



بررسی و مقایسه توزیع فراوانی کمی و کیفی رودخانه

سید سعید اسلامیان، ایمان ملک پور ، آرزو باباحمدی

دانشیار و دانشجویان دانشگاه صنعتی اصفهان

saeid@cc.iut.ac.ir
iman777@gmail.com
imarezo@gmail.com

خلاصه

تخلیه آلاینده های ناشی از فعالیت های انسانی در آب های سطحی، کیفیت آب را به طور جدی مورد تهدید قرار داده است. از پارامترهای مهم کیفی TDS می باشد، در واقع شوری آب را با اندازه گیری غلظت کل جامدات حل شده بیان می کند. با استفاده از داده های TDS و دبی رودخانه کایاهوگا در اوهایو، ابتدا سری داده ها به دو صورت جزئی و سالانه تهیه می گردد، سپس داده های جزئی با سه حد آستانه n ، $2n$ ، $1.64n$ که در آن n تعداد سالهای آماری می باشد، ایجاد می گردد. سپس با استفاده از برنامه رایانه ای Hyfa توزیع فراوانی سری داده های مذکور صورت گرفت. نتایج نشان می دهد برای اکثر حالت ها توزیع لوگ نرمال دو پارامتری بهترین توزیع می باشد. در پایان برای اعتبارسنجی مدل ابتدا خطای هر برآورد در مقایسه با داده های واقعی در دوره های بازگشت متناظر محاسبه شد. و سپس سری جزئی n 1.64 به عنوان روش بهینه ذکر شده توسط هاسکینگ در نظر گرفته شد و مقایسه ای بین برآوردها با این سری بهینه صورت گرفت. نتایج نشان می دهد که سری با طول $2n$ نزدیک ترین سری به حالت بهینه است.

واژه های کلیدی: کیفیت آب ، TDS ، دبی رودخانه ، توزیع فراوانی ، لوگ نرمال دو پارامتری ، مدیریت منابع آب.

مقدمه

امروزه دهه ها از ورود بشر به عصر مدرنیته می گذرد. عصری که توأم شد با ساختن و ساختن ، عصری که بشر احساس کرد طبیعت را در دستان خود گرفته است. ولی اکنون که بشر به گذشته می نگرد، با فجایع زیست محیطی روبرو می شود. بعضی از موجودات منقرض شده □ آب ها آلوده شده و طبیعت روز به روز اهل تر و آسیب پذیرتر می شود. اکنون پس از سال ها تجربه بشر می خواهد در کنار طبیعت پیشرفت کند تا دنیایی پاک و سبز برای همیشه داشته باشد. منابع آب شیرین جزء لاینفک محیط و حیات محسوب می شوند. زندگی بشر در کره زمین در گرو تامین مناسب آب از نظر کمی و کیفی قرار دارد. در گذشته مدیریت و توسعه منابع آب پائین بوده و به علت فراوانی منابع آب مسائل مربوط به آلودگی آن که از جمله ناشی از تخلیه پساب ها در آن می باشد از اهمیت چندانی برخوردار نبوده است. مدیریت کیفیت آب با کنترل آلودگی ناشی از فعالیت انسان ارتباط دارد. در واقع مدیریت کیفیت آب آگاهی در مورد وضعیت کمی و کیفی یک منبع آب است. بطور کلی هدف از مدیریت کیفیت آب حفاظت از منابع آب می باشد. بطوریکه آب مورد نظر برای مصارفی که از قبل برای آن در نظر گرفته شده ، قابل استفاده باشد و بتوان از آن آب به عنوان یک عامل اقتصادی برای دفع مواد زاید در شرایط اضطراری نیز استفاده کرد و ظرفیت اختلاط و تحمل این مواد را نیز داشته باشد.

