

الفصل الثالث

امثلة عملية PRACTICAL EXAMPLES

المحاكاة اليدوية لبعض الأمثلة Hand Simulation Examples :

المحاكاة اليدوية تعطي بعد نظر عميق في تفاصيل المحاكاة ويجب الاتغفل إطلاقاً لأنها بمثابة التهيئة والإعداد كما يهيء الجندي للمعركة او اللاعب للمباراة. سوف نقوم بإجراء محاكاة يدوية لعدة أمثلة لكي نستعرض مدى قوة المحاكاة كأداة لحل المشاكل ولصنع القرارات:

مثال (1) : طابور الصف الواحد Single Channel Queue

محل بقالة صغير له محاسب واحد. يصل الزبائن إلى نقطة الدفع بشكل عشوائي يفصل بينهما أزمنة ما بين وصول (Inter-arrival times (minutes) بين 1 و 8 دقائق وهذه الأزمنة ما بين وصول لها نفس الإحتمال كما في الجدول رقم (1-1).

جدول رقم (1-1): توزيع أزمنة ما بين الوصول

Time between Arrivals (AT)	Probability of AT (PAT)	Cumulative Prob. of AT (CAT)	Period Prob. of AT (PPAT)
1	0.125	0.125	0.0000-0.1250
2	0.125	0.250	0.1251-0.2500
3	0.125	0.375	0.2501-0.3750
4	0.125	0.500	0.3751-0.5000
5	0.125	0.625	0.5001-0.6250
6	0.125	0.750	0.6251-0.7500
7	0.125	0.875	0.7501-0.8750
8	0.125	1.000	0.8751-1.0000

أزمنة الخدمة (Service times (minutes) : تتراوح ما بين 1 و 6 دقائق بإحتمالات كما في الجدول رقم (2-1).

جدول رقم (2-1): توزيع أزمنة الخدمة

Service Time (ST)	Probability of ST (PST)	Cumulative Prob. of ST (CST)	Period Prob. of ST (PPST)
1	0.10	0.10	0.000-0.100
2	0.20	0.30	0.101-0.300
3	0.30	0.60	0.301-0.600
4	0.25	0.85	0.601-0.850
5	0.10	0.95	0.851-0.950
6	0.05	1.00	0.951-1.000

المطلوب تحليل النظام بمحاكاة وصول وخدمة $NC=10$ زبونا.

لإجراء المحاكاة يدويا نحتاج إلى توليد أزمنة مابين وصول وأزمنة خدمة لكل زبون وذلك بالمعينة من التوزيعات المعطاة في الجدولين السابقين. لكي نفعل ذلك نستفيد من طريقة التحويل العكسي Inverse Transform Technique والتي ستشرح بالتفصيل في باب توليد المتغيرات العشوائية.

١. نولد رقمين عشوائية بالفترة (0,1) لكل زبون لكل من AT و ST على التوالي.

٢. نقرن الرقمين المولدة ضمن التوزيع التراكمي (PPAT) و (PPST) من كل الجدولين (1-1) و (2-1) على التوالي.

٣. من التوزيع التراكمي نجد فترات الأرقام العشوائية التابعة لكل قيمة يأخذها المتغير العشوائي من العمودين (AT) و (ST) ونضعها امام الزبون i.

جدول رقم (3-1) ازمنا مابين الوصول (AT) وأوقات الخدمة (ST) العشوائية لكل زبون من الزبائن.

Customer i	R _i For AT	AT(i)	R _i For ST	ST(i)
1	0.888	8	0.869	5
2	0.407	4	0.878	5
3	0.080	1	0.623	4
4	0.803	7	0.251	2
5	0.992	8	0.074	1
6	0.038	1	0.952	5
7	0.746	6	0.440	3
8	0.501	5	0.496	3
9	0.179	2	0.878	5
10	0.248	2	0.665	4

الآن نكون جدول يتتبع الزبائن أثناء مرورهم بالنظام، مع ملاحظة أن الزبون الأول له زمن ما بين وصول من ساعة الصفر للمحاكاة يحسب من الجدول كما ان زمن فراغ الخادم من ساعة الصفر حتى وصول الزبون الأول يحسب صفرا، حيث يتم حساب الاتي:

١. وقت بداية الخدمة (SS) Start of Service ويحسب بالعلاقة:

$$SS(i+1)=\max \{SS(i)+ST(i),CAT(i+1)\}, i=1,\dots,NC-1, SS(1)=CAT(1).$$

٢. وقت نهاية الخدمة (ES) End of Service ويحسب بالعلاقة:

$$ES(i)=ST(i)+SS(i), i=1,\dots,NC.$$

٣. الوقت المستغرق في الطابور (TQ) Time in Queue ويحسب بالعلاقة:

$$TQ(i)=SS(i)-CAT(i), i=1,\dots,NC.$$

٤. الوقت المستغرق في النظام (TS) Time in System ويحسب بالعلاقة:

$$TS(i)=ES(i)-CAT(i), i=1,\dots,NC.$$

٥. وقت قطع الخدمة من الخادم (الوقت الذي يتوقف فيه الخادم عن تقديم اي خدمة ضمن

وقت الطابور) Idle time of Server (SS) ويحسب بالعلاقة:

$$IT(i+1)=SS(i+1)-ES(i), i=1,\dots,NC-1, IT(1)=0.$$

جدول رقم (4-1): جدول متابعة المحاكاة

C(i)	AT	CAT	ST	Start of Service (SS)	End of Service (ES)	Time in Queue (TQ)	Time in System (TS)	Idle time (IT) of server
1	8	8	5	8	13	0	5	0
2	4	12	5	13	18	1*	6	0
3	1	13	4	18	22	5*	9	0
4	7	20	2	22	24	2*	4	0
5	8	28	1	28	29	0	1	4
6	1	29	5	29	34	0	5	0
7	6	35	3	35	38	0	3	1
8	5	40	3	40	43	0	3	2
9	2	42	5	43	48	1*	6	0
10	2	44	4	48	52	4*	8	0
Tot.	44	TAT=44	TST=37		CES=52	TTQ=13 NWC=5	TTS=50	TIT=7

من الجدول رقم (4-1) يمكن حساب مقاييس الأداء للنظام:

١. متوسط زمن الإنتظار (WT) :Waiting Time (WT)

$$WT=TTQ/NS=13/10=1.3 \text{ min.}$$

حيث ان $TTQ=13$ (Total Time in Queue) .

