Archive of SID

بررسی روند تغییرات سرعت باد در شمال‌غرب ایران

مجید رضایی بنفشه
دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز
خدیجه جوان*
دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تبریز
بتول زینالی
دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تبریز

چکیده
باد یکی از متغیرهای پیچیده اقلیمی است که تغییرات آن در کوتاه مدت و بلند مدت بر ویژگی‌های اقلیمی جهانی، منطقه‌ای و محلی تاثیر می‌گذارد و از جمله عوامل مهم در تغییر اقلیم به شمار می‌رود. متغیر سرعت باد به ندرت در بین عناصر هواشناسی به منظور کشف تغییرات آب و هوایی مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی روند تغییرات سرعت باد در شمال‌غرب ایران می‌باشد برای این منظور از هفت ایستگاه سینوپتیک که دارای طولانی‌ترین دوره آماری بودند (۲۰۰۵- ۱۹۶۱)، استفاده شد. در ابتدا به منظور ارایه دیدگاه کلی از شرایط سرعت باد در منطقه مورد مطالعه، ویژگی‌های آماری ماهانه، فصلی و میانگین سرعت باد با استفاده از نمودار و جدول مورد تحلیل قرار گرفت. سپس براساس روش‌های آماری به بررسی روند وقوع این عنصر مهم اقلیمی در طول زمان پرداخته شد. آزمون ناپارامتری من – کندال برای تحلیل روند داده‌ها انتخاب گردید. نتایج نشان داد که شمال‌غرب ایران درطول دوره آماری از نظر سرعت باد منطقه همگنی نیست، همچنین در نتایج حاصل از روش آماری مورد استفاده مشخص شد که در ایستگاه‌های ارومیه و خوی روند کاهشی، در اردبیل و زنجان روند افزایشی دیده می‌شود. در تبریز و سنندج به ترتیب در یک و دو سری زمانی روند کاهشی دیده می‌شود. ایستگاه سقز در مقیاس‌های فصلی و سالانه فاقد روند است. پس می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که روندهای حادث شده در منطقه تابع نظم خاصی نیست.

واژگان کلیدی: **آزمون من-کندال، روند، سرعت باد، شمال‌غرب ایران.**

مقدمه

در سال‌های اخیر، موضوع تغییر اقلیم و آثار مربوط به آن چالش‌های زیادی را در مجامع بین المللی به وجود آورده است. به طوری که تمامی کشورها به تعیین چگونگی تغییر در مؤلفه‌های آب و هوایی و جهت و روند آن‌ها پرداختند. علاوه بر عناصری مانند دما و بارش که بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اخیراً عناصر دیگری از جمله باد مورد توجه محققین قرار گرفته است. بررسی تغییرات باد از جنبه‌های مختلف اهمیت دارد از جمله این که با کاهش سرعت باد، انرژی آن کاهش یافته و در نتیجه آلودگی شهری افزایش می‌یابد. این کاهش سبب کم شدن انتقال گرما و رطوبت بین سطح زمین و جو

* - نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۰۰۲۷۸۸
Email: mrbanafsheh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

و نهایتاً افزایش دما می‌شود. کاهش سرعت باد در شب‌ها، به خصوص در شب های زمستان باعث ایجاد وارونگی تابشی سطح زمین می‌شود. افزایش ناگهانی سرعت باد نیز، سبب وقوع تندبادها، گردبادها و وقوع خسارت در منطقه خواهد شد (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

اطلاع از اقلیم شناسی سرعت باد، اهمیتی بنیادی در مطالعات مربوط به انرژی باد، احداث ساختمان‌ها، صدمه وارد به بناها و محاسبات نیاز آبی گیاهان دارد. استفاده فزاینده از انرژی و تخلیه منابع سوخت‌های فسیلی به همراه آلودگی‌های زیست محیطی، موجب توسعه کاوش برای منابع پاک و غیر آلاینده انرژی شده است. باد یکی از این منابع پاک، تمام نشدنی و رایگان انرژی می‌باشد. روند پیش یابی شده متغیرهای هواشناسی نظیر سرعت باد، رطوبت نسبی، تابش و دمای هوا در طراحی و تحلیل عملکرد نیروگاه‌های بادی مورد نیاز می‌باشد. سرعت باد یکی از مولفه‌های مهم در معادلات ترکیبی برآورد تبخیر تعرق می‌باشد وجود هرگونه روند تغییرات در سرعت باد بر میزان نیاز آبی گیاهان نیز موثر خواهد بود(قهرمان و قره خانی، ۱۳۸۹).