در این بررسی داده های TDS و دبی رودخانه کایاهوگا در اوهایو آمریکا جمع آوری شده است. TDS به معنای شوری آب است و غلظت کاتیون ها و آنیون های موجود در آب را به صورت غلظت کل جامدات حل شده بیان می کند. TDS از نظر قابلیت استفاده از آب برای مصارف گوناگون از مهمترین شاخصهای سنجش کیفیت آب به شمار می رود. برای مثال غلظت نمکهای محلول در آب آشامیدنی نباید بیش از 500 میلی گرم در لیتر باشد، لیکن برای دامها می توان غلظتهای بالاتر را هم در نظر گرفت. این مسئله در مورد گیاهان حادث است و



کیفیت آب آبیاری جهت مصارف کشاورزی بسیار حائز اهمیت می باشد. با افزایش غلظت املاح در آب آبیاری به بیش از 500 میلی گرم در لیتر مدیریت آب و خاک در حفظ عملکرد محصول اهمیت ویژه ای پیدا می کند.

همانطوری که اشاره شد آبهای موجود در سطح زمین دارای مقادیر مختلفی نمک هستند ، به علاوه اکثر فاضلابهای صنعتی که در آبهای سطحی تخلیه می شوند دارای مقادیر قابل توجهی نمک هستند که بر غلظت املاح موجود در این آبها می افزایند. روان آب ناشی از بارندگی نیز با شستشوی نمکهای موجود در سطح جاده ها و مزارع ، حجم عظیمی از نمک را وارد آبهای سطحی و زیر زمینی می کند. علاوه بر موارد ذکر شده تهیه آب شیرین به وسیله دستگاههای آب شیرین کن منجر به افزایش شوری آب باقی مانده می گردد بنابراین هر روز از حجم آبهای شیرین سطح کره زمین کاسته و بر حجم آبهای شور افزوده می شود.

در این مقاله از نرم افزار آماری هایفا¹ استفاده شده است. این نرم افزار رایانه ای در زمینه هیدرولوژی بوده و برای تخمین حداکثر دبی محتمل برای دوره های بازگشت مختلف می باشد. برنامه هایفا می تواند داده ها را از طریق فایل یا در زمان اجرا دریافت کرده، تصحیح نموده و ذخیره کند. توسط این برنامه داده ها مرتب شده و با استفاده از هفت فرمول تجربی، احتمال وقوع آنها تعیین می گردد. سپس داده ها را توسط شش تابع توزیع چگالی احتمال برازش داده و پارامترهای توزیع برآورد میگردد. این نرم افزار قادر به محاسبه موارد زیر می باشد:

- 1- ارزیابی برازش توزیع آماری به داده های هیدرولوژیک به وسیله هر دو روش گشتاورها و حداکثر درست‌نمایی صورت می گیرد.
- 2- مقادیر مختلف دبی احتمالی را برآورد کرده، خطای استاندارد تخمین و حدود اطمینان را با توجه به مجموعه های از دوره های بازگشت انتخاب شده محاسبه می نماید.
- 3- آزمون نیکویی برازش را با توجه به روش کای-اسکوئر و روش انحراف² که یکی از زیر مجموعه های روش حداقل مربعات³ می باشد، انجام می دهد.

در مطالعه حاضر 12 سال آمار کیفی و کمی رودخانه در اختیار بوده است که این مقدار بسیار کوتاه می باشد. در نتیجه با کمبود داده ها روبرو بوده و به صورت کلی هر چه سری آماری کامل تر و دقیق تر باشد کیفیت کار بالا رفته و نتایج کار دقیق تر و قابل اعتماد تر می شوند. داده های کیفی TDS و داده های کمی مربوط به دبی رودخانه کایاهوگا بوده که جمع آوری گردیده است و هدف پیش بینی کیفی و کمی و بررسی در این مورد است که آیا می توان با استفاده از روش های تحلیل فراوانی بررسی کمی و کیفی به صورت مقایسه ای انجام شود و برای پیش بینی کدام توزیع آماری به داده ها برازش داده شود و در عمل از کدام توزیع آماری می توان استفاده نمود.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق رودخانه کایاهوگا⁴ می باشد که در شمال اوهایو کشور آمریکا واقع شده است. بومیان آمریکایی نام این رودخانه را کایاهوگا گذاشتند که به معنای رودخانه با انحنای خم دار می باشد و علت آن حالتی است که رودخانه دارد. این رودخانه یکی از تشکیلات زمین شناسی جوان می باشد که با پیشرفت و عقب نشینی لایه های یخ در طی سالهای یخ بندان ایجاد شده است. آخرین عقب نشینی یخ بندان که در حدود 10 هزار سال پیش اتفاق افتاده است طی فرایندی باعث تغییر مسیر و ایجاد حالتی U شکل در مسیر رودخانه گردید. عمق رودخانه بین 3 تا 6 فوت می باشد. 100 مایل اولیه این رودخانه در حومه کیاگ⁵ شروع می شود. سپس سمت جنوب را تا کایاهوگا فالس⁶ دنبال می کند تا جایی که با پیچی تند به سمت شمال می رود و در پارک ملی کایاهوگا ادامه پیدا می کند و سپس جریان خود را در کلیولند به سمت خروجی شمالی خود ادامه می دهد و در نهایت به دریاچه اری⁷ ریخته می شود.

