مدل بند ارش ا استفاده از ن ر ه فر ندها نق ه‌ا

باقر ذهب ون[1] ر ا پور اهر [2]

[1] دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت
[2] گروه مار دانشگاه علامه ا ا

چک ده در سالهای اخ ر فعال تهای تحق قاتی مرتب ا مدل ندی ارش ر ن ر ه فر ندهای نق ه‌ای متمرکز وده است در مدل ندی کلاس ک داده‌های ارش سالانه ماهانه و روزانه از روشهای اکس جنک نز و زنج ر مارکف استفاده می‌گرد د اما ا ن روشها رای گامهای زمانی کوچکتر مانند روزانه و کمتر از ن ساعتی که اغل در م العات رگبارهامورد ن از است نتا ج مناسبی نمی‌دهد ررس های علمی نشان می‌دهد که رای ا ن نو گامها مدلهای ن من اسکات نتا ج م لو تری دست می‌دهند در ا ن مقاله کی از انوا ا ن فر ندها ه نام فر ند نق ه‌ای خوشه‌ای ن من اسکات ا پالس‌های مست لی ه من ور مدل ندی ارش در گامهای زمانی کوچک معرفی می‌گردد سپس مدل مز ور ه داده‌های ارش در حوزه ر ز کس ا ان رازش داده می‌شود در انتها ا استفاده از مدل رازش داده شده توانا ی مدل در کار ردهای عملی تول د داده سنج ده می‌گردد

واژه‌ها کل د مدل ندی ارش فر ند نق ه‌ای فر ند ن من اسکات ا پالس‌های مست لی

مقدمه

در مقا سه ا داده‌های اقل می از ق ل تبخ ر و دما ارش دارای پراکندگی ف ا ی و زمانی شتری می ا شد و ه هم ن دل ل غالبا ه صورت فر ندهای تصادفی مورد م العه قرار می‌گ رد عل رغم تلاشها ی که در جهت مدلبندی ارش ه صورت تع نی[1] انجام گرفته است و ژگ های متعدد و ع ا ناشناخته جوی موثر در تول د ارش که در حل مسا ل ه درولوژی ن ز مورد استفاده قرار می‌گ رند موج شده است که مدلهای تصادفی ه عنوان ک ا زار ارزشمند در تحل ل سری زمانی ارش ه کارگرفته شوند علاوه ر ا ن ا استفاده از مدلهای تصادفی می‌توان ه ا م نان قا ل قبول و دراز مدتی در رورد س ستم‌های منا دست افت در منا ق معتدل جهان مقاد ر سری زمانی ارش ماهانه دارای مقاد ر صفر نمی ا شد و می‌توان ا استفاده از ک ره افت سنتی رای مثال مدل ARMA نها را مدل ندی نمود [6] اما در گامهای زمانی کمتر مثل روزانه سر های زمانی معمولا دارای مقاد ر صفر وده وجود دوره‌های خشک و ه ره افتهای د گری رای مدل‌سازی

1) Deterministically

Archive of SID
www.SID.ir

دوره‌های خشک و تر
توز مقادر ارش دوره‌های تر

ن از است در مدل‌سازی ارش روزانه و حتی ا گامهای زمانی کمتر می‌توان ه [8] و [9] مراجعه نمود در ا ن مورد ه ورکلی مدل‌سازی ارش ا استفاده از دو نو ز ر انجام گرفته است

الف مدلهای سری زمانی منفصل

در موارد که سری زمانی دارای گام زمانی منفصل روز ا ساعت است از ا ن نو مدلها استفاده می‌شود در ا ن موارد مدل‌سازی در دو مرحله انجام می‌گ رد در مرحله اول ک مدل زنج ر مارکف رای رازش رشته‌های دوره‌های خشک و تر ه کار گرفته شده و در مرحله دوم از توز عهای احتمالی رای تع ن مقدار ارش روزهای تر استفاده می‌گردد در ا ن ش وه مدلهای زنج ر مارکف [14] مدلهای تجد د شده مارکف [7] و مدل رنولی مارکف جهت مدل‌سازی کار رد دارند