روش‌های مختلفی برای تحلیل روند متغیرهای محیطی ارایه شده است، چون در روش‌های ناپارامتری شرط نرمال بودن توزیع داده‌ها مطرح نیست، از این رو اغلب مطالعات روند با استفاده از روش‌های ناپارامتری صورت گرفته است.

کاربرد آزمون ناپارامتری من – کندال توسط سازمان هواشناسی جهانی برای تجزیه و تحلیل روند سرهای هیدرومتئورولوژی توصیه می‌شود(Mitchell et al, 1966). سرعت باد به ندرت در بین متغیرهای هواشناسی به منظور کشف تغییرات آب و هوایی مورد مطالعه قرار گرفته است و بررسی‌های پراکنده‌ای در این زمینه در دهه‌های اخیر صورت پذیرفته است. Tuller (2004) روند سرعت باد در ۴ ایستگاه غرب کانادا را مورد مطالعه قرار داد. نتایج حاکی از کاهش میانگین سالانه و فصل زمستان سرعت باد بوده است.

Akpinar (2005)، به تحلیل داده‌های سرعت باد در طی دوره پنج ساله (۲۰۰۲– ۱۹۹۸) در شرق ترکیه پرداخت. و Kull (2005) در بررسی تغییرات سرعت باد در دوره زمانی ۲۰۰۴– ۱۹۶۶ در استونی بیان داشت که سرعت باد در فصل زمستان افزایش و در فصل تابستان کاهش یافته است.

رحیم زاده و همکاران (۱۳۸۵)، در بررسی روند تغییرات سالانه سرعت باد در ارتفاع ده متری در چند ایستگاه سینوپتیک ایران وجود تغییر در این سری‌ها را تایید کردند. همچنین نشان دادند که میانگین سرعت باد در ایستگاه‌های تهران و اصفهان کاهشی، در ایستگاه ارومیه افزایشی و در ایستگاه انزلی بدون تغییر بوده است.

خردادی و همکاران (۱۳۸۶)، به بررسی روند تغییرات سالانه پارامترهای هواشناسی از جمله سرعت باد در سه ایستگاه ایران (شیراز، تبریز، مشهد) پرداختند و بیان داشتند که در هر سه ایستگاه پارامترهای هواشناسی روند معنی داری داشته و در شیراز روند سرعت باد کاهشی و در مشهد و تبریز روند خاصی نداشته است.

گندمکار (۱۳۸۸) با بررسی آمار ده ساله وزش باد در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور، به منظور ارزیابی انرژی پتانسیل باد، آن‌ها را از نظر سرعت به چهار گروه تقسیم بندی کرد: گروه اول در بیشتر ایام سال توان بادخیزی بالایی دارند، گروه دوم در برخی زمان‌های سال توان بادخیزی بالایی دارند، گروه سوم در زمان‌های محدودی از سال توان بادخیزی دارند و گروه چهارم توان باد خیزی در خور توجهی ندارند.

رحیم زاده و همکاران (۱۳۸۸) به مطالعه میانگین ماهانه سرعت باد و انرژی آن بر اساس داده‌های ساعتی ۱۱ ایستگاه سینوپتیک استان اصفهان در دوره اقلیمی ۲۰۰۵– ۱۹۹۲ پرداختند. نتایج نشان داد که سرعت باد در طول ماه‌های سرد کمتر است و با شروع فصل بهار (آوریل) سرعت باد افزایش می یابد.

در پژوهش حاضر، با توجه به اهمیت پدیده تغییر اقلیم و ارتباط آن با تغییرات محلی، به بررسی متغیر سرعت باد پرداخته می‌شود، به منظور تحلیل روند سرعت باد در ایستگاه‌های سینوپتیک شمال‌غرب ایران از آزمون ناپارامتری من–