1 HYFA

2 Deviation Method

3 Least Square

4 Cuyahoga

5 Ceauga County

6 Cuyahoga Falls

7 Erie



جدول 1: مشخصات رودخانه کایهوگا

| | |
|------------|----------------------|
| مبدأ | حومه کیاگا |
| خروجی | دریاچه اری در کلپوند |
| تراز خروجی | 571 فوت (176 متر) |
| طول | 160 کیلومتر |
| مساحت حوضه | 2095 کیلومتر مربع |

در این بررسی 80 داده TDS و دبی رودخانه کایهوگا برای 12 سال در دست بوده است. داده ها به شرح جدول 2 می باشند. طول داده های سری جزئی را از روابط $2n, 1.64n, n$ به دست آورده که در آن n تعداد سال آماری می باشد. در جداول 2 تا 5 حالت های مختلف به نمایش در آمده است.

جدول (2): داده های سالانه دبی و TDS

| سال | Q(ft ³ /s) | TDS(mg/L) |
|------|-----------------------|-----------|
| 1974 | 4630 | 540 |
| 1975 | 1640 | 460 |
| 1976 | 680 | 620 |
| 1977 | 1230 | 580 |
| 1978 | 4930 | 710 |
| 1979 | 4670 | 700 |
| 1980 | 3910 | 570 |
| 1981 | 1500 | 620 |
| 1982 | 1080 | 500 |
| 1983 | 1260 | 510 |
| 1984 | 7640 | 470 |
| 1985 | 3070 | 500 |

جدول (3): سری جزئی با حد آستانه $N=n=12$

| m | Q (ft ³ /s) | TDS (mg/L) |
|----|------------------------|------------|
| 1 | 7640 | 710 |
| 2 | 4930 | 700 |
| 3 | 4670 | 700 |
| 4 | 4630 | 680 |
| 5 | 4590 | 670 |
| 6 | 3910 | 620 |
| 7 | 3810 | 620 |
| 8 | 3070 | 620 |
| 9 | 2340 | 580 |
| 10 | 1640 | 570 |
| 11 | 1500 | 560 |
| 12 | 1500 | 550 |



جدول (4): سری جزئی با حد آستانه $N=2n=24$

| m | Q(ft ³ /s) | TDS(mg/L) |
|----|-----------------------|-----------|
| 1 | 7640 | 710 |
| 2 | 4930 | 700 |
| 3 | 4670 | 700 |
| 4 | 4630 | 680 |
| 5 | 4590 | 670 |
| 6 | 3910 | 620 |
| 7 | 3810 | 620 |
| 8 | 3070 | 620 |
| 9 | 2340 | 580 |
| 10 | 1640 | 570 |
| 11 | 1500 | 560 |
| 12 | 1500 | 550 |
| 13 | 1400 | 550 |
| 14 | 1260 | 540 |
| 15 | 1230 | 540 |
| 16 | 1080 | 530 |
| 17 | 1080 | 520 |
| 18 | 1060 | 520 |
| 19 | 1020 | 510 |
| 20 | 920 | 510 |
| 21 | 777 | 500 |
| 22 | 750 | 500 |
| 23 | 741 | 500 |
| 24 | 736 | 500 |

