**جـــامعة غـــــرداية**

**كليةالعلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير**

**قسم علوم اقتصادية**

**مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ليسانس الطور الأول**

**الميدان: العلوم الاقتصادية، علوم التسيير والعلوم التجارية**

**شعبة: علوم اقتصادية**

**تخصص: اقتصاد كمي**

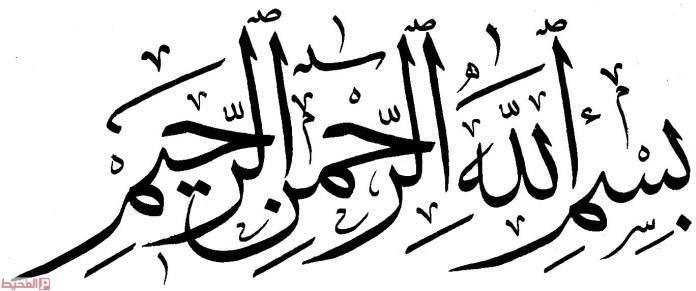
**بعنــــــــــــــــــوان:**

طريقة ماركوف في توقع المبيعات لمؤسسة صيدال الجزائرية

**من إعداد الطالب: - مداح إبراهيم**

|  |  |
| --- | --- |
| **الأستاذ المشرف** | **د.عباس بوهريرة** |
| **رئيس لجنة المناقشة** | **د.فاتح بلقاسم أولاد الهدار** |
| **الأستاذ المناقش** | **د.عبدالله عنيشل** |

**السنة الجامعية: - 2024/2025 م**



**ملخص الدراسة**

الملخص باللغة العربية

**هدفت هذه الدراسة إلى إبراز مدى فعالية نماذج سلاسل ماركوف في التنبؤ بمستويات المبيعات المستقبلية منخلال دراسة حالة مؤسسة "صيدال" الجزائرية وتم بناء نموذج ماركوف اعتمادًا على بيانات للمبيعات خلال الفترة 2018-2023 مع حساب مصفوفة الانتقال وتحليل نتائج النموذج و توصلت الدراسة النموذج يمكن أن يساهم بفعالية في دعم المؤسسة على التنبؤ بالتقلبات في حجم الطلب وبالتالي تحسين القرارات الإنتاجية والتسويقية. الكلمات المفتاحية : التنبؤ بالمبيعات مؤسسة صيدال النماذج الاحتمالية مصفوفة انتقال.**

***Abstract (in English):***

***This study aims to highlight the effectiveness of Markov Chain models in forecasting future sales levels, through a case study of the Algerian pharmaceutical company "SAIDAL." The theoretical framework covers the concept of Markov Chains, their mathematical properties and their applications in decision-making and production planning On the practical side, a Markov model was constructed using real sales data from 2018 to 2023, including the computation of the transition probability matrix and analysis of the model's outcomes The results revealed that the model can significantly support the company in anticipating fluctuations in demand and thereby improve production and marketing decisions. The study concludes with practical recommendations to enhance the application of probabilistic models in Algerian industrial firms.***

***Keywords: Markov Chains, Sales Forecasting, SAIDAL Company, Probabilistic Models, Transition Matrix.***

**فهرس المحتويات**

# فهرس المحتويات

|  |  |
| --- | --- |
| **الصفحة** | **العنوان** |
| I | **واجهة** |
| III | **ملخص الدراسة** |
| IV | **فهرس المحتويات** |
| VI | **فهرس الجداول والأشكال** |
| VII | **مقدمة** |
| د | **الإطار النضري** |
| 1 | **تمهيد** |
| 2 | **الفصل الأول** |
| 14 | خلاصة الفصل الأول |
| 40 | **خاتمة** |

**فهرس الجداول والأشكال**

**فهرس الجداول**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **الصفحة** | **عنوان الجدول** | **الرقم** |
|  | **(Transition Counts) الانتقالي العّد جدول.** | **.1** |
|  | **(Transition Probability Matrix)الانتقالية الاحتمالات مصفوفة** | **.2** |
|  | **تقييم دقة النموذج** | **.3** |