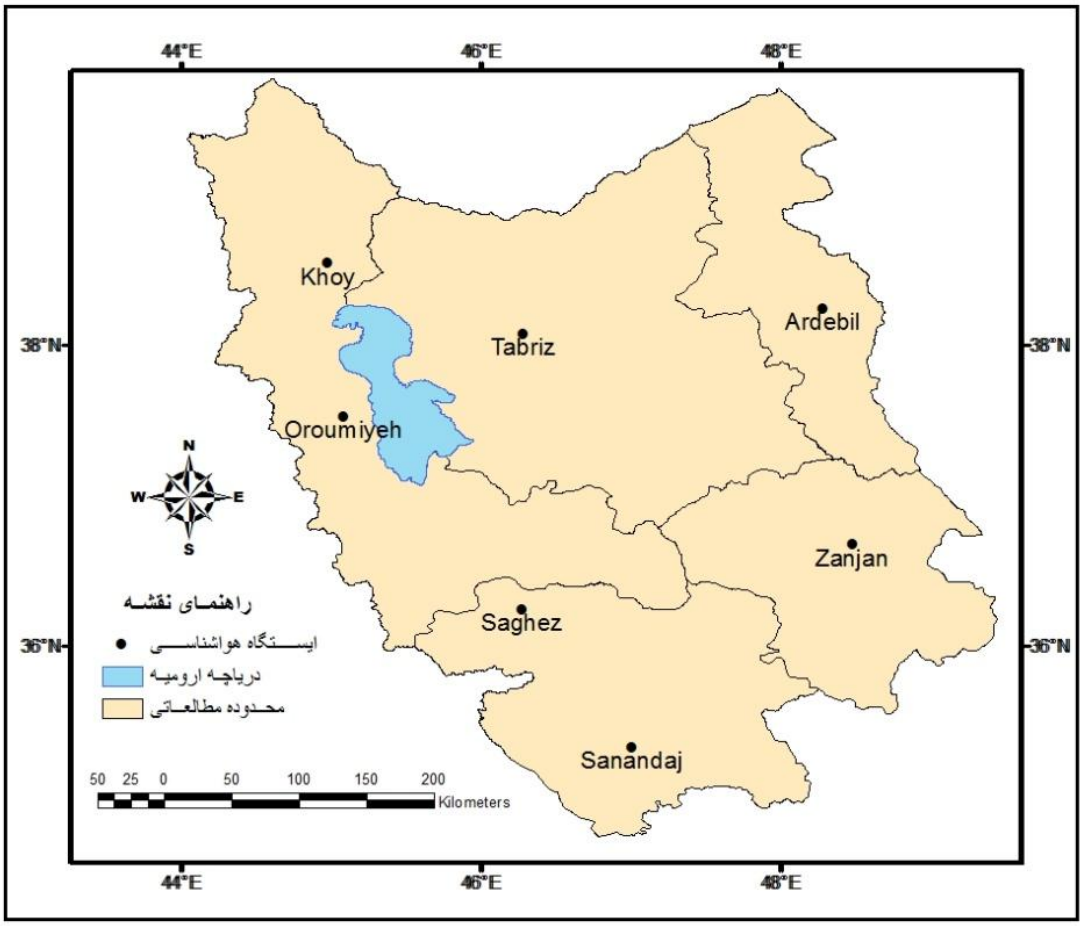
www.SID.ir

Archive of SID

کندال استفاده می‌شود. هدف اصلی این تحقیق بررسی سری‌های زمانی فصلی و سالانه شمال‌غرب و آشکارسازی روند آن‌ها در یک دوره نسبتاً بلند مدت آماری است.

