إقليم كوردستان /العراق
مجلس التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة صلاح الدين–أربيل
كلية الإدارة والاقتصاد

زانكۆی سەلاحەدین-هەولێر
Salahaddin University-Erbil

استخدام نماذج السلاسل الزمنية
للتنبؤ بعدد السياح في محافظة أربيل

مشروع تخرج

مقدمة إلى قسم الاحصاء والمعلوماتية كجزء من متطلبات نيل درجة بكالوريوس في علوم الإحصاء

اعداد

زهرا صبرى هاج سليمان

ذكرى عونى خليل

دليڤان محمد رحمان

بأشراف

د. كامران حسن أحمد

2024-2023

بسم الله الرحمن الرحيم

(التَّائِبُونَ الْعَابِدُونَ الْحَامِدُونَ السَّائِحُونَ
الرَّاكِعُونَ السَّاجِدُونَ الْآمِرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَالنَّاهُونَ عَنِ
الْمُنكَرِ وَالْحَافِظُونَ لِحُدُودِ اللَّهِ وَبَشِّرِ الْمُؤْمِنِينَ)

صدق الله العظيم

الآية (112)

سورة التوبة

الاهداء

- **الى الأحبة الذين لن ننسى فضلهما ما حيينا. و مازالا يمنحاننا العطف .... أباءنا وأمهاتنا عرفانا بالجميل.**

- **الى من انار دربنا في العلم وقاسمنا عناء البحث .... استاذتنا الفاضلة احتراما وتقديراً.**

- **الى جميع من ساعدونا في اعداد هذا البحث .... وفاءاً و اخلاصاً.**

- **الى كل زملائنا الذين أمضينا معهم سنوات الدراسة في الجامعة فكانوا نماذج العلم والأدب والاحترام.**

نهدي هذا الجهد المتواضع

الشكر و التقدير

الحمدالله رب العالمين الصلاة والسلام على اشرف خلق الله محمد (صلى الله عليه وسلم) وبعد. يطيب لنا ونحن ننتهي من اعداد بحثنا ان نتقدم بشكرنا الجزيل وتقديرنا العميق وامتناننا إلى أستاذنا (د. كامران حسن أحمد) لقبوله تحمل عناء الأشراف على بحثنا والمتابعته العملية لنا طيله فترة إعداده فله منا جزيل الشكر والتقدير.

كما نتقدم بخالص شكرنا وتقديرنا إلى عمادة كلية الإدارة والإقتصاد. وكما نتقدم بخالص شكرنا وتقديرنا إلى (د. بيخال صمد) رئيسة قسم الاحصاء وأيضا نقدم شكرنا وتقديرنا الى (هيئة السياحة في أربيل).

وفاء منا نتقدم بشكرنا وتقديرنا وامتناننا إلى كل من مد المساعدة بأي شكل كان ممن لم تسعفنا الذاكرة في ذكرهم واسأل الله عزوجل أن يجزيهم خير الجزاء.

المستخلص

ويعد تحليل السلاسل الزمنية أداةً إحصائياً توضع على أساسه الخطط والبرامج لدراسة ظاهرة معينة، لان مؤشراته تساعد على معرفة ما ستكون عليه القيم المستقبلية للظاهرة المدروسة، أي التنبؤ باحتياجات المستقبل.

وقد أجري هذا البحث بهدف تحليل السلسلة الزمنية الخاصة بعدد السياحين في محافظة أربيل، وتنبؤها باعتماد البيانات المتوفرة للسنوات السابقة لهذه السلسلة عن طريق استخدام نماذج السلاسل الزمنية. ومن خلال التحليل توصل الدراسة إلى انعدام الاستقرارية في السلاسل الزمنية، ولذا تم أخذ التحويلات اللازمة لإزالة عدم استقراريتها. ومن أجل اختيار النموذج الأفضل تم اعتماد اقل قيمة لمتوسط مربعات الخطأ. والنموذج الأفضل للسلسلة هي: $ARIMA(0,1,0)\ (2,0,2)_{12}$، وهي ما تم التنبؤ المستقبلي للسلسلة الزمنية بواسطتها.

المحتوى

الموضوع	الصفحة
الآية الكريمة	أ
الاهداء	ب
الشكر والتقدير	ت
المستخلص	ث
قائمة المحتوى	ج–ح
الفصل الاول:المقدمة والجانب النظري للسياحة	1 – 5
المقدمة وهدف البحث	1
تعريف السياحة	2
أنواع السياحة	2
جغرافية مدينة أربيل	2
المناخ السائد في مدينة أربيل	2
بعض الاماكن السياحية في أربيل	3
مقومات الجذب السياحي في اقليم كوردستان	4-5
الفصل الثاني: الجانب النظري للسلاسل الزمنية	6 – 15
بعض المفاهيم والمصطلحات	6 – 8
النماذج المستخدمة في السلاسل الزمنية	9
النماذج المستقرة	9 – 10
النماذج غير المستقرة	10 – 12
مراحل بناء الأنموذج	13 – 15
الفصل الثالث: الجانب التطبيقي	16 – 21
وصف البيانات	16
تحليل السلاسل الزمنية	16
رسم السلسلة الزمنية	16
اختبار العشوائية	17
التحويلات	17
الاستقرارية	17 – 19
اختيار النموذج الملائم	20

اختبار النموذج الملائم	21
التنبؤ	22
الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات:	
الاستنتاجات	23
التوصيات	23
المصادر	24

المقدمة

يكتسب قطاع السياحة اهمية لاتقل عن اهمية باقي القطاعات الاقتصادية الاخرى، وقد احتل هذا القطاع مكانة كبيرة لدى معظم الدول التي تتوفر لديها مقومات سياحية، لذا اهتمت هذه الدول بهذا القطاع بشكل خاص، لما له من اثر كبير في تحقيق عوائد مادية مهمة، كما انه يحرك الدورة الاقتصادية، وله علاقة وثيقة مع كافة القطاعات الاقتصادية في كل بلد.

ويعتبر اقليم كوردستان من البلدان التي تمتلك امكانات سياحية مميزة (طبيعية واثرية وتراثية وحضارية ودينية). لذلك تم دراسة تحليلية لهذا الموضوع للفترات السابقة كأساس في وضع المؤشرات للتنبؤ باستخدام نماذج السلاسل الزمنية.

واقتضت طبيعة البحث ومحتوياته توزيعه إلى أربعة فصول، إذ يتضمن الفصل الأول الجانب النظري للسياحة.

وقد احتوى الفصل الثاني الجانب النظري للسلاسل الزمنية وتم التطرق إلى تعريف بعض المفاهيم والمصطلحات والنماذج المستخدمة في السلاسل الزمنية فضلاً عن مراحل بناء الأنموذج.