**المقدمة**

## (1 توطئة:

تعتبر التنبؤات الاقتصادية من الركائز الأساسية التي تعتمد عليها المؤسسات لاتخاذ قرارات استراتيجية، خصوصًا في ظل بيئة متغيرة تتسم بعدم اليقين والمخاطر المتزايدة. وتُعد النماذج الكمية، وعلى رأسها نماذج ماركوف، أدوات فعالة في تحليل السلوك الديناميكي للظواهر الاقتصادية والإنتاجية، وذلك لما تمتاز به من قدرة على تمثيل العمليات العشوائية والانتقال بين حالات متعددة بشكل احتمالي. وفي هذا الإطار، تتجه العديد من المؤسسات الصناعية إلى توظيف هذه النماذج لأغراض التخطيط والتقدير المستقبلي للطلبوالمبيعات، أو سلوك المستهلك لما لها من دقة وانضباط رياضي

وقد تم اختيار مؤسسة "صيدال" كحالة تطبيقية نظرًا لأهميتها في القطاع الصيدلاني بالجزائر ولسعيها المتزايد نحو تحسين أدائها الإنتاجي والتسويقي من خلال توظيف تقنيات كمية حديثة. ومن هذا المنطلق، جاءت هذه الدراسة كمحاولة لفهم مدى فعالية نماذج ماركوف في التنبؤ بالطلب أو بتوجهات السوق مع إبراز الأسس النظرية والتطبيقية لهذا النموذج في السياق الصناعي المحلي

## (2 الإشكالية:

مما سبق يمكن طرح الإشكالية التالية:

## ما مدى فعالية نماذج ماركوف في التنبؤ بمبييعات المؤسسة الصناعية، مع التركيز على حالة مؤسسة صيدال؟

وتتفرع هذه الإشكالية إلى الأسئلة الفرعية التالية:

.1 اهمية الاطار النضري في نماذج ماركوف وأنواعها واستخداماتها في التنبؤ؟

.2 كيف يمكن تطبيق نموذج ماركوف على بيانات مؤسسة صناعية مثل صيدال؟

.3 إلى أي مدى تساهم نتائج نموذج ماركوف في تحسين مبيعات المؤسسة محل الدراسة؟

## (3 فرضيات البحث:

بمؤشرات الأداء المستقبلية داخل مؤسسة صيدال وتحسين

## الفرضية الرئيسية:

يمكن لنماذج ماركوف أن تُستخدم بفعالية للتنبؤ القرارات الاستراتيجية.

## الفرضية الفرعية الأولى:

يمثل نموذج ماركوف إطارًا رياضيًا قادرًا على تمثيل الظواهر الاقتصادية غير الحتمية بدقة عالية.

## الفرضية الفرعية الثانية:

تطبيق نماذج ماركوف على مؤسسة صيدال يوفر إمكانية التنبؤ بتوجهات الإنتاج أو المبيعات بشكل موثوق.

## الفرضية الفرعية الثالثة:

نتائج نموذج ماركوف تُسهم في تحسين قدرة المؤسسة على اتخاذ قرارات مبنية على أسس علمية وكمية.

## (4 أهداف الدراسة:

تهدف دراسة هذا الموضوع بالتحديد إلى:

.1 التعرف على الإطار النظري لنماذج ماركوف وأنواعها المختلفة.

.2 توضيح مدى أهمية النماذج الكمية في دعم القرارات التنبؤية داخل المؤسسات الصناعية.

.3 بناء نموذج ماركوف تطبيقي على حالة مؤسسة صيدال.

.4 تحليل نتائج النموذج وتفسيرها في ضوء مؤشرات أداء المؤسسة.

.5 اقتراح توصيات لتحسين استخدام النماذج الاحتمالية في المؤسسات الجزائرية.

## (5 أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية دراسة هذا الموضوع في كونه يُسلط الضوء على واحد من أبرز النماذج الاحتمالية المستخدمة في التنبؤ مما يسمح للمؤسسات الصناعية لا سيما في الجزائر بالاستفادة من تقنيات كمية دقيقة تساعدها على تحسين أدائها وتعزيز موقعها في السوق. كما تسعى الدراسة إلى تقديم إطار تطبيقي يُثبت جدوى استخدام هذه النماذج في السياق المحلي من خلال حالة مؤسسة صيدال.