 مدلهای فر ند نق ه‌ای

ا ن مدلها رای ر شامدهای ارش که غ رمستق م دوره‌های تر و خشک را مشخص می‌کند از ک مدل زمان ر وسته هره جسته و ن ز مقاد ر تصادفی ارش را در را ه ا دوره‌های تر تع ن می‌نما ند از جمله مدلهای فر ند نق ه‌ای که در مدل ندی ارش مورد استفاده قرار می‌گ رند می‌توان ه موارد ز ر اشاره کرد [12]

فر ند پواسن نوفه سف د[2]
فر ند پواسن ا پالس‌های مست لی[3]
فر ند ن من اسکات نوفه سف د[4]

مدلهای د گری که در ا ن زم نه می‌توان نام رد عبارتند از

فر ند ارتلت لو س ا پالس‌های مست لی[5] [12]
فر ند ن من اسکات ا پالس‌های مست لی[6] [3] [4] و [12]

م العات انجام شده نشان می‌دهد مدلهای ن من اسکات چه ا نوفه سف د و ا ا پالس‌های مست لی اگر هتر از د گر مدلهای ارش نباشند حداقل ه خو ی نها هستند

ما در ا ن م العه ه دلا ل ز ر از مدل ن من اسکات ا پالس‌های مست لی که جهت اختصار نرا NSRP می‌نام م استفاده می‌کن م

ا ن مدل دارای ساختار ف ز کی واقعی است و ا ن اعث تفس ر ساده‌تر پارامترهای مدل می‌گردد

ا ن مدل منجر ه حف   ماره‌های تار خی ارش اندازه‌گ ری شده در س وح مختلف تجمعی ساعتی ه الا می‌گردد

2) Poisson white noise process 3) Poisson rectangular pulses process 4) Neyman-Scott white noise process 5) Bartlet-Lewis rectangular pulses process 6) Neyman-Scott rectangular pulses process

Archive of SID

www.SID.ir

هنگام استفاده از ا ن مدل ن از به رورد فق پنج پارامتر است و ا ن به نوبه خود منجر به ساده‌تر شدن محاسبات مر و به رورد پارامترها می‌گردد

فر ند ن من اسکات ا پالس‌ها مست ل

۱ مقدمه

کی از فر ندهای نق ه‌ای مهم فر ند ن من اسکات می ‌اشد ا ن فر ند وس له ن من و اسکات [11] معرفی گرد د در ا ن فر ند ک مجموعه از پ شامدهای والد وس له ک فر ند پواسن همگن تول د می‌شود سپس هر والد تعدادی تصادفی C فرزند تول د می‌کند نحو که C رای هر والد به ور مستقل و هم توز م ا ق ا ک توز احتمال $\{P_c, c = \ ,\ ,\ , \ldots\}$ تحقق می ا د موقع ت فرزندان نسبت به والدها شان متغ رهای تصادفی مستقل و هم توز ا تا توز $F(\cdot)$ می ‌اشند

رودر گوز ا تر [7] و همکاران a از ک نسخه اصلاح شده ا ن فر ند تحت عنوان فر ند ن من اسکات ا پالس‌های مست لی[8] که از ا ن پس نرا فر ند NSRP می‌نام م در مدلبندی ارش استفاده کردند پس از ن تلاشهای فراوانی توس اشان و د گران جهت ارز ا ی و س ا ن مدل به کار گرفته شده است لازم به ذکر است که تا قبل از از مدلهای د گری مانند مدل زنج ر مارکف در تحل ل داده‌های ارش استفاده می‌گرد د

تعر ف و و ژگ ها مدل

هما ور که قبلا گفت م مدل NSRP حالت خاصی از فر ند ن من اسکات زمانی می ‌اشد م ا ق ا ن مدل مبدا وفانها[9] والدها م ا ق ک فر ند پواسن ا نرخ λ رخ می‌دهند به هر مبدا وفان تعدادی تصادفی C مبدا سلول[10] فرزند مرتب است جهت ا م نان از وقو حداقل ک سلول ارش پس از هر مبدا وفان فرض می‌کن م $C -$ دارای توز پواسن ا م انگ ن $\nu -$ است فاصله هر مبدا سلول تا مبدا وفان به ور نما ی ا پارامتر β توز می‌گردد ا هر مبدا سلول ک پالس مست لی مرتب است پهنای پالس تداوم[11] پالس نام ده می‌شود که مدت زمان هر ارش را مشخص می‌کند و ا L نشان داده می‌شود فرض می‌شود L دارای توز نما ی ا پارامتر η است ارتفا پالس را شدت[12] پالس نام ده و ا X نشان می‌ده م X م زان ارش در واحد زمان را مشخص می‌کند و فرض می‌شود که از توز

