جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

قسم الإحصاء والمعلوماتية

مشروع بحث تخرج بعنوان

التنبؤ بأعداد المصابين بالمرض السكري

باستخدام السلاسل الزمنية

مقدم إلى كلية علوم الحاسوب والرياضيات- جامعة القادسية وهي جزء من متطلبات نيل دَرَجة البكالوريوس في علوم الإحصاء والمعلوماتية

إعداد الطلبة

حيدر شاكر جاسم

فاطمة جياد غافل

بأشراف

أ.م.د.أحمد نعيم

فهرسة المواضيع

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	2-1
المقدمة	1

مشكلة البحث وهدف البحث	1
الخلاصة	2
الفصل الثاني	
الجانب النظري	13-3
مقدمة عن السلاسل الزمنية	3
خصائص السلاسل الزمنية	3
مكونات أو عناصر السلاسل الزمنية	4
الاستقرارية	5
الأساليب المعتمدة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية	6
نماذج بوكس-جينكز	6
نماذج السلاسل الزمنية المستقرة	7
نماذج الانحدار الذاتي	7
النماذج المختلطة	7
التشويش الأبيض	8
مراحل بناء نماذج بوكس-جينكز	9-8
دالة الارتباط الذاتي ACF	10-9
دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF	11
مرحلة التقدير	12
طريقة العزوم	12
مرحلة الاختبار	13
اختبار MSE	13
الفصل الثالث	
الجانب التطبيقي	21-14
تحليل البيانات	16
اختيار النموذج الملائم	19
التنبؤ	20
الفصل الرابع	
الاستنتاجات والتوصيات	22
المصادر	23

فهرسة الأشكال

الشكل	رقم الصفحة
شكل رقم (1) يمثل قيم السلسلة الزمنية للمصابين	17

بالمرض السكري	
شكل رقم (2) دالة PACF	17
شكل رقم (3) دالةِ ACF	17
شكل رقم (4) الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي	18
شكل رقم (5) time series plot يوضح القيم التنبؤية	21

فهرسة الجداول

الجدول	رقم الصفحة
جدول رقم (1) يمثل حساب MAPE , RMSE	19
جدول رقم (2) يوضح تقدير معلمات النموذج	20

بسم الله الرحمن الرحيم

قل هل يستوي الأعمى والبصير أفلا تتفكرون

صدق الله العظيم

سورة الأنعام

- الآية (50)

الإهداء

إلى فخر الكائنات وأفضل الأنبياء واله الطيبين الطاهرين محمد المصطفى (صلى الله عليه واله وسلم)

إلى من مدني بالحب والاحترام على مدى الأعوام ...

إلى الذي هو شمس في نهاري وهو نجمي الذي اهتدي به في ليلي ...

والدي العزيز.

إلى التي من اجلها تكرمني السماء... إلى الحنونة المحبة المعطاء... والدتي العزيزة

إلى الذين كانوا سندا لي وخير معين للحب والعطاء...

إلى الذين كانوا صدرا حنونا اسند إليه جبيني حين اتعب... إخواني وأصدقائي

إلى من كان دليلا وسراجا منيرا في هذا الحب... أستاذي

إلى كل من ساهم في إيصالي للمستوى العلمي الذي إنا فيه... أساتذتي ...

إلى كل هؤلاء اهدي ثمرة جهدي المتواضع مع الحب والتقدير والعرفان بالجميل .

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الصلاة والسلام على أشرف الخلق أجمعين
أبو القاسم محمد صلى الله عليه وعلى آله
وصحبه الأخيار المنتجبين إلى يوم الدين
.

وأنا أطوي الصفحات الأخيرة من هذا البحث يسعدني ويشرفني أن أقدم جزيل شكري وامتناني إلى الأستاذ الفاضل المشرف الدكتور (احمد نعيم) لاقتراحه موضوع البحث والتوجيهات السديدة والاقتراحات القيمة والمساعدات الجليلة التي أبداها لي خلال فترة إجراء الدراسة .

أود أن أعبر عن امتناني وشكري إلى عمادة كلية (علوم الحاسوب والرياضيات) وأساتذة قسم (الإحصاء والمعلوماتية) ..

وأخيراً أود أن أشكر عائلتي وأهلي جميعاً لمساعدتهم ومساندتهم الكبيرة طوال فترة البحث والى الجميع من خصني بالدعاء سائلاً الله عز وجل أن يوفقهم لما فيه خير الدنيا و الآخرة.

الفصل الأول

المقدمة
و هدف
البحث

الفصل الأول

منهجية البحث

1,1 المقدمة

يعد موضوع السلاسل الزمنية من الأساليب الإحصائية المهمة لاستخدامه في أغراض التنبؤ وتعتبر السلاسل الزمنية من بين أهم الوسائل الإحصائية وذلك للأسباب التالية :

غياب العلاقات السببية بين المتغيرات وكذلك صعوبة قياس بعضها , عدم توفر المعطيات الكافية حول المتغيرات الشارحة كونها تحتاج إلى مجموعه كبيره من المشاهدات .

إضافة إلى كل هذا فأن النماذج الانحدارية برغم استعمالها لمعلومات معتبرة وتطلبها لجهود علمية وبشرية جبارة فأن نتائجها ليست دوما في مستوى هذه الجهود.

1,2مشكلة البحث

يعد مرض السكري من الأمراض المزمنة الخطرة على حياة المواطن لذلك صار لنا في بحثنا هذا دراسة هذا المرض من جهة نظر إحصائية بأخذ بيانات أعداد المصابين بهذا المرض بهدف وصف سلوك هذا المرض والتنبؤ بأعداده بالمستقبل لذلك تم اعتمادنا على السلاسل الزمنية لدراسة هذا المرض .

1,3 هدف البحث

يهدف البحث إلى دراسة وتحليل السلسلة الزمنية الخاصة بالمرض السكري في محافظة القادسية للبيانات الشهرية من سنة (2012-2014) ومحاولة بناء نموذج قادر على التنبؤ بالأمراض السكرية المستقبلية وذلك من خلال استخدام نموذج ARIMA باستخدام طريقة (بوكس-جينكنز).

الخلاصة

يتلخص بحثنا عن دراسة موضوع السلاسل الزمنية وخصوصاً ما يتعلق بنماذج (بوكس-جينكنز) حيث تم تطبيق هذا النموذج على البيانات التي تمثل أعداد المصابين بالمرض السكري التي تم الحصول عليها من مستشفى الديوانية التعليمي من سنة(2012-2014) باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS وبعد

تطبيق نماذج ARIMA تبين بأن أفضل نموذج يمثل هذه البيانات هو نموذج (2-0-1) اعتماداً على قيمتي RMSE ,MAPE

هدفت هذه الدراسة إلى وضع نماذج قياسية للتنبؤ بأعداد المرضى المصابين بالسكري المتوقع توافدهم إلى مستشفى الديوانية التعليمي باستخدام منهجية (بوكس-جنكنز) Box –Jenkins وتوفيق أفضل نموذج من نماذج ARIMA

خلصت الدراسة إلى وضع نموذج يمكن استخدامه في التنبؤ بأعداد المصابين بالمرض السكري , وتم التنبؤ بأعدادهم حتى عام 2017 . وهذا ما يشكل قاعدة علمية لوضع خطط وزارة الصحة والخطط المرتبطة بها .