## (6 أسباب اختيار الموضوع:

**أسباب ذاتية:**

الرغبة في التعمق في النماذج الرياضية ذات التطبيقات العملية. تطوير المهارات في مجال النماذج الكمية والتنبؤ.

التعرف أكثر على هذه المصطلحات الجديدة نسبيًا لوسائل التقدير الكمي والتحليل الإحصائي.

## -6-1







## -6-2 أسباب موضوعية:

 ندرة الدراسات التطبيقية المحلية التي توظف نماذج ماركوف.

 حاجة المؤسسات الجزائرية إلى أدوات كمية حديثة لتحسين الأداء.

 أهمية قطاع الصناعات الدوائية كقطاع استراتيجي في الجزائر.

**(7 حدود الدراسة:**

 **الحدود المكانية: تقتصر هذه الدراسة على مؤسسة "صيدال" الجزائرية،كمجال تطبيقي.**

 **الحدود الزمانية: تغطي الدراسة الفترة الممتدة من سنة 2018 إلى سنة 2023، وهي الفترة التي شهدت** **تغيّات مهمة في أداء المؤسسة وسياقها الاقتصادي.**

**(8 منهجية الدراسة:**

من أجل تحقيق أهداف الدراسة تم اتباع **المنهج الوصفي** من خلال جمع المعلومات حول نماذج ماركوف

وتطبيقاتها، أما في الدراسة التطبيقية فتم اعتماد **المنهج دراسة الحالة** من خلال بناء النموذج الرياضي وتحليل بيانات مؤسسة صيدال.

## (9 الدراسات السابقة:

تضمنت هذه الدراسة مراجعة وتحليلًا لمجموعة من الدراسات السابقة، من أبرزها:

 دراسة **محمد ديب 2019) )**التي تناولت تطبيقات سلاسل ماركوف في اتخاذ القرار بالمؤسسات

الصناعية.

 تتناول هذه الدراسة استخدام سلاسل ماركوف كأداة كمية لتقدير احتياجات المؤسسة من الموارد البشرية والتنبؤ بحركتها المستقبلية، مما يساعد في اتخاذ قرارات استراتيجية تتعلق بتخطيط القوى العاملة دراسة **مني** **بوخالفة 2020) )**حول التنبؤ بحجم الطلب الصناعي في الجزائر باستخدام النماذج الاحتمالية.

 بحوث أجنبية حديثة مثل دراسة **(2018) al. et Anderson**التي تطرقت إلى استخدام

Chains Markovفي التنبؤ بأسواق الأدوية العالمية.

وقد ساهمت هذه الدراسات في بناء خلفية معرفية ومنهجية للدراسة الحالية، كما وفّرت نماذج تطبيقية قابلة للمقارنة مع الحالة الجزائرية.

## (10 صعوبات الدراسة:

من خلال إنجازنا لهذا التقرير، اعترضتنا بعض الصعوبات من أهمها ما يلي:

 **قلة المصادر العربية المتخصصة** في موضوع نماذج ماركوف، مما استدعى الرجوع إلى مراجع أجنبية وترجمتها

وتحليلها.

 **صعوبة الحصول على البيانات التفصيلية** من المؤسسة محل الدراسة، خاصة المتعلقة بالفترات الزمنية المتتابعة اللازمة لبناء النموذج



**الإطار النظري لنماذج التنبؤ**

## تمهيد:

تُعدّ نماذج التنبؤ من الأدوات العلمية الأساسية التي تلجأ إليها مختلف التخصصات الأكاديمية والمجالات التطبيقية بهدف استشراف المستقبل واتخاذ قرارات مبنية على أسس كمية ومنهجية دقيقة وتزداد أهمية هذه النماذج في ظل بيئة تتسم بالتغير المستمر وعدم اليقين سواء في المجالات الاقتصادية أو الاجتماعية أو البيئية أو التكنولوجية مما يجعل من القدرة على التنبؤ عاملًا محوريًا في رسم السياسات وتخطيط الاستراتيجيات المستقبلية.

