

# بررسی روند تغییرات سرعت باد در ایستگاه همدید رشت

محمد رضا افشاری آزاد- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت  
فائزه شعبان زاده\* - کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

پذیرش نهایی: ۸۹/۶/۲۵

دریافت مقاله: ۸۹/۳/۲۴

## چکیده

یکی از عناصر اصلی در اقلیم هر منطقه، عنصر باد است، که در برنامه‌ریزی‌های شهری و روستایی، مکانیابی صنعتی، معماری، کشاورزی، صنایع، اقلیم منطقه و ... نقش تعیین کننده دارد. با توجه به تغییرات آن در منطقه رشت، بررسی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق، روند تغییرات سرعت باد در ایستگاه همدیدی رشت طی دوره آماری ۳۳ ساله (۲۰۰۹-۱۹۷۷) مورد بررسی قرار گرفته است.

داده‌ها به صورت ماهانه و سالانه از اداره کل هواشناسی گیلان اخذ و توسط نرم افزار Excel استخراج گردید. بوسیله روش من-کندال تحلیل‌هایی بر روی میانگین سرعت باد صورت گرفت، تا روند تغییرات سرعت باد مشاهده گردد. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که میانگین سالانه سرعت باد در ایستگاه رشت بیانگر وجود تغییر در این سری‌ها می‌باشد که نتیجه حاصله وجود روند معنی دار کاهشی را نشان می‌دهد. همچنین در ماه‌های مختلف سال، زمان و نوع تغییرات ناگهانی، افزایشی و کاهشی دیده می‌شود.

واژگان کلیدی: روش من-کندال، ایستگاه همدیدی رشت، روند، تغییرات ناگهانی.

## ۱. مقدمه

یکی از عوامل ایجاد خسارت در بخش‌های کشاورزی، عمرانی، صنعتی و... عنصر باد می‌باشد که باعث شده مطالعه بر روی عنصر باد گسترش یابد. بررسی تغییرات باد در مقیاس‌های کوچک و بزرگ اثرات زیادی روی منطقه خواهد داشت. لذا شناخت این پدیده جوئی به برنامه‌ریزی‌ها و همچنین ارائه راهکارهای مناسب جهت مقابله با کاهش خسارات ناشی از آن کمک شایانی خواهد نمود. اثرات منفی باد ضرورت انجام تحقیق را فراهم ساخت. افراد زیادی در خصوص باد تحقیق و پژوهش انجام داده‌اند منجمله، زمانیان (۱۳۷۷) در پروژه باد در سواحل ایران، بر روی باد در منطقه بندرعباس مطالعه نموده که نتایج آن به صورت گلباد ارائه داده است. بیدختی و مرادی (۱۳۸۴) نسیم دریای منطقه بوشهر را از طریق مشاهداتی بررسی کردند در این مطالعه با استفاده از داده‌های ایستگاه بوشهر در برخی از ماه‌های سپتامبر، اکتبر، نوامبر و دسامبر سال ۲۰۰۲ و بکارگیری برخی مدل‌های تحلیلی، ویژگی‌های نسیم دریا- خشکی بوشهر مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات انجام گرفته بیانگر آنست که در ماه سپتامبر، نوامبر و دسامبر، ۷۰ درصد در ماه اکتبر، ۶۵ درصد داده‌های موجود معرف نسیم دریا- خشکی می‌باشند.