مواد و روش‌ها

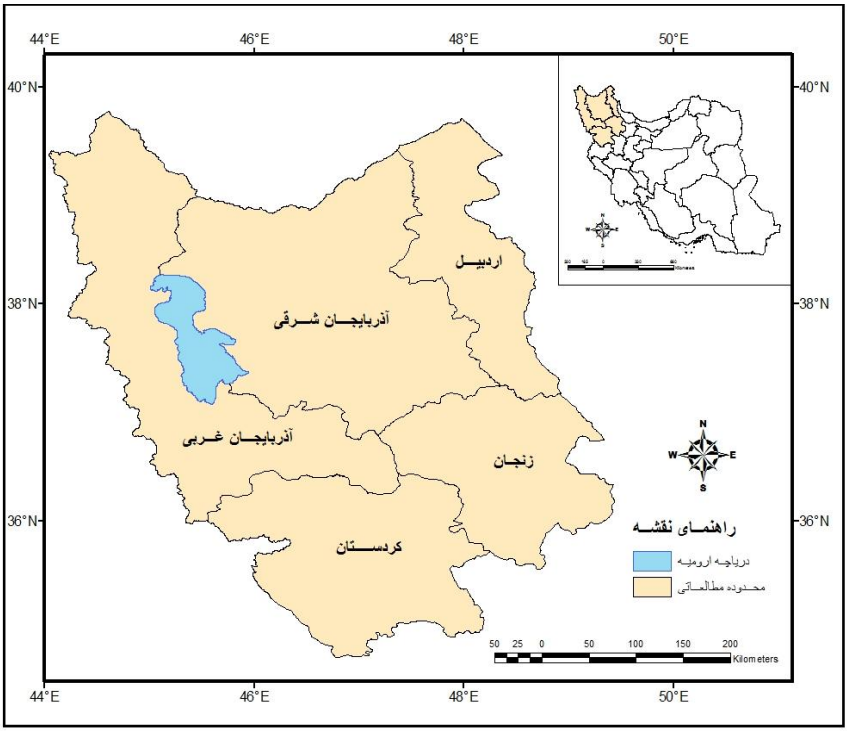
در این مطالعه داده‌های سرعت باد در ارتفاع ده متری از کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک شمال‌غرب کشور جمع آوری شد و از بین آن‌ها ۷ ایستگاه که دارای داده‌های بلند مدت در محدوده سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ بودند، مورد تحلیل قرار گرفت. دلیل انتخاب این ایستگاه‌ها کامل بودن داده‌ها و توزیع مکانی مناسب آن‌ها در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. برای بازسازی نواقص آماری از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها و روش نسبت نرمال استفاده شد و به منظور اطمینان از همگنی داده‌ها آزمون ران تست روی آمار سرعت باد انجام گرفت. برای تک تک ایستگاه‌های مورد مطالعه سری‌های فصلی و سالانه سرعت باد استخراج و در نهایت ۳۵ سری زمانی ایجاد شد. مشخصات و پراکندگی ایستگاه‌ها در جدول ۱ و شکل ۱ و موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ درج شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ : موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱ : مشخصات ایستگاه‌های منتخب در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع	*عرض جغرافیایی*	طول جغرافیایی
۱	اردبیل	۱۳۳۵/۲	۳۸ ۱۳	۴۸ ۱۹
۲	ارومیه	۱۳۲۸	۳۷ ۳۹	۴۵ ۰۳
۳	خوی	۱۱۹۸/۷	۳۸ ۳۳	۴۴ ۵۹
۴	تبریز	۱۳۶۱	۳۶ ۰۵	۴۶ ۱۷
۵	زنجان	۱۶۶۳	۳۶ ۴۱	۴۸ ۲۹
۶	سقز	۱۵۲۲/۸	۳۵ ۱۵	۴۶ ۱۶
۷	سنندج	۱۳۷۳/۴	۳۵ ۲۰	۴۷ ۰۰

روند تغییرات سرعت باد در ایستگاه‌ها با استفاده از آزمون ناپارامتری من ـ کندال مورد بررسی قرار گرفت. از این آزمون برای تعیین وجود روند و معنی داری آن‌ها استفاده می‌شود، علاوه بر آن این روش، اطلاعاتی را در مورد نقطه شروع روند و تغییرات ناگهانی اقلیم می‌دهد(Karaca et al,1995). آزمون من–کندال ابتدا توسط Mann (۱۹۴۵) ارایه و سپس توسط Kendall (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت(Serrano et al 1999). از نقاط قوت این روش می توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است (Turgay et al 2005). فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک دال بر وجود روند در سری داده‌ها است. مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

الف– محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S به شرح زیر:

$$S = \sum_{k-1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sgn(x_j - x_k) \quad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که n تعداد مشاهدات سری، و x_j و x_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت نیز به شرح زیر قابل محاسبه است

$$sgn(x) = \begin{cases} +1 & if \quad (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & if \quad (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & if \quad (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \qquad (۲)$$

ب- به دلیل این که همه ایستگاه‌ها دارای بیش از ۲۰ سال آمار هستند از رابطه زیر برای محاسبه واریانس استاده شده است:

$$Var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18} \qquad (۳)$$

که n تعداد داده‌های مشاهده‌ای و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{var(s)}} & if \quad S > 0 \\ 0 & if \quad S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{var(s)}} & if \quad S < 0 \end{cases} \qquad (۴)$$

در یک آزمون دو دامنه جهت روندیابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد:

$$|Z| \leq Z_{\alpha/2} \qquad (۵)$$

که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_α آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌دار α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، از α/۲ استفاده شده است. در این آزمون سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی خواهد بود(حجام و همکاران، ۱۳۸۷ و Vicente de Paulo 2004 و M. Cannarozzo & et al, 2006 و uraj M. et al, 2009).

یافته‌های تحقیق

الف- ویژگی‌های آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه در شمال‌غرب کشور

بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، ایستگاه اردبیل با سرعت ۷/۴ متر بر ثانیه بیشترین و ایستگاه خوی با سرعت ۲/۲ متر بر ثانیه کمترین میانگین سرعت باد را در دوره آماری ۲۰۰۵ – ۱۹۶۱ داشته‌اند. همچنین ایستگاه اردبیل با ۶ متر بر ثانیه بیشترین و ایستگاه خوی با ۳/۱ متر بر ثانیه کمترین دامنه تغییرات سرعت باد را دارند. ایستگاه زنجان با ۳۸/۹ درصد بیشترین و ایستگاه تبریز با ۱۹/۴ درصد کمترین ضریب تغییرات را داشتند. نتایج مربوط به سایر ایستگاه‌ها در جدول ۲ آمده است.

