نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۴، پاییز ۹۳

شناسایی تغییرات حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان طی نیم قرن اخیر با استفاده از آزمون من- کندال

دریافت مقاله:۹۱/۵/۱۵ پذیرش نهایی: ۹۳/۸/۵
صفحات:۱۳۲-۱۱۱

هوشمند عطایی: استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور، گروه جغرافیا، تهران
Email: Hoo_Ataei@yahoo.com
راضیه فنایی: مدرس اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور، اصفهان[1]
Email: Fanaie2005@yahoo.com

چکیده

بررسی روند تغییرات پارامترهای هواشناسی در طولانی مدت اهمیت بسزایی در مطالعات تغییر اقلیم و آشکارسازی آن دارد. بر مبنای این نگرش اقلیمی، پژوهش حاضر با هدف آشکارسازی روند تغییرات ماهانه حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان طی نیم سده گذشته صورت پذیرفته است. بر این اساس از آمار حداکثر رطوبت نسبی ۲۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی داخل و خارج استان طی مقطع زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۱ استفاده به عمل آمد. با حصول اطمینان از غیرنرمال بودن داده ها توسط آزمون اندرسون دارلینگ و همچنین همگن بودن داده ها با استفاده از آزمون ران تست، آزمون ناپارامتری من – کندال جهت محاسبه و تحلیل روند برگزیده شد. با توجه به این که در پژوهش حاضر بررسی تغییرات ماهانه به صورت پیکسلی مدنظر می باشد، از این رو داده های ایستگاهی در ماتریسی با ابعاد ۶۰۰ × ۲۱ چیدمان شده و توسط نرم افزار سرفر با روش کریگینگ به داده های پیکسلی با تفکیک مکانی ۵ × ۵ کیلومتر تبدیل گردید. سپس ماتریس جدید با ابعاد ۶۰۰ × ۴۲۶۰ و با حالت T آرایش شده و به نرم افزار Matlab منتقل، و روند هر یک از پیکسل ها توسط آزمون من – کندال در سطح معنا داری ۹۵ درصد محاسبه شد. بر پایه یافته های حاصل از این پژوهش 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

---

[1]. **نویسنده مسئول:** اصفهان، خیابان اشرفی اصفهانی، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

به خود اختصاص داده است. همچنین بیشترین میزان کاهش رطوبت نسبی در ماه فوریه و کمترین میزان آن در ماه ژوئن به وقوع پیوسته است.

کلیدواژگان: آزمون من-کندال، حداکثر رطوبت نسبی، روند، روش کریگینگ، استان اصفهان

مقدمه

افزایش گازهای گلخانه ای و به خصوص بخار آب در جو باعث گرمایش جهانی می گردد، از این رو مطالعه رطوبت موجود در هوا و نقش آن در تغییرات اقلیمی بسیار بااهمیت می باشد (رحیم زاده و خوشکام، ۱۳۸۲). در میان پارامترهای هواشناسی در مقایسه با دما و بارش، تحقیقات اندکی در زمینه بررسی روند تغییرات زمانی رطوبت نسبی انجام شده است. در حالیکه رطوبت نسبی به دلیل تأثیر مستقیم بر مقدار دید، تشکیل ابر، مه و دود اهمیت ویژه ای دارد (قره خانی و قهرمان، ۱۳۸۹: ص۶۳۶). به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم، تاکنون مطالعات زیادی برای بررسی روند پارامترهای اقلیمی مختلف صورت گرفته است. (آلوی[1]، ۱۹۹۴: ص۳۹۳)، با بررسی تغییرات رطوبت نسبی طی یک دوره ۵۰ ساله در جمهوری سودان نتیجه گرفت طی دوره آماری مورد مطالعه رطوبت نسبی از روند کاهشی برخوردار بوده است. (گانگ زین[2] و همکاران، ۲۰۰۷: ص۵۸۵)، تغییرات زمانی- مکانی رطوبت نسبی در سطح چین را بررسی کردند. سای[3] و همکاران (۲۰۱۰: ص۲۴۱)، در بررسی نوسانات دما، بارش و رطوبت فلات تبت طی یک دوره ۳۵ ساله بیان کردند هر سه پارامتر دارای روند افزایشی بوده است. (هنری[4] و همکاران، ۲۰۱۱: ص۲۱)، روند میانگین دما و رطوبت را در یک پروفیل قائم در جزایر هاوایی بررسی و نتیجه گرفتند روند گرمای معناداری به خصوص در ارتفاعات بالا مشاهده شده است. (لی[5] و همکاران، ۲۰۱۱)، تغیرات دما و بارش در حوضه سین کیانگ چین را طی ۴۵ سال گذشته با استفاده از آزمون من کندال بررسی و بیان کردند که دما و بارش طی دوره آماری مورد مطالعه افزایش داشته است. (کوثری[6] و همکاران ۲۰۱۱: ص۳۲۱)، تغییرات دما و بارش ایران را طی یک دوره ۵۵ ساله و با استفاده از آزمون من کندال بررسی و به این نتیجه دست یافتند که دما روند افزایشی و بارش روند کاهشی داشته است. (فان و وانگ[7]،

1- Alvi
2- Guangxing
3- Xie
4- Henry
5- Li
6- Kousari
7- Fan & Wang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۲۰۱۱: ص۵۱۹)، دما و بارش چین را طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۵۹ و در مقیاس فصلی و سالانه با استفاده از آزمون من کندال بررسی و به این نتیجه دست یافتند که طی ۵۰ سال گذشته دما ۱/۲ درجه سلسیوس و بارش ۹۹/۲ میلی متر کاهش داشته است. (ژانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۱: ص۹۶۳)، اثرات تغییر اقلیم را بر دما و بارش رودخانه یانگ تسه طی دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۶۵ با استفاده از آزمون من کندال بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که طی دوره مورد مطالعه دما از روند افزایشی معنا دار برخوردار بوده ولی بارش بدون روند بوده است. (آلن[2]، ۲۰۱۲: ص۱۹)، اثرات تغییر اقلیم و رطوبت را بر مرگ و میر در ایالات متحده بررسی کردند. (آندرس[3] و همکاران، ۲۰۱۲: ص۱۷)، ارتباط رطوبت جو را با اکوسیستم کوهستان آند بررسی و پهنه بندی کردند. (کاویانی و عساکره ۱۳۸۴: ص۱۴۳)، روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان را طی دوره آماری ۱۹۹۶-۱۸۹۴ بررسی و دریافتند بارش اصفهان فاقد روند می باشد. (مقیمی، ۱۳۷۸: ص۴۳)، رطوبت نسبی و بارندگی تهران را طی یک دوره سی ساله بررسی و نشان داد که میانگین سالانه رطوبت نسبی حداقل با میانگین بارش مطابقت ندارد ولی رطوبت نسبی ماهانه و فصلی با میانگین فصلی و ماهانه بارش مطابقت دارد. (عزیزی و همکاران،۱۳۸۷: ص۱۹)، در بازیابی تغییر اقلیم در نیمه غربی کشور به این نتیجه رسیدند که متغیر های دمایی دارای روند معنا دار و متغیر های بارش و رطوبت روند معنا داری ندارند. (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷)، تغییرات رطوبت نسبی در سواحل جنوبی خزر را بررسی و به این نتیجه دست یافتند که روند رطوبت ماهانه از نوع مثبت (به جز ایستگاه بابلسر) بوده و هر گونه تغییر در دما منجر به روند افزایشی در رطوبت شده است. (کوثری و همکاران، ۱۳۸۷: ص۱۹۶)، تغییرات رطوبت نسبی در ۲۶ ایستگاه سینوپتیک کشور را بررسی کردند. طبق نتایج به دست آمده بیشتر ایستگاه های واقع در ایران مرکزی و شرق کشور دارای روند نزولی رطوبت نسبی بوده اند در حالی که این حالت در زاگرس و شمال کشور کمتر مشاهده شده است. (فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۹)، در مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به این نتیجه رسیدند که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی، و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. (امیدوار و خسروی، ۱۳۸۹: ص۳۴)، روند عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس را با استفاده از آزمون من – کندال بررسی و نشان دادند که رطوبت نسبی در هر سه ایستگاه مورد مطالعه یا دارای روند منفی معنا دار و یا فاقد روند است که این روند در مکان های گرم سال آشکارتر است. (جهانبخش و