ويبحث الفصل الثالث عن الجانب التطبيقي، حيث تضمن تحقيق الاستقرارية واختيار أفضل نموذج لسلاسل الزمنية واختباره فضلاً عن التنبؤ بواسطة النموذج الملائم.

وختمت هذه الدراسة بالفصل الرابع الذي تضمن أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة.

هدف البحث:

يهدف البحث الى التنبؤ بقيم المستقبلية بعدد السياحين في محافظة أربيل باستخدام نماذج السلاسل الزمنية.

الفصل الأول: الجانب النظري للسياحة

تعريف السياحة:

السياحة هي السفر بهدف الترفيه أو التطبيب أو الإكتشاف، وتشمل السياحة توفير الخدمات المتعلقة بالسفر. وذلك حسب تعريف منظمة السياحة العالمية (التابعة لهيئة الأمم المتحدة).

أنواع السياحة:

1- السياحة الترفيهية: وهي السفر إلى الوجهات السياحية بغرض الترفيه أو الإستحمام والترويح عن النفس.

2- السياحة الدينية: السفر بهدف زيارة الأماكن المقدسة مثل مكة المكرمة والمدينة المنورة والفاتيكان والقدس الشريف و جزيرة جربة.

3- السياحة الثقافية: ويكون الهدف منها زيارة الأماكن والمواقع الثقافية، والمتاحف والمآثر والمعالم التاريخية، إضافة إلى اكتشاف عادات وتقاليد الشعوب الأخرى.

جغرافية مدينة أربيل:

مدينة أربيل من المدن التي تقع شمال دولة العراق وهي عاصمة لإقليم كردستان العراق، تعتبر هذه المدينة سادس أكبر مدينة من حيث التعداد السكاني والرابعة من حيث المساحة، يعيش في مدينة أربيل الأكراد الذين يشكلون معظم سكان المدينة كما يعيش فيها أقليات أخرى مثل الآشوريين والعرب والتركمان، تعاقب على مدينة أربيل السيطرة من قِبل العديد من الحضارات مثل الحضارة الساسانية والبارثية والسلوقية والآشورية وأصبحت بعد ذلك جزءاً من الدولة الأموية ثم الدولة العباسية يليها الدولة العثمانية وأخيراً أصبحت ضمن حدود دولة العراق، تعد مدينة أربيل من أشهر المدن السياحية باعتبارها مركزاً حضارياً وثقافياً، وسنتعرف في هذا المقال على أبرز معالم السياحة في أربيل.

المناخ السائد في مدينة أربيل

تتميز بمناخها الذي يتنقل بين المناخ الصحراوي ومناخ البحر المتوسط، حيث أنّ الطقس فيها معتدل صيفاً، أما في فصل الشتاء تنخفض درجة الحرارة والرطوبة.

بعض الاماكن السياحية في أربيل:

يوجد في أربيل العديد من المعالم السياحية التي تستقطب الزوار من مختلف دول العالم ومن هذه المعالم نذكر ما يلي:

محمية جبل سكران

تقع محمية جبل سكران شمال مدينة أربيل في قضاء جومان. تعتبر هذه المحمية النقطة التي تربط دولة العراق بدولة إيران. تتميز هذه المحمية بوجود المناطق الجبلية الجميلة التي تحيط بها، حيث يتواجد فيها الثلج طوال العام دون أن يذوب مما يُشكل منظراً ممتعاً للنظر. توجد فيها أنواع مختلفة من الحيوانات.

جبل كورك

يقع جبل كورك شمال مركز مدينة أربيل ويمكن للزوار الوصول إليه باستخدام التلفريك أو المصعد الكهربائي. يقع على قمة جبل كورك مطعماً فخماً ويعتبر أعلى مطعم في العراق. يمارس السياح رياضة التزلج على الجبل خاصةً في فصل الشتاء.

مصيف شقلاوة

يقع مصيف شقلاوة على ارتفاع يقارب (1000 م) عن سطح البحر على سفح جبل يُطلق عليه جبل سفين. يتميز هذا المصيف باعتباره أعلى القمم الجبلية في العالم بمناظره الطبيعية الجميلة جداً. تتواجد فيه كروم العنب وبساتين الرمان واللوز والجوز. يتميز بطبيعته الخضراء التي تمنح الشعور بالهدوء والراحة مما يجعل السياح يقضون أجمل الأوقات في التنزه في هذه الأماكن.

شلال كلي علي بيك

يعتبر شلال كلي علي بيك من أروع المناظر الطبيعية والمعالم السياحية التي تشتهر بها مدينة أربيل. يبعُد شلال كلي علي بيك عن مركز مدينة أربيل مسافة (130 كيلو متر). يتميز هذا الشلال بمياهه المتدفقة التي تنزل من الجبال شاهقة الارتفاع. قلعة أربيل تتواجد قلعة أربيل منذ القِدم كمعبدٍ للآلهة ولكن في العصر السومري، ويعود تاريخ إنشاء هذه القلعة ستة آلاف سنة قبل الميلاد. تعتبر من أكثر المعالم السياحية التي يقصدها الزوار والسياح من مختلف بقاع العالم ويُقدر عددهم بالآلاف سنوياً. يبلغ ارتفاع قلعة أربيل إلى ما يقارب أربعمائة وواحد وثلاثين متراً فوق سطح البحر كما أنها تمتد على مساحة ما يقارب (110) متراً مربعاً.

مقومات الجذب السياحي في اقليم كوردستان العراق:

يزخر اقليم كوردستان العراق بالعديد من مقومات الجذب السياحي شأنه شأن بقية انحاء العراق الأخرى و التي تتمثل بالموارد والا مكانات المتاحة، سواء كانت عذه الموارد طبيعية (Natural Resources) أم تتعلق بالجوانب الأثرية و التراثية و الحصارية.

ويمكن توضيح هذه المقومات كما يلي :-

أولاً: مقومات جذب طبيعية (Factors of Natural Attraction)

وتتمثل هذه المقومات بالتالي :-

1- الموقع (Location)

هو أحد المقومات الجغرافية الطبيعية الرئيسية التي تؤثر في نشوء و تطور السياحة، و تبرز أهميه في تحديد الاطار الجغرافي للمنطقة والصفات الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية للمراكز السياحية الواقعة ضمنه من جهة والمسافات الفاصلة بين اماكن انطلاق السياح ومناطق استقبالهم، والوقت اللازم لقطعها من جهة اخرى.

اذ يقع اقليم كوردستان في الجزء الشمالى من العراق، وهو يتوسط ثلاث دول هي تركيا من الشمال، وايران من الشرق ،وسوريا من الغرب.