جدول (5): سری جزئی با حد آستانه $N=1.64n=20$

| m | Q(ft ³ /s) | TDS(mg/L) |
|----|-----------------------|-----------|
| 1 | 7640 | 710 |
| 2 | 4930 | 700 |
| 3 | 4670 | 700 |
| 4 | 4630 | 680 |
| 5 | 4590 | 670 |
| 6 | 3910 | 620 |
| 7 | 3810 | 620 |
| 8 | 3070 | 620 |
| 9 | 2340 | 580 |
| 10 | 1640 | 570 |
| 11 | 1500 | 560 |
| 12 | 1500 | 550 |
| 13 | 1400 | 550 |
| 14 | 1260 | 540 |
| 15 | 1230 | 540 |
| 16 | 1080 | 530 |
| 17 | 1080 | 520 |
| 18 | 1060 | 520 |
| 19 | 1020 | 510 |
| 20 | 920 | 510 |

برای محاسبه احتمال داده‌های تجربی از فرمول احتمال تجربی ویبل ($P = \frac{m}{n+1}$) استفاده شده است.

برای بی بردن به میزان درستی محاسبات می توان درصد خطای نسبی E را با استفاده از فرمول زیر به دست آورد که در آن Q_T مقدار حاصل از برازش و Q مقدار داده مشاهده ای است.

$$E = (Q_T - Q) / Q_T * 100 \quad (1)$$

در این تحقیق از هفت توزیع معروف، نرمال، نرمال لگاریتمی 2 پارامتری، نرمال لگاریتمی 3 پارامتری، پیرسون نوع 3، پیرسون لگاریتمی نوع 3، گامبل یا مقادیر نهایی نوع 1 و گامای 2 پارامتری استفاده شده است.

با توجه به اینکه توزیع غالب منطقه با تکیه بر نتایجی که در ادامه آورده می شود نرمال لگاریتمی 2 پارامتری می باشد. در ادامه این توزیع معرفی شده است

اگر لگاریتم طبیعی متغیر تصادفی X، LnX دارای توزیع نرمال باشد، می گویند متغیر تصادفی X دارای توزیع نرمال لگاریتمی است. در این صورت می توان نوشت:

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(X)-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad (2)$$

که در آن μ_y و σ_y به ترتیب میانگین و انحراف معیار لگاریتم طبیعی X هستند. اگر متغیر $\ln(X)$ به صورت زیر استفاده شود:



$$t = \frac{\ln(X) - \mu_y}{\sigma_y} \quad (3)$$

متغیر نرمال استاندارد t با تابع چگالی احتمال مورد نظر در معادله زیر به دست می‌آید:

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (4)$$

برای محاسبه عامل فراوانی در این توزیع می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$K = \frac{e^{[\ln(1+Z^2)]^{\frac{1}{2}} t - [\ln(1+Z^2)]/2} - 1}{Z} \quad (5)$$

$$Z = (e^{\sigma_y^2} - 1)^{1/2} \quad (6)$$

برای تعیین بهترین توزیع فراوانی داده‌ها، راه‌های ساده‌ای وجود دارد که اگر بتوان توزیع مناسب را شناخت، تخمین احتمال وقوع داده‌ها دقیق‌تر خواهد بود.

برای برازش داده‌های هیدرولوژیک با توزیع‌های تئوری روش‌های گوناگونی وجود دارد که سه روش آن در هیدرولوژی کاربرد دارند. این روش‌ها، استفاده از برآورد پارامترهای توزیع، ضریب فراوانی و ترسیم می‌باشد. به دلیل استفاده از روش اول در ادامه به شرح آن پرداخته می‌شود.