[1]- Zhang
[2]- Alan
[3]- Andreas

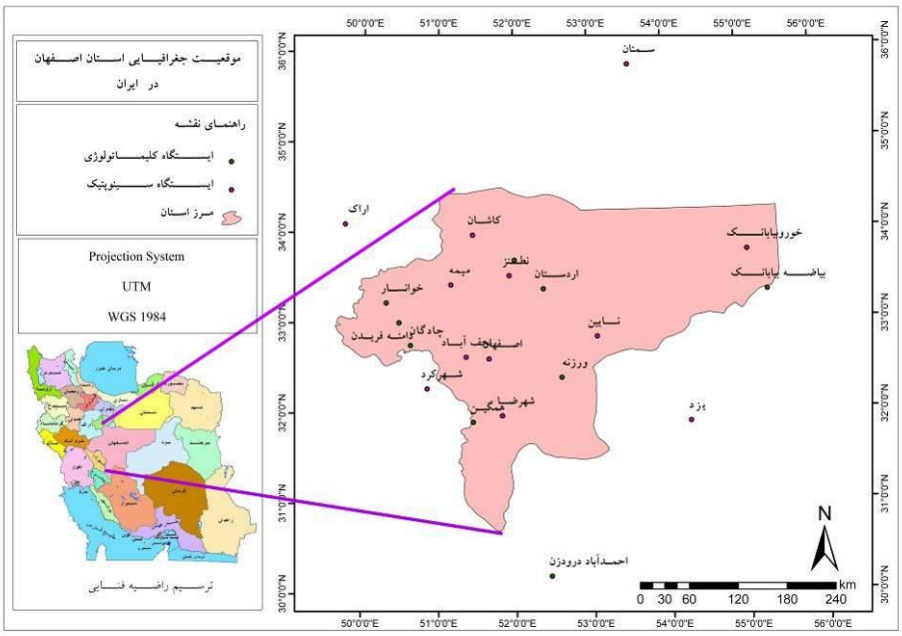
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

همکاران، ۱۳۸۹)، تغییرات فصلی رطوبت نسبی زاهدان را بررسی و به این نتیجه دست یافتند که متوسط رطوبت نسبی، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی در ایستگاه زاهدان دارای روند کاهشی می باشد. (جهانبخش و همکاران، ۱۳۸۹)، در مدل سازی پارامترهای تغییر اقلیم در استان مازندران به این نتیجه دست یافتند که تغییرات درجه حرارت و رطوبت در طول دوره پایه است در حالی که میزان بارندگی دارای افزایش نسبی در انتهای دوره مطالعاتی نسبت به ابتدای آن بوده است. (قره خانی و قهرمان، ۱۳۸۹: ۶۳۶)، روند تغییرات فصلی و سالانه رطوبت نسبی و نقطه شبنم را در چند نمونه اقلیمی از ایران بررسی و نشان دادند که بیشترین روندهای افزایشی رطوبت نسبی در فصل تابستان و کمترین روند تغییرات در فصل زمستان حادث شده است. (کریمی و فرج زاده، ۱۳۹۰: ص۱۰۹)، در پژوهشی منابع تأمین رطوبت بارش های ایران را بررسی و به این نتیجه دست یافتند که دریاهای عرب و مدیترانه به علت انتقال حجم زیاد رطوبت بر روی ایران مهم ترین منبع رطوبتی بارش های ایران بوده اند. (عطایی و فنایی، ۱۳۹۲: ص۱۶۷)، در بررسی تغییرات زمانی- مکانی دمای شبانه استان اصفهان دریافتند طی دوره آماری مورد مطالعه در تمام ماههای سال روند افزایشی بر روند کاهشی غلبه داشته و دمای شبانه این استان ۲/۶ درجه سانتی گراد افزایش داشته است. (عطایی و فنایی، ۱۳۹۳: ص۱۰۵)، در بررسی روند دمای روزانه استان اصفهان دریافتند طی نیم قرن گذشته ماه آوریل از بیشترین روند کاهشی و ماه ژوئن از بیشترین روند افزایشی برخوردار بوده است. بررسی تحقیقات انجام شده در نواحی مختلف جهان و برخی از نقاط ایران نشان می دهد، رطوبت نسبی روند کاهشی داشته، اما آهنگ نزولی آن در نواحی مختلف ایران یکسان نیست. در این پژوهش سعی بر آن است تغییرات حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان با استفاده از داده های نیم قرن اخیر، تبدیل آنها به داده های پیکسلی و بکارگیری آزمون ناپارامتری من- کندال آشکارسازی و پژوهش های قبلی تکمیل گردد.

داده ها و روش شناسی

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 از آمار حداکثر رطوبت نسبی ماهانه ۱۶ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی در داخل استان و ۵ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی جهت پوشش مناسب در خارج استان طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۶۱ استفاده گردید (شکل۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



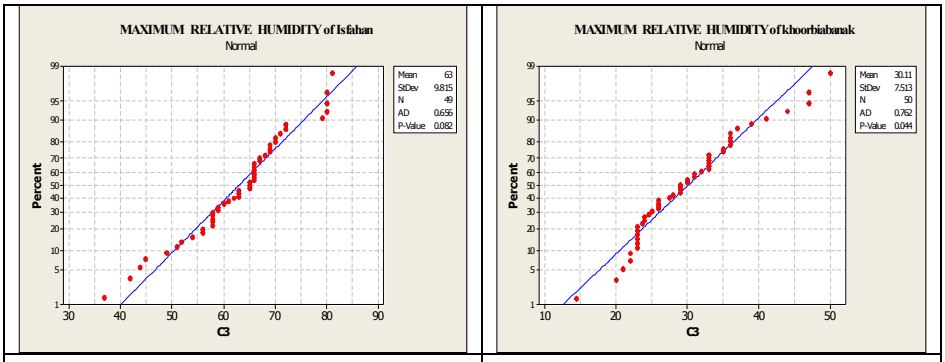
شکل (۱) موقعیت جغرافیایی استان اصفهان و ایستگاه های مورد مطالعه

در ابتدا شرایط پایداری داده ها از نظر نرمال بودن توسط آزمون اندرسون دارلینگ[1] (شکل۲) و همچنین همگن بودن داده ها توسط آزمون ران تست[2] بررسی گردید. سپس با توجه به این که داده های مورد استفاده از شرایط غیرنرمال برخوردار بودند ضرورت ایجاب می کرد تا از آزمون های ناپارامتری استفاده گردد. بدین جهت در این پژوهش آزمون من-کندال جهت محاسبه و تحلیل روند انتخاب گردید. در ادامه داده های ایستگاهی در ماتریسی با ابعاد ۶۰۰ × ۲۱ چیدمان شده و به وسیله برنامه نویسی در نرم افزار سرفر[3] با روش کریگینگ[4] به داده های پیکسلی با تفکیک مکانی ۵ × ۵ کیلومتر تبدیل گردید. جهت اطمینان از صحت ابعاد پیکسل ها آزمون گرافیکی میانگین پهنه ای حداکثر رطوبت نسبی ترسیم و محرز گردید که ابعاد کوچکتر از ۵ کیلومتر دارای نوسان و در ابعاد بزرگتر از ۵ کیلومتر تغییرات نمودار کاهش می یابد، لذا ابعاد ۵ کیلومتری به عنوان مناسب ترین ابعاد جهت این امر شناخته شد. سپس

1- Anderson- Darling
2- Runs Test
3- SURFER
4- Kriging

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

پیکسل های خارج از مرز استان حذف (شکل ۳) و ۴۲۶۰ پیکسل محدوده استان در ماتریسی با ابعاد ۶۰۰ × ۴۲۶۰ و با حالت T[1] قرار گرفتند و به نرم افزار Matlab منتقل شدند. در ادامه توسط برنامه نویسی در نرم افزار Matlab و به وسیله آزمون من – کندال روند هر یک از پیکسل ها در سطح معنا داری ۹۵ درصد محاسبه و به دست آمد. در نهایت روندهای حاصل شده به نرم افزار Arc Gis انتقال و پهنه بندی آن صورت پذیرفت.