٢. إحتمال الإنتظار في الطابور (PWQ) :Prob. of Waiting in Queue (PWQ)

$$PWQ=NWC/NC=5/10=0.5.$$

حيث ان $NWC=5$ (Number of Waiting Customer) هو عدد الزبائن الذين انتظروا في الطابور .

٣. فعالية الخادم (EOS) :Effectiveness of Server (EOS)

$$EOS=TST/CES=37/52=71\%.$$

حيث ان $TST=37$ (Total ST) هو ازمان الخدمة

و $CES=52$ (Cumulative of ES) هو الزمن التراكمي لانتهاء الخدمة.

٤. متوسط زمن الخدمة (AST) : Average of ST (AST)

$$AST=TST/NC=37/10=3.7 \text{ min.}$$

٥. متوسط ازمة ما بين الوصول (AAT) :Average of AT (AAT)

$$AAT=CAT(NC)/NC=44/10=4.4 \text{ min.}$$

٦. متوسط زمن الانتظار في الطابور (AIT) :Average of IT (AIT)

$$AIT=TTQ/NWC=13/5=2.6 \text{ min.}$$

عدد الذين مكثوا في الطابور $(NWC)=5$.Number of waiting Customers

٧. متوسط زمن المكوث في النظام (ATS) :Average of TS (ATS)

$$ATS=TTS/NC=50/10=5 \text{ min.}$$

حيث ان $TTS=50$ (Total Time in System) هو مجموع زمن المكوث في النظام.

مثال (2) مسألة اكثر من طاير

الغرض من هذا المثال هو عرض طريقة المحاكاة عند وجود اكثر من مسار او صف طاير. مطعم خدمة سريعة للسيارات يقوم على تلبية الطلبات خادمين (أسعد وباسم) لأخذ وتوصيل الطلب للسيارات الواصلة للمطعم. تصل السيارات إلى المطعم حسب توزيع ازمنا مابين الوصول التالية:

جدول توزيع ازمنا مابين الوصول:

جدول رقم (1-2): توزيع ازمنا مابين الوصول

Time between Arrivals (AT)	Probability of AT (PAT)	Cumulative Prob. of AT (CAT)	Period Prob. of AT (PPAT)
1	0.25	0.25	0.000-0.250
2	0.40	0.65	0.251-0.650
3	0.20	0.85	0.651-0.850
4	0.15	1.00	0.851-1.000

الخادمين يدعى احدهم اسعد والثاني بلسم، اسعد اكثر قدرة وخبرة من باسم (ولذلك يفضله اغلب الزبائن) كما انه اسرع في خدمة الزبائن، توزيع ازمنا الخدمة لكل من اسعد وباسم هي على كما في الجدول (2-2):

جدول رقم (2-2): توزيع ازمنا الخدمة

توزيع ازمنا الخدمة للخادم اسعد				توزيع ازمنا الخدمة للخادم باسم			
Service Time (ST)	Probability of ST (PST)	Cumulative Prob. of ST (CST)	Period Prob. of ST (PPST)	Service Time (ST)	Probability of ST (PST)	Cumulative Prob. of ST (CST)	Period Prob. of ST (PPST)
2	0.30	0.30	0.000-0.300	3	0.35	0.35	0.000-0.350
3	0.28	0.58	0.301-0.580	4	0.25	0.60	0.351-0.600
4	0.25	0.83	0.581-0.830	5	0.20	0.80	0.601-0.800
5	0.17	1.00	0.831-1.000	6	0.20	1.00	0.801-1.000

المطلوب تحليل النظام بمحاكاة وصول وخدمة $NC=11$ زبونا،

ويمكن اجراء الحسابات لطايرين كالاتي:

وقت بداية الخدمة يبدأ الزبون الاول للعمل في الطاير الاول للخادم اسعد ثم يحسب $ES=SS+ST$ فاذا كان $CAT(i+1)$ اصغر من ES للخادم اسعد فينتقل الزبون التالي الى طاير الخادم باسم والا فان هذا الزبون يبقى مع طاير الخادم اسعد وهكذا نستمر لحين اكمال جميع الزبائن. اما البقاء في انتظار الخدمة الطاير TQ فيحسب من خلال الفرق بين SS لاي من الخادمين مع وقت الوصول التراكمي CAT للزبون i .

الجدول (3-2) يبين مراحل المحاكاة لخادمين (طابورين):

C(i)	Ri of AT	AT	CAT	Ri of ST	Server Assad			Server Basim			Time in Queue (TQ)	Time in System (TS)
					Start of Service (SS)	Service Time (ST)	End of Service (ES)	Start of Service (SS)	Service Time (ST)	End of Service (ES)		
1	0.9928	4	4	0.3982	4	3	7	-	-	-	0	3
2	0.4635	2	6	0.4859	-	-	-	6	4	10	0	4
3	0.6549	3	9	0.0185	9	2	11	-	-	-	0	2
4	0.0080	1	10	0.3755	-	-	-	10	4	14	0	4
5	0.0175	1	11	0.3802	11	3	14	-	-	-	0	3
6	0.0271	1	12	0.0717	14	2	16	-	-	-	*2	4
7	0.2943	2	14	0.7947	-	-	-	14	5	19	0	5
8	0.7033	3	17	0.0486	17	2	19	-	-	-	0	2
9	0.3052	2	19	0.7448	19	4	23	-	-	-	0	4
10	0.0292	1	20	0.0828	-	-	-	20	3	23	0	3
11	0.2949	2	22	0.9133	23	5	28	-	-	-	*1	6
		TAT=22				TST=21	CES=28		TST=16	CES=23	TTQ=3	TTS=40

١. مدة المحاكاة هي ES التراكمي Cumulative ES (CES) ايهما اكبر للخادمين وهي 28.