اکبری‌نژاد (۱۳۸۵) بر روی بررسی تغییرات باد در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین در تعدادی از شهرهای بزرگ کشور در دوره اقلیمی (۲۰۰۰-۱۹۵۱) تحقیق کرده و از چندین روش در جهت بررسی روش همگنی از آزمون انحرافات تجمعی بهره گرفته است. جعفری (۱۳۸۷) نوسان‌های وقوع باد و روزهای طوفانی طی نیم قرن گذشته در منطقه خزری بررسی کرده است. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روند وقوع تعداد روزهای همراه با تندر در منطقه خزر تغییر کرده و در طول سال‌های مورد مطالعه (۱۹۵۰ تا ۱۹۷۵) نرخ افزایشی داشته است. عزتیان (۱۳۸۷) مطالعاتی در خصوص برآورد انرژی بالقوه باد در پهنه‌های اقلیمی مختلف ایران جهت طراحی و بکارگیری منابع انرژی پاک انجام داده و به این نتیجه رسیده است که فراوانی وقوع بادهایی که دامنه سرعت آنها بین ۵ تا ۱۵ متر بر ثانیه می‌باشد در حد مناسبی هست و استفاده از توربین‌های کوچک با سرعت آستانه پایین در برخی نقاط ایران میسر می‌باشد و در اغلب شهرهای ایران به ویژه در مرکز و شرق ساعات باد آرام بالای ۵۰ درصد و ساعات آفتابی زیادی نیز دارد استفاده از دستگاه‌های مبدل انرژی خورشیدی مناسب‌تر است.

## ۲. داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های هواشناسی، جهت بررسی روند تغییرات سرعت باد ایستگاه سینوپتیک رشت به صورت (ماهانه، سالانه) در عرض جغرافیایی ۱۹° ۳۷' و طول جغرافیایی ۳۷° ۴۹' در دوره آماری ۳۳ ساله (۱۹۷۷-۲۰۰۹) مطالعاتی صورت گرفت.

### ۲-۱. داده‌ها

نظر به اهمیت موضوع تحقیق، داده‌های مورد استفاده شامل، میانگین سرعت باد در ایستگاه همدیدی رشت است که داده‌ها به صورت ماهانه و سالانه در دوره آماری ۳۳ ساله (۱۹۷۷-۲۰۰۹) از اداره آمار هواشناسی استان گیلان استخراج گردیده است. این داده‌ها در محیط نرم افزار Excel تنظیم و جهت تحلیل مورد استفاده قرار گرفت.

### ۲-۲. روش‌ها

بررسی تغییرات باد در ایستگاه همدیدی رشت با توجه به اینکه در محدوده اقلیمی معتدل و مرطوب واقع شده است از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق از آزمون آماری گرافیکی من-کندال جهت تحلیل ناپارامتریک بودن سری‌ها استفاده شده و روند تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفته است و برای ناپارامتریک بودن سری‌ها از فرمول ذیل استفاده گردید:

الف: داده‌ها را به ترتیب صعودی ردیف نموده  $n = ۳۳$  نمایانگر ۳۳ سال آمار می‌باشد.

ب: سپس رتبه بندی کرده در صورت عدم وجود روند، تصادفی بودن داده‌ها مشخص می‌گردد که برای تصادفی بودن روند داده‌ها از فرمول زیر استفاده می‌گردد (میشل و همکاران، ۱۹۶۶).

$$T = \frac{4P}{n(n-1)}$$

T: آماره کندال

P: مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف I که بعد از آن قرار می‌گیرد. از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P = \sum_{i=1}^n 1$$

$n$  : تعداد کل سال‌های آماری مورد استفاده یا  $\sum T$  ها است برای سنجش معنی دار بودن داده‌ها از فرمول زیر محاسبه می‌گردد :

$$\sqrt{\frac{4N+1}{9N(N-1)}} (T)_{\pm} = \pm t$$

Tg- سطح احتمال معنی دار بودن آزمون که برابر با ۱.۹۶ است.  
Tg- برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد (Z) با سطح احتمال آزمون که بر اساس احتمال ۹۵ درصد برابر با ۱.۹۶ می‌باشد. در صورت اعمال این مقدار،  $(T)_{\pm}$  برابر با  $\pm 0.21$  می‌شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده اگر  $(T)_{\pm} > T$  یعنی  $T - 0.21 > T$  باشد هیچ گونه روند مهمی در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری‌ها تصادفی هستند و اگر  $(T)_{\pm} < T$ ، یعنی  $T < -0.21$  گردد روند منفی در سری‌ها و اگر  $(T)_{\pm} > T$ ،  $T + 0.21 > T$  باشد روند مثبت در سری‌ها غالب خواهد شد (روشنی، ۱۳۸۲). برای تعیین وجود یا عدم وجود روند و تعیین نوع تغییرات و زمان آن از آزمون گرافیکی من-کندال استفاده می‌گردد. ابتدا داده‌های آماری به ترتیب سال وارد کرده ستون دوم شماره ردیف جا می‌گیرد، ستون سوم مقادیر پارامتر مورد نظر و ستون چهارم مقادیر ستون سوم به ترتیب صعودی مرتب می‌شود برای تکمیل جدول مورد نظر ضریب  $t$  آزمون کندال را محاسبه می‌گردد که از رابطه زیر بدست می‌آید (sueyers, 1990).