الف) ماه ژوئن ایستگاه خوروبیابانک | ب) ماه مارس ایستگاه اصفهان

شکل (۲) بررسی بهنجاری نمونه ای از ایستگاه های مورد مطالعه

	A	B	C	D		WB	WC	WD
1	Xlcc	Ylcc	19611	19612		201010	201011	201012
2	4913440.6	30838052	76.246056	72.047752	...	45.304401	48.933140	50.637917
3	4793351.9	30757845	76.253616	76.957413		50.182571	56.866463	60.211349
4	4923448.0	30843065	76.264244	71.538475		44.667480	47.990513	49.530060
5	4793351.9	30762858	76.267258	77.015099		50.215778	56.957882	60.291817
				.				.
				.				.
				.				.
4256	4728303.8	31148854	87.099388	84.541885	...	39.787899	57.331329	49.737328
4257	4738311.2	31158880	87.099838	84.034042		39.264069	56.733765	49.459751
4258	4733307.5	31153867	87.100052	84.288383		39.537251	57.076065	49.646961
4259	4733307.5	31158880	87.231583	84.274483		39.376511	56.775070	49.426094
4260	4728303.8	31153867	87.236183	84.528900		39.625332	57.049683	49.550816

شکل (۳) ابتدا وانتهای آرایه ها با مختصات مکانی

[1]- T Mode

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

آزمون آماری – گرافیکی من- کندال

این آزمون برای تعیین تصادفی بودن و روند در سری ها استفاده می شود. در صورت وجود روند، داده ها غیرتصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده ها از رابطه (۱) استفاده می شود (WMO, 2000).

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \qquad (۱)$$

T آماره من کندال و P مجموع تعداد رتبه های بزرگتر از ردیف n_i که بعد از آن قرار می گیرند و از رابطه (۲) به دست می آید:

$$p = \sum_{i-1}^{N-1} ni \qquad (۲)$$

این آماره برای N>10 به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\frac{4N+10}{9N(N-1)}$ شبیه است . بنابراین آزمون معنی داری آن از رابطه (۳) قابل محاسبه می باشد :

$$(T)_t = \pm tg\sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}} \qquad (۳)$$

در این رابطه 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± می شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده اگر (T)t- <T< (T)t یعنی ۰/۱۹ - <T< ۰/۱۹+ باشد هیچ گونه روند مهمی در سری ها مشاهده نمی شود و سری ها تصادفی هستند و اگر T< -(T)t یعنی ۰/۱۹- >T شد روند منفی در سری ها و اگر T> (T)t یعنی T> ۰/۱۹+ باشد روند مثبت در سری ها غالب خواهد بود. جهت شناسایی روند های جزیی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری های زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر ui و ui' استفاده می گردد.

مباحث و یافته ها

همان گونه که مشاهده می شود در جدول (۱) روند تغییرات رطوبت نسبی حداکثر در مقیاس ماهانه در ایستگاه های مورد مطالعه در استان اصفهان ارایه شده است. در این جدول روند صعودی معنا دار با عدد ۱ ، روند نزولی معنا دار با عدد ۱- و عدم روند با عدد ۰ مشخص گردیده است. همان گونه که در جدول مذکور مشهود است، طی دوره آماری مورد مطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

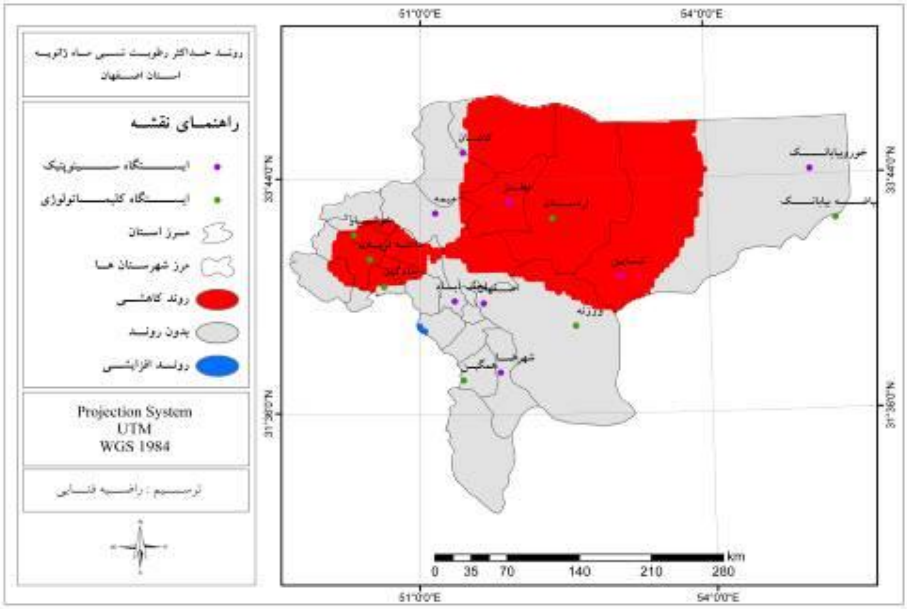
ایستگاه های نایین، نطنز و اردستان در تمام ماه های سال از روند کاهشی برخوردار می باشند. در مقابل ایستگاه های میمه، کاشان، اصفهان، چادگان، خوانسار و دامنه فریدن در اکثر ماه های سال بدون روند و سایر ایستگاه ها در بعضی از ماه ها دارای روند می باشند.

جدول (۱) روند معناداری رطوبت نسبی حداکثر در ایستگاه های مورد مطالعه

ایستگاه ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
خوروبیابانک	۰	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰	۰	۰	-۱*	-۱*	۰
نایین	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*
کاشان	-۱*	-۱*	۰	۰	۰	۰	-۱*	-۱*	۰	۰	۰	۰
نجف آباد	۰	-۱*	-۱*	۰	۰	۱*	۱*	۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰
میمه	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	-۱*	۰	۰	۰
نطنز	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*
شهرضا	۰	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰
اردستان	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*
اصفهان	۰	-۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیاضه بیابانک	۰	۰	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰
ورزنه	۰	-۱*	۰	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰
بادرودنطنز	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰
همگین	۰	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰
چادگان	-۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	۰
خوانسار	-۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰
دامنه فریدن	-۱*	-۱*	-۱*	-۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱*	-۱*

* معنا داری در سطح ۹۵درصد مأخذ : یافته های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