7) Rodriguez-Iturbe 8) Neyman-Scott rectangular pulses process 9) storm origins 10) cell origin 11) duration 12) intensity

Archive of SID

www.SID.ir

نما ی ا پارامتر ξ تبع ت می‌کند همچن ن فرض می‌شود کا ه متغ رهای تصادفی تعر ف شده در الا درکا ه سلولها از کد گر مستقلند پارامترهای ا ن مدل و واحدهای نها عبارتند از

$\lambda^{-1} =$ ساعت م انگ ن زمان ن مبادی جبهه‌های کم فشار ر حسب

$\beta^{-1} =$ ساعت م انگ ن زمان انت ا رمبدا سلول ارش عد از مبدا جبهه کم فشار ر حسب

$\eta =$ ساعت م انگ ن تداوم سلول ر حسب

$\xi^{-1} =$ م انگ ن شدت سلول ر حسب م ا متر ر ساعت

$\nu =$ م انگ ن تعداد سلولهای ارش در هر جبهه

شدت کل ارش در هر لح ه از زمان را ر ا مجمو شدتهای همه سلولهای فعال در ن زمان است شکل اگر $Y(t)$ شدت کل ارش داده شده وس له مدل NSRP در زمان t و $X_{t-u}(u)$ شدت ارش در زمان t رای سلولی ا مبدا در زمان $t-u$ اشد نگاه

$$Y(t) = \int_{0}^{\infty} X_{t-u}(u)\,dN(t-u)$$

که در ن

$$dN(t-u) = \begin{cases} & \text{اگر مبدا سلولی در } t-u \text{ اشد} \\ & \text{در غ ر ا نصورت} \end{cases}$$

و

$$X_{t-u}(u) = \begin{cases} X & \text{ا احتمال } e^{-\eta} \\ & \text{ا احتمال } -e^{-\eta} \end{cases}$$

معمولا داده‌های ارش ه صورت تجمعی[13] وجود دارند ه ورکلی ک سری زمانی تجمعی h ساعتی نشان دهنده کل ارش در فواصل زمانی ه ول h ساعت می اشد ه عنوان مثال ک سری زمانی ارش روزانه مشخص کننده جم مقاد ر ارش ساعتی در هر روز است و ک سری زمانی ارش ماهانه مقاد ر ارش در هر ماه را نشان می‌دهد که ممکن است ا جم کردن مقاد ر ارش روزانه در هر ماه دست د نا را ن جهت رورد پارامترهای مدل ن از ه و ژگ های تجمعی مدل است فرض کن م $Y_i^{(h)}$ شدت ارش تجمعی در iام ن فاصله زمانی ه ول h اشد درا نصورت

$$Y_i^{(h)} = \int_{(i-1)h}^{h} Y(t)\,dt$$

نا را ن اگر h ر حسب ساعت اندازه‌گ ری شده اشد سری زمانی $\{Y_i^{(h)} : i = \ ,\ ,\ldots\}$ ک سری زمانی ارش جم ستة در س ح h ساعت است که ه ور خلاصه نرا سری زمانی h ساعتی می‌نام م

13) aggregated

Archive of SID

www.SID.ir

ا نک چند و ژگی مهم مدل را که در رورد پارامترهای مدل مورد استفاده قرار می‌گ رند ارا ه می‌کن م   و ژگ های مرتبه دوم مدل وس له رودر گوز ا تر   و همکاران a   ه صورت ز ر دست مده است

$$\mu(h) \;=\; E[Y_i^h] = h\lambda E(C)E(X)/\eta$$ ( ) م انگ ن

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= var[Y_i^h] \\ &= \lambda\eta^{-۳}(\eta h - \quad + e^{-\eta h})\{\ \mu_C E(X^۲) + E(C^۲ - C)\mu_X^۲\beta^۲/(\beta^۲ - \eta^۲)\} \\ &\quad -\lambda(\beta h - \quad + e^{-\beta h})E(C^۲ - C)\mu_X^۲\beta^{-۱}/(\beta^۲ - \eta^۲) \end{aligned}$$ ( ) وار انس