الـفـصل الـثـانـي

الـجـانـب الـنـظـري

الفصل الثاني

الجانب النظري

2,1السلاسل الزمنية (time series) : (3)

يعد تحليل السلاسل الزمنية واحد من أهم الأساليب الإحصائية التي تستفيد من إحداث قيم ظاهرة معينة حدثت بتواريخ زمنية متلاحقة في الماضي ودراسة التغيرات التي جرت عليها لغرض تحليل أسبابها ونتائجها بغية فهم الحاضر والتنبؤ بالمستقبل. ومن حيث لا يمكن عزو هذه التغيرات أو حصرها بعامل واحد بل هو اثر تشترك بيه عدة عوامل التي صنفت إجمالا إلى أربعة عوامل رئيسية شكلت بمجملها بما يسمى بمكونات التغير الأربعة وهي : الاتجاه العام, **secular trend** التغيرات الموسمية **seasonal variation** التغيرات الدورية **cyclical variation**التغيرات العرضية أو العشوائية **random variation** الاتجاه العام يمثل الحركة الطوية الأمد في قيم السلسلة والذي يعكس تأثير القوة المختلفة على زيادة ونقصان القيم الظاهرة . على سبيل الفرض لو كانت السلسلة زمنية اقتصادية ربما الاتجاه العام يعكس النمو الاقتصادي وربما التغيرات الدورية تعكس دورة الأعمال الاقتصادية وكلاهما يعد عاملا عدم الاستقرارية السلاسل الزمنية لذالك يفضل في بعض الطرق استبعاد تأثيرهما بتحقيق الاستقرارية أولا . إن طريقة المربعات الصغرى هي واحدة من طرق تقدير الاتجاه العام إذ إن اغلب السلاسل الزمنية تتجه

2,1,1السلاسل الزمنية خصائصها وأنواعها : (1)

تعتمد السلاسل الزمنية على الأسلوب الإحصائي وعلى تكوين نماذج عديدة يطلق عليها (بالنماذج الاحتمالية) وعلى الرغم من إن في الجغرافية كل شأ يرتبط بكل شأ إلا انه من الصعب دراسة الارتباطات بين المتغيرات المختلفة في نفس الأسباب السالفة الذكر لذا فلابد من الاعتماد على دراسة الارتباط الذاتي لدراسة سلوك المتغيرات لذلك تم الاعتماد على نماذج السلاسل الزمنية في الدراسة كون نماذجها لا تحتاج لربط متغير في الماضي ومن خلال موقعه ضمن فترة زمنية محددة .

والغرض الأساسي من دراسة السلسلة الزمنية هو الكشف عن المتغيرات الطارئة على الظاهرة المدروسة أثناء مدة معينة وما يصيبها من نمو أو ضمور لمعرفة أنواعها وفصلها عن بعضها البعض وقياس اثر كل نوع منها على انفراد لدراسة آثار كل منها , فضلا عن التنبؤ في سلوك الظاهرة في المستقبل باستعمال البيانات الإحصائية المتوفرة في الماضي , كذلك فهي تستعمل في اكتشاف الدورات التي تتكرر في البيانات وتعد السلاسل الزمنية الأكثر شيوعا في المجالات التي يراد فيها تحليل الظواهر لفترة معينة من الزمن أي يمكن إعطاء تنبؤات مستقبلية لظاهرة ما وفق التطبيق بمختلف المجالات خاصة في تخطيط الاقتصادي وفي التطبيقات الجغرافية والهندسية والفيزياء ,وتعتمد هذه النماذج في التنبؤ على مدة البيانات لفترات لاحقة بصورة قياسية ونظامية تساعد على التقليل من الأخطاء التنبؤ قدر الإمكان

2-1-2 مكونات السلاسل الزمنية (Characters of Time) : (9)

الهدف من دراسة وتحليل السلاسل الزمنية والتعرف على خصائص تلك السلاسل والتغيرات التي حدثت فيها من خلال الفترة الماضية والتي تساعد على التنبؤ بقيمتها في المستقبل ويطلق على تلك الخصائص والمتغيرات (عناصر أو مكونات السلاسل الزمنية) :

A : الاتجاه العام (Secular Trend) (7)

يقصد به هو التغير المنتظم والمستمر الحاصل في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة :A :) وهي لا يمكن ملاحظة . لتأثرها بعوامل معينة أو هو الحركة العامة للسلسلة الزمنية على مدى بعيد الاتجاه العام في الأجل القصير وإنما يتراكم ويتضح في الأجل الطويل ويكون هذا الاتجاه ويكون سالبا إذا اتجهت نحو (Growth) موجبا إذا كان اتجاه السلسلة نحو التزايد والنمو بمرور الزمن وفي كلتا لحالتين تكون السلاسل ذات أوساط (Decline) التناقص والاضمحلال حسابية متباينة وقد يكون اتجاه تغيرات السلسلة نسبيا مما يشير إلى تذبذب قيم الظاهرة في تلك السلسلة يكون حول وسط حسابي ثابت ومهما كان شكل ذلك التغير فانه يتميز بكونه تدريجيا . ليس مفاجئا

B : التغيرات العشوائية (Random variation)(10)

وهي التغيرات التي تحدث في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة لعوامل فجائية ولعوامل الصدفة إي أنها ليس لها نمط معين وقاعدة ثابتة ولا يمكن التنبؤ بمواعيد حدوثها مستقبلا أي أنها حركات . غير منتظمة ومنفصلة قد تحدث من وقت لأخر بسبب الحروب والكوارث الطبيعية وغيرها وهي عشوائية التوزيع على المدى البعيد ونادرة الوقوع لذا يجب تمييزها عن الحركات والتغيرات التي تعمل طيلة الوقت وقد تكون ذات تأثيرات موجبة في فترة زمنية معينة وسالبة في فترات أخرى , ولابد من استبعاد هذه التغيرات من السلسلة الأصلية عند القيام بدراسة الاتجاه العام أو الموسمية لأغراض التنبؤ , وإذ إنها بالرغم من قصر مدتها إلا أنها قد تكون قوية بالشكل الذي يؤدي إلى تغير السلسلة فتغير تجاهها العام وحركتها الموسمية أو الدورية

C: تغيرات دورية (Ct) Cycle Variation (10)

إن الدورات تسبب تذبذبات في نشاط السلسلة الزمنية وتتكون الدورة من فترة توسع يتبعها فترة انكماش , إن هذه التغيرات الدورية تكون عادة متكررة الحدوث ولكنها لاتحدث على فترات منتظمة وقد تستمر من سنة إلى 10 أو أكثر

D:((لمركبة الموسمية (التغيرات الموسمية)(5) : التغيرات الموسمية هي التغيرات التي تحدث بانتظام في وحدات زمنية متعاقبة كشهر معين من السنة أو يوم معين أو ساعة معينة وهي عبارة عن تقلبات تتكرر على نفس الوتيرة كل سنة ويرمز لها بالرمز اللاتيني S

2-2 الاستقرارية (stationary) : (3)

تشير الاستقرارية في السلاسل الزمنية إلى طبيعة نمط الظاهرة المدروسة و كيفية توزيعها وهل لها وسط و تباين ثابت أم لا . و للأستقرارية دور كبير في دراسة وتحليل السلاسل الزمنية وكونها تؤثر في عملية بناء نماذج تنبؤية لتلك الظاهرة وتتبعاً لذلك نجد أن السلاسل الزمنية تقسم إلى :

2-2-1 – سلاسل زمنية مستقرة (stationary Time series) : (3)

تتميز هذه السلاسل بكون بياناتها تتذبذب حول وسط حسابي ثابت وتباين ثابت ولا تميل إلى الزيادة أو النقصان أي لا تحتوي على اتجاه عام.

2-2-2 – سلاسل زمنية غير مستقرة (Non stationary Time series) :(4)

و هي السلاسل التي لا تمتلك وسطا وتباينا وتميل بياناتها نحو الزيادة والنقصان أي تمتلك اتجاه عام، وفي التنبؤ يتم تحويل السلاسل الغير مستقرة للحصول على تنبؤات أكثر دقة من خلال: -

أ- **استبعاد اثر الاتجاه العام**

إن استبعاد اثر الاتجاه العام عن قيمة الظاهرة هو عملية تخليص قيمة الظاهرة من تأثير الاتجاه العام والحصول على القيمة المتبقية الناتجة عن تأثيرات التغيرات الدورية و الموسمية و العرضية وهناك أسلوبا لاستبعاد اثر الاتجاه العام تبعا لنوع السلسلة الزمنية وهما:

1- استبعاد اثر الاتجاه العام في حالة النموذج الضربي

يمكن تجريد قيمة الظاهرة من اثر الاتجاه العام حسب الصيغة التالية:

قيمة الظاهرة المجردة من اثر الاتجاه العام $= \frac{y_1}{\wedge}$

y_1

2- استبعاد اثر الاتجاه العام في حالة النموذج الجمعي $= y_1 - \hat{y}_1$

y_1 قيمة الحقيقة الظاهرة .