هذا الفصل سيتم التأسيس للإطار النظري لنماذج التنبؤ من خلال عرض المفاهيم الأساسية المرتبطة بالتنبؤ وتصنيف النماذج المعتمدة، واستعراض الأسس المنهجية لبنائها واختبارها كما سيتم التطرق إلى أهم الاستخدامات التطبيقية لهذه النماذج مع إبراز نقاط القوة والضعف التي تميز كل نوع منها ويهدف هذا الفصل إلى توفير قاعدة نظرية متينة تسهم في فهم وتحليل النتائج التي سيتم التوصل إليها في الفصول اللاحقة من هذا البحث.

وذلك من خلال المباحث التالية :

# المبحث الأول : مفهوم نماذج التنبؤ

# المطلب الأول: مفهوم التنبؤ وخصائصه الأساسية

# المطلب الثاني :أهم نماذج التنبؤ النظامية

# المطلب الثالث :أهم نماذج التنبؤ غي النظامية

# المطلب الرابع : نماذج التنبؤ غي النظامية

# المبحث الثاني : مفهوم سلسلة ماركوف

# المطلب الأول :تعريف سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية

# المطلب الثاني :أنواع سلاسل ماركوف

**المطلب الثالث: نظرية الحالة المستقرة وتطبيقها في سلاسل ماركوف**

**المبحث الأول: مفهوم نماذج التنبؤ**

يُعدّ التنبؤ أحد المرتكزات الأساسية التي تقوم عليها عملية التخطيط واتخاذ القرار في مختلف المجالات، لاسيما في

البيئات التي تتسم بالتقلب وعدم الاستقرار. ومع التطور العلمي والتقني، ظهرت نماذج التنبؤ كأدوات منهجية

تهدف إلى استشراف المستقبل اعتمادًا على تحليل البيانات التاريخية والمتغيرات المؤثرة، مما يمنح صناع القرار قدرة أكبر على التقدير الاستباقي وتوجيه الموارد بكفاءة.

وفي هذا السياق، يُشكل مفهوم نماذج التنبؤ مدخلًا ضروريًا لفهم آليات وأسس هذه النماذج، وكيفية بنائها

وتطبيقها، وما تتيحه من فرص لتقليل المخاطر المحتملة وتحسين الأداء. وتتنوع هذه النماذج من حيث بنيتها النظرية وتقنياتها الإحصائية والرياضية، كما تختلف حسب طبيعة الظواهر التي تُطبق عليها، وهو ما يستدعي تسليط الضوء على الإطار المفاهيمي العام الذي يحكم هذا النوع من النماذج.

وانطلاقًا من ذلك، يسعى هذا المبحث إلى تحديد مفهوم نماذج التنبؤ، وبيان خصائصها العامة، والتمييز بينها وبين المفاهيم القريبة منها، إضافة إلى توضيح الأبعاد النظرية والوظيفية التي تجعل منها أدوات فعّالة في مختلف السياقات البحثية والمهنية.

# المطلب الأول: مفهوم التنبؤ وخصائصه الأساسية

## الفرع الأول :تعريف التنبؤ في المؤسسات:

يُعد التنبؤ من الركائز العلمية التي تحتل موقعًا محوريًا في مختلف مجالات البحث وصناعة القرار، لما يتيحه من إمكانية استشراف المستقبل والتخطيط له على نحو عقلاني ومدروس. وقد تطور مفهوم التنبؤ مع تعقد الظواهر وتزايد الحاجة إلى أدوات دقيقة لفهم الاتجاهات المستقبلية، حيث بات يُنظر إليه على أنه عملية علمية ممنهجة

تهدف إلى **تقدير وتحديد ما قد يحدث مستقبلاا** اعتمادًا على تحليل الأنماط والعلاقات بين المتغيرات السابقة

والحالية. ومن الناحية الاصطلاحية، يمكن تعريف التنبؤ بأنه: "عملية عقلانية تسعى إلى استنتاج نتائج مستقبلية

استنادًا إلى بيانات تاريخية حالية من خلال نماذج كمية أو نوعية"1 )الحداد، 2017، ص. .(13 كما يؤكد