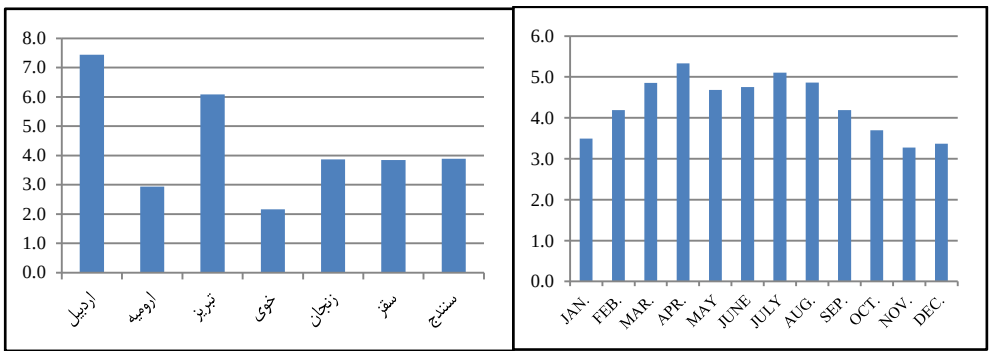
جدول ۲ : ویژگی‌های آماری سالانه سرعت باد در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه طی دوره ۲۰۰۵ – ۱۹۶۱

ایستگاه	میانگین	حداکثر	حداقل	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات
اردبیل	۷/۴	۱۰/۳	۴/۳	۶	۲۰/۸
ارومیه	۲/۹	۵/۱	۱/۷	۳/۴	۳۳/۴
تبریز	۶/۱	۹	۴/۱	۴/۹	۱۹/۴
خوی	۲/۲	۳/۷	۰/۶	۳/۱	۳۷/۹
زنجان	۳/۸	۶/۷	۱/۲	۵/۵	۳۸/۹
سقز	۳/۸	۶/۸	۱/۵	۵/۳	۳۵/۵
سنندج	۳/۹	۵/۷	۲/۱	۳/۶	۲۲/۱

www.SID.ir

Archive of SID

برای ارایه شناخت کلی از میانگین سرعت باد درایستگاه‌ها و در ماه‌های سال در منطقه مورد مطالعه در طول ۴۵ سال اخیر نمودارهای شکل ۳ تهیه شد. بررسی نمودارها نشان می‌دهد که سرعت باد در طول ماه‌های سرد (ژانویه، نوامبر و دسامبر) نسبت به سایر ماه‌ها کمتر است. با شروع فصل بهار(آوریل) سرعت باد در منطقه کم کم افزایش می‌یابد و روند کاهشی از ماه سپتامبر به بعد مجددا شروع می‌شود.



شکل ۳: میانگین ماهانه(سمت چپ) و توزیع مکانی(سمت راست) سرعت باد در شمال‌غرب کشور در طول دوره آماری

ب- تحلیل تست من-کندال بر روی داده‌های سرعت باد سالانه و فصلی

برای کلیه سری‌های زمانی مورد مطالعه، در ابتدا آماره آزمون من-کندال محاسبه شد سپس معنی داری این آماره‌ها در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد آزمون قرار گرفت و نوع روند موجود مشخص گردید که نتایج حاصله در جداول شماره ۳ و ۴ و ۵ درج شده است. همان‌طور که از این جداول بر می‌آید در بین سری داده‌های سالانه، در ۵۷ درصد از ایستگاه‌ها روند معنی دار مشاهده گردید و ۴۳ درصد از ایستگاه‌ها فاقد روند بودند. از بین ایستگاه‌های دارای روند معنی دار ۲۸/۵ درصد و روند افزایشی و ۲۸/۵ درصد دارای روند کاهشی بودند. ایستگاه‌های اردبیل و زنجان روند افزایشی و خوی و ارومیه روند کاهشی داشتند که از این میان ایستگاه زنجان با ۴/۵۹ دارای بالاترین روند افزایشی در سطح ۹۹٪ بود و بقیه ایستگاه‌ها در سطح ۹۵٪ معنی دار بودند. در این سری زمانی ایستگاه‌های تبریز سقز و سنندج فاقد روند بودند.