$\hat{y}_1$ القمة التقديرية التي يمكن تقديرها باستخدام (OLS)

ب- **استبعاد اثر الموسم**

إذ التقلبات الموسمية كانحراف فإنها تستبعد بطرح منالبسيطة أصلية المناظرة. أما إذا حسبت كنسبة فيستبعد أثرها بقسمة لقيمة الأصلية على النسبة ويضرب الناتج 100 و يمكن تحديد المتغيرات الموسمية بطريقة المتوسطات البسيطة

ج – **استبعادا اثر التغيرات الدورية و العرضية**

عند استبعاد اثر الاتجاه العام و التغيرات الموسمية قيم الظاهرة فان المتبقي يمثل القيم الناتجة عن التغيرات الدورية و العرضية ويتم احتساب اثر استبعاد التغيرات الدورية والعرضية للسلاسل الزمنية كالآتي:

1- في حالة النموذج الجمعي

(التأثير الموسمي + $\overset{\wedge}{y_1}$) – y_1 = التأثيرات العرضية و الدورية

2- في حالة النموذج الضربي

(التأثير الموسمي ــ $\frac{y_1}{\overset{\wedge}{y_1}}$ = التأثيرات العرضية الدورية

3-2 – الأساليب المعتمدة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية : (6)

وضع الباحثون عددا من الأساليب و النماذج التنبؤية الإحصائية التي أثبتت كفاءتها و دقة نتائجها في كثير من المجالات ومن تلك الأساليب و التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة أسلوب (بوكس-جينكز)يعتمد هذا الأسلوب على مجموعة من النماذج الاحتمالية والتي تدعى (نماذج بوكس-جينكز) ، (Box-Jenkins Models) و تستعمل في تمثيل بيانات السلسلة الزمنية الخاصة بظاهرة معينة كما و تعد احد طرائق العامة لإيجاد التوقعات المستقبلية لقيم الظاهرة في المستقبل ضمن حدود معينة وهي من الطرائق الأخرى وتعد الأكثر قوة وفاعلية في العديد من الحالات لكنها في الوقت ذاته مكلفة بشكل كبير مقارنة بطرائق التنبؤ الأخرى ، وعلى الرغم من الصعوبات و التعقيدات التي تبرز في فهم هذه النماذج ومصطلحاتها ، ألا حظيت بأهتمام كبير لأفضليتها في الأستعمال أكثر من النماذج التنبؤية الأخرى وذلك لأنها أثبتت كفاءتها ودقة نتائجها في مجال تطبيقها وقدراتها على التكيف ومرونتها لجميع أنواع وحالات السلاسل الزمنية (المستقرة وغير المستقرة الموسمية وغي الموسمية) ، فضلاً عن أنها لا تفرض وجود نمط معين في بيانات السلسلة قبل تطبيقها كما هو الحال بالنسبة لطرائق التنبؤ الأخرى .

4-2 – نماذج (بوكس-جينكنز) : (Box-Jenkins Models) (8)

تنقسم نماذج (بوكس-جينكنز) إلى نوعين :

يتمثل النوع الأول بالنماذج غير الموسمية ويقصد بها النماذج التي السلاسل الزمنية غير المحتوية على عنصر الموسم .

والنوع الثاني يعرف بالنماذج الموسمية وهي تلك النماذج التي تعالج السلاسل الزمنية المنتظمة لعنصر الموسم وهي السلاسل التي تعيد نفسها أي تعيد ارتفاعها و انخفاضها بعد كل مدة زمنية ثابتة طولها (5) مثلاً وتدعى بالموسم (Season) وقد يصعب ملاحظة التذبذبات الموسمية بدقة في السلاسل غير المستقرة و ذلك بسبب اختلافها مع الاتجاه العام لهذه السلاسل و يمكن تفادي هذه المشكلة بتحويل السلاسل الزمنية غير المستقرة إلى أخرى مستقرة للتخلص من اثر وجود الاتجاه العام في البيانات ثم يتم تحديد الموسمية عن طريق دراسة دالة الارتباط الذاتي وتعتمد هذه النماذج (الموسمية وغير الموسمية) لتمثيل نوعين من السلاسل هما :

5-2 نماذج السلاسل الزمنية المستقرة :(Stationary Time Series) (2)

تصلح هذه النماذج لتمثيل السلاسل الزمنية التي تتمتع بخاصية الاستقرارية أي لا يوجد فيها اتجاه عام في بياناتها ولها وسط حسابي ثابت تذبذب حوله وتتضمن هذه النماذج ثلاثة أنواع

1-5-2 نماذج الانحدار الذاتي (AR)(Auto repressive models)(6)

و يرمز لدرجة النموذج (P) والذي يمثل بعدد صحيح ، تعتمد قيم المتغير الحالي على قيمة السابقة ، ويمكن تمثيل نموذج الانحدار الذاتي بدرجة إبطاء p كما يلي :

ويقرأ

AR (p) $y_1 = 5 + \delta + \theta_1 y_{1-1} + \quad + \theta_1 y_{1-1} + \varepsilon_1$

بنموذج

فمثلا نمذج لانحدار

الذاتي من الدرجة الأولى AR (1) هو $y_1 = \delta + \theta_1 y_{1-1} + \varepsilon_1$

بصفة عامة تكون دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي لنماذج (AR) ((دالة الأرتباط الذاتي تنخفض كلما زادت فترات الإبطاء))

2-5-2 نماذج الوسائط المتحركة (AM)(Moving Average Models) (8)

يمكن تمثيل الظاهرة المدروسة بنموذج آخر غير نموذج الانحدار الذاتي AR (p) هو نموذج الأوساط المتحركة و الفرق ما بين هذا النموذج و النموذج السابق بأن الأوساط المتحركة تعتمد على حدود الأخطاء في أزمان مختلفة وان نماذج الأوساط المتحركة من الرتبة (q) والذي يرمز بالرمز MA(q) يمكن أن يمثل بالنموذج الرياضي الآتي :

$$Yt=\varepsilon t- \theta_1\varepsilon_{t-1}- \theta_2\varepsilon_{t-2} - \theta_3\varepsilon_{t-3} - \dots - \theta_q\varepsilon_{t-q} \quad \dots\dots\dots (1\text{-}2)$$

$$t \sim N\ (0, \sigma_\varepsilon^2$$

3-5-2 النماذج المختلطة (الانحدار الذاتي و الوسائط المتحركة)

Regressive-Moving Average Mixed Models Auto

وفي بعض الأحيان يمكن آن تمثل الظاهرة بنموذج مختلط من الانحدار الذاتي من الرتبة (p) و الأوساط المتحركة من الرتبة (q) لنحصل على النموذج الآتي الذي يسمى النموذج المختلط والذي يرمز له بالرمز ARMA (p,q) يمكن تمثيله بالنموذج الرياضي الآتي :

$$=\emptyset_1 X_{t-1}+\emptyset_2 X_{t-2}+ \dots+\emptyset_p X_{p-1}+\varepsilon_t- \emptyset_1\varepsilon_{t-1}- \emptyset_2\varepsilon_{t-2}-\dots-\emptyset_q\varepsilon_{q-1}\dots \quad (1\text{-}3)$$

التشويش الأبيض White Noise (9)

العملية العشوائية (ε_t) تدعى بعملية التشويش الأبيض (White Noise Process) اذا كانت تمثل متابعة من المتغيرات العشوائية فغير مرتبطة مع بعضها البعض Uncorrelated و التي معدلها يساوي صفر وتباينها محدود $\varepsilon\ \sigma^2$ أي ان

$$E\ (\varepsilon t) = 0$$

$$var\ (\varepsilon t) = \ \sigma^2\ \varepsilon$$

$$k \neq cov\ (\varepsilon t + \varepsilon_{t+k}\ ) = 0$$

6-2 نماذج السلاسل الزمنية غير المستقرة(Non Stationary Time Series)(5)

و تنطبق هذه النماذج لتمثيل السلسلة بالتي يكون الاتجاه العام أحد مكوناتها مما يجعل لها عدة أوساط تذبذب حولها البيانات وهذه النماذج يمكن تمثيلها بنماذج النوع الأول لكن بعد إزالة عدم الأستقرارية من السلاسل الأصلية بأستعمال طريقة الفروق (Differences Method) ومن خلال اخذ العدد المناسب من الفروق للبيانات الأصلية ولفترات زمنية تمثل طول الموسم ، ويضاف لرموز حرف (d) .