تابع توزیع آن در شرایطی که فرض صفر حاکم باشد از لحاظ مجانبی با میانگین واریانس برابر است. مقدار  $E_{(t)}$  را از فرمول زیر بدست می‌آید (روشنی، ۱۳۸۲).

$$E_{(t)} = \frac{n(n-1)}{4}$$

واریانس آن برابر است با :

$$Var_{(t)} = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

در این آزمون وجود روند در شکل دو طرفه آن صحیح بوده و از این فرض صفر برای مقادیر بالای  $|u(t_i)|$  رد می گردد (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷).

$U_{t_i}$  : زمانی معنی دار است که افزایش و کاهش روند را نشان دهد و وابسته به آن است که  $U_{t_i} > 0$  یا  $U_{t_i} < 0$  باشد. فرمول  $U_{t_i}$  از رابطه زیر بدست می آید.

$$U_{(t_i)} = \frac{t_i - E_{t_i}}{\sqrt{var(t_i)}}$$

مقادیر  $U$  برای سری برگشتی بوسیله معادله زیر بدست می آید. که در واقع معادل عکس می باشد.

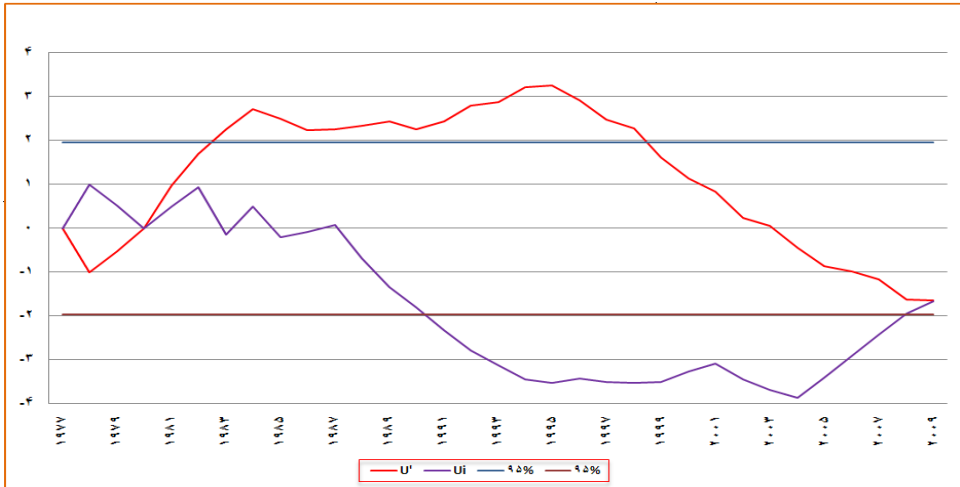
$$U'_i = -U_{(t'_i)}$$

زمانی که مقادیر  $U$  و  $U'$  از منحنی‌ها چندین بار روی همدیگر قرار بگیرند روند یا تغییری وجود نخواهد داشت.

وقتی که منحنی‌ها همدیگر را قطع نمایند منحنی‌ها، محل شروع روند یا تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می‌گذارند. اگر این منحنی‌ها در داخل محدوده بحرانی یعنی  $(\pm 1.96)$  همدیگر را قطع نمایند نمایانگر شروع تغییر ناگهانی است. در صورتی که خارج از این محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند نشانه وجود روند در سری‌های زمانی است (Sueyers, 1990). در این تحقیق وجود هر گونه روند (Trend) با حرف T، تغییر ناگهانی (Change abrupt) با حرف C، افزایش (Increase) با حرف، کاهش (Decrease) را با حرف D مشخص می‌گردد.