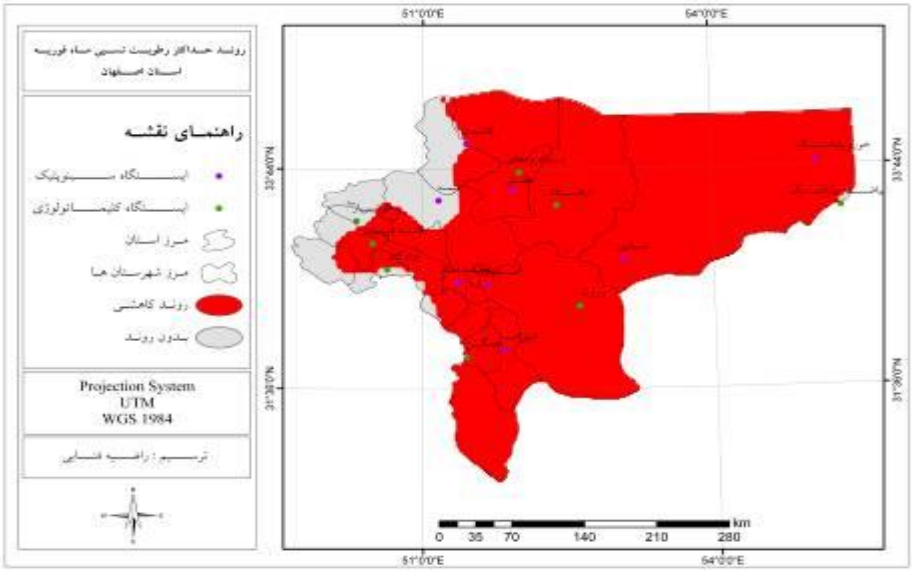


شکل (۴) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه ژانویه

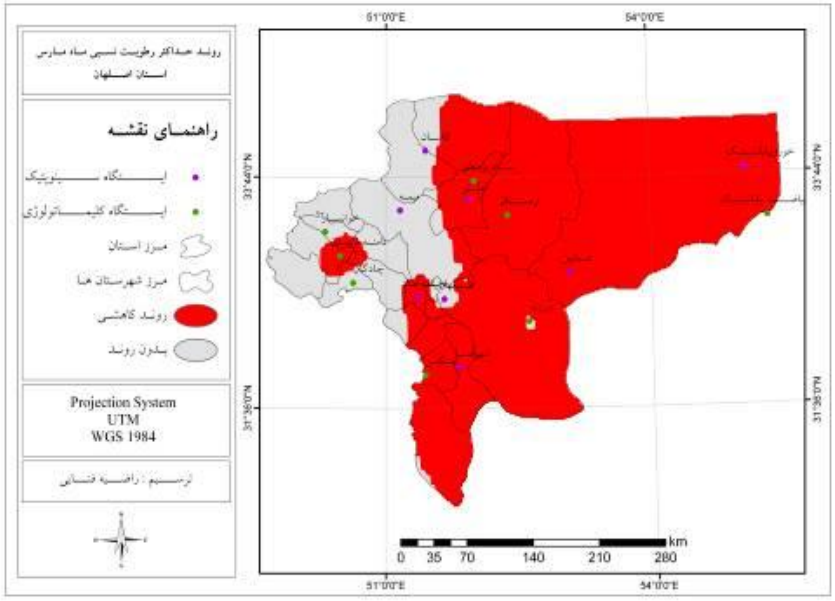
طی ماه ژانویه بیشترین قسمت های استان را پهنه بدون روند با ۵۸/۱ درصد (۲۴۷۵ پیکسل) فرا گرفته است (جدول ۲). نواحی مرکز، شمال و قسمت هایی از غرب استان شامل پهنه روند کاهشی می گردد که ۴۱/۹ درصد (۱۷۸۳ پیکسل) از مساحت استان را شامل می شود و طی نیم قرن اخیر ۷/۷ درصد کاهش داشته که مقدار در خور توجهی است (جدول ۳). روندهای کاهشی مشاهده شده در سطح استان شامل ایستگاه های نایین، اردستان، نطنز، بادرود نطنز، خوانسار، دامنه فریدن، چادگان و شرق کاشان می گردد (شکل ۴).

در ماه فوریه بیشترین مساحت استان را پهنه روند کاهشی با ۸۹/۲ درصد (۳۸۰۲ پیکسل) از مساحت استان در بر گرفته و تنها کناره های جنوب غربی تا شمال غربی استان شامل ایستگاه های میمه، خوانسار و قسمت هایی از چادگان مشمول پهنه بدون روند می گردند. شایان ذکر است که در شرق استان واقع در قسمت اندکی از ایستگاه بیاضه بیابانک نیز پهنه بدون روند مشاهده شده است (شکل ۵). با توجه به معادله رگرسیون برآورد شده طی ۵۰ سال گذشته ۱۳/۲ درصد کاهش در میزان رطوبت نسبی حداکثر مشاهده شده است (جدول ۳). در این ماه در ایستگاه هایی همچون خوروبیابانک، بیاضه بیابانک، اردستان، نطنز و نجف آباد همزمان با روند افزایشی دمای حداقل، حداکثر رطوبت نسبی روند کاهشی داشته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



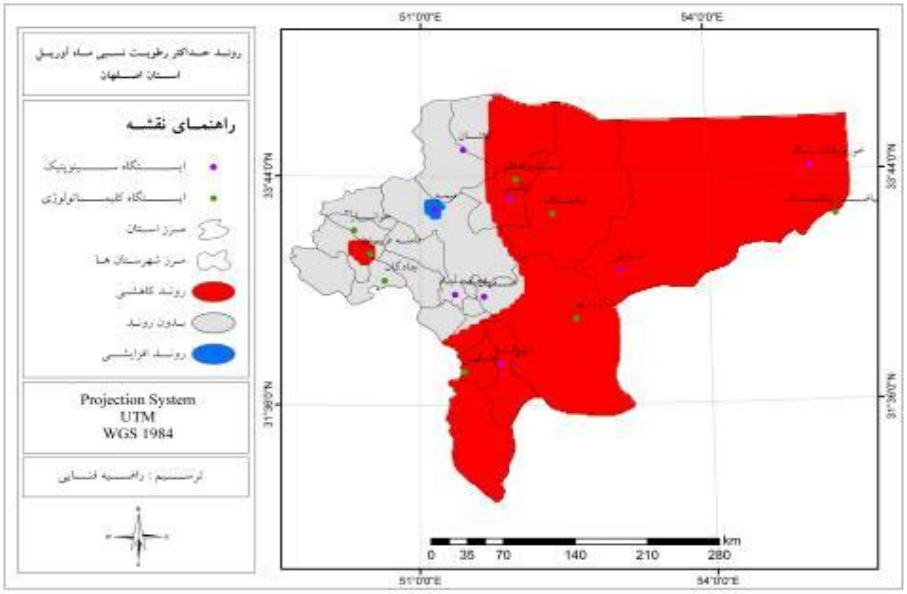
شکل (۵) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه فوریه



شکل (۶) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه مارس

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

با توجه به شکل (۶) طی ماه مارس نیمه شرقی استان به جز ایستگاه ورزنه شامل پهنه روند کاهشی است. در غرب استان نیز واقع در ایستگاه دامنه فریدن روندهای کاهشی قابل مشاهده می باشد. نتایج حاصل از مطالعه دمای حداقل نیز مؤید این مطلب می باشد. به طور کلی طی این ماه نسبت به ماه فوریه ۱۰/۸ درصد از مساحت روندهای کاهشی کاسته شده و به پهنه بدون روند افزوده می شود. طی این ماه ۷۸/۴ درصد (۳۳۳۹ پیکسل) از مساحت استان را روندهای کاهشی فرا گرفته و میزان رطوبت نسبی با آهنگ ۰/۳۰۱ درصد در هر سال و ۱۵/۰۵ درصد طی نیم سده گذشته در حال کاهش می باشد (جدول۳).