وتتضمن هذه النماذج نفس نماذج السلاسل الزمنية المستقرة ، ولكن لتتميز بين هذا النوع من النماذج الأولى تضاف كلمة (Integrated) إلى اسم النماذج للدلالة على استعمال نماذج

السلاسل الزمنية المستقرة على السلاسل الزمنية غير المستقرة بعد تحويلها إلى السلاسل الزمنية , ولتمثيل هذا النوع من النماذج يفضل استخدام النموذج المختلط بعد إضافة الحرف الأول من الكلمة المذكورة ليصبح رمز النموذج (ARIMA) ويصبح النموذج من الدرجة (p,d,q) . إن عملية تحويل السلاسل الزمنية غير المستقرة إلى أخرى مستقرة سيجنبنا كثيراً من المشاكل إذ إن الخصائص الزمنية المستقرة مستقلة عن الزمن فضلاً عن ذلك يكون من السهل تطوير نظرية الأستقرارية لتشمل السلاسل الزمنية الاحتمالية أي تكون السلاسل الجديدة التي يتم التنبؤ بها مستقرة أيضا اما من الناحية العلمية فالحسابات الخاصة بتقدير معالم النماذج المستقرة تحتاج إلى عمل أقل .

7-2 – مرحل بناء نماذج (Box-Jenkis) : (1)

تحتاج عملية بناء النموذج للسلسلة الزمنية إلى الخبرة وجهد كبيرين بالنسبة لنماذج (Box-Jenkis) وتعد عملية البناء هذه طريقة تكرارية (Interactive Method) وتأخذ المرحلة التالية : -

التشخيص (Identification)

التقدير (Estimation)

فحص الملائمة (Diagnostic Checking)

التنبؤ المستقبلي (Forecasting)

و فيما يخص المراحل الأولى سيتم التركيز على المرحلتين الأولى والثالثة كونها من المراحل المهمة في بناء النموذج الملائم للسلسلة الزمنية إذا إن أي نقص يؤدي فيهما إلى تنبؤات مستقبلية مظللة وغير دقيقة وكذلك تكون أكثر الاختيارات تستعمل في هاتين المرحلتين حصراً .

1-7-2 – التشخيص (Model Identification) : (10)

تعد مرحلة تشخيص النموذج من أهم المراحل في تحليل السلاسل الزمنية ويستند تشخيص النموذج على مجموعة البيانات المدروسة وعلى فهم الخصائص الأساسية للسلاسل الزمنية خاصة دوال الأرتباط الذاتي والأرتباط الجزئي وعندما يتم تشخيص نموذج معين فأن عملية التنبؤ تكون عملية سهلة ومسألة ميكانيكية وقل البدء بالتشخيص و اختيار النموذج الملائم لتمثيل بيانات السلسلة المدروسة يجب اختبارها أولاً للتعرف فيما إذا كانت تلك السلاسل مستقرة أم لا لمعالجتها و تتضمن هذه المرحلة

1-1-7-2- الرسم البياني لبيانات السلسلة الزمنية (9)

يعد الرسم البياني من الخطوات الرئيسية في عملية تحليل السلاسل الزمنية فهو ضروري جداً للحصول على صورة عامة وواضحة للظاهرة وموضوع الدراسة ومدى ارتباطها بعنصر الزمن بحيث أن أي نقطة توضع على الرسم البياني توضع مقدار الظاهرة خلال فترة زمنية معينة لذا فهو يعد ممراً زمنياً يعتمد سلوكه على خصائص الظاهرة المدروسة ,وجغرافياً يطلق على الرسم البياني للظاهرة المنحني التاريخي للظاهرة المدروسة (Historigram) و تكمن أهميته في كونه يساعد في التعرف على التغيرات أو التحركات التي تحدث للظاهرة والتي تؤثر في جعل بيانات تلك الظاهرة مستقرة أو غير مستقرة ، أي انه يبين فيما إذا كانت السلسلة تحتوي على الاتجاه أو الدورية أو الموسمية إذا أن دراسة وتحليل تلك التغيرات و المكونات له أهمية كبيرة في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية للظاهرة قيد الدراسة .

2-1-7-2- اختيار النموذج و تحديد درجته (3)

بعد التعرف على طبيعة السلسلة يتم في هذه المرحلة تشخيص و اختيار النموذج الملائم و تحديد نوعه من خلال دراسة سلوك دالتي (الارتباط الذاتي ، والارتباط الذاتي الجزئي) إذ تستخرج قيم تلك الدوال ثم ترسم مقابل الفترات الزمنية المطلوبة كلاً على انفراد ويتم اختيار عشوائيتها ، وبعدها يتم تحديد درجة النموذج الشخص (المقترح) .

2-1-7-3- دالة الأرتباط الذاتي Autocorrelation Function(ACF)(6)

ان اي نموذج يصف سلسلة زمنية معينة ، يمكن ان تحدد ابرز خواصه من خلال دالة الأرتباط الذاتي Autocorrelation Function و التي هي مقياس لدرجة العلاقة بين قيم المتغير نفسه عند فترات زمنية مختلفة ، اذ يمكن ملاحظة ان هذه الدالة هي مشابهة لدالة الأرتباط و لكن الفرق هو ان دالة الأرتباط تقيس درجة العلاقة بين متغيرين مختلفين ، بينما دالة الأرتباط الذاتي تقيس العلاقة للمتغير نفسه ولكن في فترات مختلفة ، من هنا يمكن القول بأن معامل الأرتباط الذاتي Autocorrelation Coefficient مشابه تماما لمعامل الارتباط Correlation Coefficient في كونه يقع بين القيمتين 1 + و 1- فإذا كانت قيمة الارتباط مساوية إلى 1+ دل ذلك على وجود علاقة طردية تامة بينما اذا كانت مساوية الى 1- دل ذلك على وجود علاقة عكسية تامة بينما اذا كانت قيمة الأرتباط مساوي الى فهذا يدل على انعدام العلاقة ، ويرمز لدالة الأرتباط الذاتي عادة بالرمز P_k حيث ان الارتباط الذاتي بين x_t و x_{t+k} يعطي بالشكل التالي :

$$p_k = \frac{cov\,(x_t, x_{t+k})}{\sqrt{var(x_t)}\,\sqrt{var(x_t+k)}} \quad \dots (1\text{-}4)$$

حيث يسمى بسط المعادلة بدالة التباين المشترك الذاتي Autocovariance Function , و التي هي مقياس التباين بين x_t و x_{t+k} ، حيث ان k هو ثابت حقيقي ، ويرمز لهذه الدالة بالرمز y_k فعلى فرض ان $E(x_t) = \mu$ يمثل المتوسط لـ x_t و ان $\sigma^2 = (\mu)^2$ يمثل التباين لـ x_t فأنه يمكن كتابة دالة التباين المشترك الذاتي بالشكل التالي : $var(x_t)=E(x_t-$

$$y_k = cov(x_t , x_{t+k}) = E\,[\,(x_t - \mu)\,(x_{t+k} - \mu) \quad \dots (1\text{-}5)$$

فأذا كانت قيمة k=0 فان الدالة التباين المشترك الذاتي تكون بالشكل التالي :

$$y_0 = \text{cov}(x_t, x_t) = \text{var}(x_t) = \text{var}(x_{t+k}) \ldots (1\text{-}6)$$

و بهذا يمكن اعادة كتابة المعادلة أعلاه

$$P_k = \frac{y_k}{y_0} \ldots (1\text{-}7)$$

وفي التطبيقات العملية يتم استخدام المعادلة التالية لغرض حساب القيم التقديرية لـ p_k و الذي يرمز لها بالرمز r_k :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - x)(x_{t+k} - x)}{\sum_{t=1}^{n}(x_t - x)2} \ldots (1\text{-}8)$$

او يمكن الاستفادة من الخاصية التي تفترض بأن $x_{t+k} = x_{t-k}$ ليتسنى لنا اعادة كتابة المعادلة اعلاه .