٢. فعالية أسعد Effectiveness of Server A (EOS(A)) تحسب كلاتي:

$$EOS(A) = TST(A) / CES(A) = 21 / 28 = 75\%$$

٣. فعالية أسعد (EOS(B)) تحسب كلاتي:

$$EOS(B) = TST(B) / CES(B) = 16 / 23 = 70\%$$

٤. عدد اللذين خدمهم اسعد Number of A Customers (NC(A))=7 من NC=11 اي

نسبتهم PNC(A) هي:

$$PNS(A) = NC(A) / NC = 7 / 11 = 0.64\%$$

٥. عدد اللذين خدمهم باسم (NC(B))=4 ونسبتهم PNC(B) هي:

$$PNS(B) = NC(B) / NC = 4 / 11 = 0.36\%$$

٦. متوسط زمن الخدمة لاسعد Average of ST (AST(A)) :

$$AST(A) = TST(A) / NC(A) = 21 / 7 = 3 \text{ min.}$$

٧. متوسط زمن الخدمة لباسم Average of ST (AST(B)) :

$$AST(B) = TST(B) / NC(B) = 16 / 4 = 4 \text{ min.}$$

٨. متوسط زمن الانتظار في الطابور للجميع Average of IT for All (AITA) :

$$AITA = TTQ / NC = 3 / 11 = 0.27 \text{ min.}$$

حيث ان TTQ=3.

٩. متوسط زمن الانتظار لمن انتظروا بالطابور Average of IT (AIT) :

$$AIT = TTQ / NWC = 3 / 2 = 1.5 \text{ min.}$$

عدد اللذين مكثوا في الطابور NWC=2.

١٠. متوسط ازمنا مابين الوصول Average of AT (AAT) :

$$AAT = TAT / NC = 22 / 11 = 2 \text{ min.}$$

حيث ان $Total AT (TAT)=CAT(NC)=22$.

١١. نسبة الزبائن الذين انتظروا دقيقة (AWC) :Average of Waiting Customers (AWC)
 $AWC=NWC/NC=2/11=18\%$.

١٢. متوسط زمن المكوث في النظام :ATS
 $ATS=TTS/NC=40/11=3.6 \text{ min.}$

حيث ان $Total Time in System (TTS)=40$ هو مجموع زمن المكوث في النظام.

مثال 3: مشكلة بائع الصحف:

هذه مشكلة تقليدية في نظام المخزون وتتعلق بشراء وبيع صحف. بائع الصحف يشتري الصحيفة الواحدة ب 150 فلس ويبيعهها ب 200 فلس، الصحف المتبقية نهاية اليوم تباع لمصنع قراطيس بسعر 10 فلس للصحيفة الواحدة. يشتري البائع الصحف من الموزع في حزم تتكون من 10 صحف (أي يمكنه شراء 10 او 20 او 30 وهكذا... صحيفة في كل مرة). الطلب على الصحف يعتمد على نوع الأخبار في ذلك اليوم فهناك يوم أخبار جيد ويوم أخبار متوسط ويوم أخبار ضعيف بإحتمالات على التوالي 0.35 و 0.45 و 0.20 توزيع الطلب على الصحف لكل يوم حسب نوع الأخبار هو في الجدول التالي (1-3):

Demand	Demand Prob. Distribution		
	Good	Fair	Poor
40	0.03	0.10	0.44
50	0.05	0.18	0.22
60	0.15	0.40	0.16
70	0.20	0.20	0.12
80	0.35	0.08	0.06
90	0.15	0.04	0.00
100	0.07	0.00	0.00

المطلوب تحديد العدد الأمثل لعدد الصحف التي يشتريها بائع الصحف. سوف نحاكي النظام لمدة 20 يوما ونحدد الربح اليومي والذي يحسب من العلاقة:

$$Profit = \begin{matrix} \text{Revenue} \\ \text{From} \\ \text{Sales} \end{matrix} - \begin{matrix} \text{Cost of} \\ \text{newspapers} \end{matrix} - \begin{matrix} \text{Lost profit} \\ \text{from} \\ \text{Excess demand} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Salvage from} \\ \text{sale of scrap} \\ \text{papers} \end{matrix}$$
$$P = RS - CN - LPD + SSP$$

الربح = صافي البيع - سعر الصحف - الربح الضائع من زيادة الصحف + المستفد كمبايع للقراطيس
من شرح المشكلة نجد ان:

$$١. \text{ صافي البيع} = 200 * \text{عدد الصحف المباعة (المطلوبة)}.$$

٢. سعر الصحف = 150 * عدد الصحف المشتراة.
٣. الربح الضائع من زيادة الطلب = 50 * (عدد الصحف المطلوبة - عدد الصحف المشتراة) على ان تكون عدد الصحف المطلوبة اكبر من عدد الصحف المشتراة.
٤. المستنقذ كمبايع للقراطيس = 10 * (عدد الصحف المشتراة - عدد الصحف المطلوبة) على ان تكون عدد الصحف المشتراة اكبر من عدد الصحف المطلوبة.
- لحل هذه المشكلة بالحاكاة يجب علينا تبني سياسة شراء عدد معين من الصحف يوميا ثم محاكاة الطلب على الصحف لمدة 20 يوما وتحديد الربح اليومي، السياسة (وهي عدد الصحف المشتراة) هذه تغير حتى نحصل على عدد الصحف المشتراة التي يكون الربح عندها اكبر ما يمكن.

