تحليلات الشدة المطرية في حمام العليل بمدينة الموصل

د. باسل خضر داؤد
استاذ مساعد
قسم هندسة الموارد المائية / كلية الهندسة

يونس نجيب سعيد
مدرس مساعد
مركز بحوث السدود والموارد المائية

الملخص

في هذا البحث تم جمع وتنظيم بيانات للشدات المطرية بالملم \ ساعة لفترة (9) سنوات متعاقبة للاعوام ما بين (1982) الى (1990) ولاستدامة من (3) الى (13) ساعة لعواصف مطرية مرصودة في حمام العليل (وهي مدينة صغيرة تبعد 25 كم عن مدينة الموصل). حيث استخدمت هذه البيانات المرصودة في توليد بيانات لاعماق الامطار لاستدامات من (3) الى (13) ساعة ولفترة زمنية طويلة وباستخدام التوزيع المنتظم والطبيعي.

اجريت مقارنة للنتائج المتولدة مع القيم المرصودة الحقيقية باستخدام الاختبارين الفيزيائي والاحصائي لمعرفة اي مجموعة من القيم المتولدة بواسطة نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي مناسبة او تمثل القيم الحقيقية المسجلة ، وتم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات المهمة منها ان استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي في التوليد افضل من استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية.

Analysis of Rainfall intensity at Hammam Al – Alil in Mosul city

Dr. Basil Khether Dawood
Assistant prof.
Water Resources Dept. / College of Eng.

Younis Najib Saeed
Assistant lecturer
D.W.R.R.C

Abstract

In this research the rainfall intensity data in mm/hr for the period (1982-1990) of nine years are collected for duration 3 to 13 hour from a station at Hamam - Al Alil (Small town 25 km from Mosul). Data generation for long period is generated from the historical records by using uniform and normal distribution.

Physical and Statistical tests for comparing the historical and generated data will indicate that Markov process of 1st degree is better than 2nd degree for two distribution.

أستلم: 3-6-2012 قبل: 3-7-2013

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة :

التوليد المتعاقب للبيانات الميترولوجية هو عملية احصائية تتم باستخدام طريقة مونت كارلو (Monte Carlo) لتوليد تسجيلات هيدرولوجية تركيبية متعاقبة. ان التوليد المتعاقب للبيانات المطرية لسنوات طويلة يمكن ان تستخدم وبفائدة كبيرة في الدراسات التي لايمكن فيها استخدام التسجيلات المرصودة (Historical records) لفترة قصيرة ، حيث يكون طول هذه التسجيلات غير كافي ليلبي احتياجات التصميم في مجال انظمة الموارد المائية. ان الفائدة الرئيسة للتوليد المتعاقب هو انتاج بيانات تركيبية اطول من البيانات الحقيقية المرصودة [1].

ان تطبيق طريقة التوليد المتعاقب لتوليد موجة جريان لتحليل انظمة حوض النهر يتم الاشارة اليها بالهيدرولوجية التركيبية (Synthetic hydrology) وهذا المصطلح يشير الى نوع من الطرق الهيدرولوجية التي يشترك فيها التركيب (Synthesis) والمحاكاة (Simulation).

ان فكرة التوليد المتعاقب للبيانات الميترولوجية ليست جديدة ففي عام (1914) كما يذكر المصدر [1] قام Hazen بتوليد سيح متعاقب لـ (300) سنة بواسطة جمع سلاسل لمعدل الجريان السنوي لـ (14) موجة ، وقام Sulder بالحصول على تسجيلات سيح اصطناعية لـ (1000) سنة ، وفي السنوات الاخيرة تلقى الموضوع تاكيد لاعادة تجديد بسبب انجاز نظريات في حقل الرياضيات الاحصائية والاحتمالية. حيث وباستخدام الارقام العشوائية قام (Benson) بانتاج (1000) قيمة تركيبية لتصريف الذروة السنوية بحيث تنطبق بشكل جيد جدا مع قيم مرصودة [1] .

عمل العديد من الباحثين في مجال التوليد المتعاقب للمعلومات باستخدام نموذج سلسلة ماركوف ، حيث قام الباحث في المصدر [2] بتطوير نموذج رياضي ديناميكي في توليد بيانات الامطار وشدتها باستخدام نموذج ماركوف وتوزيع للامطار من نوع (Lognormal). وقام الباحث في المصدر [3] باستخدام سلسلة ماركوف لتحليل بيانات الامطار لمدة ثلاث ساعات متعاقبة لغرض التكهن بقيمها ولاربع محطات في تايوان وحصل على نتائج جيدة. اما الباحث في المصدر [4] فقد قام بدراسة توليد الامطار اليومية في اسيا وافريقيا وقد اشار الى ان استخدام نموذج ماركوف من الدرجة الاولى يعطي نتائج جيدة في وصف حوادث هطول الامطار اليومية. اما الباحثان في المصدران [5 , 6] فقد قاما بتوليد سلسلة الامطار اليومية باستخدام عملية ماركوف العشوائية وتطبيقها في كا من البرازيل والشرق الاوسط ، وتم الحصول على نتائج جيدة.

في هذا البحث استخدمت سلاسل ماركوف (Markov-chain models) من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي لغرض توليد قيم ميترولوجية للشدة المطرية من سجل تاريخي لمحطة قياس المطر في حمام العليل في مدينة الموصل،ومن ثم اجراء مقارنة فيزياوية واحصائية للقيم المتولدة و المرصودة.

عملية ماركوف :

حسب المصدر [7] فقد قدم A.A.Markov فرضية تنص بان (ناتج اي محاولة يعتمد فقط على ناتج المحاولة السابقة مباشرة) . هذه الفرضية قادت الى تشكيل الفكرة الكلاسيكية للعملية العشوائية والمعروفة بعملية ماركوف او سلسلة ماركوف ، وفي عملية ماركوف فان الاحتمالية في اي وقت لكينونة النظام في الحالة المعطاة تعتمد فقط على المعرفة لحالة النظام عند الوقت السابق مباشرة.