2- المناخ :

وهو احد المقومات العرض السياحي المؤثرة ،وتكمن اهميته في تحديد امكانية الاستفادة من المصادر السياحية وما اذا كانت ملائمة روبما ان المناخ السياحى يجب ان يكون معتدل الحرارة ،وان درجة الحرارة الملائمة هي(18-22)م لذا فان الاقليم يتمتع بمناخ يصلح لاغراض السياحة الصيفية خاصة انه يدخل ضمن مناخ البحر المتوسط.

3- الغطاء النباتي:

يتمتع الاقليم بالنباتات التي تنمو على سطح الارض سواء اكانت بشكل طبيعي ام بتدخل من الانسان، الذي يؤثر عليها بشكل واضح المناخ والتربة والتضاريس الارضية. ويتمثل الغطاء النباتي في الاقليم بمنطقة الغابات والحشائش التي تقع في اقصى الشمال والشمال الشرقي اي ضمن حدود منطقة جبال العالية وتتكون النباتات فيهمن اشجار البلوط وغابات الصنوبر والاشجار التي تنمو على ضفاف الانهار وتقل كثافة هذا الغطاء النباتي كلما اتجهنا نحو الجنوب لتتحول الى حشائش وشجيرات.

4- شكل الارض:

يقع الاقليم ضمن المنطقة الجبلية التي تحتل ربع مساحة العراق اي (92000) كم^2 تقريبا وتتميز معالم سطح الارض الطبيعية داخل المنطقة الجبلية بتنوعها ،فالي جانب الجبال العالية التي يصل ارتفاعها الى اكثر من (3000) م فوق مستوى سطح البحر، هناك وديان عميقة تنخفض عن مستوى الجبال بما يقرب (1000) م، وتتصف هذه المنطقة بجمال مناظرها الطبيعية وتنوعها، واجوائها الهادئة فضلا عن وجود الانهار والعيون والشلالات، وعدد من الكهوف ذات الظواهر الجيمورفولوجية الجذابة.

بعض المفاهيم والمصطلحات:

1. السلسلة الزمنية Time Series

هي مجموعة من القيم المشاهدة لظاهرة معينة لمدة معينة في وحدة زمنية متساوية. فإذا سجلت هذه المشاهدات بشكل مستمر مع الزمن فان السلسلة الناتجة تكون سلسلة زمنية مستمرة، ومن الممكن مشاهدة قيم المتغير قيد الدراسة في كل لحظات الزمن مثل: درجة الحرارة. أما إذا سجلت المشاهدات بشكل متقطع أي عند فترات زمنية ثابتة فان السلسلة الناتجة تكون سلسلة متقطعة، والسلسلة الزمنية المتقطعة يمكن أن تظهر في حالتين:

الحالة الأولى: إذا كانت لدينا سلسلة زمنية مستمرة وتم معاينة هذه السلسلة عند فترات زمنية ثابتة.

الحالة الثانية: تجميع قيم المتغير عند فترات زمنية ثابتة مثل: الأمطار التي تقاس يومياً أو شهرياً.

2. الاستقرارية Stationary:

السلسلة الزمنية تكون مستقرة في حالة عدم وجود تغير في وسطها الحسابي وفي تباينها. وكذلك إذا تحققت فيها الشروط الآتية:

i. أن يكون الوسط الحسابي ثابت مهما اختلف الزمن أي:

$$E(Z_t) = \mu$$

ii. أن يكون تباين السلسلة ثابت مهما اختلف الزمن أي:

$$E(Z_t - \mu)^2 = \sigma_z^2$$

iii. ان تعتمد دالة التغاير الذاتي على فترة الإزاحة k وليس الزمن أي:

$$E(Z_t Z_{t-k}) = \gamma_k$$

3. عدم الاستقرارية:

عندما تتغير خصائص السلسلة الزمنية مع الزمن تكون السلسلة غير مستقرة، وعدم وجود الاستقرارية في السلاسل الزمنية يعني حدوث تغيرات نظامية حول الوسط والتباين مع تغيير الزمن، لذا يجب إزالة عدم الاستقرارية قبل تحليل السلسلة الزمنية لان وجوده سيعطي نتائج مضللة في التنبؤ. وهناك نوعان من عدم الاستقرارية:

أ. عدم الاستقرارية حول الوسط :

عدم تذبذب السلسلة الزمنية حول وسط ثابت يعني عدم استقرارية الوسط ويمكن إزالته بأخذ الفروق (Differences) المناسبة. وتتلخص طريقة أخذ الفروق فيما يأتي:-

تؤخذ الفروق بين الفترات المتعاقبة لتكوين السلسلة الجديدة وصولاً إلى الاستقرارية. وبعد أخذ عدد مناسب من فروق السلسلة الزمنية الأصلية (Z_t) و لتكن d و حينما يكون d=0, 1, 2,... نحصل على سلسلة زمنية جديدة $\{W_t\}$ مستقرة:

$$W_t = \nabla^d Z_t$$

حيث ∇ رمز لعامل الفروق.

ب. عدم الاستقرارية حول التباين Non Stationary around the Variance: [15]

عدم تذبذب السلسلة الزمنية حول تباين ثابت، انعدام الاستقرارية. أي ان تباين السلسلة يعتمد على الزمن (t):

$Var(Z_t)=f(t)$

4. الارتباط الذاتي Auto-Correlation:

هي درجة العلاقة بين مشاهدات السلسلة نفسها لفترات زمنية سابقة. ويمكن التعبير عن دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية المستقرة بالصيغة التالية:

$$\rho_k = \frac{E(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)}{\sqrt{\sigma^2_{Z_t}\sigma^2_{Z_{t-k}}}}$$

5. الارتباط الذاتي الجزئي Partial Auto-Correlation:

يقيس درجة العلاقة بين Z_{t-k}, Z_t للسلسلة نفسها عندما يكون تأثير الفترات الزمنية الأخرى ثابتاً. ويساعد في عملية تحديد رتبة الأنموذج ونوعه.

ويتم تقدير معاملات الارتباط الجزئي باعتماد معاملات الارتباط الذاتي. ويشار إلى الارتباط الذاتي الجزئي بالرمز $[\phi_{kk}]$ التي تمثل مجموعة الارتباطات الذاتية الجزئية عند فترات فاصلة مختلفة.

وهذه تعرف كما يلي:-

$$\phi_{kk} = \frac{|R_k^*|}{|R_k|}$$

حيث R_k تمثل مصفوفة الارتباطات الذاتية ذات رتبة k×k:

$$R_k = \begin{pmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \dots & \rho_{k-2} \\ : & : & : & : \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

وان R_k^* هي مصفوفة R_k بعد استبدال المتجه الأخير بالمتجه:

$$\begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ : \\ \rho_k \end{bmatrix}$$

وهكذا فان :

$$\phi_{11} = \rho_1$$

$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2}$$

النماذج المستخدمة في السلاسل الزمنية:

نماذج السلاسل الزمنية المستقرة:

1- نموذج الانحدار الذاتي AR: **Auto-Regressive Model**

الصيغة العامة للنموذج هي :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + ... + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad .....(2.2.4)$$

حيث:

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon)$$

وتسمى المعادلة (2.2.4) بنموذج الانحدار الذاتي وترمز لها بالرمز AR(p).