الجداول (2-3) لتوزيع نوع يوم الأخبار:

Types of Newsdays (TN)	Prob.	Cumulative Prob.	Period of Prob.
Good	0.35	0.35	0.000 – 0.350
Fair	0.45	0.80	0.351 - 0.800
Poor	0.20	1.00	0.801 – 1.000

الجدول (3-3) لتوزيع الطلب على الصحف حسب نوع الاخبار:

Demand (D)	Cumulative Prob.			Period of Prob.		
	Good	Fair	Poor	Good	Fair	Poor
40	0.03	0.10	0.44	0.000-0.030	0.000-0.100	0.000-0.440
50	0.08	0.28	0.66	0.031-0.080	0.101-0.280	0.441-0.660
60	0.23	0.68	0.82	0.081-0.230	0.281-0.680	0.661-0.820
70	0.43	0.88	0.94	0.231-0.430	0.681-0.880	0.821-0.940
80	0.78	0.96	1.00	0.431-0.780	0.881-0.960	0.941-1.00-
90	0.93	1.00	1.00	0.781-0.930	0.961-1.000	-----
100	1.00	1.00	1.00	0.931-1.000	-----	-----

سوف نكون جدول المحاكاة لشراء 70 صحيفة يوميا لمدة (10) ايام وحساب الربح اليومي، علما ان كلفة الشراء ستكون ثابتة وهي 10500:

جدول (3-4) جدول المحاكاة

Day	Ri(TN)	TN	Ri(D)	D	RS	CN	LPD	SSP	P
1	0.668	Fair	0.516	60	12000	10500	0	100	1600
2	0.059	Good	0.421	70	14000	10500	0	0	3500
3	0.844	Poor	0.123	40	8000	10500	0	300	-2200
4	0.576	Fair	0.418	60	12000	10500	0	100	1600
5	0.777	Fair	0.873	70	14000	10500	0	0	3500
6	0.722	Fair	0.289	40	8000	10500	0	300	-2200
7	0.941	Poor	0.442	40	8000	10500	0	300	-2200
8	0.740	Fair	0.154	50	10000	10500	0	200	-300
9	0.322	Good	0.790	80	16000	10500	500	0	5000
10	0.934	Poor	0.949	70	14000	10500	0	0	3500

نلاحظ من الجدول اعلاه من محاكاة (10) ايام ان متوسط الربح هو 1180 فلس على اساس شرائه 70 صحيفة يوميا.

تمرين

حل المثال اعلاه عندما شراء 40 او 50 او 60 او 80 او 90 او 100 صحيفة يوميا.

مثال (4) مسألة التخزين:

طلب الشراء اليومي على منتج معين يتبع التوزيع الاحتمالي التالي :

جدول (1-4) جدول التوزيع الاحتمالي للطلب على منتج معين

Daily Demand	0	1	2	3	4
Prob.	0.33	0.25	0.20	0.12	0.10

يفحص المخزون من هذا المنتج كل سبعة ايام فإذا وجد انه اقل من او يساوي 6 وحدات يتم طلب 10 وحدات. أي طلبية تحقق بقدرالمخزون الموجود ولا تؤخذ طلبيات تعويضية (أي تحقق بعد وصول مخزون جديد). زمن التقدم Lead Time (وهو الزمن المقطوع من حين وضع الطلب حتى وصوله) يتبع التوزيع الاحتمالي التالي:

جدول (2-4) جدول التوزيع الاحتمالي للزمن المقطوع من حين وضع الطلب حتى وصوله

Lead Time (Days) (LT)	1	2	3
Prpb.	0.3	0.5	0.2

نبتدا من اول الأسبوع إذا كان المخزون البدائي 12 وحدة ولا توجد طلبيات لرفع المخزون بعد. **المطلوب:** ان نحكي يدويا $NW=6$ (Number of Weeks) أسابيع لهذا النظام . حدد نسبة

الأيام التي حدث فيها نقص في تحقيق طلبية ونسبة الوحدات التي طلبت ولم تتحقق و متوسط عدد الوحدات المطلوبة للشراء اسبوعيا.
الحل: للمحاكاة اليدوية نكون الجداول التالية:

جدول (3-4) جدول معاينة الطلب اليومي

Demand (D)	Prob.	Cumulative Prob.	Period Prob. of Demand
0	0.33	0.33	0.000 - 0.330
1	0.25	0.58	0.331 - 0.580
2	0.20	0.78	0.581 - 0.780
3	0.12	0.90	0.781 - 0.900
4	0.10	1.00	0.901 - 1.000

جدول (4-4) جدول معاينة زمن التقدم

Lead Time (LT)	Prob.	Cumulative Prob.	Period Prob. of LT
1	0.3	0.3	0.000 - 0.300
2	0.5	0.8	0.301 - 0.800
3	0.2	1.0	0.801 - 1.000

المحاكاة:

الاسبوع الأول:

اليوم الأول:

المخزون الموجود 12 وحدة.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.419 من جدول المعاينة الطلب يكون 1 وحدة.

اليوم الثاني:

المخزون الموجود 11 وحدة.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.672 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.

اليوم الثالث:

المخزون الموجود 9 وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.557 من جدول المعاينة الطلب يكون 1 وحدة.

اليوم الرابع:

المخزون الموجود 8 وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.179 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.

اليوم الخامس:

المخزون الموجود 8 وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.066 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.

اليوم السادس:

المخزون الموجود 8 وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.136 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.

اليوم السابع:

المخزون الموجود 8 وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.219 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.