ويمكن التعبير عملي او نموذج سلسلة ماركوف لاي درجة كما يلي [7] :

$$X_t = \sum_{j=1}^{m} r_j X_{t-j} + \varepsilon_t \qquad \text{---------- (1)}$$

حيث ان :

X_t = الثابت المعتمد عند الزمن (t).

X_{t-j} = الثابت المعتمد عن الزمن (t – j).

r = معامل ماركوف.

ε_t = المكون العشوائي المستقل.

m = درجة سلسلة ماركوف

ان صيغة نموذج ماركوف من الدرجة الاولى و الثانية يمكن اشتقاقها من المعادلة (1) اعلاه كما يلي :

$$X_t = rX_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \text{---------- (2)}$$

$$X_t = r_1 X_{t-1} + r_2 X_{t-2} + \varepsilon_t \qquad \text{---------- (3)}$$

حيث ان r_1 , r_2 هما معاملات ماركوف لمعادلته من الدرجة الاولى والثانية على التوالي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث انه غالبا ما تستخدم في الهيدرولوجيا نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية ، اما استخدام الدرجات الاعلى من سلسلة ماركوف فنادرا ما يستخدم لانه يتطلب توقع او ايجاد اعداد كبيرة من الثوابت.

في هذا البحث تم توليد بيانات للامطار لـ (100) سنة باستخدام تقنية (Monte Carlo) واستعمال نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية والمتمثل في المعادلتين (2 , 3) اعلاه عن طريق فرض بان الارقام العشوائية تتبع مرة التوزيع المنتظم (Uniform distribution) ومرة اخرى تتبع التوزيع الطبيعي (Normal distribution).

تحليل بيانات الامطار :

اعتمدت البيانات المطرية الخاصة بالاستدامات (3 الى 13) ساعة لموجات مطرية مرصودة في حمام العليل (والتي تبعد 25 كم عن مدينة الموصل في العراق) للاعوام من 1982 الى 1990 . حيث اعتمدت البيانات المطرية المرصودة والتي اعطت اعلى كمية مطر بالملم والتي تم تسجيلها باستدامات تراوحت من 3 الى 13 ساعة وتحليلها وفقا للاسلوب المتبع في المصدر[8] . ويوضح الجدول (1) من (a) الى (e) نماذج من البيانات المرصودة للامطار عند استدامات مختارة في حمام العليل [9] .

وتم استخدام هذه البيانات المرصودة في ايجاد قيمة معامل ماركوف (r) للساعات المتتالية والذي بدوره تم استخدامه في نموذج ماركوف من الدرجة الاولى والثانية في ايجاد قيمة المكون العشوائي (ε_t).

وتحسب قيمة (r) للساعات المتتالية من خلال المعادلة التالية :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}} \qquad \text{---------- (4)}$$

حيث ان :

i = تسلسل رقم العنصر في السلسلة التي مجموع عناصرها (N).

x_i , y_i = عناصر السلسلة عند الزمن (t) و (t-1) على التوالي.

$\bar{x}$ ، $\bar{y}$ = معدل عناصر السلسلة عند الزمن (t) و (t-1) على التوالي.

جدول (1a) البيانات المرصودة لاقصى عمق مطر (ملم) لاستدامة 3 ساعات في حمام العليل

التاريخ	الساعة 1	الساعة 2	الساعة 3
1982\11\13	5.9	6.5	7.8
1983\12\20	2.4	1.2	3.4
1984\12\25	3.5	3.7	7
1985\1\27	7	6	6
1986\4\17	7.1	5	7
1987\1\18	1.8	3.7	4.5
1988\4\12	0.3	0.9	0.6
1989\2\16	8	2.8	2
1990\2\21	6	7.5	6

جدول (1b) البيانات المرصودة لاقصى عمق مطر (ملم) لاستدامة 4 ساعات في حمام العليل

التاريخ	الساعة 1	الساعة 2	الساعة 3	الساعة 4
1982\11\13	6.4	5.9	6.5	7.8
1983\12\20	2.4	1.2	3.4	1.8
1984\12\25	3.5	3.5	3.7	7
1985\1\27	7	6	6	6.5
1986\4\17	3.2	7.1	5	7
1987\1\18	1	1.8	3.7	4.5
1989\2\16	2.8	1.7	8	2.8
1990\2\21	6	7.5	6	4

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (1c) البيانات المرصودة لاقصى عمق مطر (ملم) لاستدامة 5 ساعات في حمام العليل

التاريخ	الساعة 1	الساعة 2	الساعة 3	الساعة 4	الساعة 5
1982\11\13	6.4	5.9	6.5	7.8	3.5
1983\12\20	2.4	1.2	3.4	1.8	0.8
1984\12\25	3.5	3.5	3.5	3.7	7
1985\1\27	7	6	6	6.5	3.5
1986\4\17	4.7	3.2	7.1	5	7
1987\1\18	1.4	1	1.8	3.7	4.5
1989\2\16	2.8	1.7	8	2.8	2
1990\2\21	2	6	7.5	6	4

جدول (1d) البيانات المرصودة لاقصى عمق مطر (ملم) لاستدامة 6 ساعات في حمام العليل

التاريخ	الساعة 1	الساعة 2	الساعة 3	الساعة 4	الساعة 5	الساعة 6
1982\11\13	6.4	5.9	6.5	7.8	3.5	5.3
1983\12\20	0.7	2.4	1.2	3.4	1.8	0.8
1984\12\25	1.6	3.5	3.5	3.5	3.7	7
1985\1\27	7	6	6	6.5	3.5	3
1986\4\17	4	4.7	3.2	7.1	5	7
1987\1\18	1.5	1.4	1	1.8	3.7	4.5
1989\2\16	0.3	2.8	1.7	8	2.8	2
1990\2\21	1.1	2	6	7.5	6	4