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - x)(x_{t-k} - x)}{\sum_{t=1}^{n}(x_t - x)2} \ldots (1\text{-}9)$$

2-1-7-4- دالة الأرتباط الذاتي الجزئي (Partial Autocorrelation (PACF (6) Function

مثلما قلنا انه يمكن تحديد خصائص السلسلة الزمنية من خلال دالة الأرتباط الذاتي (AFC) , وكذلك فانه هناك دالة أخرى يمكن ايضاً ان تكون ذات فائدة في تحديد خصائص السلسلة الزمنية وهذه الدالة تسمى بدالة الأرتباط الذاتي الجزئي (PACF) Partial Autocorrelation Function ، حيث يمكن من خلال هاتين الدالتين تحديد معظم خصائص السلاسل الزمنية ، ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) هي الدالة التي تقيس درجة الأرتباط بين متغيرين بثبوت المتغيرات الأخرى ، فإذا أردنا قياس درجة العلاقة بين x_t و x_{t+k} فان هذا يعني إيجاد الارتباط وبالشكل التالي :

$$\text{cov}[xt, x_{t+k} | x_{t+1}, x_{t+2}, \ldots\ldots x_{t+k-1}] \ldots (1\text{-}10)$$

فإذا رمزنا لهذه الدالة بالرمز p_k فأن :

$$P_k = \frac{cov\,[(x_t - x_t), (x_{t+k} - x_{t+k})]}{\sqrt{var(x_t - x_t)}\sqrt{var(x_{t+k} - x_{t+k})}} \ldots (1\text{-}11)$$

حيث ان x_t و x_{t+k} هي افضل تقدير خطي لـ x_t و x_{t+k} على التوالي ، و بأستخدام دالتي الارتباط الذاتي ACF و الارتباط الذاتي الجزئيPACF يمكن تحديد درجة النموذج فبالنسبة

إلى نموذج الانحدار الذاتي AR ، فأن قيم دالة الارتباط الذاتي ACF تتضاءل بالتدريج نحو قيمة الصفر بينما تقطع دالة الارتباط الذاتي الجزئي بعد الدرجة p و الذي يمثل درجة نموذج الانحدار الذاتي AR (p) إما نموذج المتوسطات المتحركة MA فأن قيم دالة الارتباط الذاتي ACF تقطع بعد الدرجة q والتي تمثل درجة نموذج AM (q) بينما تتضاءل قيم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF نحو الصفر ، إما إذا تضاءلت دالتي الارتباط الذاتي ACF والارتباط الذاتي الجزئي PACF كلاهما نحو الصفر فهذا يعني إن النموذج هو نموذج مختلط بين الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة ARMA (p,q) .

2-7-2- (مرحلة التقدير) (8) Estimation Stage

بعد ان تم تحديد النموذج المقترح لتمثيل الظاهرة ، يأتي الآن دور تقدير المعلمات لهذا النموذج ، حيث توجد هناك عدة طرائق لتقدير المعلمات ، من هذ الطرائق :

طريقة العزوم أو طريقة يل-ولكر Moments or Yule-Walker Method

طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية Ordenery Least Square O.L.S. Method

طريقة الإمكان الأعظم . Maximum Likelihood Method M.L.E وسنقتصر على دراسة طريقة العزوم .

2-7-2-1- طريقة العزوم أو طريقة يل-ولكر Moments or Yule-Walker Method (3)

استخدم كل من Yule و Walker أسلوب العزوم للتوصل إلى تقدير لمعلمات نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة p فللسلسلة الزمنية الخاضعة لنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة p ، تم استخدام معادلة معامل الارتباط الذاتي الخاص بالسلسلة الزمنية لتشكيل عدد من المعادلات ، هي كما موصوفة في أدناه :

$$P_1 = \varphi_1 p_0 + \varphi_2 p_1 + \varphi_3 p_2 + \ldots\ldots + \varphi_p p_{p-1}$$

$$P_2 = \varphi_1 p_1 + \varphi_2 p_0 + \varphi_3 p_1 + \ldots\ldots + \varphi_p p_{p-2}$$

……..

……..

……..

$$P_p = \varphi_1 p_{p-1} + \varphi_2 p_0 + \varphi_3 p_{p-2} + \ldots\ldots + \varphi_p p_0$$

و المعادلات أعلاه غالبا ما تدعى في الأدبيات العلمية بمعادلات (Yule-Welker) و بعد حل هذه المعادلات فأنه يتم التوصل إلى متجه المقدرات التالية ، والذي يعرف بمقدرات (Yule-Welk) أو مقدار العزوم Moments Estimator :

$$\Phi = p_p - 1_{\acute{p}_p} \ldots (1\text{-}12)$$

حيث إن :

$$\Phi = \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \vdots \\ \varphi_p \end{bmatrix}, p_p = \begin{bmatrix} 1 & p_1 & p_2 & . & . & p_{p-1} \\ p_1 & 1 & p_1 & . & . & p_{p-2} \\ p_2 & p_1 & 1 & \vdots & \vdots & p_{p-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{p-1} & p_{p-2} & . & . & . & 1 \end{bmatrix}, p_p = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_p \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \quad \end{bmatrix}$$

حيث إن p_1 ($i = 1,2,3,\ldots\ldots\ldots,p$) هي غير معلومة تحل محليا تقديراتها p_1 في التطبيق العملي :

2-3-7- (مرحلة الأختبار) Diagnostic Checking Stage : (4)

في هذه المرحلة يتم اختبار النموذج لمعرفة مدى ملائمته لتمثيل بيانات الظاهرة المدروسة واستخدامه للحصول على تنبؤات مستقبلية , حيث توجد العديد من الاختبارات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض والتي تعتمد في حساباتها على البواقي لكشف فيما إذا كان هناك وجود لأي عامل غير العشوائية ضمن هذه البواقي ، حيث إننا نفترض بأن تكون هذه ا لبواقي عشوائية وخالية من أي تأثير آخر ، وفيما يلي شرح لبعض هذه الاختبارات :

2-3-7-1 – اختبار مجموع مربعات الأخطاء (MSE) : (5)

يتم أساس هذا الاختبار اختبار النموذج الذي يكون معدل مجموع مربعات الخطأ فيه أقل ما يمكن ، إذ كلما كانت فيه الاختبارات قليلة كلما دل على عشوائية الأخطاء في النموذج المقترح و إن النموذج ملائم لإغراض التنبؤ .

الـفـصل
الـثـالـث

الجانب التطبيقي

الفصل الثالث

الجانب التطبيقي

تم الحصول على البيانات من مستشفى الديوانية التعليمي في محافظة الديوانية والتي تمثلت بالمرض السكري خلال (70) شهر للفترة من (2012-2014) انظر إلى الجدول رقم (1) ولتحليل هذه البيانات اعتمدنا على نموذج (بوكس-جينكنز) للمقارنة والاستنتاج بإتباع أفضل النماذج للتنبؤ بالسلسلة ولقد استخدمنا برنامج (spss) للحصول على نتائج البحث .