و رای $k \geq$

$$\begin{aligned} \gamma(h,k) &= Cov\{Y_i^{(h)}, Y_{i+k}^{(h)}\} \\ &= \lambda\eta^{-۳}(\ - e^{-\eta h})e^{-\eta(k-۱)h} \\ &\quad \{\mu_C E(X^۲) + -E(C^۲ - C)\mu_X^۲\beta^۲/(\beta^۲ - \eta^۲)\} \\ &\quad -\lambda(\ - e^{-\beta h})^۲ e^{-\beta(k-۱)h} E(C^۲ - C)\mu_X^۲/\{\ \beta(\beta^۲ - \eta^۲)\} \end{aligned}$$ ( ) اتوکووار انس

$$\rho(h,k) \;=\; \rho[Y_i^{(h)}, Y_{i+k}^{(h)}] = \gamma(h,k)/\gamma(h)$$ ( ) ر   خود همبستگی

در روا   الا دار م

$$\mu_C = E(C) = \nu, E(C^۲ - C) = \nu^۲ - \ , \mu_X = E(X) = \xi - \ , E(X^۲) = \ \xi -$$

سه و ژگی د گر که ممکن است در رازش مدل مورد استفاده قرار گ رند عبارتند از نسبت روزهای خشک $\phi(h) = P[\,Y_i^{(h)} = \ ]$ نسبت روزهای خشک ه شر ی که روز قبل از ن ز خشک اشد ا احتمال انتقال $\phi_{DD}(h) = P[\,Y_{i+۱}^{(h)} = \ |\,Y_i^{(h)} = \ ]$ و نسبت روزهای تر ه شر ی که روز قبل از ن ز تر اشد ا احتمال انتقال $\phi_{WW}(h) = P[\,Y_{i+۱}^{(h)} > \ |\,Y_i^{(h)} > \ ]$ که وس له کوپرت‌و ت[۱۴] b   ه صورت ز ر دست مده‌اند

$$\begin{aligned} \phi_{DD}(h) &= \phi(\ h)/\phi(h) & ( ) \\ \phi_{WW}(h) &= \{\ - \ \phi(h) + \phi(\ h)\}/\ - \phi(h) & ( ) \\ \phi(h) &= exp\Big(\lambda h + \lambda\beta^{-۱}(\nu - \ )^{-۱}\{\ - exp[\ - \nu + (\nu - \ )e^{-\beta h}]\} \\ &\quad -\lambda\int_{۰}^{\infty}[\ - p_h(t)]dt\Big) & ( ) \end{aligned}$$

14) Copertwait

Archive of SID
www.SID.ir

که در ن

$$
\begin{aligned}
p_h(t) \;=\; & \{e^{-\beta(t+h)} + \quad - (\eta e^{-\beta t} - \beta e^{-\eta t})/(\eta - \beta)\} \\
& \times exp\{-(\nu - \quad)\beta(\eta e^{-\beta t} - \beta e^{-\eta t})/(\eta - \beta) \\
& -(\nu - \quad)e^{-\beta t} + (\nu - \quad)e^{-\beta(t+h)}\}
\end{aligned}
$$