ويمكن أن يكون نموذج الانحدار الذاتي ذا صيغة موسمية والسلسلة الزمنية الموسمية هي التي تعيد نفسها في فترات زمنية ثابتة. ففي حالة وجود الموسمية يسمى الأنموذج بأنموذج الانحدار الذاتي الموسمي Seasonal Auto-Regressive Model، ويرمز له بـ $AR(P)^S$ وصيغته كالآتي:

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-S} + \Phi_2 Z_{t-2S} + ... + \Phi_P Z_{t-PS} + \varepsilon_t \quad .....(2.2.8)$$

حيث:

P: رتبة أنموذج الانحدار الذاتي الموسمي.

Φ_i : ترجيحات أنموذج الانحدار الذاتي الموسمي.

S: طول فترة الموسم.

2- أنموذج الأوساط المتحركة MA: **Moving-Average Model**

الصيغة العامة للأنموذج هي :

$$Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - ... - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad .....(2.2.10)$$

وتسمى المعادلة (2.2.10) بأنموذج الأوساط المتحركة وترمز لها بالرمز MA(q). وحينما يكون الأنموذج موسمياً، فانه يسمى بأنموذج الأوساط المتحركة الموسمية Seasonal Moving-Average Model ويرمز له بـ $MA(Q)^S$. وصيغتها:

$$Z_t = \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-S} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2S} - ... - \Theta_Q \varepsilon_{t-QS} \quad .....(2.2.12)$$

حيث: S: طول فترة الموسم.

Q: رتبة أنموذج الأوساط المتحركة الموسمية.

Θ_i : ترجيحات أنموذج الأوساط المتحركة الموسمية

3- الأنموذج المختلط (الانحدار الذاتي–الأوساط المتحركة) ARMA:

Auto-Regressive Moving-Average Model

إن الكثير من السلاسل الزمنية المستقرة لا يمكن تمثيلها كأنموذج الأوساط المتحركة أو الانحدار الذاتي فقط، لان هذه السلاسل غالباً ما تحوي خواص كلا الأنموذجين ولذلك يمكن تمثيلها في أنموذج يعطي مواصفات هذين الأنموذج وهو ما يسمى بالأنموذج المختلط (الانحدار الذاتي – الأوساط المتحركة)، ويختصر إلى ARMA(p,q) حيث يمثل (p) رتبة الانحدار الذاتي ويمثل (q) رتبة الأوساط المتحركة وبذلك الزوج المرتب (p,q) تمثل رتبة الأنموذج المختلط والصيغة العامة له:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad \ldots\ldots(2.2.13)$$

4- الأنموذج الموسمي المضاعف: Multiplicative Seasonal Model

في حالات نادرة يتم دمج كل من الأنموذج ARMA الموسمي مع الأنموذج غير الموسمي الذي يدعى بالأنموذج المضاعف ويرمز له بـ $ARMA(p,q)(P,Q)^S$:

وصيغته كالآتي بواسطة عامل الارتداد الخلفي:

$$\phi(B)\Phi(B^S)Z_t = \theta(B)\Theta(B^S)\varepsilon_t$$

النماذج غير المستقرة: **Non Stationary Models**

ان كثيراً من السلاسل الزمنية المستخدمة في المجالات التطبيقية هي غير مستقرة حول الوسط أو التباين لذا يجب إزالة عدم الاستقرارية قبل تحليلها لان وجوده سيعطي نتائج مضللة في التنبؤ، وهناك حالتان تتطلبان إزالة عدم الاستقرارية:

1. إذا كانت السلسلة الزمنية غير المستقرة حول الوسط ، ويمكن إزالة عدم الاستقرارية بواسطة أخذ عدد معين من الفروقات للسلسلة الأصلية:

$$W_t = \nabla^d Z_t$$

حيث W_t: السلسلة المستقرة.

Z_t: السلسلة الأصلية (غير المستقرة).

∇: عامل الفرق (Difference Operator)

d: درجة الفرق المأخوذ للسلسلة الزمنية.

بعد أخذ الفرق أو الفروق تتم إضافة كلمة (Integrated) إلى اسم الأنموذج للتمييز بين نوعين من النماذج.

2. إذا كانت السلسلة الزمنية غير المستقرة حول التباين، يمكن إزالة عدم الاستقرارية في هذه الحالة بواسطة التحويلات. ومن أبرزها:

i. التحويلات اللوغاريتمية Logarithmic-Transformation

ii. تحويلات القوى Power-Transformation

iii. تحويلات الصيغة القياسية Standardization Transformation

ومن الأنواع الشائعة للسلسلة الزمنية غير المستقرة:

1- أنموذج الانحدار الذاتي ARI: **Auto-regressive Integrated**

يرمز للسلسلة الزمنية من نوع AR(p) بعد أخذ الفروق المناسبة لتحويلها إلى سلسلة مستقرة بـ ARI(p,d).

وصيغة الأنموذج بواسطة عامل الارتداد الخلفي :

$$\phi(B)\nabla^d Z_t = \varepsilon_t$$

2- أنموذج الأوساط المتحركة IMA: Integrated Moving-Average Model

ترمز للسلسلة الزمنية من نوع MA(q) بعد أخذ الفروق المناسبة لتحويلها إلى سلسلة مستقرة بـ IMA(d,q).

وصيغة الأنموذج بواسطة عامل الارتداد الخلفي :

$$\nabla^d Z_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

3- الأنموذج المختلط ARIMA: Auto-regressive Integrated Moving-Average Model

ترمز للسلسلة الزمنية من نوع ARMA(p,q) بعد أخذ الفروق المناسبة لتحويلها إلى سلسلة مستقرة بـ ARIMA(p,d,q)، ويمكن كتابة الأنموذج باستخدام عامل الارتداد الخلفي:

$$\phi(B)W_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

حيث

$$W_t = \nabla^d Z_t$$

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$$

4- الأنموذج الموسمي المضاعف: Multiplicative Seasonal Model

وهو عبارة عن دمج الأنموذج المختلط (ARIMA) الموسمي مع الأنموذج (ARIMA) غير موسمي، يتكون من جزئين : جزء موسمي (Seasonal Part) وجزء غير موسمي (Non Seasonal Part) وهي ما درست من قبل الباحثين **(Box & Etal, 1967)** ويرمز له بـ $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^S$

والصيغة العامة للأنموذج باستخدام عامل الارتداد الخلفي هي :

$$\phi(B)\Theta(B^S)\nabla^d \nabla_S^D Z_t = \theta(B)\Theta(B)\varepsilon_t$$

حيث:

∇_S^D : عامل الفرق الموسمي من الدرجة D.