جدول (1e) البيانات المرصودة لاقصى عمق مطر (ملم) لاستدامة 7 ساعات في حمام العليل

التاريخ	الساعة 1	الساعة 2	الساعة 3	الساعة 4	الساعة 5	الساعة 6	الساعة 7
1982\11\13	6.4	5.9	6.5	7.8	3.5	5.3	4.8
1983\12\20	0.6	0.7	2.4	1.2	3.4	1.8	0.8
1984\12\25	1.9	1.6	3.5	3.5	3.5	3.7	7
1985\1\27	7	6	6	6.5	3.5	3	2.8
1986\4\17	2.5	4	4.7	3.2	7.1	5	7
1987\1\18	0.7	1.5	1.4	1	1.8	3.7	4.5
1989\2\16	0.5	0.3	2.8	1.7	8	2.8	2
1990\2\21	2	6	7.5	6	4	0.55	4.5

استخدام التوزيع المنتظم في توليد بيانات الامطار :

تم توليد ارقام عشوائية للتوزيع المنتظم باستخدام الحاسوب. وفي مثل هذه المسائل فان عينة عشوائية من توزيع محدد او معلوم عموما يختلف عن التوزيع المنتظم يكون مطلوبا ، فالحاسوب يمكن ان يولد رقم عشوائي (R) يقع بين (0) و (1) من التوزيع المنتظم حيث يمكن توليد بيانات للامطار وفقا للمعادلة التالية [10 , 11] :

$$X = Xmin + R (Xmax – Xmin) \quad \text{---------- (5)}$$

حيث ان :

X = الامطار المتولدة لاول ولثاني ساعة بالملم في حالة استخدام سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية.

Xmin = اصغر قيمة لاول ساعة من بيانات المطر الحقيقي وتستعمل ايضا معها اصغر قيمة لثاني ساعة في حالة سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية.

Xmax = اكبر قيمة لاول ساعة من بيانات المطر الحقيقي وتستعمل ايضا معها اكبر قيمة لثاني ساعة في حالة سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية.

R = رقم عشوائي بين (0) الى (1).

الرقم العشوائي المتولد من التوزيع المنتظم تم استخدامه لحساب كميات الامطار للساعات المتعاقبة من المطر باستخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية ، وتم اجراء الحسابات عن طريق البرمجة بلغة بيسك.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

استخدام التوزيع الطبيعي في توليد بيانات الامطار :

تم تحويل الرقم العشوائي المنتظم الى رقم عشوائي بخصائص البيانات المرصودة للحصول على رقم عشوائي لقيمة (Z) المعيارية ، حيث يمكن توليد بيانات الامطار وفقا للمعادلة التالية :

$$X = \mu + \sigma Z \qquad \text{---------- (6)}$$

حيث ان :

X = الامطار المتولدة لاول ولثاني ساعة بالملم ، في حالة سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية.

μ = معدل المطر للساعة الاولى ، وللساعة الثانية في حالة سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية عند السنوات المتتالية.

σ = الانحراف المعياري للامطار للساعة الاولى ، و للساعة الثانية في حالة سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية عند السنوات المتتالية.

Z = رقم عشوائي لقيمة Z المعيارية.

الرقم العشوائي لـ (Z) تم استخدامه لحساب كميات الامطار بالملم للساعات المتعاقبة من المطر باستخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية ، وتم اجراء الحسابات عن طريق البرمجة بلغة بيسك.

جدول (2) النتائج للبيانات المتولدة للتوزيعات المختلفة وباستدامة 5 ساعة

الوقت	البيانات المرصودة			سلسلة ماركوف من الدرجة (1)					سلسلة ماركوف من الدرجة (2)				
				التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي			التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي		
ساعة	μ	σ	r	μ	σ	μ	σ	ε_t	μ	σ	μ	σ	ε_t
1	3.77	2.06	1	4.34	1.54	3.89	2.23	---	4	1.58	3.54	2.3	---
2	3.56	2.17	0.65	3.93	1	3.64	1.45	1.1	3.72	1.35	4	2.3	---
3	5.47	2.27	0.51	5.66	0.51	5.51	0.74	3.64	5.74	1.31	5.56	2	1.2
4	4.66	2.02	0.44	4.74	0.22	4.67	0.33	2.26	4.86	1.14	4.28	2.2	0.43
5	4.03	2.17	0.26	4.06	0.06	4.04	0.08	2.81	4.2	0.85	3.91	1.3	0.41

جدول (3) النتائج للبيانات المتولدة للتوزيعات المختلفة وباستدامة 7 ساعة

الوقت	البيانات المرصودة			سلسلة ماركوف من الدرجة (1)					سلسلة ماركوف من الدرجة (2)				
				التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي			التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي		
ساعة	μ	σ	r	μ	σ	μ	σ	ε_t	μ	σ	μ	σ	ε_t
1	2.7	2.58	1	3.91	1.78	3.3	2.26	---	3.56	1.83	3.07	2.2	---
2	3.25	2.5	0.8	4.2	1.43	3.7	1.81	1.1	3.4	1.54	3.96	2.5	---
3	4.35	2.17	0.93	5.24	1.33	4.7	1.68	1.33	5.2	2.17	5.3	3	-.83
4	3.86	2.6	0.92	4.7	1.23	4.25	1.55	-.16	4.79	3.2	4.16	4.5	-3.2
5	4.35	2.1	-.15	4.22	0.19	4.3	0.24	4.95	4.95	1.54	5.22	2.5	0.93
6	2.23	1.57	0.1	3.21	0.02	3.22	0.02	2.77	2.15	0.35	2.14	0.4	2.37
7	4.17	2.22	0.53	4.16	0.01	4.17	0.01	2.46	4.2	0.1	5.17	1.5	2.55