جدول ۳ : نتایج حاصل از آزمون من-کندال، * وجود روند در سطح ۹۵ درصد - ** وجود روند در سطح ۹۹ درصد

ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
اردبیل	۲/۳۹ *	۱/۱۳	۲/۳۵ *	۱/۹۱	۲/۳۵ *
ارومیه	-۱/۴۱	-۲/۰۲*	-۲/۹۳ **	۰/۹۵	-۲/۴۸ *
تبریز	۰	-۵/۰۱**	۰	-۰/۹۱	۰
خوی	-۲/۶۸ **	-۳/۶۴ **	-۴/۰۲ **	۰/۲۶	-۲/۴۸ *
زنجان	۴/۲۵**	۴/۹۶ **	۴/۹۹ **	۳/۴۸ **	۴/۰۹ **
سقز	۰/۶۸	۰/۵۱	۰/۶۴	۰/۹۹	۰/۶۲
سنندج	-۱/۸۵	-۲/۳۲ *	-۰/۵۵	۰/۱۹	-۰/۶۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ : بررسی نوع تغییرات متغیر سرعت باد در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
اردبیل	افزایشی	بدون روند	افزایشی	افزایشی	افزایشی
ارومیه	کاهشی	کاهشی	کاهشی	بدون روند	کاهشی
تبریز	بدون روند	کاهشی	بدون روند	بدون روند	بدون روند
خوی	کاهشی	کاهشی	کاهشی	بدون روند	کاهشی
زنجان	افزایشی	افزایشی	افزایشی	افزایشی	افزایشی
سقز	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند
سنندج	کاهشی	کاهشی	بدون روند	بدون روند	بدون روند

جدول ۵ : درصد تغییرات سرعت باد در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نوع روند	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
مثبت	٪۲۸/۵	٪۱۴/۳	٪۲۸/۵	٪۲۸/۵	٪۲۸/۵
منفی	٪۴۳	٪۵۷/۲	٪۲۸/۵	–	٪۲۸/۵
فاقد روند	٪۲۸/۵	٪۲۸/۵	٪۴۳	٪۷۱/۵	٪۴۳

در فصل زمستان ۷۱/۵ درصد از کل ایستگاه‌ها فاقد روند و ۲۸/۵ درصد دارای روند افزایشی بودند. در ایستگاه اردبیل روند معنی داری مشاهده نشد و تنها ایستگاه زنجان با۴/۹۶ دارای روند افزایشی معنی داری در سطح ۹۹٪ بود . در این فصل ایستگاه‌های ارومیه، تبریز، خوی، سقز و سنندج فاقد روند بودند.

نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که در فصل بهار ۷۱/۵ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند هستند که ۲۸/۵ درصد دارای روند افزایشی و ۴۳ درصد دارای روند کاهشی می‌باشند. ایستگاه‌های خوی و زنجان به ترتیب با ۲/۶۸- و ۴/۲۵ بیشترین روند معنی دار را در سطح ۹۹٪ و اردبیل با ۲/۳۹ بیشترین روند معنی دار را در سطح ۹۵٪ دارا می‌باشند. در این سری داده‌ها ایستگاه‌های تبریز و سقز فاقد روند هستند.