اساسی‌ترین روش آن است که از پارامترهای توزیع استفاده شود. از چندین روش برای برآورد پارامترها استفاده می‌شود، که شامل روش گشتاورها (MOM)، روش حداکثر در ست نمایی (MLM)، روش گشتاورهای وزنی احتمال (PWM)، روش حداقل مربعات (LS)، روش بی‌نظمی حداکثر (EMT)، روش گشتاورهای مخلوط (MIX)، روش تعمیم یافته گشتاورها (GMM) و روش میانگین‌های ناتمام (ICM) می‌باشد. سه روش از روش‌های فوق معمولاً بیشتر استفاده می‌شود که عبارتند از: روش گشتاورها، روش حداکثر درست‌نمایی و روش گشتاورهای وزنی احتمال.

روش گشتاورها روشی ساده می‌باشد، اما اگر تعداد داده‌ها کم باشد، نتایج حاصل از آن دقت کم‌تری خواهد داشت. برآوردهای MOM معمولاً کیفیت پایین داشته و به طور کلی کاربرد آن از برآوردهای MLM کم‌تر می‌باشند. به ویژه برای توزیع‌های با تعداد پارامتر زیاد نظیر توزیع‌های 3 پارامتری و بیشتر که گشتاورهای مرتبه بالاتر آن‌ها احتمالاً آریبی بیشتری در نمونه‌های نسبتاً کوچک خواهند داشت روش مناسبی نخواهد بود.

برآورد پارامترهای یک تابع توزیع احتمال در روش MOM به وسیله معادل قرار دادن گشتاورهای نمونه با گشتاورهای تابع توزیع احتمال می‌باشد. برای یک توزیع با K پارامتر بایستی $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K$ برآورد شوند. بعد از آن K گشتاور نمونه با گشتاورهایی که بر حسب پارامترهای مجهول معین شده‌اند معادل قرار داده می‌شوند. سپس این K به طور هم‌زمان برای پارامترهای مجهول $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K$ حل می‌شوند.

روش حداکثر درست‌نمایی از دقت زیادی برخوردار بوده و به نظر می‌رسد که یکی از کارآمدترین روش‌ها باشد، چرا که کم‌ترین واریانس نمونه‌گیری از پارامترهای برآورد شده را ارائه می‌کند. اما محاسبات آن بسیار پیچیده و وقت‌گیر است که این مسأله با استفاده از رایانه‌های با سرعت بالا قابل رفع خواهد شد.

نتایج و بحث

در ادامه با استفاده از برنامه هایفا توزیع‌های مختلف بر داده‌ها برازش شده و توزیع غالب انتخاب شده است. به عنوان نمونه یکی از نتایج حاصل از برنامه هایفا برای سری سالانه دبی آورده شده است:

جدول (6): غالب کلی از داده‌های خروجی هایفا

| توزیع | روش برازش | Mean related.dev | Mean sq.Rel.dev |
|-----------|----------------|------------------|-----------------|
| NORMAL | Moments | 30.6 | 2003.7 |
| | Max.Likelihood | 30.6 | 2003.7 |
| LOGNORMAL | Moments | 27.91 | 941.76 |
| | Max.Likelihood | 27.91 | 941.76 |
| LOGNORMAL | Moments | 23.1 | 810.21 |
| | Max.Likelihood | - | - |



در ادامه ابتدا بهترین توزیع در هر یک از سری داده های موجود به صورت مجزا، شامل سالانه و جزئی $\sigma_{n,1.64n} \approx 2n$ بدست آمده است. برای انتخاب بهترین توزیع به دو صورت می توان عمل کرد. روش اول این است که ستون های $mean\ related\ dev.$ را در نظر گرفته و کوچکترین عددی را که برای روش گشتاورها محاسبه شده به عنوان بهترین توزیع در نظر گرفته شود. روش دوم بدین صورت است که ستون $mean.sq.Rel.dev.$ را در نظر گرفته و کوچکترین عددی را که برای روش حد اکثر درست نمایی محاسبه شده ملاک کار قرار داده شود که در اغلب موارد نتایج عددی یکسانی ایجاد میشود. در جداول زیر نتایج به دست آمده برای سری سالانه دبی به طور نمونه ذکر شده است و در انتها نتایج نهایی برای انتخاب بهترین توزیع آورده شده است:

جدول (7): سری سالانه دبی

| | حداکثر درست نمایی | | گشتاورها | |
|------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | mean. relat.dev | mean.sq.rel.dev. | mean. relat.dev | mean.sq.rel.dev. |
| توزیع نرمال | 30.6009 | 2003.774 | 30.6009 | 2003.774 |
| توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | 27.91879 | 941.7617 | 27.91879 | 941.7617 |
| توزیع لگاریتم نرمال 3 پارامتری | N/A | N/A | 23.13012 | 810.2175 |
| توزیع گامای 2 پارامتری | 19.72729 | 594.9233 | 18.79443 | 545.3525 |
| توزیع پیرسون نوع 3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| توزیع لگاریتم پیرسون نوع 3 | N/A | N/A | مستقیم | N/A |
| | | | غیر مستقیم | 22.46792 |
| توزیع گامیل یا مقادیر نهایی نوع یک | 21.00091 | 692.8792 | 22.33247 | 735.205 |

جدول (8): سری سالانه TDS

| | حداکثر درست نمایی | | گشتاور | |
|------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | mean. relat.dev | mean.sq.rel.dev. | mean. related.dev | mean.sq.Rel.dev. |
| توزیع نرمال | 3.24947 | 15.78051 | 3.24947 | 15.78051 |
| توزیع لگاریتم نرمال 2 | 3.13445 | 19.41524 | 3.13445 | 19.41524 |
| توزیع لگاریتمی نرمال 3 | N/A | N/A | 3.15476 | 22.5043 |
| توزیع گامای 2 پارامتری | 3.11434 | 16.68818 | 3.11993 | 17.50947 |
| توزیع پیرسون | N/A | N/A | N/A | N/A |
| توزیع لگاریتمی پیرسون نوع 3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| توزیع گامیل یا مقادیر نهایی نوع یک | 3.88466 | 32.33394 | 3.81883 | 33.94466 |



جدول (9): انتخاب بهترین توزیع برای داده های کیفی و کمی

| | حداکثر درست نمایی | | گشتاور | |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | mean. relat.dev | mean.sq.rel.dev. | mean. relat.dev | mean.sq.rel.dev. |
| سری سالانه دبی | توزیع گامای 2 پارامتری | توزیع گامای 2 پارامتری | توزیع گامای 2 پارامتری | توزیع گامای 2 پارامتری |
| TDS سری سالانه | توزیع گامای 2 پارامتری | توزیع نرمال | توزیع گامای 2 پارامتری | توزیع نرمال |
| سری جزئی TDS با طول n | توزیع نرمال | توزیع نرمال | توزیع پیرسون نوع 3 | توزیع پیرسون نوع 3 |
| سری جزئی دبی با طول 1.64n | توزیع لگاریتمی نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری |
| سری جزئی TDS با طول 1.64n | توزیع گامبل یا مقادیر نهایی نوع یک | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | A/P | A/P |
| | | | غیر مستقیم | توزیع لگاریتم پیرسون |
| سری جزئی دبی با طول 2n | توزیع لگاریتمی نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری () | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری |
| TDS سری جزئی با طول 2n | توزیع لگاریتمی نرمال 2 پارامتری | توزیع لگاریتم نرمال 2 پارامتری | توزیع گامبل یا مقادیر نهایی نوع 1 | توزیع گامبل یا مقادیر نهایی نوع 1 |

با بررسی جدول بهترین توزیع می توان گفت که توزیع غالب منطقه توزیع نرمال لگاریتمی 2 پارامتری می باشد. پس از انتخاب بهترین توزیع برای بی بردن به میزان درستی محاسبات می توان درصد خطای نسبی را به دست آورد محاسبات فوق نتیجه می دهد که سری های 2n, 1.64n از دقت بالاتری برخوردار می باشند و همچنین روش حداکثر درست نمایی از دقت بالا تری برخوردار است. به عنوان نمونه نتایج حاصل از سری جزئی TDS به طول 2n و روش گشتاور ها آورده شده است.

