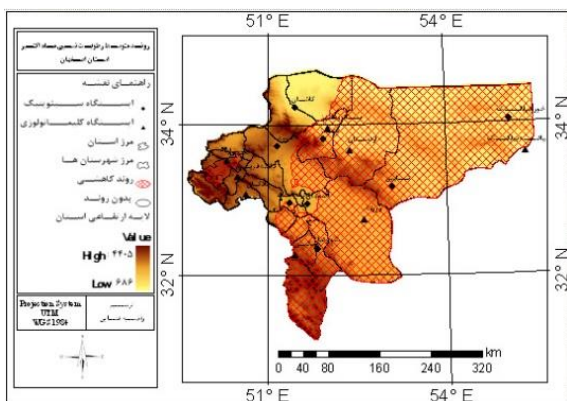


شکل ۱۰- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه آگوست

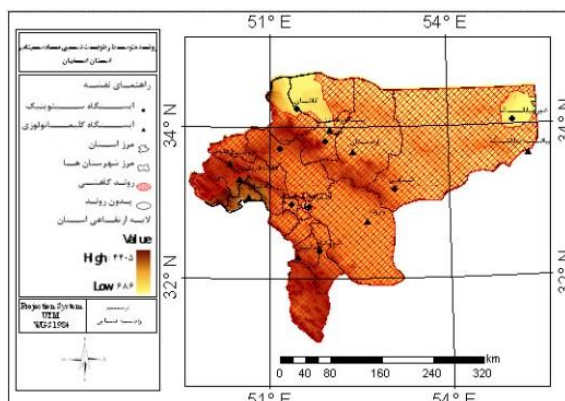


شکل ۹- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه ژولای

در این ماه روندهای کاهشی با ۸۹/۷٪ پوشش سطح استان بیشترین درصد مساحت پهنه‌ها را در دوره آماری مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. در این ماه تمام مناطق شمال، قسمتی از شرق، مرکز، جنوب و غرب استان از روندهای کاهشی و ایستگاه‌های کاشان، خور و بیابانک، اصفهان، چادگان و دامنه‌فریدن فاقد روند می‌باشند (شکل ۱۱). همان‌گونه که در شکل ۱۲ ملاحظه می‌شود، در ماه اکتبر از پهنه روندهای کاهشی به مقدار ۱۳/۲٪ کاسته شده و بر پهنه بدون‌روند افزوده گردیده است. طی این ماه در مناطق شمال، شرق، مرکز، جنوب و قسمتی از غرب استان روندهای کاهشی قابل مشاهده می‌باشد. در این ماه ایستگاه‌های خور و بیابانک، بیاضه-بیابانک، بادرود نطنز، نطنز، اردستان، ناین، ورزنه، شهرضا، همگین و خوانسار از روند کاهشی برخوردار و ۷۶/۵٪ از مساحت استان را پوشش می‌دهند.

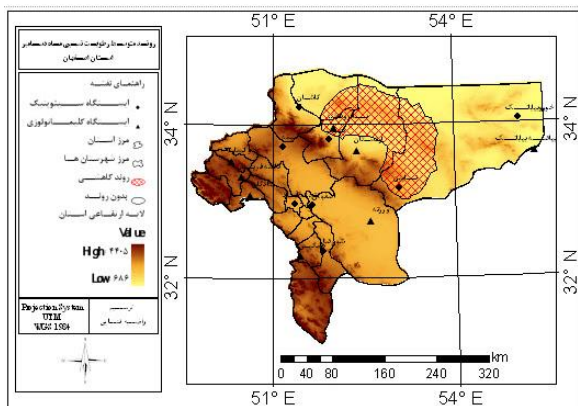


شکل ۱۲- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه اکتبر

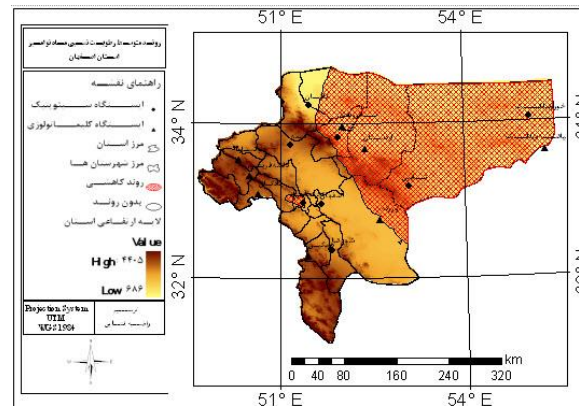


شکل ۱۱- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه سپتامبر

با نگاهی به شکل ۱۳ مشاهده می‌شود که در ماه نوامبر مجدداً پهنه روند کاهشی رو به افول رفته است. به‌طور کلی در این ماه مناطق شمال، شرق و جنوب شرق و قسمت اندکی از جنوب غرب شمال ایستگاه نجف آباد از روندهای کاهشی و سایر نقاط استان بدون روند می‌باشند. طی این ماه روندهای کاهشی به کمترین گسترش خود در سطح استان رسیده و تنها ۱۵/۹٪ (۶۷۹ یاخته) از مساحت استان را پوشش داده و سایر مناطق استان در پهنه بدون روند جای می‌گیرند. در این ماه تنها ایستگاه‌های بادرودنظنر و ناین دارای روند کاهشی بوده‌اند و سایر مناطق استان بدون روند می‌باشند (شکل ۱۴). در مجموع می‌توان بیان نمود که با سرد شدن هوا از روندهای افزایشی نیز کاسته گردیده است.