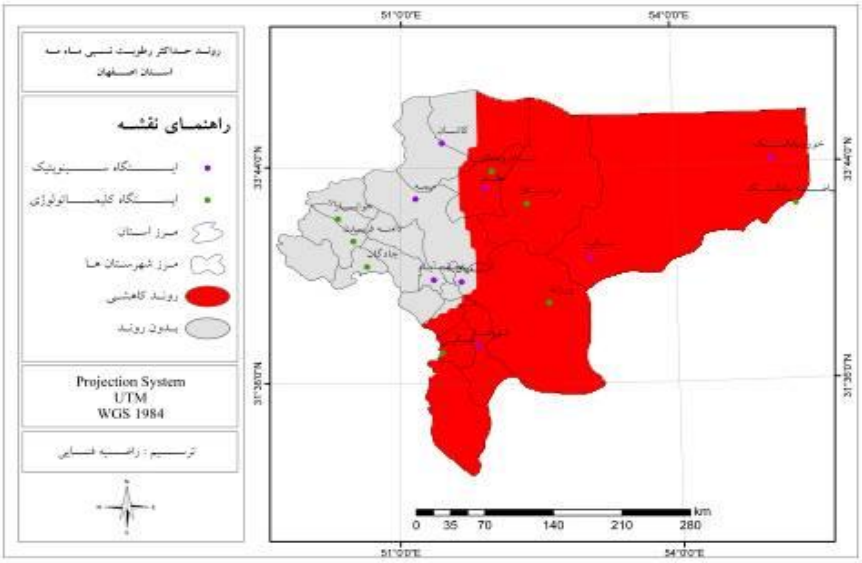


شکل (۷) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه آوریل

همان گونه که در شکل (۷) مشاهده می شود، طی ماه آوریل نیز همانند ماه مارس نیمه شرقی استان به طور کامل مشمول پهنه روند کاهشی می گردد، با این تفاوت که در این ماه ایستگاه ورزنه که در ماه مارس بدون روند بود طی این ماه در پهنه روندهای کاهشی جای گرفته است. همچنین طی این ماه ۵/۵ درصد از گسترش پهنه روند کاهشی کم شده و به ۷۲/۹ درصد (۳۱۰۵ پیکسل) از کل مساحت استان می رسد. نکته جالب توجه دیگر در این ماه آشکار شدن روندهای افزایشی در پهنه استان می باشد که البته مقدار آن بسیار ناچیز و تنها شامل ایستگاه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

میمه در شمال غرب استان می گردد و ۰/۳ درصد (۱۲ پیکسل) از مساحت استان را فرا می گیرد.



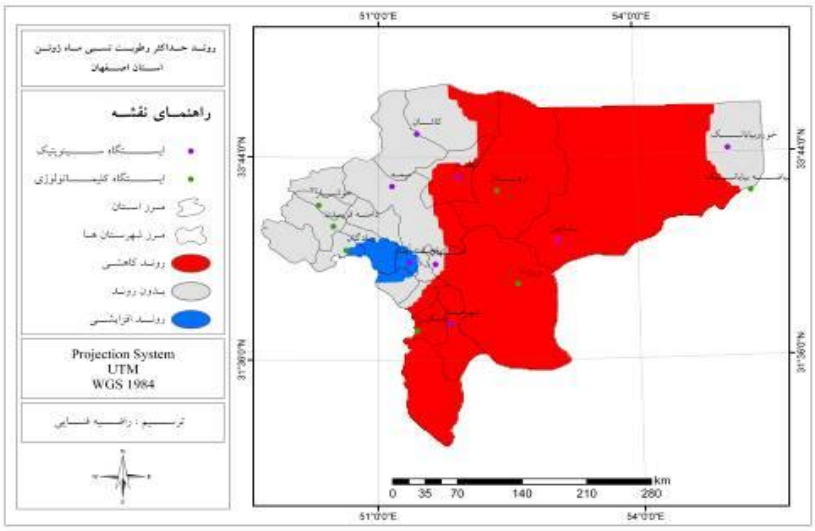
شکل (۸) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه مه

با توجه به شکل (۸) در ماه مه ۰/۷ درصد بر پهنه روند کاهشی، افزوده شده و تمام نیمه شرقی، مرکز و جنوب استان را در بر می گیرد. طی این ماه پهنه بدون روند تغییر مکانی نکرده و همچنان نواحی جنوب غربی تا شمال غربی استان را در بر می گیرد. همچنین مساحت آن تغییر زیادی نکرده و تنها ۰/۱ درصد افزایش داشته است.

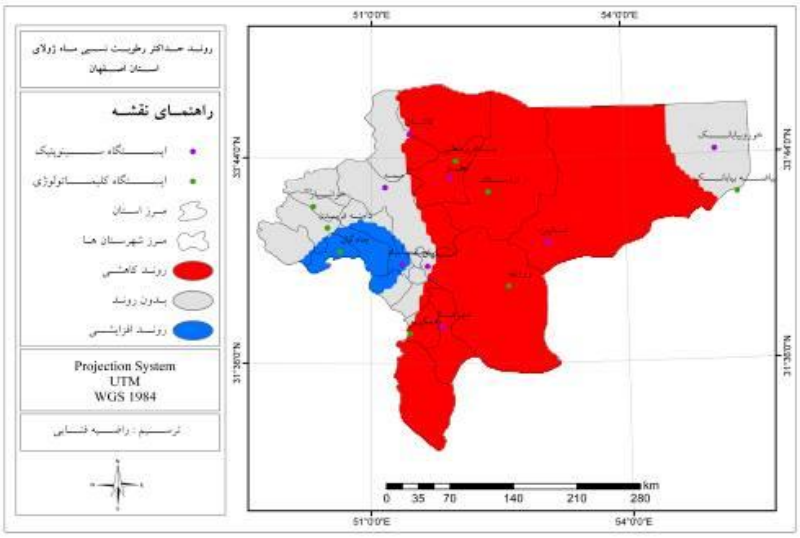
طی ماه ژوئن از گسترش پهنه روند کاهشی به میزان ۶/۸ درصد کاسته شده و ۶۶/۸ درصد (۲۸۴۴ پیکسل) از مساحت استان را در بر می گیرد. تفاوت مشاهده شده در شکل (۹) نسبت به شکل های قبل خارج شدن شرق استان (ایستگاه های خور و بیابانک بیاضه بیابانک) از پهنه روندهای کاهشی و اضافه شدن آن به پهنه بدون روند می باشد. روندهای کاهشی مشاهده شده شامل ایستگاه های همگین، شهرضا، ورزنه، نایین، اردستان، نطنز، جنوب بادرود نطنز و شرق اصفهان می باشد (شکل ۹). از نکات بارز طی این ماه رؤیت پهنه روند های افزایشی در جنوب غربی استان واقع در ایستگاه های چادگان و نجف آباد می باشد که در مجموع ۲/۱ درصد (۹۰ پیکسل) از مساحت استان را فرا گرفته است. با این وجود همچنان میزان رطوبت نسبی با

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

آهنگ ۰/۲۴۲ درصد در هر سال و ۱۲/۱ درصد طی ۵۰ سال گذشته در حال کاهش می باشد (جدول ۳).