جدول (10) : محاسبه خطا

| T | TDS | T | TDS | $((Q - Q_T) / Q_T) * 100$ |
|------|---------|------|-----|---------------------------|
| 1.05 | 493.724 | 1.04 | 500 | 1.25 |
| 1.11 | 508.183 | 1.13 | 510 | 0.35 |
| 1.25 | 527.861 | 1.25 | 520 | 1.51 |
| 2 | 574.145 | 2 | 560 | 2.52 |
| 5 | 636.42 | 5 | 680 | 6.40 |

با توجه به اینکه سری جزئی با 20 داده از دقت بالاتری در بین سری ها برخوردار می باشد ، در انتها مقایسه ای بین داده ها با دوره بازگشت مشابه در سری های مختلف نسبت به سری جزئی با 20 داده انجام شده است . نتایج محاسبات حاکی از آن است که سری جزئی با 24 داده نزدیک ترین بر آورد ها را به سری جزئی با 20 داده دارد و کمترین دقت در سری جزئی n مشاهده می شود . نمونه ای از محاسبات در زیر آورده شده است.



جدول (11) : نمونه مقایسه با سری جزئی 1.64n

| | حداکثر درست نمایی (لگاریتمی نرمال 2 پارامتری) | | | |
|------|--|------|-----------------|---------------------------|
| T | Q _T | T | Q ₂₀ | $((Q - Q_T) / Q_T) * 100$ |
| 1.05 | 562.74 | 1.08 | 763.595 | 26.30 |
| 1.11 | 846.04 | 1.18 | 962.282 | 12.07 |
| 1.25 | 1299.77 | 1.3 | 1273.25 | 2.08 |
| 2 | 2569.91 | 2.1 | 2175.536 | 18.12 |
| 5 | 4477.12 | 4.3 | 3717.226 | 20.44 |

نتیجه گیری و پیشنهادات

طبق نتایج به دست آمده می توان گفت که برازش داده های هیدرولوژیک با توزیع های تئوری می تواند راهکاری مناسب در تحلیلهای کیفی در راستای شناخت بهترین توزیع و استفاده از آن برای پیش بینی باشد. همچنین از لحاظ کمی داده های مورد تحلیل در سریهای جزئی و سالانه با تعداد متفاوت داده ها مورد تحلیل قرار گرفته اند که در هر مورد میزان خطای به دست آمده در جهت بررسی کمی شاخصی در جهت انتخاب بهترین تعداد داده می باشد که با توجه به آنچه در این مقاله به دست آمد سری جزئی با تعداد داده 2n جواب بهتری را نسبت به سری با تعداد n داده میدهد که پیشنهاد می شود از این سری در پیش بینی های کیفی و کمی استفاده شود. توصیه می شود که در تحقیقات آینده از روش گشتاور خطی به جای حد اکثر درست نمایی استفاده شود، که پیش بینی می شود نتایج دقیق تری به دست دهد.

منابع :

- 1- عرفان منش، م، افیونی، م، آلودگی محیط زیست، آب، خاک و هوا- انتشارات ارکان، 1384
- 2- علیزاده، ا، اصول هیدرولوژی کاربردی- انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ 18 سال 1384
- 3- اسلامیان، س، سلطانی، ع، زارعی، م، کاربرد روش های آماری در علوم زیست محیطی، انتشارات ارکان، 1384
4. اسلامیان، س، سلطانی، کوپانی، س، تحلیل فراوانی سیل، ارکان، 1381
- 5- ال بودی، ج، ترجمه: ترابیان، ع، -هاشمی، ح، مدل سازی کیفی آب های سطحی، انتشارات دانشگاه تهران، 1381
- 6- GUPTA, R. S., 1989, Hydrology and hydraulic systems, Prentice-Hall, EngleWood Cliffs, NJ
- 7-Thomann, R.V.1982. Verification of Water Quality Models. Journal of Environmental engineering Division, ASCE, Vol.108, No. EE5, October, pp. 923-940
- 8-http://www.cig.ensmp.fr/~iahs/hsj/450/hysj_45_02_0285.pdf
- 9-http://www.wdfw.wa.gov/hab/ahg/ispg_app_d_hydrology.pdf