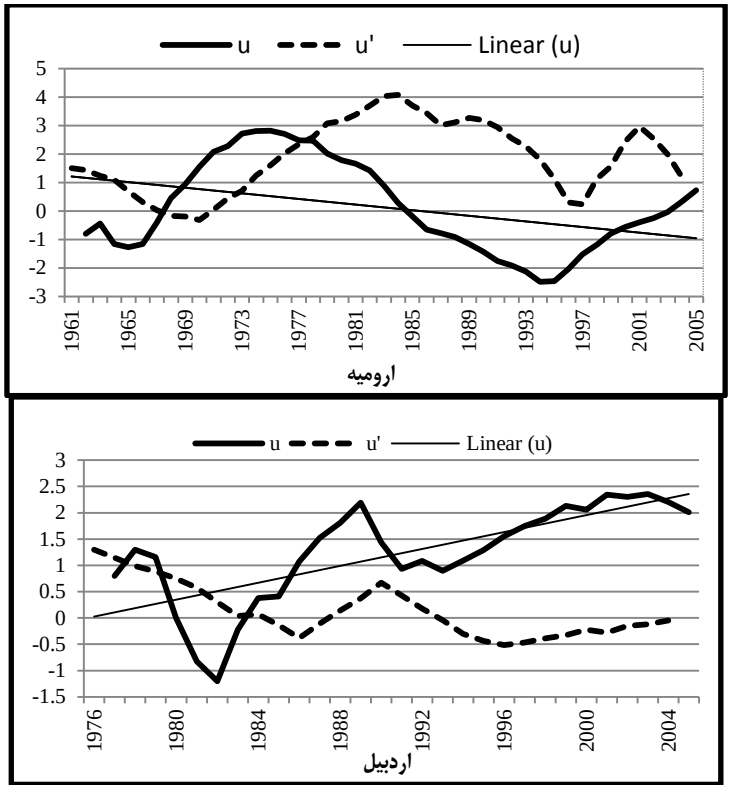
در بین سری داده‌های فصل تابستان نیز ۷۱/۵ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند معنی دار بودند که ۵۷/۲ درصد دارای روند کاهشی و ۱۴/۳ درصد دارای روند افزایشی بودند. در این فصل ایستگاه‌های اردبیل و سقز فاقد روند بودند. ایستگاه زنجان با ۴/۹۶ بیشترین روند افزایشی معنی دار را داشت و ایستگاه‌های تبریز و خوی با ۵/۰۱- و ۳/۶۴- دارای بیشترین روند کاهشی معنی دار در سطح ۹۹٪ و سنندج و ارومیه به ترتیب با ۲/۳۲- و ۲/۰۲- دارای روند کاهشی معنی دار در سطح ۹۵٪ بودند.

تحلیل داده‌های فصل پاییز ، حاکی از وجود روند معنی دار در ۵۷ درصد ایستگاه‌ها می‌باشد و ۴۳ درصد از ایستگاه‌ها فاقد روند هستند که شامل ایستگاه‌های تبریز، سقز و سنندج می‌باشد . ایستگاه‌های زنجان، خوی و ارومیه به ترتیب با ۴/۹۹ ، ۴/۰۲- و ۲/۹۳- دارای روند معنی دار در سطح ۹۹٪ هستند و ایستگاه اردبیل نیز با ۲/۳۵ دارای روند افزایشی معنی دار در سطح ۹۵٪ می‌باشد.

در زیر نمودارهای مربوط به سری سالانه سرعت باد در ایستگاه ارومیه با روند کاهشی و ایستگاه اردبیل با روند افزایشی برای نمونه آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: نمودار گرافیکی سرعت باد سالانه با استفاده از آماره من ـ کندال در ایستگاه‌های ارومیه و اردبیل

همان‌طور که این نمودارها نشان می‌دهند در ایستگاه ارومیه مقدار u سیر نزولی داشته است و این نشان می‌دهد که سرعت باد نسبت به گذشته در این ایستگاه کاهش یافته است. علاوه بر آن محل تلاقی خطوط u و u' چون در داخل محدوده بحرانی قرار گرفته است تغییر ناگهانی و نقطه شروع تغییرات در میزان سرعت باد را نشان می‌دهد که از حدود سال ۱۹۷۸ سیر نزولی به خود گرفته است. در ایستگاه اردبیل مقدار u سیر صعودی به خود گرفته است و میزان سرعت باد از سال ۱۹۸۴ دارای روند افزایشی و به صورت ناگهانی بوده است

بررسی توزیع مکانی روند در ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که ایستگاه زنجان در تمامی سری‌های زمانی دارای روند افزایشی معنی داری می‌باشد و در ایستگاه سقز هیچ روندی مشاهده نمی‌شود. ایستگاه‌های ارومیه و خوی دارای روند کاهشی در تمام سری‌ها به جز فصل زمستان می‌باشند و در ایستگاه اردبیل به جز فصل تابستان، در تمامی سری‌های زمانی روند افزایشی مشاهده می‌گردد. ایستگاه تبریز در تمام سری‌های زمانی به جز فصل تابستان فاقد روند می‌باشد و در ایستگاه سنندج فصل بهار و تابستان دارای روند کاهشی و سایر سری‌ها فاقد روند می‌باشد.

نتیجه گیری

در این مطالعه روند متغیر سرعت باد با استفاده از آزمون ناپارامتری من- کندال در ۷ ایستگاه سینوپتیک شمال‌غرب کشور بررسی شد. نتایج تحلیل روند نشان می‌دهد که :

- در سری سالانه، بهار، پاییز و زمستان ۲۸/۵ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه و در فصل تابستان ۱۴/۳ درصد از ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی می‌باشند.
- درفصل تابستان ۵۷/۳ درصد، درفصل بهار ۴۳ درصد و در پاییز و سالانه ۲۸/۵ درصد از ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی بودند. در فصل زمستان روند کاهشی مشاهده نگردید.

www.SID.ir

Archive of SID

- در فصل زمستان ۷۱/۵ درصد، در پاییز و سالانه ۴۳ درصد و در فصل بهار و تابستان ۲۸/۵ درصد از ایستگاه‌ها فاقد روند هستند.
- نتایج بررسی مکانی روند نیز نشان می‌دهد که نوع و میزان روند در شمال‌غرب کشور از نظم خاصی پیروی نمی‌کند.