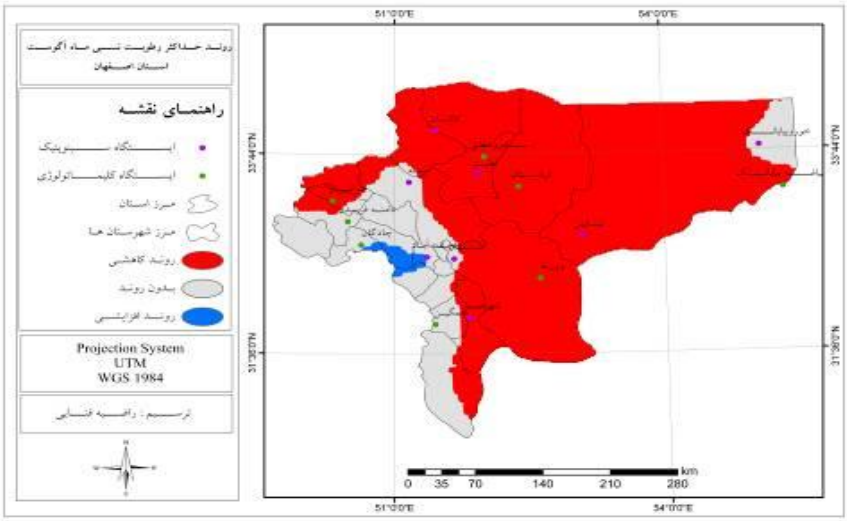
شکل (۹) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه ژوئن



شکل (۱۰) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه ژولای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

طی ماه ژولای ۳/۱ درصد به مساحت روند های کاهشی، افزوده شده و از ۶۶/۸ درصد در ماه ژوئن به ۶۹/۹ درصد در ماه ژولای می رسد. در مقابل از مساحت پهنه بدون روند به میزان ۵/۵ درصد نسبت به ماه قبل کاسته گردیده است. همچنین روندهای افزایشی در این ماه نیز مجدداً پدیدار شده و به بیشترین گسترش خود در طول سال می رسد و ۴/۶ درصد (۱۹۴ پیکسل) از مساحت استان را در بر گرفته و همانند قبل در جنوب غرب استان واقع در ایستگا های نجف آباد و چادگان به وقوع پیوسته است. نکته بارز دیگر در این شکل حرکت پهنه های کاهشی از شمال شرق استان به سمت شمال غرب استان می باشد به طوری که در شمال شرق استان مقدار روندهای کاهشی کمتر شده و در شمال غرب این مقدار بیشتر شده و تا ایستگاه کاشان را در بر می گیرد. طی این ماه ایستگاه های کاشان، باد رود نطنز، نطنز، اردستان، نایین، ورزنه، شهرضا و همگین شامل پهنه روندهای کاهشی و ایستگاه های خورو بیابانک، بیاضه بیابانک، میمه، اصفهان، خوانسار و دامنه فریدن مشمول پهنه بدون روند می باشند (شکل ۱۰).

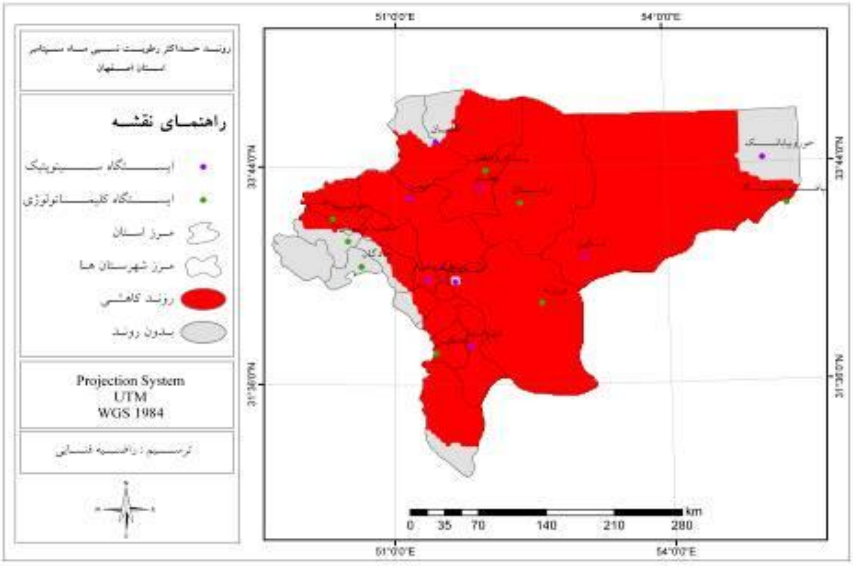


شکل (۱۱) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه آگوست

طی ماه آگوست همانند ماه ژولای بر مساحت روندهای کاهشی ۷/۹ درصد افزوده و از مساحت پهنه بدون روند ۴/۴ درصد کاسته گردیده است. نکته در خور توجه در این ماه و تفاوت آن با ماه های قبل، خارج شدن نیمه غربی جنوب استان از پهنه روندهای کاهشی و در مقابل گسترش آن تا شمال و غرب و کناره های غربی استان می باشد که تا ایستگاه خوانسار را

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شامل می گردد (شکل ۱۱). در این ماه از مساحت روندهای افزایشی نیز کاسته شده و تنها ۱ درصد (۴۲ پیکسل) از مساحت استان را شامل می شود. در مجموع طی ۵۰ سال گذشته ۱۴ درصد از میزان رطوبت نسبی حداکثر کاسته شده است (جدول ۳).

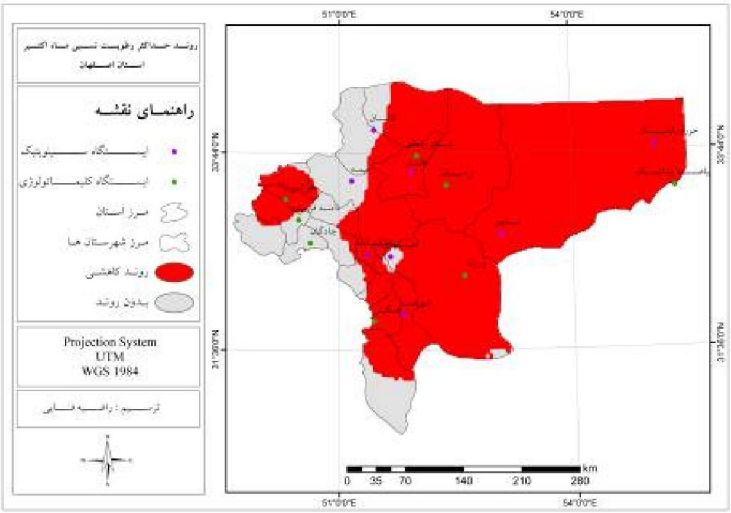


شکل (۱۲) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه سپتامبر

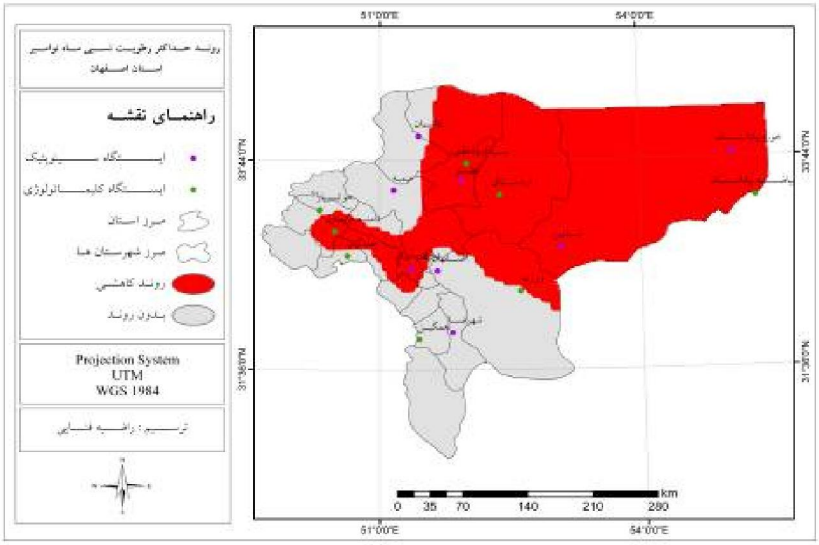
طی ماه سپتامبر روندهای افزایشی با ۸۵/۹ درصد (۳۶۵۹ پیکسل) از مساحت استان به بیشترین گسترش خود در طول سال رسیده و تنها قسمت های اندکی از شرق (ایستگاه خور و بیابانک)، شمال غرب، جنوب، کناره های جنوب غربی استان و همچنین ایستگاه اصفهان شامل پهنه بدون روند و در سایر نقاط استان روند های کاهشی به چشم می خورد (شکل ۱۲).