رازش مدل NSRP ه سر زمان ارش در حوزه ر ز کسا ان

در حوزه ر ز کسا ان پنج ا ستگاه جهت اندازه‌گ ری م زان ارش وجود دارد که عبارتند از سنگده درزی‌کلا کله ول ک‌چال اور ملک م زان ارش در هر ک از ا ن ا ستگاهها ه صورت روزانه ثبت می‌شود داده‌های مورد استفاده در ا ن م العه شامل پنج سری زمانی ارش روزانه است که از اول مهر ماه تا خر شهر ور ماه در ا ن ا ستگاهها ثبت گرد ده‌اند از نجا که در تحل ل مورد ن ر ما ن از ه ک سری زمانی است م انگ ن وزنی ا ن پنج سری زمانی محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت وزن هر سری زمانی در ا ن م انگ ن متناس ا مساحت من قه تحت پوشش ا ستگاهی است که سری زمانی مر و ه در ن ا ستگاه ثبت شده‌است جهت تع ن من قه تحت پوشش ا ستگاهها از روش ت سن استفاده شد م ا ق ا ا ن روش عمود منصف خ و واصل ا ستگاهها مشخص کننده مرزهای محدوده تحت پوشش نهاست پس از تع ن منا ق مساحتهای نها محاسبه گرد د و نتا ج ز ر دست مد

$$S_۱ = \quad / \quad , \; S_۲ = \quad / \; , \; S_۳ = \quad / \quad , \; S_۴ = \quad / \quad , \; S_۵ = \quad /$$

که در ن $S_۱$ $S_۲$ $S_۳$ $S_۴$ و $S_۵$ ه ترت مساحتهای سنگده درزی‌کلا کله ول ک‌چال و اور ملک می اشند مساحت کل حوزه ن ز را ر است ا

$$S = S_۱ + S_۲ + S_۳ + S_۴ + S_۵ = \quad /$$

Archive of SID

نا را ن وزن هر سری زمانی ه صورت ز ر دست می ا د

$$W_۱ = \frac{S_۱}{S} = \frac{/}{/}$$
$$W_۲ = \frac{S_۲}{S} = \frac{/}{/}$$
$$W_۳ = \frac{S_۳}{S} = \frac{/}{/}$$
$$W_۴ = \frac{S_۴}{S} = \frac{/}{/}$$
$$W_۵ = \frac{S_۵}{S} = \frac{/}{/}$$

من ور از رازش مدل NSRP ه ک سری زمانی ارش رورد پارامترهای پنج گانه λ β η ξ و ν ا استفاده از سری زمانی ارش اندازه‌گ ری شده مشاهده شده است رای نکه اثرات فصلی خو ی لحا گردند پارامترهای مدل رای هر ماه ه ور جداگانه رورد می‌گردند نا را ن عملا ا د پارامتر را رورد نمود ک رو ه جمعی رای رورد ا ن پارامترها نستکه پنج ماره سری زمانی مشاهده شده را محاسبه و نها را ا عبارات متنا رشان که از مدل دست می ند را ر قرار ده م ه ا ن ترت ک دستگاه معادلات حاصل شده که ا حل ن پارامترها رورد می‌شوند در ا نصورت مدل ه ور دق ق ه پنج ماره مورد استفاده می رازد اما ت م نی ندارد که ه د گر ماره‌ها ن ز برازد ک رو ه قا ل انع اف‌تر رازش مجموعه زرگتری از ماره‌هاست

رای ک سری زمانی ارش h ساعتی تار خی ا شب ه سازی شده ماره‌های ز ر ممکن است در رورد پارامترها مورد استفاده قرار گ رند

$Mh =$ م انگ ن سری زمانی

$Vh =$ وار انس سری زمانی

$ACVh(\ ) =$ اتوکووار انس از تاخ ر ک $(\ )$

$ACh(\ ) =$ خودهمبستگی از تاخ ر ک $(\ )$

$PDh =$ نسبت گامهای زمانی خشک

$PWWh =$ نسبت گامهای زمانی تر که ک گام زمانی قبل از ن تر وده است

$PDDh =$ نسبت گامهای زمانی خشک که ک گام زمانی قبل از ن خشک وده است

رای مثال PD24 نسبت روزهای خشک رای ک سری زمانی ارش تار خی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ماره‌های سری زمانی روزانه ارش در حوزه ر ز کسه ا ان

ماههای سال	M24	V24	PD24	PWW24	PDD24
مهر					
ان					
ذر					
دی					
بهمن					
اسفند					
فرورد ن					
ارد بهشت					
خرداد					
ت ر					
مرداد					
شهر ور					

ا شبه‌سازی شده ساعته است و M24 و V24 ه ترت م انگ ن و وار انس سری زمانی ارش روزانه هستند