جدول يبين المرض السكري الشهري

1	**27**
2	**181**
3	**260**
4	**42**
5	**483**
6	**19**
7	**90**
8	**158**
9	**30**
10	**13**
11	**84**
12	**180**
13	**23**
14	**17**

15	93
16	195
17	33
18	12
19	86
20	159
21	29
22	2
23	6
24	28
25	93
26	1
27	30
28	252
28	358
30	127
31	75
32	244
33	525
34	204
35	18
36	56
37	110
38	257
39	55
40	11
41	24
42	17
43	17
44	136
45	216
46	43
47	14
48	128
49	254
50	43
51	3
52	18
53	21
54	92
55	99
56	292
57	44
58	4
59	9
60	28

611	21
62	66
63	200
64	36
65	1
66	11
67	12
68	51
69	98
70	293

2-3 تحليل البيانات باستخدام نماذج (بوكس-جينكنز) :

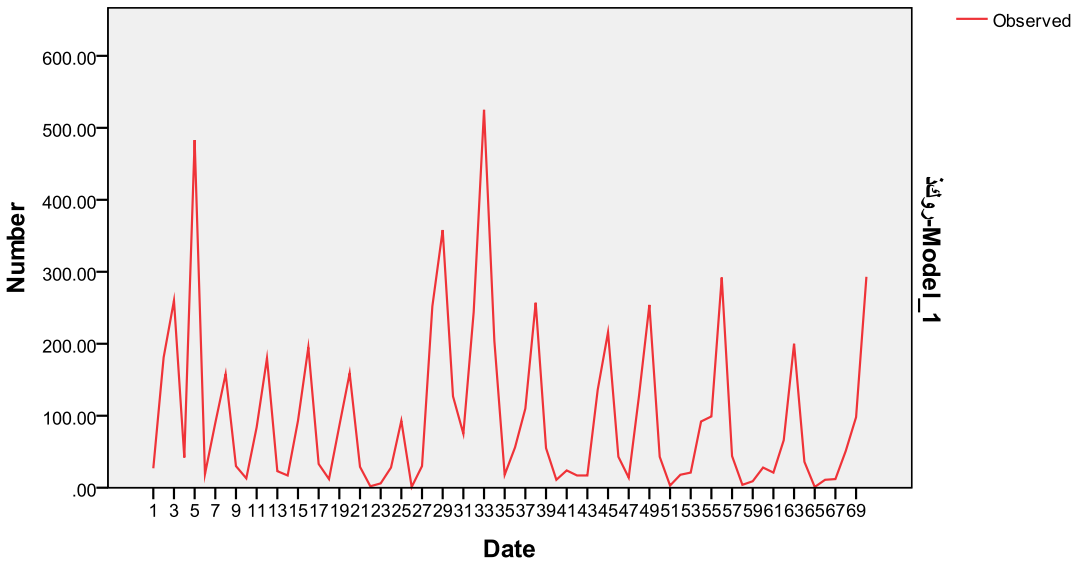
إن الهدف الرئيسي لتحليل السلاسل الزمنية هو بناء أفضل نموذج للتنبؤ وتحديد عدد معالمه وتقديرها وكذلك التأكد من ملائمة اختيار النموذج للبيانات.

إن رسم السلسلة الزمنية هو أول خطوة في عملية التحليل حيث يمكن من خلال الرسم التعرف بصورة أولية على بعض خصائص السلسلة وكما مبين في الشكل رقم (1) ومن خلال ملاحظة شكل رقم (1) نلاحظ وجود الاختلافات في شكل تذبذبات وان السلسلة فيها اتجاه عام مما يدل على إن السلسلة غير مستقرة .

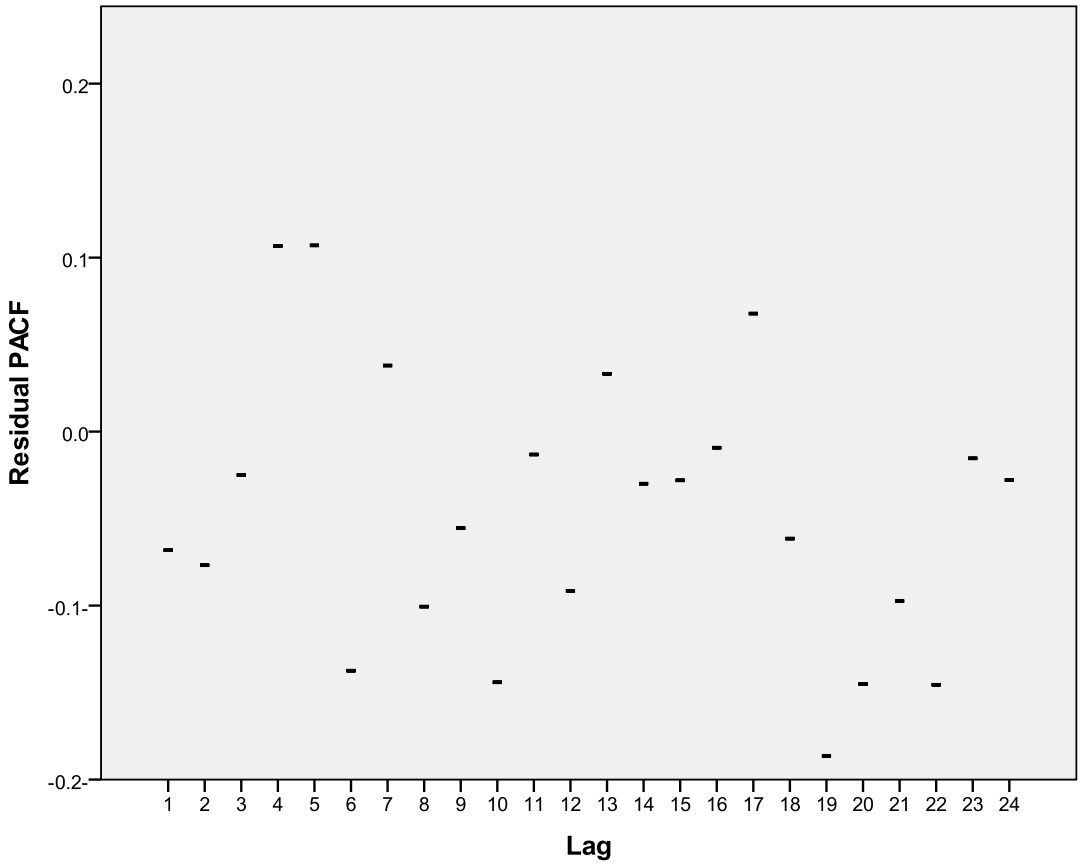
ويتم التمييز بين السلاسل الزمنية المستقرة وغير المستقرة باستخدام معاملات الارتباط الذاتي والتي تقترب قيمتها من الصفر وان تحويل السلسلة غير المستقرة إلى سلسلة مستقرة يتم استخدام طريقة الفروق (**Method of Differences**) .

بأخذ الفرق الأول ونحولها إلى سلسلة مستقرة نقوم بأخذ الفرق الأول ومن ثم استخراج معاملات (ACF) و (PACF) ورسمها كما موضحة في الشكل رقم (2) والذي يمثل (PACF) والشكل رقم (3) والذي يمثل (ACF) من خلال ملاحظة الشكلين نجد إن السلسلة الزمنية مستقرة بشكل أكثر عما كانت عليه قبل اخذ الفروق وبعد الحصول على السلسلة الزمنية المستقرة يتم تحديد النموذج (تشخيص النموذج) ودرجه اعتمادا على سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي ومن خلال هاتين الدالتين نجد إن النموذج المشخص هو من نوع ARIMA (0,1,2) والذي يكتب وفق الصيغة الآتية :