طی ماه اکتبر از میزان روندهای کاهشی ۴/۱ درصد کاسته شده و به همان میزان به پهنه بدون روند افزوده گردیده است. طی این ماه شرق تا مرکز استان به طور کامل در پهنه روند کاهشی قرار گرفته و جنوب استان و همچنین ایستگاه اصفهان از پهنه روند کاهشی خارج گردیده و شامل پهنه بدون روند می باشند. نکته بارز در این ماه پدیدار شدن روندهای کاهشی در غرب استان واقع در ایستگاه خوانسار می باشد (شکل ۱۳). به طور کلی در هر سال ۰/۲۵۲ درصد از میزان رطوبت نسبی حداکثر کاسته می گردد که این میزان طی ۵۰ سال گذشته به ۱۲/۶ درصد رسیده است (جدول ۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل (۱۳) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه اکتبر

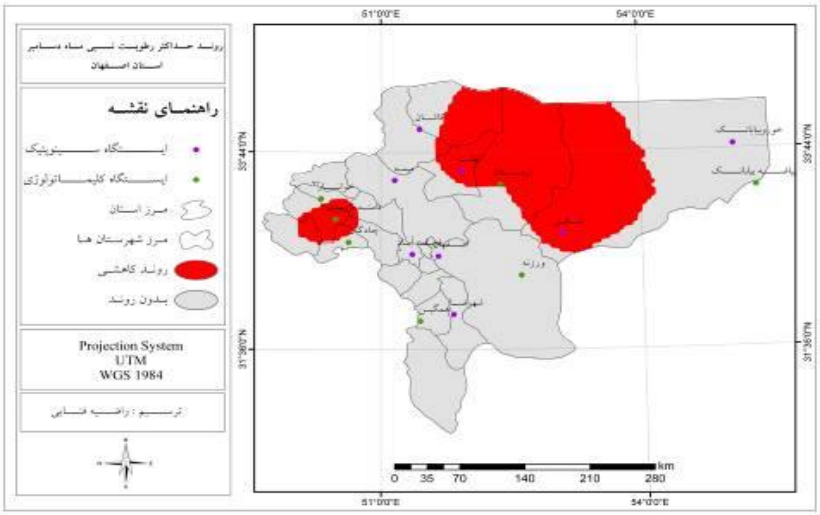


شکل(۱۴) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه نوامبر

طبق شکل (۱۴) طی ماه نوامبر ۱۹/۳ درصد از مساحت روندهای کاهشی، کاسته شده و بر پهنه بدون روند افزوده شده است. طی این ماه شرق، مرکز و قسمت هایی از جنوب غرب استان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

شامل ایستگاه های خور و بیابانک، بیاضه بیابانک، بادرود نطنز، نطنز، اردستان، نایین، شرق ورزنه، نجف آباد و دامنه فریدن شاهد روندهای کاهشی و ایستگاه های کاشان، میمه، خوانسار، چادگان، اصفهان، شهرضا و همگین بدون روند بوده اند.



شکل (۱۵) نتیجه پهنه بندی روند حداکثر رطوبت نسبی ماه دسامبر

طی ماه دسامبر همچنان از روندهای کاهشی، کاسته شده به طوری که در این ماه تنها ۳۱/۳ درصد (۱۳۳۳ پیکسل) از مساحت استان را تحت تصرف خود در آورده و نسبت به ماه نوامبر ۳۱/۲ درصد از مقدار آن کاسته گردیده است. روندهای کاهشی مشاهده شده در این ماه در قسمت های شمالی تا جنوب شرقی استان و قسمتی از غرب استان شامل ایستگاه های نایین، اردستان، نطنز، بادرود نطنز و دامنه فریدن می گردد و در سایر نقاط استان روندی مشاهده نشده است (شکل ۱۵). در مجموع می توان بیان نمود که طی ماه دسامبر کاهش رطوبت نسبی حداکثر به کمترین میزان خود طی ماه های سال رسیده به طوری که طی این ماه ۶/۵۵ درصد از میزان این پارامتر در طی ۵۰ سال گذشته کاسته شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول (۲) درصد مساحت و تعداد پیکسل های حداکثر رطوبت نسبی

روند / ماه	روند افزایشی		بدون روند		روند کاهشی	
	مساحت به درصد	تعداد پیکسل ها	مساحت به درصد	تعداد پیکسل ها	مساحت به درصد	تعداد پیکسل ها
ژانویه	۰	۲	۵۸/۱	۲۴۷۵	۴۱/۹	۱۷۸۳
فوریه	۰	۰	۱۰/۸	۴۵۸	۸۹/۲	۳۸۰۲
مارس	۰	۰	۲۱/۶	۹۲۱	۷۸/۴	۳۳۳۹
آوریل	۰/۳	۱۲	۲۶/۳	۱۱۴۳	۷۲/۹	۳۱۰۵
مه	۰	۰	۲۶/۴	۱۱۲۳	۷۳/۶	۳۱۳۷
ژوئن	۲/۱	۹۰	۳۱/۱	۱۳۲۶	۶۶/۸	۲۸۴۴
ژولای	۴/۶	۱۹۴	۲۵/۶	۱۰۹۰	۶۹/۹	۲۹۷۶
آگوست	۱	۴۲	۲۱/۲	۹۰۲	۷۷/۸	۳۳۱۶
سپتامبر	۰	۰	۱۴/۱	۶۰۱	۸۵/۹	۳۶۵۹
اکتبر	۰	۰	۱۸/۲	۷۷۵	۸۱/۸	۳۴۸۵
نوامبر	۰	۰	۳۷/۵	۱۵۹۹	۶۲/۵	۲۶۶۱
دسامبر	۰	۰	۶۸/۷	۲۹۲۷	۳۱/۳	۱۳۳۳

مأخذ : یافته های پژوهش

جدول (۳) آهنگ تغییرات حداکثر رطوبت نسبی طی دوره آماری مورد مطالعه

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
در هر سال	-۰/۱۵	-۰/۲۶	-۰/۳۰	-۰/۲۵	-۰/۲۳	-۰/۲۴	-۰/۲۲	-۰/۲۸	-۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۲۴	-۰/۱۳
طی ۵۰ سال	-۷/۷	-۱۳/۲	-۱۵/۰۵	-۱۲/۶۵	-۱۱/۷	-۱۲/۱	-۱۱/۳	-۱۴	-۱۴/۶	-۱۲/۶	-۱۲	-۶/۵۵

مأخذ : یافته های پژوهش

نتیجه گیری

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 ارزنده ای برای شناخت اقلیم، تغییرپذیری آن و پیش بینی این تغییرات انجام داده اند. در مطالعات اقلیمی تنها نباید به بررسی تغییرات پارامترهای اصلی همچون دما اکتفا شود بلکه باید به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

پارامترهای دیگری نظیر، رطوبت نسبی توجه گردد. به منظور آشکارسازی تغییر اقلیم، فعالیت های زیادی جهت شناسایی روند تعدادی از پارامترهای اقلیمی در دهه های اخیر صورت گرفته است؛ لیکن اکثر آنها حاکی از افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی و بارش می باشد. تغییرات مذکور اثرات نامطلوبی همچون کاهش منابع آب، افزایش سطح دریاها، تخریب جنگلها، تناوب خشکسالی و تهدید سلامت انسان ها را به دنبال خواهد داشت و این امر به صورت غیرمستقیم منجر به آسیب های اقتصادی به کشورها خواهد گردید.