في نهاية الأسبوع الأول تبقى من المخزون 8 وحدات

نتيجة الفحص: لاتضع طلبية.

الأسبوع الثاني:

اليوم الأول:

المخزون الموجود 8 : وحدة.

الطلب لهذا اليوم : الرقم العشوائي 0.345 من جدول المعاينة الطلب يكون 1 وحدة.
اليوم الثاني:

المخزون الموجود 7 : وحدة.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.520 من جدول المعاينة الطلب يكون 1 وحدة.
اليوم الثالث:

المخزون الموجود 6 : وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.616 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم الرابع:

المخزون الموجود 4 : وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.640 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم الخامس:

المخزون الموجود 2 : وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.331 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.
اليوم السادس:

المخزون الموجود 2 : وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.950 من جدول المعاينة الطلب يكون 4 وحدة.
(حالة نقص وحدتين).

اليوم السابع:

المخزون الموجود 0 : وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.640 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
(حالة نقص وحدتين)

في نهاية الأسبوع الثاني لم يتبقى من المخزون شيئى وحدث نقص 4 وحدات
نتيجة الفحص: ضع طلبية 10 وحدات.

موعد وصول الطلبية: الرقم العشوائي 0.316 زمن التقدم 2 يوم.

الأسبوع الثالث:

اليوم الأول:

المخزون الموجود 0 : وحدة.

الطلب لهذا اليوم : الرقم العشوائي 0.753 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
(حالة نقص وحدتين)

اليوم الثاني:

المخزون الموجود 0 : وحدة.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.133 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.
اليوم الثالث:(وصلت الطلبية الجديدة)

المخزون الموجود $10+0=10$: وحدات.

الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.203 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.
اليوم الرابع:

المخزون الموجود 10 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.593 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم الخامس:
المخزون الموجود 8 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.641 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم السادس:
المخزون الموجود 6 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.712 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم السابع:
المخزون الموجود 4 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.977 من جدول المعاينة الطلب يكون 4 وحدة

في نهاية الأسبوع الثالث لم يتبقى من المخزون شيئاً ولم يحدث نقص.
نتيجة الفحص: ضع طلبية 10 وحدات.
موعد وصول الطلبية: الرقم العشوائي 0.613 زمن التقدم 2 يوم

الأسبوع الرابع:

اليوم الأول:
المخزون الموجود 0 : وحدة.
الطلب لهذا اليوم : الرقم العشوائي 0.941 من جدول المعاينة الطلب يكون 4 وحدة.
(حالة نقص وحدتين)
اليوم الثاني:
المخزون الموجود 0 : وحدة.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.830 من جدول المعاينة الطلب يكون 3 وحدة.
(حالة نقص وحدتين)
اليوم الثالث:(وصلت الطلبية الجديدة)
المخزون الموجود $10+0=10$: وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.761 من جدول المعاينة الطلب يكون 2 وحدة.
اليوم الرابع:
المخزون الموجود 8 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.823 من جدول المعاينة الطلب يكون 3 وحدة.
اليوم الخامس:
المخزون الموجود 5 : وحدات.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.997 من جدول المعاينة الطلب يكون 4 وحدة.
اليوم السادس:
المخزون الموجود 1 : وحدة.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.383 من جدول المعاينة الطلب يكون 1 وحدة.
اليوم السابع:
المخزون الموجود 0 : وحدة.
الطلب لهذا اليوم: الرقم العشوائي 0.019 من جدول المعاينة الطلب يكون 0 وحدة.
في نهاية الأسبوع الرابع لم يتبقى من المخزون شيئاً وحدث نقص 7 وحدات.

نتيجة الفحص: ضع طلبية 10 وحدات.

موعد وصول الطلبة: الرقم العشوائي 0.015 زمن التقدم 1 يوم.

نتائج المحاكاة

جدول (4-5) جدول المحاكاة

اسبوع	الايام	المخزون الموجود	$R_i(D)$	الطلب	المتبقي المخزون	نتيجة الفحص	النقص	$R_i(LT)$	زمن التقدم
1	1	12	0.419	1					
	2	11	0.672	2					
	3	9	0.357	1					
	4	8	0.180	0					
	5	8	0.066	0					
	6	8	0.136	0					
	7	8	0.219	0					
نهاية الاسبوع		8		4	8	بدون طلبية	0		
2	1	8	0.345	1					
	2	7	0.520	1					
	3	6	0.616	2					
	4	4	0.640	2					
	5	2	0.331	0					
	6	2	0.950	4			2		
	7	0	0.640	2			2		
نهاية الاسبوع		0		12	8	نضع طلبية 10	4	0.316	2
3	1	0	0.753	2			2		
	2	0	0.133	0					
	3	10+0	0.203	0					وصول طلبية
	4	10	0.593	2					
	5	8	0.641	2					
	6	6	0.711	2					
	7	4	0.977	4					
نهاية الاسبوع		0		12	8	نضع طلبية 10	2	0.613	2
4	1	0	0.941	4			4		
	2	0	0.830	3			3		
	3	10+0	0.761	2					وصول طلبية
	4	8	0.823	3					
	5	5	0.966	4					
	6	1	0.383	1					
	7	0	0.019	0					
نهاية الاسبوع		0		17	0	نضع طلبية 10	7	0.015	1

جدول (4-6) جدول النتائج

الاسبوع	الطلب (N)	عدد الايام التي حدثت فيها نقص (ND)	النقص (الطلب الضائع) (LN)
1	4	0	0
2	12	2	4
3	12	1	2
4	17	2	7
المجموع	TN=45	TND=5	TLN=13

هناك 5 أيام حدث فيها نقص اي نسبة تلك الأيام التي حدث فيها نقص:

$$AND = TND / (NW * 7) * 100 = 5 / 28 = 17.86\%$$

عدد الوحدات التي طلبت ولم تتحقق هي 13 وحدة أي نسبة الطلب الضائع:

$$ALN = TLN / TN = 13 / 45 = 28.89\%$$

متوسط عدد الوحدات المطلوبة للشراء اسبوعيا هي:

$$ATN = TN / NW = 45 / 4 = 11.45$$

وهذا العدد اعلى من عدد الوحدات التي يتم طلبها.