ذلك ان :

$$\nabla_S^D Z_t = (1 - B^S)^D Z_t \qquad D=0, 1,2 ,\ldots$$

$$= Z_t - Z_{t-S}$$

مراحل بناء الأنموذج:

ان الهدف الرئيسي لبناء الأنموذج في السلاسل الزمنية هو إمكانية استخدام ذلك الأنموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة.

المرحلة الأولى: التشخيص Identification

في هذه المرحلة يتم تشخيص واختيار الأنموذج الأفضل الذي يمثل السلسلة الزمنية، والخطوة الأولى لهذه المرحلة هي رسم السلسلة الزمنية الأصلية للتعرف على خصائصها (الاتجاه، التغيرات الدورية، التغيرات الموسمية،...) ثم اختبار السلسلة من حيث الاستقرارية حول الوسط والتباين ليتم بعد ذلك احتساب معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي:

فإذا كانت دالة الارتباط الذاتي تتناقص اسياً ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي تنقطع بعد الفترة (p) فان الأنموذج هو AR(p). أما إذا كانت دالة الارتباط الذاتي الجزئي تناقص اسياً ومعاملات الارتباط الذاتي تنقطع بعد الفترة (q) فان الأنموذج هو MA(q). ولكن اذا كان الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي ينحدران اسياً فهذا يعني وجود الأنموذج ARMA(p,q).

المرحلة الثانية : التقدير Estimation

في هذه المرحلة يتم تقدير معالم الأنموذج المشخص وهناك عدة طرق ومنها:-

1. طريقة المربعات الصغرى Least-Square Method
2. طريقة الإمكان الأعظم Maximum Likelihood Method
3. طريقة يول-ولكر Yule-Walker Method

المرحلة الثالثة: التحقق من الأنموذج Model Diagnostic Checking

بعد إيجاد تقديرات معالم الأنموذج المشخص نقوم بإعادة احتساب مشاهدات السلسلة الزمنية باستخدام الأنموذج المشخص ومن ثم احتساب البواقي واختبار هذه البواقي للتأكد من صحة التحديد وملاءمة الأنموذج ويتم ذلك بطرق مختلفة منها:

1- اختبار الارتباط الذاتي للبواقي:

عندما لا توجد اختلافات كبيرة بين دالة الارتباط الذاتي للسلسلة المولدة ودالة الارتباط الذاتي للسلسلة الأصلية فان هذا يدل على ملاءمة الأنموذج، أما إذا كانت دالتا الارتباط الذاتي لا تختلفان بشكل مميز، فإننا نقوم باحتساب الارتباط الذاتي للبواقي r_ε فإذا كانت معاملات الارتباط الذاتي للبواقي واقعة ضمن حدود الثقة فان هذا يعني ان البواقي غير نظامية أي عشوائية وبالتالي يكون الأنموذج المشخص ملائم وحدود الثقة هي:

$$-1.96S(r_\varepsilon) \le \rho(\varepsilon) \le 1.96S(r_\varepsilon) \quad \ldots\ldots(2.2.15)$$

حيث:

$S(r_\varepsilon)$: الانحراف المعياري للارتباط الذاتي للبواقي.

$$r_\varepsilon = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t+k}}{\sum_{t=1}^{n} \hat{\varepsilon}_t^2} \quad \ldots\ldots(2.2.16)$$

$$S(r_\varepsilon) = N^{-\frac{1}{2}}[1+2\sum_{k=1}^{k-1} r_\varepsilon] \quad \ldots\ldots(2.2.17)$$

2- اختبار حسن المطابقة: Goodness of Fit Test

قام كل من **(Box & Pierce, 1970)** بدراسة الأنموذج المختلط ARIMA (p,d,q) ويفترض ان:

$$Q = n\sum_{k=1}^{m} r_k^2(\hat{\varepsilon}) \sim \chi^2_{(m-p-q)} \quad \ldots\ldots(2.2.18)$$

ويمكن معرفة مدى ملاءمة الأنموذج من خلال هذا الاختبار الذي يتم وفق الفرضية التالية:

فرضية العدم (H_0): الأنموذج ملائم

الفرضية البديلة (H_1): الأنموذج غير ملائم

فإذا كان $P-value < 0.05$ لهذا الاختبار إذن نرفض فرضية العدم أي ان الأنموذج غير ملائم، أما إذا كان $P-value \ge 0.05$ فإننا لا نرفض فرضية العدم أي ان الأنموذج ملائم.

المرحلة الرابعة: التنبؤ Forecasting

التنبؤ:- يعرف التنبؤ بأنه معرفة السلوكية المستقبلية لظاهرة معينة بأقل خطأ ممكن عند مقارنتها بالواقع.

بعد إنجاز المراحل الثلاث الأولى وتحديد الأنموذج الملائم وبعد التحقق من ملاءمة الأنموذج المشخص، نقوم باستخدامه في التنبؤ. والتنبؤ الجيد هو الذي يجعل متوسط مربعات الخطأ (MSE) أقل ما يمكن، أي بمعنى يجب ان يختار $\hat{Z}_t(l)$ ليصبح (MSE) أقل ما يمكن.

$$E[\varepsilon_t^2(l)] = [E(Z_{t+l} - \hat{Z}_t(l))]^2 \quad \ldots\ldots(2.2.20)$$

حيث:

$\hat{Z}_t(l)$: القيمة التنبؤية.

t: الفترة الزمنية الأصلية.

وبمساواة معادلة (2.2.20) للصفر نحصل على :

$$\hat{Z}_t(l) = E(Z_{t+l}) \quad \ldots\ldots(2.2.21)$$

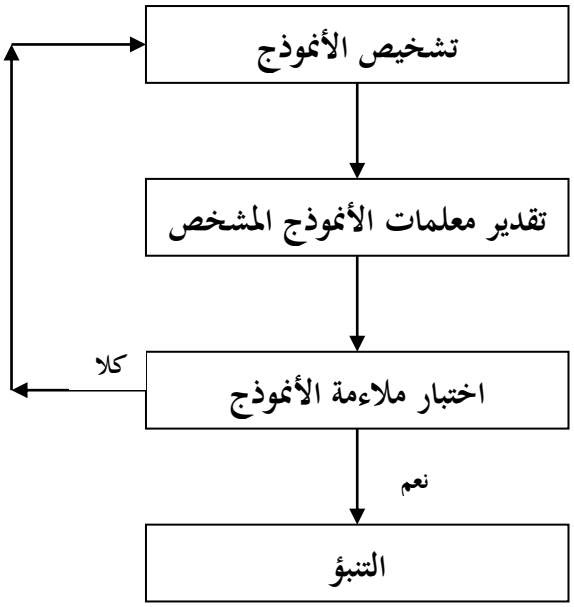
وبتعويض معادلة (2.2.21) في (2.2.20) فان متوسط مربعات الخطأ لـ $\hat{Z}_t(l)$ يكون :

$$MSE = E[Z_{t+l} - E(Z_{t+l})]^2$$
$$= Var(Z_{t+l})$$

وبذلك نحصل على التنبؤ الأمثل عند التوقع الشرطي إلى (Z_{t+l}) تساوي $\hat{Z}_t(l)$ أي :

$$\hat{Z}_t(l) = E(Z_{t+l} | Z_t, Z_{t-1}, \ldots, Z_1)$$

ويمكن توضيح مراحل بناء الأنموذج في المخطط الآتي:



الفصل الثالث: الجانب التطبيقي

وصف البيانات

تم اعتماد البيانات المتوفرة في مديرية السياحة في محافظة أربيل حيث تتكون البيانات المستخدمة من سلسلة زمنية واحدة وهي عدد السياح شهرياً في محافظة أربيل للفترة 2020–2023.

وتم استخراج نتائج التحليلات باعتماد حقيبة البرامج الإحصائية STATGRAPHICS.

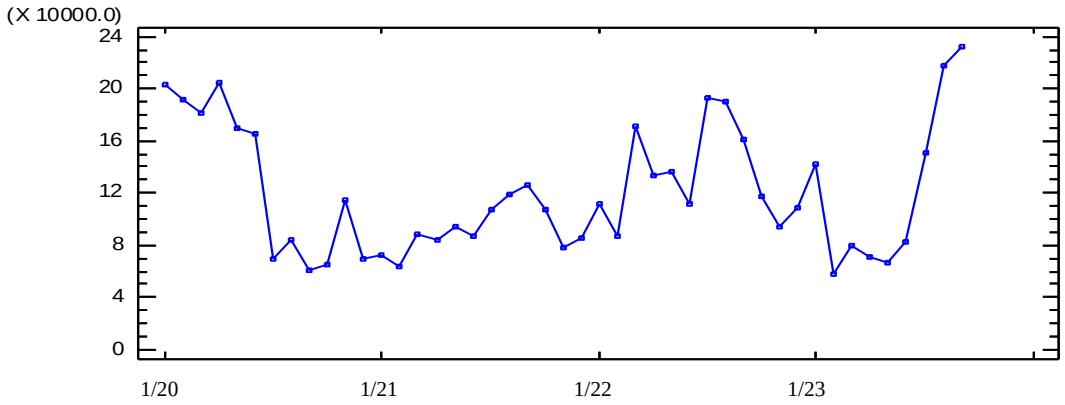
تحليل السلاسل الزمنية

ان الغرض من تحليل السلاسل الزمنية هو اختيار افضل النماذج الملائمة للسلسلة الزمنية، ومن ثم الاستفادة من هذه النماذج لأغراض التنبؤ.

رسم السلسلة الزمنية

ان الخطوة الأولى في تحليل السلاسل الزمنية هي رسمها للتعرف على بعض خصائصها الأولية. وبالنظر إلى السلسلة كما يتضح في الشكل (1–3) ، يلحظ وجود تذبذبات في الشكل مما يعني عدم استقراريتها.

الشكل(1-3): رسم السلسلة لعدد السياح



اختبار العشوائية:

لمعرفة مدى عشوائية السلسلة تم اختبار الفرضية التالية بواسطة اختبار Box & Pierce.

فرضية العدم (H_0): السلسلة عشوائية

الفرضية البديلة (H_1): السلسلة غير عشوائية

وبما ان $P-value=0<0.05$ فان فرضية العدم ترفض مما يعني ان السلسلة غير عشوائية.

التحويلات:

بعد ان تم التأكد من عدم عشوائية السلسلة، تم أخذ التحويل (الفرق الأول) لإزالة عدم العشوائية. ثم أجري اختبار الفرضية التالية.

فرضية العدم (H0): السلسلة المحولة عشوائية

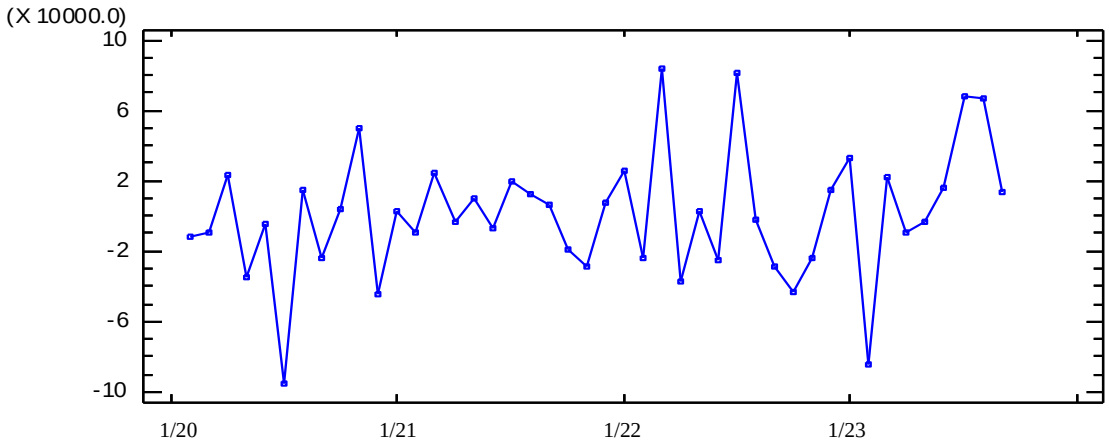
الفرضية البديلة (H1): السلسلة المحولة غير عشوائية

وبما ان $P-value=0.92>0.05$ فان فرضية العدم لا ترفض مما يعني ان السلسلة المحولة سلسلة عشوائية.

الاستقرارية:

ترسم السلسلة المحولة كما يتضح في الشكل (2-3). حيث يلحظ عدم تغيير خصائص هذه السلاسل مع تغيير الزمن وهو يعني عدم وجود اتجاه عام مما يدل على الاستقرارية.