جدول (4) النتائج للبيانات المتولدة للتوزيعات المختلفة وباستدامة 8 ساعة

الوقت	البيانات المرصودة			سلسلة ماركوف من الدرجة (1)					سلسلة ماركوف من الدرجة (2)				
				التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي			التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي		
ساعة	μ	σ	r	μ	σ	μ	σ	ε_t	μ	σ	μ	σ	ε_t
1	3.3	2.92	1	4.15	1.65	3.86	2.65	---	3.83	1.69	3.6	2.6	---
2	3.23	2.2	0.92	4	1.52	3.75	2.45	0.18	3.72	1.35	3.79	2.24	---
3	4.01	2.6	0.74	4.6	1.13	4.4	1.82	1.61	4.88	1.96	4.7	3	-1.4
4	4.76	2.47	0.94	5.3	1.06	5.13	1.71	0.98	6	2.58	4.97	3.77	-1.4
5	3.51	1.71	0.91	4	0.97	3.85	1.56	-.82	5.45	4.15	3.28	4.42	-4.6
6	3.5	2.04	0.08	3.54	0.08	3.52	0.13	3.2	4.79	2.7	3.7	3.6	-1.1
7	3.27	2.23	-.02	3.34	.002	3.27	.003	3.27	3.43	0.3	3.2	0.32	3
8	5.11	1.78	0.64	5.11	.001	5.11	.002	3.02	5.2	0.14	5.4	1.36	3.1

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (5) النتائج للبيانات المتولدة للتوزيعات المختلفة وباستدامة 11 ساعة

الوقت	البيانات المرصودة			سلسلة ماركوف من الدرجة (1)					سلسلة ماركوف من الدرجة (2)				
					التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي			التوزيع المنتظم		التوزيع الطبيعي	
ساعة	r	σ	μ	ε_t	μ	σ	μ	σ	ε_t	μ	σ	μ	σ
1	1	3.08	3.66	---	4	1.73	4.2	2.86	---	3.67	1.78	3.8	2.8
2	0.94	1.68	4.36	0.93	4.68	1.62	4.86	2.68	---	4.36	0.97	4.7	1.8
3	0.89	2.43	3.54	-.37	3.83	1.45	4	2.4	-3.8	3.57	2	4.1	3.2
4	0.93	2.64	3.3	-.0014	3.57	1.36	3.72	2.25	-3.87	3.38	2.43	4.7	3.4
5	0.36	2.14	3.28	2.09	3.37	0.49	3.43	0.81	-1.2	3.35	2.69	4.28	3.5
6	0.71	2.77	3.22	0.87	3.29	0.35	3.33	0.6	-0.3	3.32	2.79	4.7	2.5
7	0.48	2.37	4.12	2.57	4.15	0.16	4.17	0.27	.24	4.23	3.26	5.54	3.1
8	0.83	1.37	3.68	0.26	3.7	0.14	3.72	0.23	-1.3	3.82	4	4.89	2.7
9	0.46	3.03	3.59	1.9	3.6	0.06	3.61	0.1	-1.5	3.75	4.57	5.24	3.3
10	0.56	2.57	4.28	2.24	4.28	0.03	4.29	0.06	.57	4.47	4.45	5.46	2.3
11	0.5	2.74	2.64	0.5	2.64	0.01	2.64	0.03	-1.5	2.85	4.8	3.76	2.7

الاختبار الفيزيائي :

لغرض معرفة اي مجموعة من القيم المتولدة بواسطة نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي مقبولة تم اجراء الفحوص الفيزيائية التالية [7] :

1- اختبار الكوليركرام (Correlogram) للبيانات المتولدة :

الكوليركرام هو مخطط لمعامل الارتباط التتابعي Serial correlation coefficient (r_k) كدالة لـ (k) (حيث ان k هو ترتيب او فترة) ، حيث تم رسم قيم المعامل (r_k) كاحداثيات ضد قيم (k) التابعة لها على الترتيب. ويعرف معامل العلاقة المتسلسلة (r_k) لـ k من الترتيب بواسطة المعادلة التالية [7] :

$$r_k = \frac{\frac{1}{N-K}\sum_{i=1}^{N-K} X_i X_{i+k} - \frac{1}{(N-K)^2}\left(\sum_{i=1}^{N-K} X_i\right)\left(\sum_{i=1}^{N-K} X_{i+k}\right)}{\left[\frac{1}{N-K}\sum_{i=1}^{N-K} X_i^2 - \frac{1}{(N-K)^2}\left(\sum_{i=1}^{N-K} X_i\right)^2\right]^{1/2}\left[\frac{1}{N-K}\sum_{i=1}^{N-K} X_{i+k}^2 - \frac{1}{(N-K)^2}\sum_{i=1}^{N-K} X_{i+k})^2\right]^{1/2}}$$

---------- (7)

وبتطبيق المعادلة (7) اعلاه على معدلات القيم المرصودة والمتولدة من التوزيعين المنتظم والطبيعي في حالة سلسلة ماركوف من الدرجةالاولى والثانية تم ايجاد قيم المعامل (r_k) للامطار ذات الاستدامة من (3) الى (13) ساعة وكانت النتائج لاعلى واقل قيمة للمعامل (r_k) عند الاستدامات المختلفة كما موضحة في الجدول (6) التالي :

جدول (6) القيم العليا والدنيا للمعامل (r_k) عند الاستدامات المختلفة لمعدل قيم البيانات المرصودة والمتولدة