مثال 5 مشكلة تحديد الطلب:

يريد أحد الخبازين تحديد متوسط عدد أرغفة ألخبز التي يعدها يوميا.

المطلوب: اجري محاكاة (ND=4) ايام وحدد عدد الارغفة التي يعدها الخباز يوميا.

التوزيع الإحتمالي لعدد الزبائن يوميا يعطى بالجدول:

الجدول (1-5) التوزيع الإحتمالي لعدد الزبائن يوميا

Number of Customer (NC)/Day	8	10	12	14
Prob.	0.35	0.30	0.25	0.10

كل زبون يشتري عدد الارغفة حسب التوزيع الاحتمالي التالي:

الجدول (2-5) التوزيع الإحتمالي لعدد الارغفة المشتراة يوميا

Number of Loafs (NL)/Customer	4	8	12	16
Prob.	0.40	0.30	0.20	0.10

الحل:

ان جدول معاينة عدد الزبائن لكل يوم هو:

جدول (3-5) جدول معاينة عدد الزبائن لكل يوم

NC/Day	Prob.	CP	Period of CP
8	0.35	0.35	0.000 - 0.350
10	0.30	0.65	0.351 - 0.650
12	0.25	0.90	0.651 - 0.900
14	0.10	1.00	0.901 - 1.000

جدول معاينة عدد الارغفة لكل زبون هو:

جدول (4-5) معاينة عدد الارغفة لكل زبون

NL/Customer	Prob.	CP	Period of CP
4	0.40	0.40	0.000 - 0.400
8	0.30	0.70	0.401 - 0.700
12	0.20	0.90	0.701 - 0.900
16	0.10	1.00	0.901 - 1.000

اليوم الاول:

نجد عدد الزبائن بسحب عدد عشوائي $R=0.125$ ، اذا عدد الزبائن لليوم الاول هو 8.

نحدد عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 8 بالجدول التالي:

جدول (5-5) عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 8

NC	$R_i(NL)$	NL
1	0.748	12
2	0.166	4
3	0.807	12
4	0.692	8
5	0.332	4
6	0.866	12
7	0.954	16
8	0.605	8
T_1		76

اذا عدد الارغفة المباعة لليوم الاول = 76 رغيفا.

اليوم الثاني:

نجد عدد الزبائن بسحب عدد عشوائي $R=0.437$ ، اذا عدد الزبائن لليوم الثاني هو 10.

نحدد عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 10 بالجدول التالي:

جدول (5-6) عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 10

NC	R _i (NL)	NL
1	0.796	12
2	0.191	4
3	0.326	4
4	0.761	12
5	0.232	4
6	0.767	12
7	0.898	12
8	0.498	8
9	0.594	8
10	0.918	16
T ₂		92

إذا عدد الارغفة المباعة لليوم الثاني = 92 رغيفا.

اليوم الثالث:

نجد عدد الزبائن بسحب عدد عشوائي $R=0.975$ ، إذا عدد الزبائن لليوم الثالث هو 14.

نحدد عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 14 بالجدول التالي:

جدول (5-7) عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 14

NC	R _i (NL)	NL
1	0.500	8
2	0.377	4
3	0.498	8
4	0.560	8
5	0.742	12
6	0.067	4
7	0.954	16
8	0.048	4
9	0.134	4
10	0.146	4
11	0.314	4
12	0.657	8
13	0.146	4
14	0.688	8
T ₃		96

إذا عدد الارغفة المباعة لليوم الثالث = 96 رغيفا.

اليوم الرابع:

نجد عدد الزبائن بسحب عدد عشوائي $R=0.853$ ، اذا عدد الزبائن لليوم الرابع هو 12. نحدد عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 12 بالجدول التالي:

جدول (5-8) عدد الارغفة لكل زبون من الزبائن الـ 12

NC	$R_i(NL)$	NL
1	0.102	4
2	0.353	4
3	0.739	12
4	0.279	8
5	0.496	8
6	0.471	8
7	0.215	4
8	0.785	12
9	0.923	16
10	0.011	4
11	0.531	8
12	0.812	12
T_4		100

اذا عدد الارغفة المباعة لليوم الرابع = 100 رغيفا.

ان متوسط عدد الارغفة المباعة (ANL) يوميا هو:

$$ANL = \sum T_i / ND = (76 + 92 + 96 + 100) / 4 = 364 / 4 = 91$$

ولذلك فان الافضل للخباز اعداد 91 رغيفا يوميا.

مثال 6 : محاكاة نظام تخزين (M,N):

لنفترض ان اعلى مستوى للتخزين (M) وحدة وفترة المراجعة (N) هي 5 أيام نريد ان نقدر باستخدام المحاكاة متوسط الوحدات المتبقية وعدد الأيام التي يحدث فيها نقص. التوزيع الإحتمالي لعدد الوحدات المطلوبة في اليوم تعطى بالجدول التالي:

جدول (6-1) التوزيع الإحتمالي لعدد الوحدات المطلوبة في اليوم

Demand (D)	Prob.	Cumulative Prob.	Period Prob. of Demand
0	0.10	0.10	0.000 - 0.100
1	0.25	0.35	0.101 - 0.350
2	0.35	0.70	0.351 - 0.700
3	0.21	0.91	0.701 - 0.910
4	0.09	1.00	0.911 - 1.000

زمن التقدم بالايام يعطى بالجدول التالي:

جدول (2-6) جدول معاينة زمن التقدم

Lead Time (LT)	Prob.	Cumulative Prob.	Period Prob. of LT
1	0.3	0.3	0.000 - 0.300
2	0.5	0.8	0.301 - 0.800
3	0.2	1.0	0.801 - 1.000

أفترض ان وضع الطلبية توضع في نهاية اليوم الأخير وتستقبل كما هو محدد بزمن التقدم. حاكي النظام لمدة 5 دورات واوجد المطلوب.