پس از بررسی انجام شده بر روی روند پارامتر حداکثر رطوبت نسبی استان اصفهان طی نیم سده گذشته می توان اذعان نمود، در ماه های سرد سال رطوبت نسبی نسبت به ماه های گرم کاهش بیشتری داشته به طوری که ماه فوریه با در بر گرفتن ۸۹/۲ درصد از مساحت استان دارای بیشترین میزان کاهش در رطوبت نسبی، و ماه ژوئن با فراگرفتن ۶۶/۸ درصد از مساحت استان کمترین میزان کاهش رطوبت نسبی را طی نیم قرن اخیر داشته اند. همچنان که اشاره شد افزایش بخارآب در جو باعث گرمایش جهانی می شود؛ با عنایت به این مطلب می توان بیان نمود کاهش حداکثر رطوبت نسبی در ماه های سرد سال سبب کاهش بخارآب جو شده و در نتیجه دمای این ماه ها نیز کاهش می یابد. آهنگ تغییرات زمانی حداکثر رطوبت نسبی نیز بیانگر آن است که ماه مارس با ۱۵/۰۵ درصد کاهش، بیشترین میزان کاهش رطوبت نسبی را طی نیم سده گذشته به خود اختصاص داده است. در مقابل ماه دسامبر با ۶/۵۵ درصد کمترین میزان کاهش رطوبت نسبی را داشته است. لازم به ذکر است در ماه های آوریل، ژوئن، ژولای و آگوست روندهای افزایشی رطوبت نسبی در سطح استان پدیدار شده، لیکن به دلیل مقدار کم و این که مساحت کمی از استان را در بر می گیرد، روندهای مذکور چندان نمودی نداشته است. در مقابل روندهای کاهشی که مساحت بیشتری را تحت سیطره خود در آورده اند بیشتر به چشم می خورند. در پایان متذکر می شود نتایج حاصله از این پژوهش با یافته های پژوهشگران قبلی از جمله (رحیم زاده و خوشکام،۱۳۸۲: ص۵۳) و (قره خانی و قهرمان، ۱۳۸۹: ص۶۳۶) همخوانی دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع و ماخذ

۱. امیدوار، کمال، خسروی، یونس (۱۳۸۹) **بررسی تغییر برخی عناصر اقلیمی در سواحل شمالی خلیج فارس با استفاده از آزمون من کندال**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱ ، شماره پیاپی ۳۸ ، شماره ۲.

۲. جهانبخش، سعید، هادیانی، میرامید، رضایی بنفشه، مجید، دین پژوه، یعقوب (۱۳۸۹) **مدل سازی پارامترهای تغییر اقلیم در استان مازندران**، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.

۳. جهانبخش، سعید، رضایی بنفشه، مجید، قاسمی، احمدرضا، هادیانی، میرامید، تدینی، معصومه (۱۳۸۹) **بررسی تغییرات فصلی رطوبت نسبی درایستگاه زاهدان**، مجموعه مقالات چهارمین کنگره جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.

۴. رحیم زاده، فاطمه، خوشکام، محبوبه (۱۳۸۲) **تغییرات سریهای رطوبت در ایستگاههای سینوپتیک کشور**، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان.

۵. فرج زاده، منوچهر، فیضی، وحید، ملاشاهی، مریم (۱۳۸۹) **مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به روش من کندال**، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، خرم آباد.

۶. قره خانی، ابوذر، 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 ، ص۶۴۶-۶۳۶.

۷. عزیزی، قاسم، روشنی، محمود (۱۳۸۷) **مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی خزر به روش من-کندال**، پژ.هش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص۲۸-۱۳.

۸. عزیزی، قاسم، شمسی پور، علی اکبر، یاراحمدی، داریوش (۱۳۸۷) **بازیابی تغییر اقلیم در نیمه غربی کشور با استفاده از تحلیل های آماری چند متغیره**، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، صص۳۵-۱۹.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۹. عطایی، هوشمند، فنایی، راضیه (۱۳۹۲) **بررسی روند تغییرت زمانی- مکانی دمای شبانه استان اصفهان**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۱۱، صص ۱۸۲-۱۶۷.

۱۰. عطایی، هوشمند، فنایی، راضیه (۱۳۹۳) **آشکارسازی ساختار روند میانگین دمای روزانه استان اصفهان طی نیم قرن اخیر**، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۵، پیاپی ۵۵، شماره ۳، صص ۱۱۸-۱۰۵.

۱۱.کاویانی و عساکره (۱۳۸۴) **بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان**، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد۱۸، شماره ۱. ۱۵۲-۱۴۳

۱۲.کریمی، مصطفی، فرج زاده، منوچهر (۱۳۹۰) **شار رطوبت و الگوهای فضایی – زمانی منابع تأمین رطوبت بارشهای ایران**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،جلد ۱۹ ، شماره ۲۲، ۱۲۷-۱۰۹.

۱۳.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**، پژوهش و سازندگی، ۲۰۷-۱۹۶.

۱۴.مقیمی، ابراهیم (۱۳۷۸) **تحلیل آماری رطوبت نسبی و بارندگی تهران در یک دوره ۳۰ ساله**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۶۱-۴۳.

Alan I. Barreca, (2012) ***Climate change, humidity, and mortality in the United States,*** Journal of Environmental Economics and Management 63, 19–34

Alvi, Shamsul Haque, (1994) ***Climate change, desertification and the Republic of Sudan,*** Geojournal, vol 33, No 4, 393-399.

Andreas Fries, Rütger Rollenbeck, Thomas Nau, Thorsten Peters, Jrg Bendix, (2012) ***Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization,*** Agricultural and Forest Meteorology 152, 17– 30

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Fan, x.-h. w.-b. (2011) ***Change trends of air temperature and precipitation over shanxi province china***. Theoretical and Applied climatology, vol 103, num 3-4 , 519-531.

Guangxing Lin, Xi Chen, Zuntao Fu, (2007) ***Temporal–spatial diversities of long-range correlation for relative humidity over China,*** Physica A 383, 585–594

Henry F. Diaz, Thomas W. Giambelluca, Jon K. Eischeid, (2011) ***Changes in the vertical profiles of mean temperature and humidity in the Hawaiian Island,*** Global and Planetary Change 77, 21–25

Kousari, M. R. (2011) ***An investigation of the Iranian climatic changes by considering the precipitation, temperature and relative humidity parameters***. Theoretical and Applied climatology, vol 103, num 3-4 , 321-335.

Li, Qihu, Chen, Yaning, Shen, Yanjun, Li, Xingong, Xu, Jianhua, (2011) ***Spatial and temporal trends of climate change in Xinjiang, China***, Journal of Geographical Sciences, Vol 21, No 6, pp 1007-1018.

WMO, (2000) ***Detecting trend and other changes in hydrological data***, No 1013.

Xie, h. y. (2010) ***Warming and drying trends on the Tibetan Plateau 1971-2005***. Theoretical and Applied climatology, vol 101, num 3-4 , 241-253.

Zhang, Shifeng, Hua, Dong, Meng, Xiujing and Zhang, Yongyong (2011) ***Climate change and its driving effect on the runoff in the "Three-River Headwaters" region***, Journal of Geographical Sciences, Vol 21, No 6, P 963-978.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]