الاستدامة		البيانات	سلسلة ماركوف درجة (1)		سلسلة ماركوف درجة (2)	
ساعة	K	الحقيقية	التوزيع المنتظم	التوزيع الطبيعي	التوزيع المنتظم	التوزيع الطبيعي
3	1	-0.9999	-1	-0.9999	1	1
4	1	0.6027	0.5842	0.5829	0.9173	0.9902
	2	-0.9995	-0.9991	-0.9994	0.9957	0.9992
5	1	-0.0852	-0.263	-0.1261	-0.1334	-0.0908
	3	0.9999	1	1	1	-1
6	1	-0.0974	-0.3962	-0.2963	0.1076	-0.281
	4	0.9999	1	1	0.9999	1

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

-0.104	-0.1312	-0.0549	0.2251	-0.0465	1	7
0.9999	-0.9999	0.9999	1	0.9999	5	
-0.1778	0.2424	-0.0509	0.025	-0.0939	1	8
1	-1	-0.9998	-0.9998	-0.9999	6	
-0.6357	0.047	-0.6701	-0.5919	-0.4673	1	9
1	0.9999	-0.9999	-0.9999	-1	7	
-0.392	-0.078	0.0425	0.3408	0.1175	1	10
1	1	-0.9999	-1	-0.9999	8	
-0.02	-0.2892	0.0016	-0.1302	-0.2905	1	11
-1	-1	-0.9999	-1	-1	9	
-0.3571	0.7418	0.4769	0.5902	0.0237	1	12
0.9937	0.9999	-0.9998	-0.9997	-1	10	
-0.4824	0.2577	0.3324	0.3091	0.0324	1	13
0.9999	0.9999	-0.9999	-1	-1	11	

2- اختبار مخطط كثافة الطيف (Variance density soectrum):

رياضيا دالة كثافة الطيف هي تحويل (Fourier transform) لدالة الارتباط الذاتي. حيث ان معادلة دالة الكثافة التي تم استخدامها في هذا البحث هي [7] :

$$r(f) = 2\left[1 + 2\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{1+\cos 2\Pi fk}{2}\right)(rk)\cos 2\Pi fk\right] \quad \text{---------- (8)}$$

حيث ان :

r(f) = دالة اختلاف كثافة الطيف.

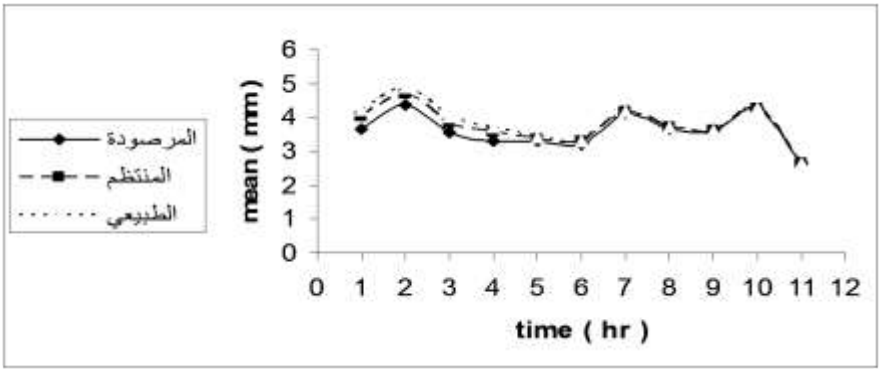
r_k = معامل العلاقة المتسلسلة للفترة (k).

m = اكبر فترة لقيمة (r_k) المحسوبة.

f = التردد.

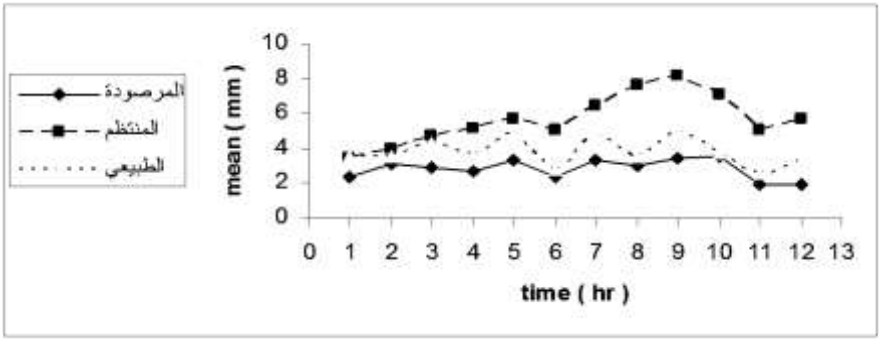
وحسبت دالة اختلاف كثافة الطيف لترددات مختلفة من (0) الى (0.5) باستخدام قيم (r_k) المستخرجة في الجدول (6) عندالاستدامات المختلفة من (3) الى (13) ساعة وفي حالة البيانات المرصودة ونموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية وللتوزيع المنتظم والطبيعي مع اجراء فحص مربع كاي (χ^2) لتحديد للكشف عن تطابق البيانات المرصودة مع المتولدة وكانت النتائج كما موضحة في الجداول (7 ، 8) :

وفيما يلي اشكال تمثل علاقات توضيحية مختارة لغرض المقارنة بين نتائج القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية وللتوزيع المنتظم والطبيعي مع القيم المرصودة :