الحل:

لنفترض أننا بدأنا بأعلى مستوى للتخزين 11 وحدة ولا توجد طلبيات لتعديل المخزون (المثال يختلف عن الكتاب المقرر في هذه البداية).

الدورة الأولى:

اليوم الأول: المخزون الموجود 11 وحدة. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.664 ومن الجدول الأول نجد الطلب هو 2 وحدة.

اليوم الثاني: المخزون الموجود 9 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.607 أي الطلب 2 وحدات.

اليوم الثالث: المخزون الموجود 7 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.607 أي الطلب 2 وحدات.

اليوم الرابع: المخزون الموجود 5 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.907 أي الطلب 3 وحدات.

اليوم الخامس: المخزون الموجود 2 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.529 أي الطلب 2 وحدات.

في نهاية الدورة الأولى: المخزون الموجود 0 وحدة. توضع طلبية 11 وحدة. زمن التقدم يحدد من الجدول الثاني بسحب رقم عشوائي 0.881 أي زمن التقدم 2 يوم.

الدورة الثانية:

اليوم الأول: المخزون الموجود 0 وحدة. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.017 أي الطلب 0 وحدات.

اليوم الثاني: المخزون الموجود 0 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.313 أي الطلب 1 وحدات.

(نقص 1 وحدة)

اليوم الثالث: المخزون الموجود 11 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.656 أي الطلب 2 وحدات.

اليوم الرابع: المخزون الموجود 9 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.038 أي الطلب 0 وحدات.

اليوم الخامس: المخزون الموجود 9 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.860 أي الطلب 3 وحدات.

في نهاية الدورة الثانية: المخزون الموجود 6 وحدة. توضع طلبية 5 وحدات. زمن التقدم يحدد من الجدول الثاني بسحب رقم عشوائي 0.809 أي زمن التقدم 2 يوم.

الدورة الثالثة:

اليوم الأول: المخزون الموجود 6 وحدة. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.921 أي الطلب 4 وحدات.

اليوم الثاني: المخزون الموجود 2 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.859 أي الطلب 3 وحدات.

(نقص 1 وحدة)

اليوم الثالث: المخزون الموجود 5 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.990 أي الطلب 4 وحدات.

اليوم الرابع: المخزون الموجود 1 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.528 أي الطلب 2 وحدات.

(نقص 1 وحدة)

اليوم الخامس: المخزون الموجود 0 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.785 أي الطلب 2 وحدات.

(نقص 2 وحدة)

في نهاية الدورة الثالثة: المخزون الموجود 0 وحدة. توضع طلبية 11 وحدات. زمن التقدم يحدد من الجدول الثاني بسحب رقم عشوائي 0.060 أي زمن التقدم 1 يوم.

الدورة الرابعة:

اليوم الأول: المخزون الموجود 0 وحدة. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.838 أي الطلب 3 وحدات.

(نقص 3 وحدة)

اليوم الثاني: المخزون الموجود 11 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.644 أي الطلب 2 وحدات.

اليوم الثالث: المخزون الموجود 9 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.426 أي الطلب 4 وحدات.

اليوم الرابع: المخزون الموجود 5 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.034 أي الطلب 0 وحدات.

اليوم الخامس: المخزون الموجود 5 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.442 أي الطلب 2 وحدات.

في نهاية الدورة الرابعة: المخزون الموجود 3 وحدة. توضع طلبية 8 وحدات. زمن التقدم يحدد من الجدول الثاني بسحب رقم عشوائي 0.225 أي زمن التقدم 1 يوم.

الدورة الخامسة:

اليوم الأول: المخزون الموجود 3 وحدة. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.696 أي الطلب 2 وحدات.

اليوم الثاني: المخزون الموجود 9 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.883 أي الطلب 3 وحدات.

اليوم الثالث: المخزون الموجود 6 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.785 أي الطلب 3 وحدات.

اليوم الرابع: المخزون الموجود 3 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.170 أي الطلب 1 وحدات.

اليوم الخامس: المخزون الموجود 2 وحدات. نولد رقم عشوائي لتحديد الطلب 0.256 أي الطلب 1 وحدات.

في نهاية الدورة الخامسة: المخزون الموجود 1 وحدة. توضع طلبية 10 وحدات. زمن التقدم يحدد من الجدول الثاني بسحب رقم عشوائي 0.178 أي زمن التقدم 1 يوم.

وهكذا ...

ونلخص ما جاء في السابق في الجدول التالي:

الجدول (3-6) جدول المحاكاة

Cycle	Day	Beginning Inventory	Demand (D)	Ending Inventory (EI)	Shortage Quantity (SQ)	Order Quantity	Days Until Order Arrive
1	1	11	2	9	0	-	-
	2	9	2	7	0	-	-
	3	7	2	5	0	-	-
	4	5	3	2	0	-	-
	5	2	2	0	0	11	2
2	1	0	0	0	0	-	1
	2	0	1	0	*1	-	0
	3	11	2	9	0	-	-
	4	9	0	9	0	-	-
	5	9	3	6	0	5	2
3	1	6	4	2	0	-	1
	2	2	3	0	*1	-	0
	3	5	4	1	0	-	-
	4	1	2	0	*1	-	-
	5	0	2	0	*2	11	1
4	1	0	3	0	*3	-	0
	2	11	2	9	0	-	-
	3	9	4	5	0	-	-
	4	5	0	5	0	-	-
	5	5	2	3	0	8	1
5	1	3	2	1	0	-	0
	2	9	3	6	0	-	-
	3	6	3	3	0	-	-
	4	3	1	2	0	-	-
	5	2	1	1	0	10	1
Total			53	85	8		

متوسط الوحدات المتبقية (AEI) يوميا:

$$AEI = EI/ND = 85/25 = 3.4 \text{ Unit}$$

حيث ان $ND = 5 * 5 = 25 \text{ days}$.