### ۳. یافته‌های تحقیق

در این تحقیق از آزمون آماری گرافیکی من-کندال استفاده شده است که برای تعیین روند ناپارامتریکی سری‌های زمانی بکار می‌رود. بررسی میانگین سرعت باد سالانه به روش من-کندال، تغییر ناگهانی کاهشی را در سال ۱۹۸۰ نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمودار میانگین سرعت باد سالانه به روش من-کندال در ایستگاه هواشناسی رشت

### تحلیل تست من-کندال بر روی داده‌های ماهیانه میانگین سرعت باد در ایستگاه مورد مطالعه :

نتایج به دست آمده از آزمون آماره (T) و آماره بحرانی (T)t من - کندال بر روی داده‌های ماهیانه میانگین سرعت باد در جدول (۲) نشان می‌دهد که تغییرات در اکثر ماههای سال روند منفی را طی می‌کنند. جزء ماههای فوریه و مارس که روند مثبت دارند و سه ماه از سال که فاقد روند هستند.

جدول ۲. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T)t در ایستگاه مورد مطالعه

ایستگاه	Annual	Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	July	June	May	April	March	Feb	jan	رشت
	-0.30	-0.42	-0.05	-0.50	-0.10	-0.98	-0.35	-0.53	-0.41	-0.25	0.32	0.73	0.09	

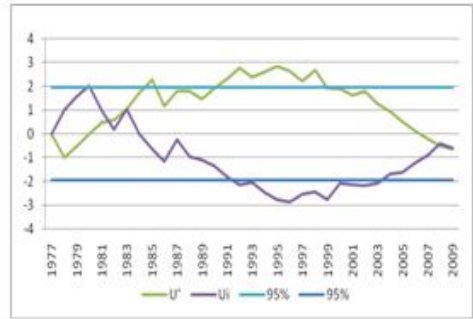
با توجه به جدول (۳) نشان می‌دهد که بیشتر تغییرات از نوع تغییرات ناگهانی است و تغییرات ناگهانی در اکثر ماهها به صورت کاهشی است و روند موجود در فوریه ۱۹۸۴ از نوع افزایشی است.

جدول ۳. بررسی نوع (حروف) و زمان (اعداد) میانگین سرعت باد سالانه به روش من-کندال

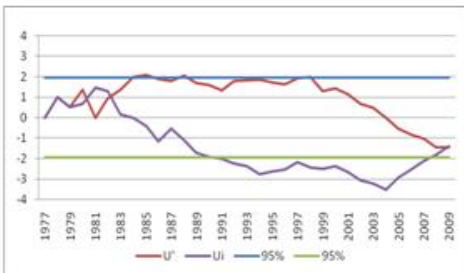
ایستگاه	رشت
Annual	CD 1980
Dec	CD 1978
Nov	عدم روند
Oct	CD 1980
Sep	عدم روند
Aug	CD 1980
July	CD 1980
June	CD 1980
May	CD 1980
April	CD 1980
March	CI 1981- CI 1982
Feb	CI 1982-CD 2004-TI 1984
Jan	عدم روند