"ماكفرسون" أن التنبؤ يتجاوز مجرد التخمين أو التوقعات العشوائية، إذ إنه يرتكز على أسس علمية وتحليلية منظمة تهدف إلى تقديم سيناريوهات مستقبلية محتملة بدرجات متفاوتة من الاحتمال).2

## الفرع الثاني :خصائص التنبؤ

وتتعدد **خصائص التنبؤ** بحسب السياق الذي يُستخدم فيه، لكن من أبرز الخصائص العامة التي تُميز هذه العملية هي خاصية **الاستدلال العلمي**، أي أن التنبؤ يقوم على أسس موضوعية وتطبيق مناهج تحليلية واضحة كالتحليل الإحصائي، النمذجة الرياضية، أو حتى الاستعانة بالخبرات السابقة. كذلك، يتميز التنبؤ بخاصية **الاحتمالية وعدم** **القطعية**، حيث أنه لا يقدم نتائج مؤكدة مئة بالمئة، بل يعرض مجموعة من السيناريوهات الممكنة التي تختلف منحيث درجة تحققها. وهذه الخاصية ترتبط بواقع أن المستقبل بطبيعته غير ثابت، وتتغير فيه المعطيات بشكل

مستمر. كما يتمتع التنبؤ بخاصية **التراكمية**، فهو يستفيد من تراكم البيانات والتجارب التاريخية، مما يمنحه قدرة

**1**

**الحداد، نضال .أساسيات النمذجة والتنبؤ .عمان: دار اليازوري العلمية، 2017،ص13**

***2 McPherson, Michael. Forecasting Methods and Applications. New York: Wiley, 2001*،*p22***

متزايدة على التكيف مع التغيرات1 وهنالك خاصية أخرى جوهرية تتمثل في كونه **زمنياا وموجهاا نحو المستقبل**، فهو يسعى دائمًا إلى رسم صور مستقبلية بناءً على المعطيات الراهنة والمتوقعة.

ومن الجوانب النظرية الهامة المرتبطة بالتنبؤ أنه لا ينفصل عن **عملية اتخاذ القرار**، بل يُعد في جوهره أداة مساعدة لاتخاذ قرارات رشيدة ومبنية على معطيات. فعند توفر نماذج تنبؤية فعالة، يتمكن صانع القرار من تقليل درجة المخاطرة وتعزيز عنصر التحكم بالمستقبل. وتبرز أهمية هذا الجانب خاصة في القطاعات الحيوية كالاقتصاد، حيث يُستخدم التنبؤ للتنبؤ بالنمو الاقتصادي، معدلات البطالة، التضخم، أسعار الصرف، إلى غير ذلك من المؤشرات التي تشكل الإطار المرجعي للسياسات العامة2 ،كما أن للتنبؤ أهمية استراتيجية في المجال الصناعي والإداري، حيث يساعد على توجيه الاستثمارات وتخطيط الإنتاج وضبط المخزون، وذلك من خلال توقع الطلب وحجم المبيعات المستقبلية. أما في مجال البيئة والطاقة، فيُستخدم التنبؤ لتوقع التغيرات المناخية أو استهلاك الموارد، بما يتيح وضع سياسات استباقية تقلل من آثار الأزمات المستقبلية.

ويختلف التنبؤ عن مفاهيم أخرى مرتبطة به مثل التخطيط، الإسقاط، التقدير، والاستشراف، رغم تداخلها. فالتنبؤ كما ذكرنا، يتعلق بتقدير ما سيحدث، أما التخطيط فيُعنى **بما يجب أن يتم** في المستقبل استنادًا إلى نتائج التنبؤ. بينما تُعنى الإسقاطات بإعطاء صورة تقريبية تستند غالبًا إلى فرضيات ثابتة دون تدخل إرادي، في حين يُشير الاستشراف إلى محاولة فهم المستقبل من خلال منهج شمولي تشاركي يدمج بين التحليل الكمي والنوعي3 ومن هنا، يظهر التنبؤ كحلقة وصل حاسمة بين تحليل المعطيات الحاضرة وتخطيط المسارات المستقبلية، بما يعزز من قدرة الأفراد والمؤسسات والدول على مواجهة التحديات وإدارة الأزمات.