عدد الأيام التي حدث فيها نقص $N(SQ) = 5$ أيام أي ان نسبتها (PN(SQ)) هي:

$$PN(SQ) = ND(SQ)/ND * 100 = 5/25 = 20\%$$

نسبة النقص (PT(SQ)) تشكل من الطلب الكلي (T(D)):

$$PT(SQ) = T(SQ)/T(D) * 100 = 8/53 * 100 = 15.09\%.$$

مثال 7: مسألة المتسول:

تمر أحد المتسولات على المنازل تستجدي مبلغا من المال. من خبرتها السابقة تقدر أن من يخاطبها من خلف الباب يشكل 80 % منهم من النساء و 20 % من الرجال. كما انها تقدر أن 70% من النساء اللاتي يخاطبونها يقمن بإعطائها مبلغ من المال ولكن فقط 40 % من الرجال الذين يخاطبونها يفعلون ذلك. أيضا من خبرتها السابقة تقدر أن المبلغ الذي يعطيه النساء يتبع توزيع متساوي بين 18 و 22 ريال بينما ذلك للرجال يتبع ايضا توزيع متساوي بين 7 و 10ريال. إذا علمت أن المتسولة تغطي بين 10 إلى 15 منزلا يوميا بنفس الإحتمال فقدر متوسط دخلها اليومي لعدد $ND=2$ أيام تسول.

الحل: نكون جداول المعاينة التالية:

جدول (1-7) لمعاينة عدد المنازل التي تزورها المتسولة

Number of Houses (NH)	Prob.	CDF	Period of CDF
10	1/6	0.167	0.000-0.167
11	1/6	0.333	0.168-0.333
12	1/6	0.498	0.334-0.498
13	1/6	0.664	0.499-0.664
14	1/6	0.833	0.665-0.833
15	1/6	1.000	0.834-1.000

جدول (2-7) معاينة المخاطب

Who Answer (WA)	Prob.	CDF	Period of CDF
Female	0.8	0.80	0.00-0.80
Male	0.2	1.00	0.81-1.00

جدول (3-7) معاينة إذا كانت المرأة هل تدفع مبلغ من المال

Female Donate?	Prob.	CDF	Period of CDF
Yes	0.7	0.70	0.00-0.70
No	0.3	1.00	0.71-1.00

جدول (4-7) معاينة إذا كان رجل هل يدفع مبلغ من المال

Male Donate?	Prob.	CDF	Period of CDF
Yes	0.4	0.40	0.00-0.40
No	0.6	1.00	0.41-1.00

جدول (5-7) معاينة المبلغ الذي تدفعه المرأة

Female Donate	Prob.	CDF	Period of CDF
18	0.2	0.20	0.00-0.20
19	0.2	0.40	0.21-0.40
20	0.2	0.60	0.41-0.60
21	0.2	0.80	0.61-0.80
22	0.2	1.00	0.81-1.00

جدول (6-7) معاينة المبلغ الذي يدفعه الرجل

Male Donate	Prob.	CDF	Period of CDF
7	0.25	0.25	0.00-0.25
8	0.25	0.50	0.26-0.50
9	0.25	0.75	0.51-0.75
10	0.25	1.00	0.76-1.00

جدول (7-7) نتائج المحاكاة

المجموع	HP	R(HP)	Y/S	R(Y/N)	FM	R(FM)	المنزل	NH	R(NH)	اليوم
196	21	0.67	نعم	0.66	انثى	0.76	1	15	0.872	الاول
	8	0.36	نعم	0.35	رجل	0.85	2			
	19	0.25	نعم	0.51	انثى	0.16	3			
	0	----	كلا	0.92	انثى	0.39	4			
	18	0.14	نعم	0.27	انثى	0.75	5			
	18	0.13	نعم	0.33	انثى	0.65	6			
	19	0.26	نعم	0.61	انثى	0.77	7			
	19	0.27	نعم	0.17	انثى	0.15	8			
	7	0.19	نعم	0.36	رجل	0.87	9			
	22	0.88	نعم	0.04	انثى	0.12	10			
	0	----	كلا	0.82	انثى	0.24	11			
	7	0.14	نعم	0.22	رجل	0.98	12			
	18	0.15	نعم	0.55	انثى	0.17	13			
	0	----	كلا	0.93	رجل	0.87	14			
	0	----	كلا	0.85	انثى	0.09	15			
131	0	----	كلا	0.87	انثى	0.74	1	10	0.133	الثاني
	7	0.16	نعم	0.35	رجل	0.96	2			
	18	0.18	نعم	0.04	انثى	0.65	3			
	7	0.04	نعم	0.27	رجل	0.86	4			
	21	0.67	نعم	0.16	انثى	0.03	5			
	19	0.39	نعم	0.29	انثى	0.26	6			
	19	0.22	نعم	0.35	انثى	0.36	7			
	20	0.56	نعم	0.47	انثى	0.47	8			
	0	----	كلا	0.99	انثى	0.59	9			
	20	0.49	نعم	0.56	انثى	0.66	10			
327	المجموع									

في نهاية 2 يوم جمعت المتسولة (TM=327) إلى أي متوسط دخلها اليومي (ATM) :
 $ATM=TM/ND=327/2=163.5$.