شکل ۱۴- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه دسامبر



شکل ۱۳- پهنه‌بندی روند متوسط رطوبت نسبی ماه نوامبر

نتیجه‌گیری

امروزه موضوع تغییر اقلیم و تأثیرات ناشی از آن، مانند گرمایش جهانی، یکی از مسایل مهم و مطرح جهانی است. در این خصوص بسیاری از پژوهشگران در سراسر جهان تحقیقات ارزنده‌ای برای شناخت اقلیم، تغییرپذیری آن و پیش‌بینی این تغییرات انجام داده‌اند. در مطالعات اقلیمی تنها نباید به بررسی تغییرات پارامترهای اصلی هم‌چون دما اکتفا شود بلکه باید به پارامترهای دیگری نظیر رطوبت نسبی نیز توجه گردد. لذا در این پژوهش به بررسی روند تغییرات متوسط رطوبت نسبی در استان اصفهان پرداخته شده است. بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش طی ماه‌های فوریه تا نوامبر پهنه روند کاهشی بر سایر پهنه‌ها چیره گشته و به‌طور معمول در هر ماه بیش از ۵۲/۸٪ از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. روندهای مذکور طی ماه‌های سپتامبر، فوریه و آگوست رشد چشم‌گیری داشته و از نمود بیشتری در سطح استان برخوردار می‌باشند. در دو ماه ژانویه و دسامبر پهنه بدون روند بر سطح استان مسلط گشته و روندهای کاهشی درصد کمتری از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان سهم روندهای افزایشی بسیار ناچیز می‌باشد زیرا تنها در دو ماه ژوئن و ژولای آشکار شده و به ترتیب ۱/۳٪ و ۱/۷٪ از مساحت استان را دربر گرفته‌اند. نتایج بررسی‌های حاصل از آهنگ تغییرات متوسط رطوبت نسبی نیز حاکی از آن است که طی ماه‌های فوریه، آگوست، مارس و آوریل بیشترین کاهش رطوبت نسبی طی ۵۰ سال گذشته در سطح استان اصفهان رخ داده است. به‌طوری‌که طی این ماه‌ها، رطوبت نسبی به ترتیب به میزان ۱۲/۴، ۱۲/۱، ۱۱/۷۵ و ۱۱/۳۵ درصد کاهش یافته است. طی ماه‌های دسامبر و ژانویه نیز با ۴/۶ و ۶/۷۵ درصد کاهش، کمترین کاهش رطوبت نسبی در بین ماه‌های سال مشاهده شده است. در مجموع با توجه به مطالب مذکور می‌توان بیان کرد که نمود عامل توپوگرافی در ماه‌های فاقد روند آشکار می‌باشد. بدین ترتیب که غرب استان اصفهان که عمدتاً از ارتفاع بیشتری نسبت به سایر مناطق برخوردار

تحلیل الگوهای روند متوسط رطوبت نسبی استان اصفهان ۱۱۹/

است (ایستگاه‌های چادگان، خوانسار و دامنه‌فریدن) در اکثر ماه‌های سال بدون روند هستند. اما در مناطق کم‌ارتفاع ایستگاه‌های اردستان، نطنز و نایین به عنوان ایستگاه‌های شاهد نشان می‌دهند که روند رطوبت نسبی عمدتاً کاهشی بوده است. لذا چنین می‌توان نتیجه گرفت که نمود توپوگرافی در روند رطوبت نسبی استان اصفهان بارز می‌باشد. در نهایت بررسی زمانی روند رطوبت نسبی، چهار الگو را در استان اصفهان از یکدیگر متمایز می‌سازد. الگوی اول، الگوی روند رطوبتی کاهشی سرد (فوریه، مارس، آوریل و مه)، الگوی دوم، الگوی گذار روند رطوبتی سرد به گرم (ژوئن و ژولای)، الگوی سوم، الگوی روند رطوبتی کاهشی گرم (آگوست، سپتامبر و اکتبر) و سرانجام الگوی چهارم، الگوی گذار روند رطوبتی گرم به سرد (نوامبر، دسامبر و اکتبر) می‌باشد. نتایج حاصله از این پژوهش با یافته‌های پژوهشگران قبلی از جمله (رحیم‌زاده، خوشکام، ۱۳۸۲: ۵۳) و (قره‌خانی، قهرمان، ۱۳۸۹: ۶۳۶) هم‌خوانی دارد. به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم، فعالیت‌های زیادی جهت شناسایی روند تعدادی از پارامترهای اقلیمی در دهه‌های اخیر صورت گرفته است؛ لیکن اکثر آنها حاکی از افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی و بارش می‌باشد. تغییرات مذکور اثرات نامطلوبی را به دنبال خواهد داشت و این امر به صورت غیرمستقیم منجر به آسیب‌های اقتصادی به کشورها خواهد گردید.