من الناحية المنهجية، يعتمد التنبؤ على نوعين رئيسيين من النماذج: النماذج الكمية، التي تستند إلى التحليل الإحصائي والرياضي مثل نماذج الانحدار الخطي، السلاسل الزمنية، الشبكات العصبية، ونماذج الانحدار الذاتي، والنماذج النوعية، التي تعتمد على الخبرة البشرية مثل طريقة دلفي وتحليل السيناريوهات. ولكل نوع مجالات استخدامه ودرجة ملاءمته حسب طبيعة الظاهرة المدروسة وتوفر البيانات. ويؤكد الباحثون أن **الدمج بين النماذج**

**الكمية والنوعية** يمنح التنبؤ قوة تحليلية أكبر، خاصة في البيئات المعقدة التي تتداخل فيها العوامل الكمية مع

القرارات البشرية والسياقات الاجتماعية والثقافية 4ولذلك، فإن اختيار النموذج التنبؤي المناسب يتطلب دراسة دقيقة لطبيعة المشكلة، توفّر البيانات، الفترة الزمنية المستهدفة، ومستوى الدقة المطلوب

**العيساوي، فؤاد .التحليل الكمي واتخاذ القرار .بيوت: دار الصفاء، 2012،ص48**

**2 عبد الله، سامي .التخطيط الاستراتيجي والتنبؤ .القاهرة: دار الفكر العربي، 2020،ص102**

**3 الحسن، محمود .التخطيط وإدارة المستقبل .دمشق: دار الهدى، 2018،ص76**

**4 البياتي، رائد .الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات .بغداد: دار الكتب العلمية، 2021،ص78**

# المطلب الثاني :أهم نماذج التنبؤ النظامية

يُقصد بالنماذج التنبؤية النظامية تلك النماذج التي تعتمد على تصور الواقع كمنظومة ديناميكية مترابطة، بحيث

تُستخدم أدوات رياضية ومنهجية لتحليل العلاقات التفاعلية بين مكونات النظام من أجل التنبؤ بمساراته المستقبلية وتمثل هذه النماذج تطورًا نوعيًا في أساليب التحليل العلمي حيث تسمح بالخروج من الأطر التقليدية الخطية إلى آفاق جديدة تأخذ بعين الاعتبار التفاعلات المعقدة وغير الخطية، والتغذية الراجعة (Feedback) داخل النظام كما تتميز بقدرتها على تضمين عدد كبير من المتغيرات والعلاقات السببية مما يمنحها مرونة عالية في التعامل مع النظم الاجتماعية، الاقتصادية، والبيئية التي تتصف جميعها بالتعقيد والبنية المتداخلة 1، وتقوم هذه النماذج عادةً على محاكاة تطورات النظام عبر الزمن بناءً على فرضيات مدروسة وسيناريوهات متعددة تتيح فهماً أعمق لتوجهات المستقبل المحتملة.

يُعد نموذج **ديناميكيات النظم Dynamics) (System** من أهم النماذج النظامية وأكثرها شيوعًا وقد

طوّره جاي فورستر في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا خلال الخمسينيات بهدف محاكاة الأنظمة الصناعية المعقدة، ثم امتد استخدامه ليشمل السياسة، الصحة، التعليم، والاقتصاد يعتمد هذا النموذج على استخدام المخططات الانسيابية والمعادلات التفاضلية لتمثيل المتغيرات وتفاعلاتها، ويتم تطبيقه عبر برامج حاسوبية متخصصة مثل "Vensim" أو "Stella". يتيح هذا النموذج تصور كيفية تغيّر المخزون (Stock) والتدفقات (Flows)ضمن النظام مما يساعد في تحليل الاتجاهات طويلة الأمد وتقييم نتائج السياسات المقترحة. وتكمن قوته الأساسية في تمكين صانع القرار من التنبؤ بالآثار بعيدة المدى للقرارات الحالية، وتوضيح ما إذا كانت الظواهر المدروسة ناتجة عن تأثيرات متأخرة أو حلقات تغذية راجعة إيجابية أو سلبية,2ولذلك، يُستخدم على نطاق واسع في إعداد السيناريوهات المستقبلية والتخطيط الاستراتيجي.