الشكل(2-3): السلسلة الزمنية المحولة



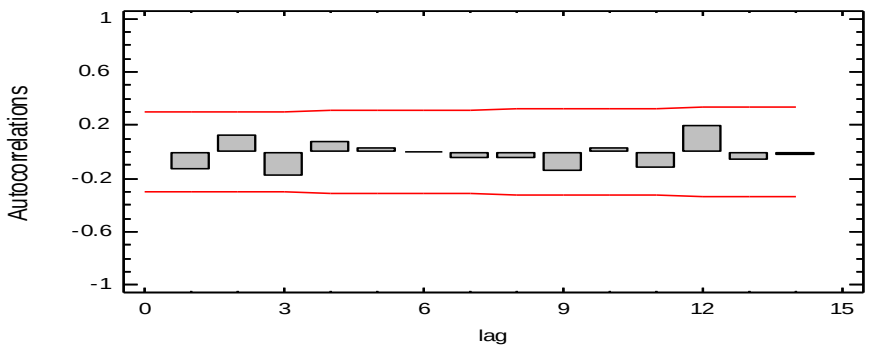
تحقيق الاستقرارية حول الوسط:

إن مجرد النظر الى الرسم البياني للسلسلة الزمنية غيرُ كافٍ لمعرفة مدى استقرارية السلسلة لذلك نلجأ إلى قيم ورسم معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية المحولة كما يتضح في الجداول (1-3) و (2-3) والأشكال (3-3) إلى (4-3) على التوالي. حيث يلحظ اسقرارية السلسلة المحولة حول الوسط لان جميع قيم الارتباطات الذاتية ما عدا عند فترة الازاحة الاولى للسلسلة الزمنية المحولة تقع ضمن حدود الثقة التالية: $-1.96S(r_k) \le \rho_k \le 1.96S(r_k)$

الجدول(1-3): معاملات الارتباط الذاتي وحدود الثقة للسلسلة المحولة

Lag	*Autocorrelation*	*Stnd. Error*	*Lower 95.0% Prob. Limit*	*Upper 95.0% Prob. Limit*
1	0.634707	0.149071	-0.292175	0.292175
2	0.370362	0.200317	-0.392614	0.392614
3	0.117798	0.214996	-0.421385	0.421385
4	0.0240766	0.216425	-0.424186	0.424186
5	-0.0654592	0.216485	-0.424303	0.424303
6	-0.170987	0.216924	-0.425164	0.425164
7	-0.213885	0.219899	-0.430995	0.430995
8	-0.211426	0.224474	-0.439962	0.439962
9	-0.24596	0.228857	-0.448552	0.448552
10	-0.165521	0.234657	-0.459921	0.459921
11	-0.120341	0.237238	-0.464978	0.464978
12	0.00362117	0.23859	-0.46763	0.46763
13	-0.0263585	0.238592	-0.467632	0.467632
14	-0.0420251	0.238656	-0.467759	0.467759
15	-0.0699442	0.238821	-0.468081	0.468081

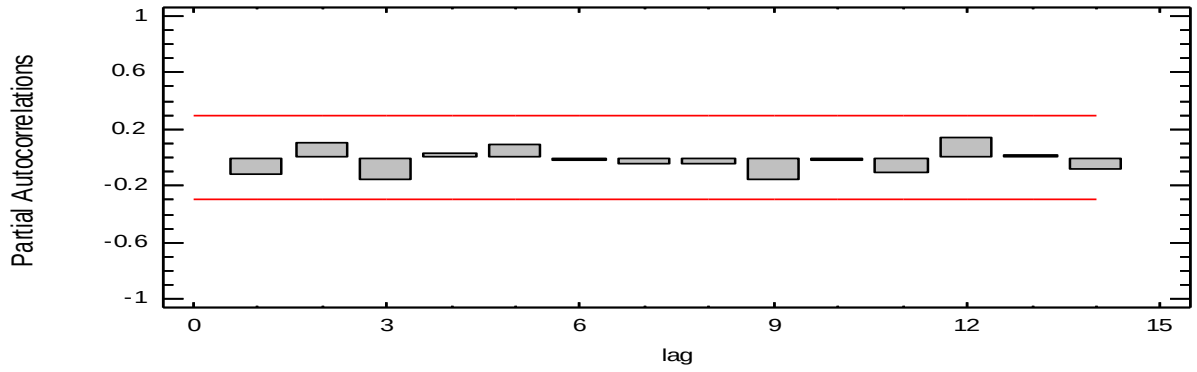
الشكل(3-3): الارتباط الذاتي للسلسلة المحولة



الجدول(2-3): معاملات الارتباط الذاتي الجزئي وحدود الثقة للسلسلة المحولة

Lag	*Partial Autocorrelation*	*Stnd. Error*	*Lower 95.0% Prob. Limit*	*Upper 95.0% Prob. Limit*
1	-0.139893	0.150756	-0.295476	0.295476
2	0.104053	0.150756	-0.295476	0.295476
3	-0.166989	0.150756	-0.295476	0.295476
4	0.0219478	0.150756	-0.295476	0.295476
5	0.0808093	0.150756	-0.295476	0.295476
6	-0.0269411	0.150756	-0.295476	0.295476
7	-0.0610233	0.150756	-0.295476	0.295476
8	-0.0578816	0.150756	-0.295476	0.295476
9	-0.176235	0.150756	-0.295476	0.295476
10	-0.0258826	0.150756	-0.295476	0.295476
11	-0.123294	0.150756	-0.295476	0.295476
12	0.130769	0.150756	-0.295476	0.295476
13	0.00985833	0.150756	-0.295476	0.295476
14	-0.0943557	0.150756	-0.295476	0.295476

الشكل(4-3): الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة المحولة



اختيار الأنموذج الملائم: **Choosing Appropriate Model**

بعد التحقق من استقرارية السلاسل الزمنية المحولة نحدد النموذج الملائم وذلك بدراسة سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي. ولكن في بعض الأحيان لا تظهر هذه المعاملات نموذجاً محدداً، لذلك تم اقتراح تسعة نماذج للسلسلة كما يتضح في الجدول (3−3). ولاختيار أفضل نموذج تم اعتماد أقل متوسط مربعات خطأً (MSE).

الجدول (3−3): النماذج المقترحة وقيمة MSE للسلسلة الزمنية

النماذج المقترحة	MSE
$ARIMA(0,1,0)\ (2,0,2)_{12}$	22563.9
$ARIMA(1,1,0)\ (2,0,2)_{12}$	23471.6
$ARIMA(0,1,1)\ (2,0,2)_{12}$	23480
$ARIMA(1,1,1)\ (2,0,2)_{12}$	23813.2
$ARIMA(2,1,1)\ (2,0,2)_{12}$	24491.9
$ARIMA(2,1,0)\ (2,0,2)_{12}$	24170.6
$ARIMA(0,1,2)\ (2,0,2)_{12}$	24180.1
$ARIMA(1,1,2)\ (2,0,2)_{12}$	24490.9
$ARIMA(2,1,2)\ (2,0,2)_{12}$	24831.6

يمكن تلخيص جميع المعلومات المستقاة حول النموذج الملائم للسلسلة بالجدول (4−3) أدناه:

الجدول (4−3): المعلومات حول النموذج $ARIMA(0,1,0)\ (2,0,2)_{12}$

Parameter	***Estimate***	***Stnd. Error***	***T***	***P-value***
SAR(1)	0.89518	0.0537317	16.6602	0.000000
SAR(2)	-0.687951	0.0847862	-8.11395	0.000000
SMA(1)	0.510431	0.111291	4.58644	0.000046
SMA(2)	0.694223	0.141063	4.92137	0.000016
Mean	-1789.35	5970.07	-0.299721	0.765982
Constant	-1418.55			

اختبار الأنموذج الملائم:

بعد ان تم تحديد النموذج للسلسلة الزمنية وقُدر معالم النموذج لا بد من اختبار صحة هذا التحديد، ويتم ذلك من خلال اختبار حسن المطابقة.