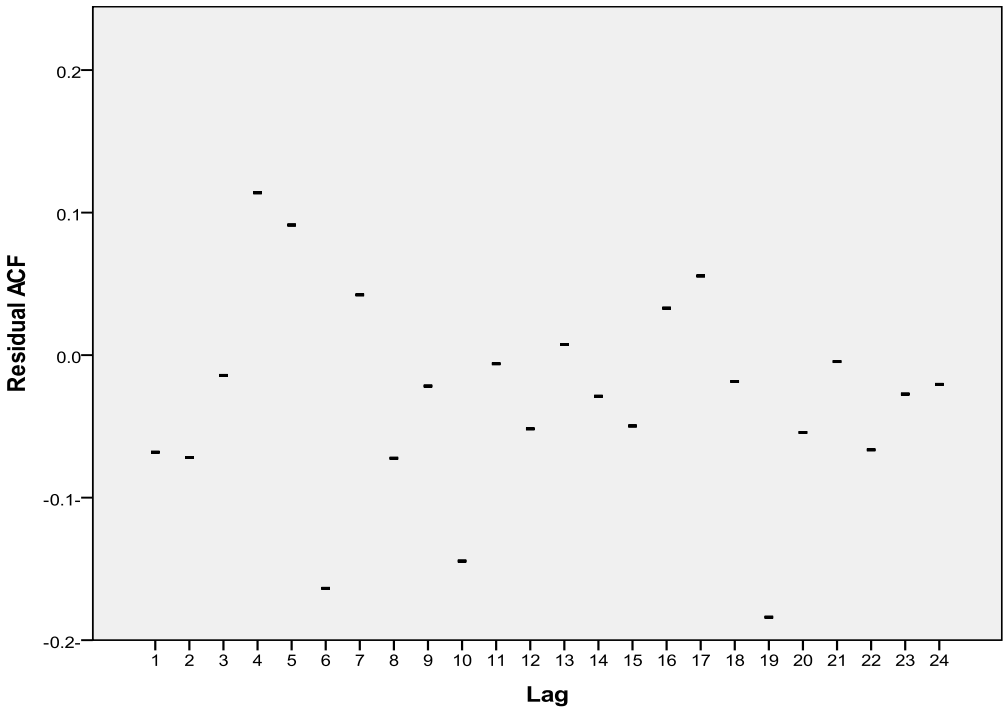
$$\hat{X} = \theta_1 X_t + \theta_2 x_{t-1} + \theta_3 x_{t-2}$$



شكل رقم (1) يمثل قيم السلسلة الزمنية للمصابين بالمرض السكري

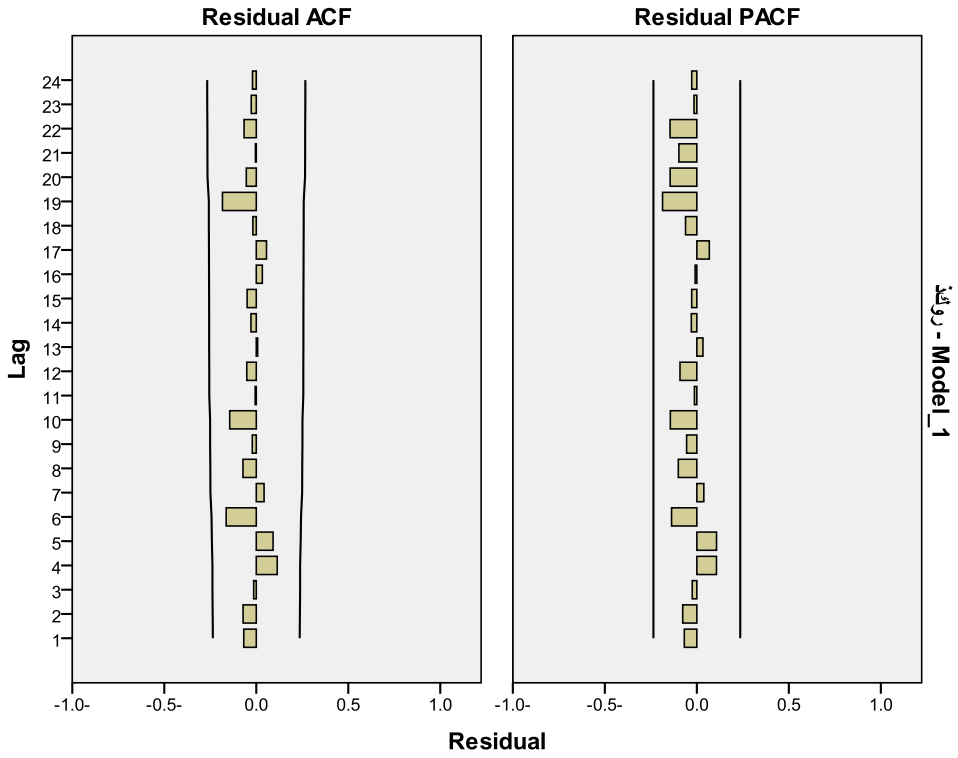


شكل رقم (2)



شكل رقم (2)

شكل رقم (3)



شكل رقم (4) الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي

3-3 اختيار النموذج الملائم :

بعد الحصول على السلسلة الزمنية المستقرة تم تحديد النموذج بدرجته بالاعتماد على سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي ولغرض تحديد النموذج الملائم طبقنا عدة نماذج (ARIMA) وتقدير معالم كل نموذج ولاختيار النموذج الأفضل من خلال مطابقة هذه المعاملات مع سلوك النظري الموضح لها اعتمدنا على أسلوب آخر في تحديد النموذج الملائم وذلك باستخدام جدول مؤثرات البواقي للنماذج المطبقة الذي يطرح النموذج الأفضل يمتلك اقل (**RMSE**) حيث إن :

RMSE : يمثل متوسط مربعات البواقي .

MAPE : متوسط نسب القيم المطلقة للبواقي . وكما موضح وفق الاتي :-

التسلسل	**ARMA**	**RMSE**	**MAPE**

1	1-1-1	118.314	555.127
2	1-1-0	137.775	574.296
3	1-1-2	118.418	519.32
4	1-1-3	185.720	710.804
5	2-1-0	343.500	992.089
6	2-1-1	167.834	680.014
7	2-1-2	170.173	694.43
8	2-1-3	206.986	603.463
9	3-1-0	237.443	671.093
10	3-1-1	176.309	664.986
11	3-1-2	173.873	653.914
12	3-1-3	121.224	445.439
13	0-1-1	141.282	878.490
14	**0-1-2**	**117.814**	**516.002**
15	0-1-3	118.369	505.178

جدول رقم (1) حساب RMSE , MAPE

ومن ملاحظة هذا الجدول الذي يبين لنا إن النموذج الملائم هو نموذج من نوع (2-1-0) **ARIMA .**

حيث اتضح من الجدول رقم (1) إن النموذج (2-1-0) ARMA بأخذ اقل RMSE حيث تم تقدير معالم النموذج المقترح باستخدام البرنامج الإحصائي Spss وقد تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (2) أدناه :

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	T	Sig.
Model_1-ذكور	ذكور	No Transformation	Constant	-.564-	.855	-.660-	.512
			Difference	1			
			MA Lag 1	.706	1.227	.575	.567
			Lag 2	.291	.412	.708	.481

جدول رقم (2) يوضح تقدير معلمات النموذج

4-3 التنبؤ :

بعد التحقق من كفاءة النموذج وجد إن النموذج الملائم هو من نوع ARIMA (0-1-2) الذي تم تحديده بالسلسلة الزمنية أمكن استخراج القيم التنبؤية لمدة 6 سنوات وكما موضح في الشكل رقم (5) الذي يوضح التنبؤات المستقبلية .