حال فرض کن م $f_i = f_i(\lambda, \beta, \eta, \xi, \nu)$ ک و ژگی مثلا اتوکووار انس مدل NSRP اشد و $\hat{f}_i$ مقدار نمونه‌ای ن ماره اشد که از سری زمانی مشاهده شده دست می د در صورت که m تعداد و ژگی مدل و m تعداد ماره انتخا شود نگاه می‌توان ا م ن مم کردن عبارت ز ر رورد پارامترها را دست ورد

$$S = \sum_{i=1}^{m} w_i(- f_i/\hat{f}_i)^2 \qquad ( )$$

که در ن $\lambda, \beta, \eta, \xi >$ و $\nu >$ و $\hat{f}_i \neq$ است

w_i وزن هر و ژگی وده که امکان ن را فراهم می‌ورد ه ع ی از ماره‌ها وزن شتری تنس نمود در ا ن م العه وزن مر و ه م انگ ن روزانه ارش را را ر $w_i =$ و وزن ق ه ماره‌ها را $w_i =$ در ن ر می‌گ ر م علت انتخا وزن رای م انگ ن نستکه در ا ن م العه م زان ارش نسبت ه شاخصهای د گر مانند پراکندگی م زان دوره‌های خشک و غ ره اهم ت شتری دارد از نجا که م زان ارش وس له م انگ ن ن ه مدل داده می‌شود و معرف لان می اشد که حتی‌الامکان ا ستی همان مقدار توس مدل ن ز تول د شود م انگ ن نسبت ه ماره‌های د گر از اهم ت شتری رخوردار است از ا نرو جهت ا م نان از ا نکه حجم ارش تول د شده وس له مدل را ر حجم ارش دست مده از سری زمانی اندازه‌گ ری شده است در ه م انگ ن وزن الاتری نسبت داده می‌شود در رازش مدل سعی ر نستکه م زان S نزد ک ه

Archive of SID

صفر اشد هر چند که دست ا ی ه مقدار صفر تقر با غ ر ممکن است رای م ن مم کردن S از ک الگور تم عددی ه نام EO4JAF که در حق قت ک الگور تم شبه وتن[15] رای پ دا کردن م ن مم ا اعمال محدود ت روی کرانهای الا و پا ن پارامترها است استفاده می‌شود

معمولا f_iها از مجموعه ز ر انتخا می‌شوند

$$\mathbb{F} = \{\mu(h), \gamma(h), \rho(h,\ ), \phi_{WW}(h), \phi_{DD}(h), \phi(h),\ h = \ ,\ ,\ ,\ ,\ ,\ \}$$

و مارەهای $\hat{f}_i$ از مجموعه ز ر رگز ده می‌شوند

$$\widehat{\mathbb{F}} = \{Mh, Vh, ACh, PWWh, PDDh, PDh,\ h = \ ,\ ,\ ,\ ,\ \}$$

هنگام رورد پارامترها ترک بات مختلفی از f_iهاو $\hat{f}_i$ها را می‌توان در را ه قرار داد ما در انجا از $\mu(\ )$ $\gamma(\ )$ $\phi_{WW}(\ )$ $\phi_{DD}(\ )$ $\phi(\ )$ و ن ز M V PWW PDD و PD استفاده می‌کن م مقادر مارەها در جدول مده است همانگونه که در جدول د ده می‌شود مارەها در ماههای مختلف ه ور جداگانه محاسبه شده‌اند و ا ن ه من ور افتن رورد جداگانه پارامترها در ماههای مختلف است

رورد پارامترها در جدول مده است مقادر دست مده رای روردها ا مقادر ف ز کی تعر ف شده ن م ا قت دارد رای مثال رورد پارامتر λ در دی ماه را ر ا است که بق تعر ف تعداد مبادی جبهه‌ها در هر ساعت می اشد و چنانچه در ر شود تعداد $/ \ = \ / \ \times$ جبهه در ک روز دست خواهد مد ه عبارت د گر ه ور متوس در هر $= \frac{۱}{۰/۰۰۵}$ ساعت حدود روز ک جبهه هوای کم فشار ه من قه وارد می‌شود ا استفاده از پارامترهای رورد شده در مدل NSPR و ژگ های مدل f_iها رورد و سپس ه کمک فرمول ز ر درصد خ ای نسبی رای و ژگی محاسبه گرد د

$$\text{درصد خ نس} = ۱ \quad \times \frac{f_i(\hat{\lambda},\hat{\beta},\hat{\eta},\hat{\xi},\hat{\nu}) - \hat{f}_i}{\hat{f}_i}$$