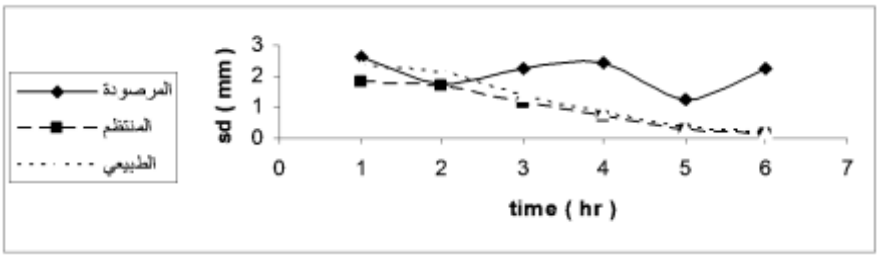


شكل (1) مقارنة المتوسطات للتوزيعين لسلسلة ماركوف (1) مع القيم المرصودة

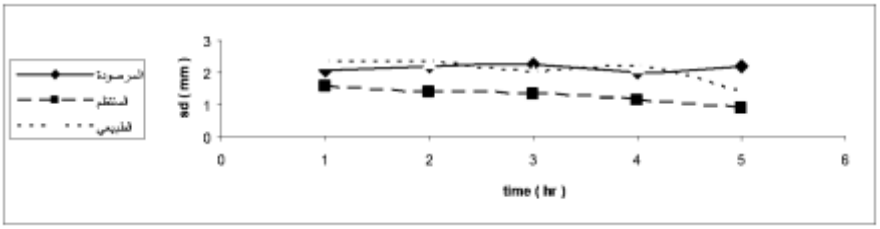
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



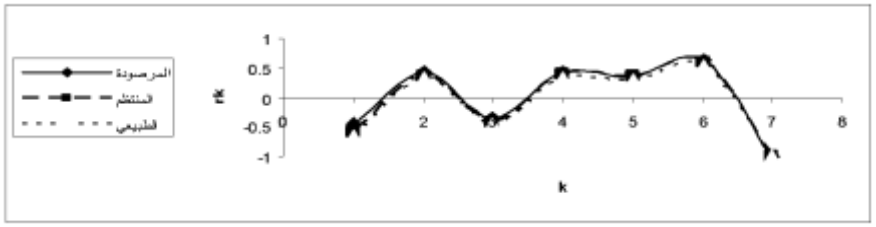
شكل (2) مقارنة المتوسطات للتوزيعين لسلسلة ماركوف (2) مع القيم المرصودة



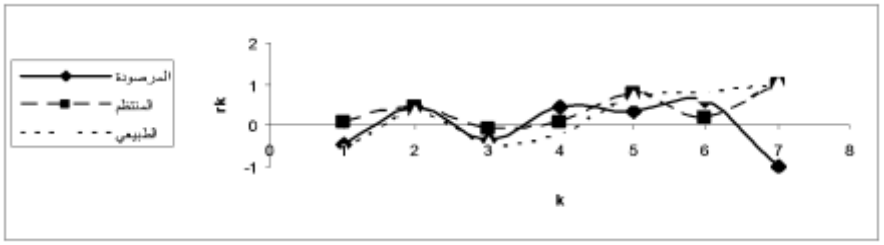
شكل (3) مقارنة الانحرافات للتوزيعين لسلسلة ماركوف (1) مع القيم المرصودة



شكل (4) مقارنة الانحرافات للتوزيعين لسلسلة ماركوف (2) مع القيم المرصودة

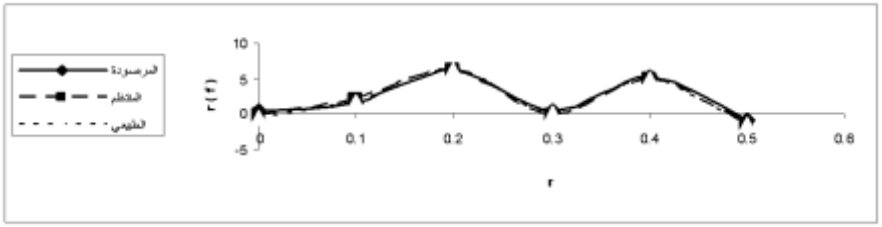


شكل (5) مقارنة قيم (rk) للتوزيعين لسلسلة ماركوف (1) مع القيم المرصودة

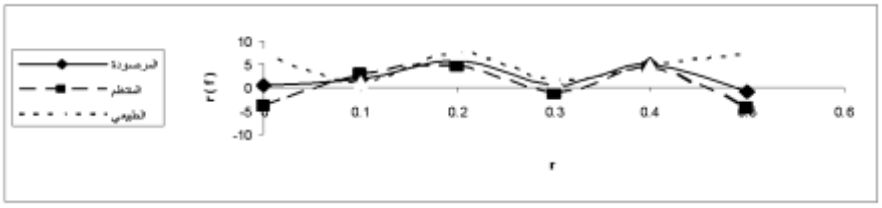


شكل (6) مقارنة قيم (rk) للتوزيعين لسلسلة ماركوف (2) مع القيم المرصودة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (7) مقارنة قيم (r(f)) للتوزيعين لسلسلة ماركوف (1) مع القيم المرصودة



شكل (8) مقارنة قيم (r(f)) للتوزيعين لسلسلة ماركوف (2) مع القيم المرصودة

جدول (7) قيم الـ Variance density spectrum لمعدل البيانات المرصودة عند الاستدامات المختلفة

13 hr	12 hr	11 hr	10 hr	9 hr	8 hr	7 hr	6 hr	5 hr	4 hr	3 hr	F
-12.68	-9.54	0.03	-5.23	2.143	0.44	3.7	2.03	2.6	0.413	-1.99	0.0
-6.05	-4.71	-1.08	1.49	1.23	1.6	2.02	1.87	0.7	2.95	-0.927	0.1
-2.51	-1.53	1.82	0.02	4.21	6.07	6.17	2.99	1.86	2.8	1.19	0.2
0.26	-2.96	2.49	2.07	-1.03	0.39	0.55	3.42	5.19	2.05	2.42	0.3
0.47	-0.55	4.97	-1.24	2.5	5.2	5.53	0.99	2.23	1.01	2.3	0.4
-5.61	-5.94	2.71	-3.32	7.93	-0.89	1.96	6.26	-1.06	-1.99	2	0.5