با توجه به نحوه پراکندگی ایستگاه‌های دارای روند در منطقه مورد مطالعه، می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که روندهای حادث شده در منطقه تابع نظم خاصی نیست. همچنین از آنجایی که تعداد سری‌های دارای روند معنی دار کمتر از سری‌های فاقد روند می‌باشد نمی‌توان روند خاصی را بر سرعت باد در منطقه مورد مطالعه نسبت داد. شایان ذکر است نتایج حاصل از این بررسی مربوط به دوره آماری ۱۹۶۱تا ۲۰۰۵ بوده و با اضافه شدن آمارهای سال‌های آتی، نتایج حاصله را می‌توان بهنگام سازی و تعدیل کرد.

منابع

۱- حجام، سهراب؛ خوشخو، یونس شمس الدین وندی، رضا (۱۳۸۷): تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی وسالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۴: ۱۶۸-۱۵۷.

۲- خردادی، م. س، اسلامیان و ج، عابدی کوپایی (۱۳۸۶): بررسی روند پارامترهای هواشناسی در چند منطقه از ایران. کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب.

۳- رحیم زاده، فاطمه؛ پدرام، مژده؛ صداقت کردار؛ عبدا... ؛ کمالی، غلامعلی (۱۳۸۸): برآورد انرژی باد در ایستگاه‌های همدیدی استان اصفهان. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۳۵(۳) :۱۷۲-۱۵۵ .

۴- رحیم زاده، ف. ن. محمدیان و ج. اکبری نژاد (۱۳۸۵): بررسی تغییرات سرعت باد در ارتفاع ده متری از سطح زمین در تعدادی از شهرهای بزرگ کشور در دوره اقلیمی ۲۰۰۵ – ۱۹۵۱. مجله نیوار، ۶۳-۶۲ : ۲۱-۷ .

۵- قهرمان، نوذر؛ قره خانی، ابوذر (۱۳۸۹): بررسی روند تغییرات زمانی سرعت باد در گستره اقلیمی ایران. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱ (۴): ۴۳-۳۱.

۶- گندمکار، امیر (۱۳۸۸): ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۳۶ (۴): ۱۰۰ – ۸۵ .

7- Akpinar, E. k. and Akpinar, s. (2005): Energy Conversion and Management. 46, (4), 515-532.

8- Cannarozzo, M., Noto, L. V., Viola, F. (2006): Spatial Distribution of Rainfall Trends in Sicily, J. of Physics and Chemistry of The Earth, No. 31, 1201-1211.

9- Juraj M., Cunderlik, Taha B. M. J. Ouarada. (2009): Trends in The Timing and Magnitude of Floods in Canada. J. of Hydrology, No. 375, 471-480.

10- Karaca, M., Tayan¸ c M., Toros, H. (1995): The Effects of Urbanization on Climate of Istanbul and Ankara a First Study. Atmospheric Environment Part B - Urban Atmosphere 29 (23): 3411–3421.

www.SID.ir

Archive of SID

11- Kull, A. (2005): Relationship Between Inter-Annual Variation of Wind Direction and Wind Speed. Publications Institute Geographic University Tartuensis, 97: 62–70.
12- Mitchell, J. M., et al. (1966): "Climatic Change", WMO Issue, Vol. 79, Pp. 27, 63, 64, 65, 66, 67.
13- Serrano, A., Mateos, V. L., and Garcia, J.A., (1999): Trend Analysis of Monthly Precipitation Over The Iberian Peninsula for The Period 1921-1995. Phys. Chem. EARTH (B), Vol. 24, NO. 1-2:85-90.
14- Tuller, S. E. (2004): Measured Wind Speed Trends on The West Coast of Canada. Int. J. Climatol. 24: 1359–1374. DOI: 10.1002/Joc.1073.
15- Turgay, P. and Ercan K. (2005): Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. Hydrological Processes Published Online in Wiley Inter Science (www.Interscience.wiley.com).
16- Vicente de Paulo. (2004): On Climate Variability in Northeast of Brazil, J. of Arid Environment, No.58, 575-596.

www.SID.ir