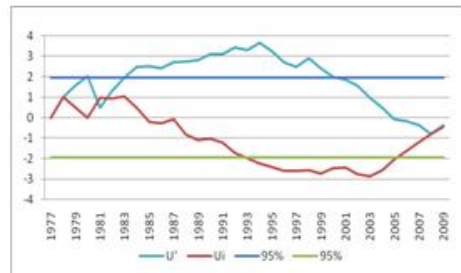
شکل ۳. میانگین سرعت باد در ماه فوریه



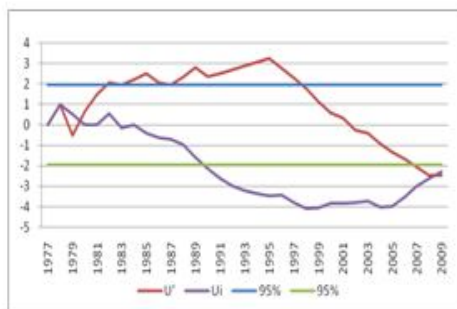
شکل ۲. میانگین سرعت باد در ماه ژانویه



شکل ۵. میانگین سرعت باد در ماه آوریل



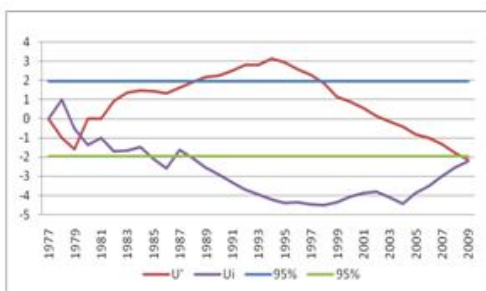
شکل ۴. میانگین سرعت باد در ماه مارس



شکل ۷. میانگین سرعت باد در ماه ژوئن



شکل ۶. میانگین سرعت باد در ماه می



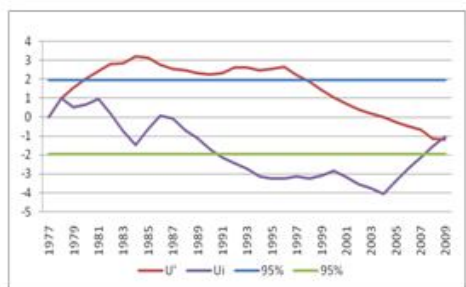
شکل ۹. میانگین سرعت باد در ماه آگوست



شکل ۸. میانگین سرعت باد در ماه ژولای

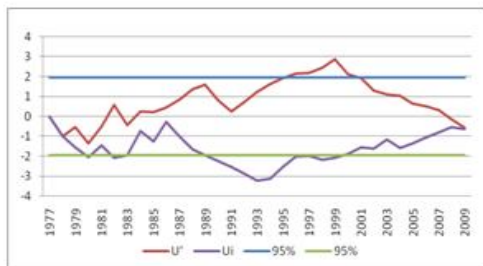


شکل ۱۱. میانگین سرعت باد در ماه اکتبر

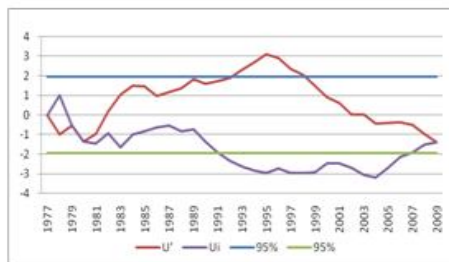


شکل ۱۰. میانگین سرعت باد در ماه سپتامبر





شکل ۱۳. میانگین سرعت باد در ماه دسامبر



شکل ۱۴. میانگین سرعت باد در ماه نوامبر

اشکال (۱۳-۲) میانگین سرعت باد ماهانه را نشان می‌دهد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

براساس بررسی و مطالعاتی که در طول دوره آماری ۳۳ ساله (۱۹۷۷-۲۰۰۹) بر روی روند تغییرات سرعت باد در ایستگاه همدیدی رشت صورت گرفت، تغییراتی داشته که این تغییرات از نوع تغییرات ناگهانی است که می‌تواند کمک قابل توجهی به برنامه‌ریزان عمرانی، کشاورزی، صنعتی و... نماید. بنابراین از بررسی‌های فوق نتایج زیر جمع‌بندی گردیده است:

- ۱- بررسی میانگین سرعت باد به صورت سالیانه در ایستگاه همدیدی رشت روند منفی را در سال ۱۹۸۰ طی می‌کند.
- ۲- بررسی سرعت میانگین باد به صورت فصلی مبین آنست که ماههای ژانویه، سپتامبر، نوامبر فاقد روند هستند.
- ۳- در ماه فوریه و مارس دارای روند افزایشی هستند.
- ۴- در مابقی ماههای سال روند تغییرات سرعت باد از نوع تغییرات ناگهانی کاهشی است که این تغییرات کاهشی غالب، در اکثر ماههای سال، در سال ۱۹۸۰ رخ داده است.
- ۵- تغییرات ناگهانی کاهشی باد، در ایستگاه همدیدی رشت می‌تواند به عواملی همچون گسترش شهری، وجود آپارتمان سازی‌ها و افزایش جمعیت وابسته باشد.
- ۶- نتیجه روند تغییرات باد در طی دوره ۳۳ ساله اثرات مثبت و منفی زیادی را به همراه داشته است که می‌تواند روی آب و هوای منطقه تأثیرگذار باشد.

## ۶. منابع

۱. اکبری نژاد، ج(۱۳۸۵)، بررسی تغییرات سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین، سازمان هواشناسی کشور.
۲. بهبودیان، ج(۱۳۸۷)، آمار نابارامتری، انتشارات دانشگاه شیراز.
۳. بیدختی، ع(۱۳۸۳)، مطالعه‌ای مشاهداتی روی نسیم دریا در منطقه بوشهر، نیوار، شماره ۵۷-۵۶، بهار و تابستان ۱۳۸۴.
۴. جعفری، م(۱۳۸۷)، نوسان‌های وقوع باد و روزهای طوفانی طی نیم قرن گذشته در منطقه خزری، فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۶، شماره ۱.
۵. خدابخش، ح(۱۳۸۸)، هواشناسی عمومی، مرکز پخش انتشارات رجاء تهران.
۶. روشنی، م(۱۳۸۲)، بررسی تغییرات اقلیمی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۷. زمانیان، م(۱۳۷۷)، پروژه باد در سواحل ایران، معاونت پژوهشی و آموزشی سازمان هواشناسی کشور.
۸. عزتیان، و(۱۳۸۷)، برآورد انرژی بالقوه باد در پهنه‌های اقلیمی مختلف ایران جهت طراحی و بکارگیری منابع انرژی پاک، اداره کل هواشناسی اصفهان.
۹. عزیزی، ق(۱۳۸۶)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴.
۱۰. علیجانی، ب(۱۳۸۵)، آب و هوای ایران، دانشگاه پیام نور.
۱۱. علیزاده، ا(۱۳۸۶)، اصول هیدرولوژی کاربردی، مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ بیست و سوم.
۱۲. عزیزی، ق و روشنی، م(۱۳۸۷)، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر به روش من-کندال، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴.
۱۳. فیضی، و(۱۳۸۶)، مطالعه تغییر اقلیم در استان سیستان و بلوچستان به روش من-کندال، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، فروردین ۱۳۸۹.
۱۴. قائمی، ه(۱۳۸۲)، هواشناسی عمومی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی و دانشگاهها (سمت)، تهران.
۱۵. کمالی، غ(۱۳۸۸)، هواشناسی کاربردی، پژوهشکده هواشناسی و رجاء تهران.
۱۶. مرکز آمار و اطلاعات و اطلاع رسانی اداره کل هواشناسی گیلان.
۱۷. منصورفر، ک(۱۳۷۶)، روش‌های آماری، انتشارات دانشگاه تهران.

18. Change W.L.1997:Tropical Coastal Winds Marine Meteorology and Related Oceanographic Activities Report NO.37,WMO/TD-NO.840,1-39.

19. Holton ,J.R.; An Introduction to Dynamic Meteorology ;New York ,1986

20.Kendall,M.G.1975Rank correlation methods, 4th ed, Charles Griffin,London

21.Sueyers.R,1990,On the Statistical Analysis of series of observation,WMO,no 415, PP2-15

- 22.WMO ,1981,Guide to agricultural meteorological practices, WMO-NO,134 ,Geneva
- 23.Mitchell.J.M,Chairrman.J.r,Dzerdzeevskii.B,Flohn.H,  
Hofmeyr.W.L,Lamb. H. H, Rao.K.N,wallen.C.C,1966,Climatic Change  
,Technical note,wmo,no79.