جدول (8) نتائج فحص كاي مربع (χ^2) لقيم الـ Variance density spectrum المرصودة والمتولدة عند الاستدامات المختلفة

الاستدامة	سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى		سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية	
(ساعة)	التوزيع المنتظم	التوزيع الطبيعي	التوزيع المنتظم	التوزيع الطبيعي
3	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
4	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
5	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
6	غير مطابق	غير مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
7	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
8	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
9	غير مطابق	غير مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
10	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
11	مطابق	مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
12	غير مطابق	غير مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق
13	غير مطابق	غير مطابق	غيرمطابق	غيرمطابق

الاختبار الاحصائي :

لغرض تدعيم الاختبار الفيزيائي تم اجراء اختبار احصائي لمعرفة اي مجموعة من القيم المتولدة بواسطة نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي مقبولة ، حيث تم اجراء الفحوص الاحصائية لمقارنة المتوسطات والتباينات للقيم المتولدة من استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية وللتوزيعين المنتظم والطبيعي مع المتوسطات والتباينات للقيم الحقيقية ولاستدامة من (3) الى (13) ساعة ، ولقد تضمن الاختبار الاحصائي ما يلي :

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1- اختبار الفروض للفرق بين الوسط الحسابي للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية وللتوزيعين المنتظم والطبيعي مع الوسط الحسابي للتسجيلات المرصودة (Historical records)

ولتحقيق هذا الاختبار تم استخدام فحص (t) (t-test) [12 , 13 , 14] وكانت النتائج كما مبينة في الجدول (9) التالي :

جدول (9) نتائج فحص (t-test) للمتوسطات للقيم المرصودة مع القيم المتولدة

تسلسل الفحص	نوع القيمة الاولى	نوع القيمة الثانية	نوع التوزيع	قيمة (t) الجدولية	العلامة	قيمة (t) المحسوبة	هل المتوسطين متساويين
1	مرصودة	ماركوف 1	منتظم	1.725	اكبر من	1.017	نعم
2	مرصودة	ماركوف 1	طبيعي	1.725	اكبر من	0.977	نعم
3	مرصودة	ماركوف 2	منتظم	1.725	اصغر من	2.915	كلا
4	مرصودة	ماركوف 2	طبيعي	1.746	اصغر من	2.5	كلا

2- اختبار النسبة بين تباين مجتمعين σ (القيم الحقيقية مع القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف) :

ولتحقيق هذا الاختبار تم استخدام فحص كاي مربع (χ^2)(χ^2 -test) [12 , 13 , 14] وكانت النتائج كما مبينة في الجدول (10) التالي :

جدول (10) نتائج فحص (χ^2 -test) **لتباينات القيم المرصودة مع القيم المتولدة**

تسلسل الفحص	نوع القيمة الاولى	نوع القيمة الثانية	نوع التوزيع	قيمة(χ^2) الجدولية	العلامة	قيمة(χ^2) المحسوبة	هل التباينين متساويين
1	مرصودة	ماركوف 1	منتظم	18.307	اصغر من	258.54	كلا
2	مرصودة	ماركوف 1	طبيعي	18.307	اصغر من	71.74	كلا
3	مرصودة	ماركوف 2	منتظم	18.307	اصغر من	20.9	كلا
4	مرصودة	ماركوف 2	طبيعي	18.307	اكبر من	9.25	نعم

المناقشة :

التوليد المتعاقب للمعلومات الهيدرولوجية الذي هو عملية احصائية تتم باستخدام طرائق (Monte carlo) لتوليد تسجيلات هيدرولوجية تركيبية متعاقبة تم اجراءها في هذا البحث باستخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية ولتوزيعين منتظم وطبيعي لتوليد سلاسل عشوائية لقيم هيدرولوجية تمثل عمق المطر بالملم وباستدامة من (3) الى (13) ساعة ولمدة 100 سنة متعاقبة في حمام العليل في مدينة الموصل ، وهذه القيم الهيدرولوجية لا يمكن الحصول عليها من المعلومات المرصودة.

من خلال ملاحظة الاشكال (1 , 2) فانها تبين بان نتائج المتوسطات للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي كانت متقاربة جدا ومتطابقة مع النتائج المرصودة ، اما نتائج المتوسطات للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي فهي متباعدة عن القيم المرصودة . اما بالنسبة لنتائج قيم الانحراف المعياري (σ) للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية وللتوزيعين النتظم والطبيعي والموضح نموذج منها في الاشكال (3 , 4) فهي بشكل عام لا تنطبق مع قيم الانحراف المعياري (σ) المرصودة ، ولكن هذا الاستنتاج لنتائج قيم المتوسطات والانحرافات او التباينات غير كافي لاصدار حكم نهائي على النتائج ، لذلك ولغرض دعم او التاكد من صحة هذا الاستنتاج اعلاه تم اجراء الاختبارات الفيزيائية والاحصائية لبيان اي مجموعة من النتائج المتولدة تتطابق بشكل مناسب مع النتائج المرصودة وبالتالي اصدار الحكم النهائي على النتائج.

ومن خلال اجراء الفحص الفيزيائي على النتائج يبين بان نتائج المتوسطات للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي كانت مقاربة ومتطابقة مع النتائج المرصودة ، وكما موضح نموذج منها في الاشكال (5 , 7) الخاصة بفحص (r_k) و (r(f)) وللاستدامات (3 ، 4 ، 5 ، 7 ، 8 ، 10 ، 11) .

في حين كانت نتائج المتوسطات للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

غير منطبقة مع القيم المرصودة ولجميع الاستدامات وهذا ما تبينه الاشكال (6 , 8) الخاصة بفحص (r_k) و (r(f)).