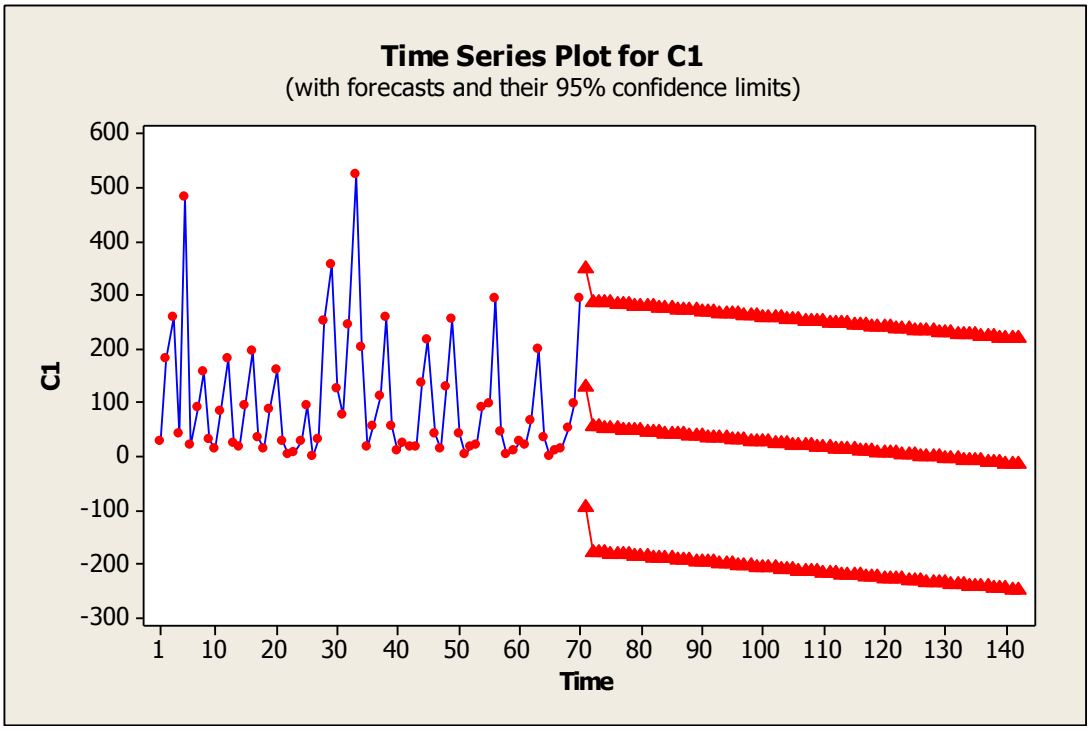
في الجدول الآتي :

Forecast

Forecasts from period 70

Period	Forecast	95% Limits Lower	Upper	Actual
71	127.796	-93.706	349.297	
72	54.870	-178.171	287.911	
73	53.873	-179.173	286.919	
74	52.875	-180.176	285.927	
75	51.878	-181.178	284.935	
76	50.881	-182.180	283.943	
77	49.884	-183.183	282.951	
78	48.887	-184.185	281.958	
79	47.890	-185.187	280.966	
80	46.892	-186.189	279.974	
81	45.895	-187.192	278.982	
82	44.898	-188.194	277.990	
83	43.901	-189.196	276.998	
84	42.904	-190.199	276.006	
85	41.907	-191.201	275.014	
86	40.909	-192.203	274.022	
87	39.912	-193.206	273.030	
88	38.915	-194.208	272.038	
89	37.918	-195.210	271.046	
90	36.921	-196.213	270.054	
91	35.924	-197.215	269.062	
92	34.927	-198.217	268.070	
93	33.929	-199.219	267.078	
94	32.932	-200.222	266.086	
95	31.935	-201.224	265.094	
96	30.938	-202.226	264.102	
97	29.941	-203.229	263.110	
98	28.944	-204.231	262.118	
99	27.946	-205.233	261.126	
100	26.949	-206.236	260.134	
101	25.952	-207.238	259.142	
102	24.955	-208.240	258.150	
103	23.958	-209.243	257.158	
104	22.961	-210.245	256.166	
105	21.963	-211.247	255.174	
106	20.966	-212.249	254.182	
107	19.969	-213.252	253.190	
108	18.972	-214.254	252.198	
109	17.975	-215.256	251.206	
110	16.978	-216.259	250.214	
111	15.980	-217.261	249.222	

112	14.983	-218.263	248.230
113	13.986	-219.266	247.238
114	12.989	-220.268	246.246
115	11.992	-221.270	245.254
116	10.995	-222.272	244.262
117	9.997	-223.275	243.270
118	9.000	-224.277	242.278
119	8.003	-225.279	241.286
120	7.006	-226.282	240.294
121	6.009	-227.284	239.302
122	5.012	-228.286	238.309
123	4.014	-229.289	237.317
124	3.017	-230.291	236.325
125	2.020	-231.293	235.333
126	1.023	-232.295	234.341
127	0.026	-233.298	233.349
128	0.971	-234.300	232.357
129	1.969	-235.302	231.365
130	2.966	-236.305	230.373
131	3.963	-237.307	229.381
132	4.960	-238.309	228.389
133	5.957	-239.312	227.397
134	6.954	-240.314	226.405
135	7.952	-241.316	225.413
136	8.949	-242.319	224.421
137	9.946	-243.321	223.429
138	10.943	-244.323	222.437
139	11.940	-245.325	221.445
140	12.937	-246.328	220.453
141	13.935	-247.330	219.461
142	14.932	-248.332	218.469



شكل رقم (5) time series plot يوضح القيم التنبؤية

الـفـصل
الـرابـع

الاستـنـتـاجـا
ت
والـتـوصيـات

الاستنتاجات

1- إن طريقة (بوكس-جينكز) هي أكثر طرق التنبؤ عمومية حيث بإمكانها التعامل مع أي نمط من أنماط البيانات وبالتالي اكتشاف نموذج ملائم للبيانات مع تقليل الخطأ إلى حد أدنى ممكن .
2- حيث إن طريقة (بوكس-جينكنز) تتعامل مع حالات عديدة مختلفة لذلك فان درجة تعقيدها تكون أكثر مما هي عليه مع الطرق التنبؤ .
3- تتطلب طريقة (بوكس-جينكنز) استعمال الحاسب الالكتروني لفترة لايستهان بها بلغة الحاسبات وهذا مما يجعلها عالية التكاليف من ناحية أخرى فقد تكون هذه الطريقة أكثر دقة من طرق التنبؤ الأخرى وهنا نواجه الخيار بين أكثر دقة وأكثر تكلفة .
4- من خلال الاعتماد على الجدول مؤشرات البواقي ومعيار (RMSE) نستنتج بأن فظل طريقة لتمثيل السلسلة هو نموذج ARIMA (2-1-0)

التوصيات

1- نوصي باستخدام طريقة (بوكس-جينكنز) لأنها تعتبر من فظل الطرق للتنبؤ وخاصة لدى الباحثين التي تكون بحوثهم منتمية إلى وزارة الصحة
2- كذلك نوصي بالأخذ بنظر الاعتبار الاستنتاجات أينما وردت أهميتها

المصادر

المصادر

1. الجادر , بثينة عبد العزيز (1982):تطبيق نماذج ARIMA للسلاسل الزمنية للتنبؤ للأمطار, رسالة ماجستير ,إلى قسم الإحصاء ,لكلية الإدارة والاقتصاد , جامعة بغداد.
2. المجموعة الإحصائية , الصادرة عن المكتب المركزي للإحصاء في الجمهورية العربية السورية , للأعوام : 2009 و 1989 و1976 .
3. أساليب التنبؤ الإحصائي طرق وتطبيقات , (الدكتور عدنان هاشم الوردي , كلية الإدارة واقتصاد ,جامعة البصرة)
4. الجابري ,عبد الرحمن محمد مرشد (2000) "دراسة لبعض أساليب ترشيح السلاسل الزمنية م التطبيقات " . رسالة دكتوراه غير منشورة , كلية علوم الحاسبات والرياضيات , جامعة الموصل

6.الطائي ,فارس غانم احمد,(2003)."دراسة مقارنة بين طرائق بوكس-جينكنز وطريقة التقنية المعدلة في التكهن". رسالة دكتوراه غير منشورة , كلية علوم الحاسبات والرياضيات,جامعة الموصل

7-Arsham,H.(1996)."Time Series Analysis And Forecasting Techniques", http://obeli.jde.aca.mmu.ac.uk .

8-Box, G.E.P and Jenkins ,G.M (1976). Time Series Analysis Forecasting and Control and ed , Hold-Day, San Francisco.

9-vinod.h.d.(1999)."time series Analysis ". economic Fordham university , pronex ,new York ,USA

10-Priestley,M.B. (1981)."SPECTRAL ANAYSIS AND Time Series".Vol.1,Department of Mathematics ,University of Manchester, Academic Press Inc., London, UK