منابع و مآخذ

- امیدوار، کمال، خسروی، یونس (۱۳۸۹)، بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون من‌کندال، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۸، شماره ۲، تابستان، صص ۴۶-۳۳.
- باهک، بتول (۱۳۹۴)، پیش‌بینی و ارزیابی روند بلندمدت الگوهای زمانی دمای زاهدان و تأثیر آن بر تبخیر و تعرق پتانسیل، فصلنامه جغرافیا، شماره ۴۴، بهار، صص ۲۵۷-۲۳۹.
- رحیم‌زاده، فاطمه، خوشکام، محبوبه، تغییرات سریهای رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، (اصفهان، ۲۹ مهر الی ۱ آبان ۱۳۸۲).
- فرج‌زاده، منوچهر، فیضی، وحید، ملاشاهی، مریم، مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به روش من‌کندال، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی محیطی، (دانشگاه آزاد اسلامی خرم‌آباد، ۵ و ۶ خرداد ۱۳۸۹).
- قره‌خانی، ابودر، 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، پاییز، صص ۶۴۶-۶۳۶.
- عزیزی، قاسم، روشنی، محمود (۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی خزر به روش من‌کندال، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان، صص ۲۸-۱۳.
- عینی، سعیده، طاوسی، تقی، امیرجهانشاهی، مهدی (۱۳۹۵)، مدل‌سازی کمینه دمای شرق استان کرمانشاه، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال ۱۶، شماره ۵۴، تابستان، صص ۶۷-۴۷.
- کریمی، مصطفی، فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۹۰)، شار رطوبت و الگوهای فضایی - زمانی منابع تأمین رطوبت بارشهای ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۹، شماره ۲۲، پاییز، صص ۱۲۷-۱۰۹.
- کوثری، محمد رضا، اختصاصی، محمد رضا، تازه، مهدی، صارمی، محمد علی (۱۳۸۷)، بررسی روند تغییرات بارش، دما و رطوبت نسبی در ۲۶ ایستگاه سینوپتیک کشور، پژوهش‌وسازندگی، شماره ویژه نامه منابع طبیعی، دوره ۲۱، زمستان، صص ۲۰۷-۱۹۶.
- مقیمی، ابراهیم (۱۳۷۸)، تحلیل آماری رطوبت نسبی و بارندگی تهران در یک دوره ۳۰ ساله، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۴ و ۵۵، پاییز و زمستان، صص ۶۱-۴۳.

- عطایی، هوشمند، فنایی، راضیه (۱۳۹۳)، کاربرد آزمون ناپارامتری من کندال در شناسایی تغییرات حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۴، پاییز، صص ۱۱۱-۱۳۲.
- عطایی، هوشمند، فنایی، راضیه (۱۳۹۵)، شناخت الگوهای رفتار متوسط دمای حداکثر با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله اندیشه جغرافیایی، سال هشتم، شماره پانزدهم، زمستان، صص ۸۶-۱۰۲.
- Barreca, AI. (2012), Climate change, humidity, and mortality in the United States, *Journal of Environmental Economics and Management*, 63, pp. 19-34.
- Alvi, Sh. (1994), Climate change, desertification and the Republic of Sudan, *Geojournal*, vol 33, No 4, pp. 393-399.
- Andreas Fries, R., Rütger, T. Nau, P., Thorsten, Bendix, J. (2012), Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization, *Agricultural and Forest Meteorology*, 152, pp. 17- 30.
- Guangxing Lin, Xi Chen, Z. (2007), Temporal-spatial diversities of long-range correlation for relative humidity over China, *Physica A*, 383, pp. 585-594.
- Henry F. Diaz, Giambelluca, TW., Eischeid, Jon K. (2011), Changes in the vertical profiles of mean temperature and humidity in the Hawaiian Island, *Global and Planetary Change*, 77, pp. 21-25.
- Shatilina, T. A. (2010), Peculiarities of surface air temperature variations over the FAR East regions in 1976-2005. *Russian Meteorology and Hydrology*, vol 35, num 11, PP. 740-743.
- Shen, S. S (2011), The twentieth century contiguous us temperature changes indicated by daily and higher statistical moments. *climatic change*, online first.
- Tao, h. G. (2011), Assessment of CMIP3 climate models and projected changes of precipitation and temperature in Yangtze River basin china. *Climate change*, online first.
- Shuhong, Wu., Aigang, L. Longqing, Li. (2011), Spatial and temporal characteristics of minimum temperature in winter in china during 1961-2010 from NCEP/NCAR reanalysis, *Theoretical and Applied climatology*, online first.
- Xie, h. y. (2010), Warming and drying trends on the Tibetan Plateau 1971-2005. *Theoretical and Applied climatology*, vol 101, num 3-4, pp. 241-253.
- Yue, S. H. (2003), Temperature tiends in Japan 1900-1996. *Theor, Appl, Climatol*, 75, PP.15-27.
- Zhen Yu, L.(2015), Recent trends in daily temperature extremes over northeastern China (1960-2011), *Quaternary International*, Vol. 380-381, pp. 35-48.