اختبار حسن المطابقة: Goodness of Fit Test

يمكن معرفة مدى ملاءمة النموذج للسلسلة الزمنية من خلال اختبار Box & Pierce، ويتم ذلك باختبار الفرضية التالية.

فرضية العدم (H_0): النموذج ملائم

الفرضية البديلة (H_1): النموذج غير ملائم

وبما أن $P-value = 0.134 > 0.05$ تصبح فرضية العدم غير مرفوضة وتكون النموذج ملائمة.

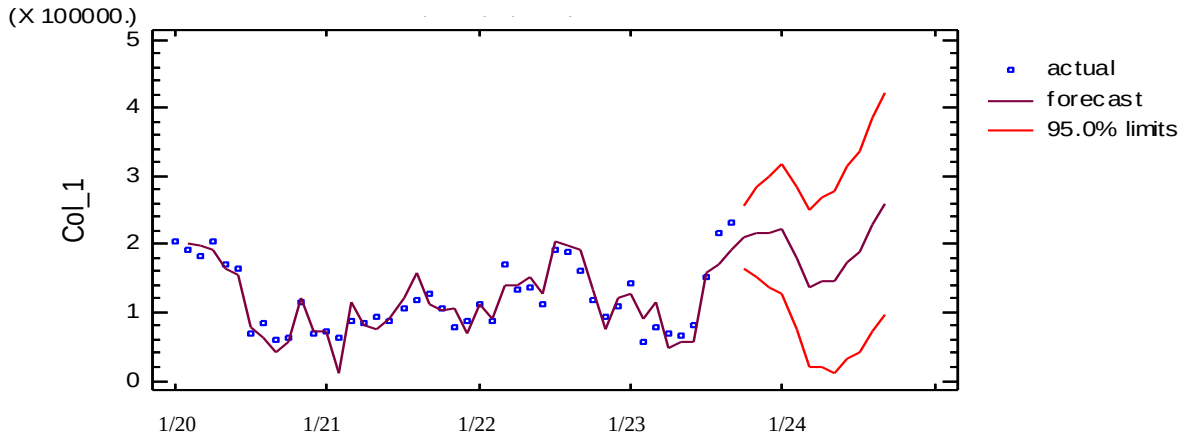
التنبؤ:

بعد التحقق من ملاءمة النموذج المشخصة تستخدم تلك النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة، حيث تم استخراج القيم التنبؤية للسلسلة كما يتضح في الجدول (5-3) والشكل (5-3).

الجدول (5-3): القيم التنبؤية للسلسلة بواسطة النموذج ARIMA(0,1,0) $(2,0,2)_{12}$

Period	Forecast	Lower 95.0% Prob. Limit	Upper 95.0% Prob. Limit
1/2024	211821	165299.	258342.
2/2024	221057	155265.	286848.
3/2024	223218	142640.	303796.
4/2024	229852	136808.	322895.
5/2024	189800	85775.0	293826.
6/2024	147992	34038.0	261946.
7/2024	159828	36743.1	282912.
8/2024	162467	30883.7	294050.
9/2024	193606	54040.8	333170.
10/2024	211228	64113.4	358342.
112024	254363	100068.	408658.
12/2024	287605	126449.	448761.

الشكل(5-3): رسم السلسلة حسب النموذج المقدر ARIMA(0,1,0) $(2,0,2)_{12}$



الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات فيما يلي :-

1. من خلال تحليل السلسلة الزمنية يلحظ عدم استقرارية السلسلة وعدم عشوائيتها:
2. أخذ التحويلات اللازمة للسلسلة وهي (أخذ الفرق الاول) لتحقيق الاسقرارية والعشوائية.
3. صعوبة تمييز النموذج الملائم بواسطة سلوك الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي، لذلك تم اعتماد أقل قيمة لمتوسط مربعات الخطأ لاختيار الأنموذج الأفضل.
4. تبين جودة النموذج المشخص للسلسلة وملاءمتها من خلال اختبار حسن المطابقة والنموذج الأفضل للسلسلة هي $ARIMA(0,1,0)\ (2,0,2)_{12}$ وقد تم التنبؤ المستقبلي لها بواسطتها.

التوصيات:

1. تحسين أداء الخدمات العامة لكي يكون بالامكان اجتذاب عدد أكبر من السياحين.
2. صيانة المواقع الأثرية والتراثية والمحافظة عليها كونها مصدر مهم من مصادر اجتذاب السياح.
3. الاهتمام بالدعاية والاعلان للترويج للمواقع السياحية في الاقليم.

المصادر

[1] أحمد. كامران حسن (2004): **(استخدام نماذج السلاسل الزمنية للتنبؤ ببعض محاصيل الإنتاج النباتي والثروة الحيوانية في محافظة أربيل):** رسالة ماجستير، قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة صلاح الدين. أربيل–إقليم كوردستان، العراق.

[2] أحمد. نوزاد محمد (1986): **(تحديد نماذج التنبؤ والسيطرة لانتاج لحم الدجاج في حقول المنشأة العامة للدواجن الوسطى باستخدام السلاسل الزمنية).** رسالة ماجستير، قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد. بغداد، العراق.

[3] الوردي. عدنان هاشم (1990): **أساليب التنبؤ الإحصائي طرق وتطبيقات.** مطبعة دار الحكمة، البصرة، العراق.

[4] عثمان. كاميران فاضل (1987): **(دراسة احصائية لبناء النموذج الأمثل لتوزيع الصحف والمطبوعات في الدار الوطنية للتوزيع والأعلان).** رسالة ماجستير، قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد. بغداد، العراق.

[5] Anderson, O. D. and Perryman (1982): **Applied Time Series Analysis**. North-Holland-Publishing Company. New York, USA.

[6] Box, G. E. P. & Jenkins, G. M. (1976): **Time Series Analysis: *Forecasting and Control*.** Holden-Day. San Francisco, USA.

[7] Chan, N. H. (2002): **Time Series Applications to Finance**. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.