والجدول (8) الذي يبين نتائج فحص كاي مربع (χ^2) لقيم الـ Variance density spectrum المرصودة والمتولدة عند الاستدامات المختلفة. وبذلك فان الاستنتاج من خلال الاختبار الفيزيائي حول المتوسطات يدعم ماجاء في الاستنتاج السابق للاشكال (1 , 2).

اما الفحص الاحصائي فلقد جاء هو الاخر بنتائج مطابقة للفحص الفيزيائي والاستنتاجات السابقة ، حيث انه من خلال اختبار الفروض للفرق بين الوسط الحسابي للقيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي مع الوسط الحسابي للتسجيلات المرصودة ، فانه باجراء فحص (t-test) تبين ومن خلال النتائج في الجدول (9) ان قيم المتوسطات المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي جاءت مطابقة بشكل كبير لنتائج قيم المتوسطات المرصودة ، اما قيم المتوسطات المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي جاءت غير مطابقة ولاتمثل نتائج قيم المتوسطات المرصودة.

ومن خلال اختبار النسبة بين تباين القيم المرصودة مع المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي ، فانه باجراء فحص (χ^2 -test) تبين ومن خلال النتائج في الجدول (10) بصورة عامة ان نتائج التباين للقيم المتولدة غير مطابقة ولاتمثل قيم التباين المرصودة عدا النتائج المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية وللتوزيع الطبيعي.

الاستنتاجات والتوصيات :

1- متوسطات القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي مطابقة للقيم المرصودة.

2- متوسطات القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي غير مطابقة للقيم المرصودة.

3- تباينات القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى والثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي بصورة عامة غير مطابقة للقيم المرصودة.

4- تباينات القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي اقرب الى تباينات القيم المرصودة من تباينات القيم المتولدة من نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي.

5- ان استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي في توليد قيم اعماق المطر لمحطة كلية الزراعة – حمام العليل في مدينة الموصل افضل كثيرا من استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الثانية للتوزيعين المنتظم والطبيعي ، وهذا ما كشفت عنه نتائج الاختبارين الفيزيائي والاحصائي.

6- يمكن استخدام نموذج سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى للتوزيعين المنتظم والطبيعي في توليد قيم اعماق المطر لمحطة كلية الزراعة – حمام العليل في مدينة الموصل للاستدامات (3 ، 4 ، 5 ، 7 ، 8 ، 10 ، 11) بموجب نتائج الجدول (8) الذي يبين نتائج فحص كاي مربع (χ^2) لقيم الـ Variance density spectrum المرصودة والمتولدة عند الاستدامات المختلفة.

المصادر :

1- Ven te Chow , “Hand book of applied hydrology” , Mc Graw –Hill book company , 1964.

2- Maseng , T. , and , Bakken , P. , “Adynamic mathematical model of rain attenuation , IEEE Communications society” , VOL.29 , ISSUE : 5 , MAY 1981.

3- Yu , Pao – Shan , and Yang , Tao – Chng , “ A probability – Based Renewal Rainfall model for flow Forcasting “ , Journal of Natural Hazard , Issue : 1 , Vol. 15 , Pages : 51 – 70 , 1997.

4- Michail Harrison , and , Peter Wawlenb , “Anote concerning the proper choice for Markov model order for daily precipitation in the Humid” , 2000.

5- D.H.M. Detzel , and , M.R.M. Mine , “Generation of daily synthetic precipitation series , J. The open hydrology” , VOL.5 , 2011 , 69-77.

6- Mhanna Muamaraldin , and Bauwens Willy , “Stochastic Single – Site generation of daily and monthly rainfall in Middle – East”, Journal of Meteorological Application , Issue : 1 , Vol. 19 , Pages 111 – 117 , 2012 , IVSL.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

7- Vujica Yevjevich , “Stochastic processes in hydrology , Water resources publications Fortcollins” , COLORADO , U.S.A. , 1972.
8- Varshney , R.S. , “ Engineering Hydrology “ , New chand and Bros. Rookee (U.P.) , India , 1977.
9- البيانات المطرية من محطة لكلية الزراعة / جامعة الموصل – حمام العليل
10- Ramaseshan , S. “ Sequential Generation of Hydrologic Information “ , Civil Engineering Department , Indian Institute of Technology , Kanpure , India , 1969.
11- Donald , R.D. , “ Traffic Flow theory and Control “ , McGraw – Hill , London , 1986.
12- د. خاشع محمود الراوي،" المدخل الى الاحصاء "،كلية الزراعة والغابات \ جامعة الموصل ،2000.
13- نجاة رشيد الكيخيا ، اساسيات الاستنتاج الاحصائي ، دار المريخ للنشر ، الرياض ، 2007 .
14- د. عبد الرحمن بن محمد سليمان ، د. محمود محمد ابراهيم ، الاحصاء التطبيقي ، شركة العبيكان للابحاث والتطوير ، الرياض ، 2007 .
15- د. مهدي فاضل موسى ، باسل شكر محمود ، جاسم محمد ذياب ، البرمجة بلغة بيسك ، دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل ، 1989 .
16- Lennartsson T. , Baxevani A. and, Chen D. , " Modeling precipitation in sweeden using multiple step markov chains and composite model " , Journal of Hydrology , Issue : 1 – 4 , Vol. 363 , Pages 42 – 59 , 2008 , IVSL.
17- Sorup H.J.D. , Madsen H. , and Arenbjerg – Nielsenk , " Descriptive and predictive evaluation of high resolution Markov chain precipitation models " , Journal of Environmentrics , Issue : 7 , Vol. 23 , Pages 623 – 635 , 2012 , IVSL.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com