مقادر خ ای نسبی در جدول مده است در ا ن جدول مقادر خ ای کل که ا استفاده از را ه ز ر محاسبه شده‌اند مده است

$$EER(T) = \frac{ERR(\hat{\mu}) + ERR(\hat{\gamma}) + ERR(\hat{\phi}) + ERR(\hat{\phi_{WW}}) + ERR(\hat{\phi_{DD}})}{}$$

هما ن ور که ملاح ه می‌گردد درصد خ اها در همه موارد کمتر از درصد است که در عرف رازش ا ن نو مدلها خو ارز ا ی می‌گردد در نت جه توانا ی ا ن مدل در شب ه‌سازی ارش روزانه خو ارز ا ی می‌شود

15) quasi-Newton

Archive of SID

جدول روورد پارامترهای مدل NSRP

ماههای سال	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\eta}$	$\hat{\nu}$	$\hat{\xi}$
مهر					
ان					
ذر					
دی					
بهمن					
اسفند					
فرورد ن					
ارد بهشت					
خرداد					
ت ر					
مرداد					
شهر ور					

خلاصه و نت جه‌گ ر

در ا ن م العه ه من ور مدلبندی ارش در م العات منا نحو که توان نسبت ه تول د ن در موارد مورد ن از استفاده نمود تول د سر های زمانی و ل‌المدت از فر ند ن من اسکات ا پالسهای مست لی NSRP که رده‌ای از فر ندهای نق ه‌ای است استفاده گرد د رای روورد پارامترهای پنج گانه مدل پنج ماره حاصل از داده‌های ارش روزانه اندازه‌گ ری شده کار گرفته شد روش روورد ا ی روش م نمم کردن مجمو وزنی اختلافات و ژگ های مدل از ماره‌های سری زمانی مشاهده شده می اشد رای ا ن من ور از الگور تم شبهه ن وتن استفاده گرد د نتا ج حاصل نشان داد که

الف خ ای نسبی حاصل از روورده‌ای و ژگ های مدل در مقا سه ا ماره‌های متنا ر اندازه‌گ ری شده کم و قا ل قبولست

پارامترهای روورد شده دارای مفهوم ف ز کی قا ل قبول ا توجه ه تعار ف نها می اشد

می‌توان نت جه گرفت که ا ن نو مدل که از فر ندهای نق ه‌ای در مدلسازی مقاد ر سری زمانی ارش هره می‌جو د داو ا مناسبی رای کارگ ری نها در تول د ا لاعات رای راحی تاس سات زرگ منا است

Archive of SID

www.SID.ir

جدول   درصد خ ای نسبی رورد پارامترهای مدل NSRP

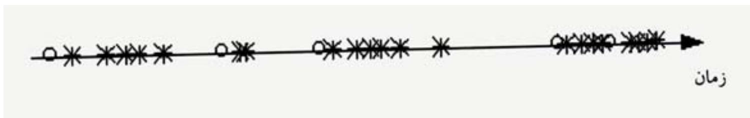
ماههای سال	$ERR(\hat{\mu})$	$ERR(\hat{\gamma})$	$ERR(\hat{\phi})$	$ERR(\hat{\phi_{WW}})$	$ERR(\hat{\phi_{DD}})$	$ERR(T)$
مهر						
ا ن						
ذر						
دی						
همن						
اسفند						
فرورد ن						
ارد بهشت						
خرداد						
ت ر						
مرداد						
شهر ور						

Archive of SID

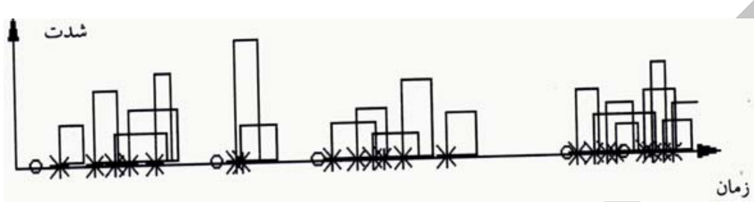
www.SID.ir

مبادی وفان‌ها که رسدن نها ه صورت ک فراند پوسون می اشد

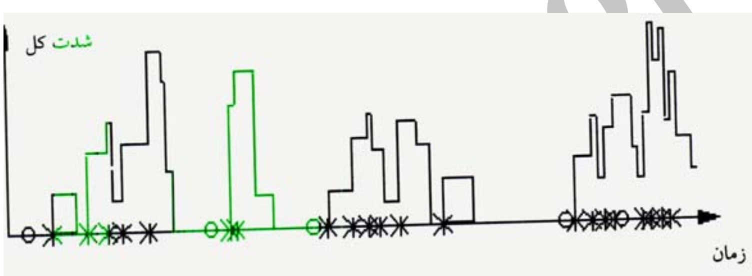
هر مبدا موجد تعدادی از سلولهای ارش ه صورت تصادفی می‌اشد که مبدا هر سلول * قرار دارد



شدت و دوام هر سلول ارش دارای توز نمای می اشد شدت در خلال دوام ارش ثا ت می‌نما د



شدت کل در هر نق ه زمانی عبارتست از مجمو شدت‌های سلول‌های ارش فعال در ن نق ه



مراج

[1] Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). Time series analysis: Forcasting and control. (2nd edition). San Francisco: Holden-Day.

[2] Buishand, T. A. (1977). Stochastic modelling of daily rainfall sequences. Dept. of Land and Water Use, Agri. Univ. Wageningen, The Netherlands.

[3] Cowpertwait, P. S. P. (1991a). Further development of the Neyman-Scott clustered point process for modelling rainfall. Water Resources Research, 27(7), 1431-1438.

Archive of SID
www.SID.ir

[4] Cowpertwait, P. S. P. (1991b). Stochastic generation of rainfall time series. Ph.D., Department of Civil Engineering, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, 280 pp.

[5] Cowpertwait, P. S. P., O'Connel, P.E., Metcalfe, A. V., & Mawlsley, J. A. (1996). Stochastic point process modelling of rainfall. 1-Single-site fitting and validation. J. Hydrol., 175, 17-46.

[6] Delleur, J. W., & Kavvas, M. I. (1978) Stochastic models for monthly rainfall forecasting and synthetic generation. J. Appl. Meteo., 17, 1528-1536.

[7] Foufoula-Georgiou, E., & Lettenmaier, D. H. (1987). A Markov renewal model for rainfall occurences. Water Resour. Res., 23(5), 884-987.

[8] Foufoula-Georgiou, E., & Georgakakos, K. P. (1991). Hydrologic advances in space time precipitation modelling and forecasting. In D. S. Bowles & P. E. O'Connell (Eds), Recent Advances in the Modelling of Hydrologic Systems. (pp. 47-66), Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

[9] Foufoula-Georgiou, E., & Krajewski, W. (1995). Recent advances in rainfal modelling, estimation , and forecasting. Rev. of Geophysics, 33(P12SS), 1125-1137.

[10] NAG (1991). FORTRAN Library Manual, NAG Excutive, Oxford.

[11] Neyman, J. & Scott, E. L. (1958). Statistical approach to problems of cosmology (with discussion). Journal of the Royal statistical society, B 20, 1-43.

[12] Rodriguez-Iturbe, I., Gupta, V. K., & Waymire, E. (1984). Scale considerations in the modelling of temporal rainfall. Wat. Resour. Res., 20(11), 1611-1619.

[13] Rodriguez-Iturbe, I., Cox, D. R., & Isham, V. (1987a). Some models for rainfall based on stochastic point processes. Proc. R. Soc. London, Series A, 410, 269-288.

[14] Stern, R. D., & Coe, R. (1984). A Model fitting analysis of daily rainfal (with discussion). J. R. Statist. Soc., A, 147(part 1),1-34.

Archive of SID

www.SID.ir