ومن النماذج النظامية الأخرى ذات التأثير البارز **نماذج المحاكاة متعددة العوامل (Agent-Based**

**Modeling)**، والتي تمثل كل كيان في النظام كعامل مستقل يتبع قواعد وسلوكيات محددة. يُنظر إلى هذهالنماذج باعتبارها تمثيلًا دقيقًا للطبيعة غير المتجانسة للأنظمة الاجتماعية، حيث يتم دمج سلوك الأفراد أو المؤسسات والتفاعلات فيما بينهم ضمن بيئة محاكاة. وتتميز هذه النماذج بقدرتها الفائقة على إظهار خصائص

"الظهور الذاتي (Emergence) "والتي تعني أن السلوك الجماعي للنظام قد يكون غير متوقع رغم بساطة

سلوك مكوناته الفردي ().[3](#_bookmark0)يتم استخدامها بكثرة في مجالات مثل علم الاجتماع الحاسوبي، تحليل الأسواق، نمذجة الأوبئة، والسلوك الانتخابي، حيث يصعب أحيانًا تمثيل العلاقات بشكل معادلات رياضية، لكن يمكن تقليدها عبر سلوكيات خوارزمية قابلة للمحاكاة والتكرار.

**1**

**العيساوي، فؤاد. نفس المرجع .ص91**

***2 Forrester, Jay W. Industrial Dynamics. Cambridge: MIT Press, 1961.p22***

***3 Epstein, Joshua M., and Robert Axtell. Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up. Washington D.C.: Brookings Institution Press, 1996,p43***

-

كما تندرج ضمن النماذج النظامية **نماذج التوازن العام الحوسبي(CGE)** ، التي تعتمد على مجموعة من

المعادلات التي تمثل التوازن الاقتصادي الكلي بين العرض والطلب في الأسواق المختلفة. تُستخدم هذه النماذج بكثرة من قبل الحكومات والمؤسسات الاقتصادية الكبرى مثل البنك الدولي وصندوق النقد الدولي لتحليل آثار السياسات الاقتصادية الكلية، كرفع الدعم أو تغيير الضرائب أو الصدمات الخارجية على الاقتصاد الوطني. وتقوم هذه النماذج على أساس قاعدة بيانات تُعرف بـ"مصفوفة المحاسبة الاجتماعية Accounting (Social " Matrix)، وتُحل باستخدام برمجيات رياضية مثل GAMS. ومن مميزاتها قدرتها على تقديم نتائج كمية شاملة

للسياسات المفترضة، مع الأخذ بعين الاعتبار التداخل بين القطاعات المختلفة داخل الاقتصاد1 غير أن فعاليتها

تظل مشروطة بصحة الفرضيات وقوة البيانات المستخدمة، مما يجعلها أداة تحليلية قوية لكنها بحاجة لاحتياطات في التفسير.

أما على المستوى المفاهيمي والمنهجي، فإن **النماذج السببية المعقدة أو حلقات التغذية الراجعة (Causal** **Diagrams) Loop**تشكل نمطًا مهمًا في النمذجة النظامية، حيث تساعد على تحليل العلاقات السببيةبدون الحاجة بالضرورة إلى المعادلات أو البيانات الكمية الدقيقة. وتُستخدم هذه النماذج في المراحل الأولى من تصميم النماذج الديناميكية، إذ تتيح بناء "خارطة فكرية" للعلاقات المتبادلة داخل النظام، خاصة في حالات انعدام البيانات أو عندما يكون الهدف فهم النظام بشكل نوعي قبل الانتقال إلى مرحلة الكم. وقد أثبتت فعاليتها في حقول مثل السياسات العامة، التعليم، وإدارة الأزمات، حيث تساعد صناع القرار على رؤية الصورة الكبرى للعلاقات السببية ومن ثم تجنب "الحلول قصيرة الأجل ذات الآثار السلبية طويلة الأمد .وتكمن قوتها في تبسيط النظام دون اختزاله، ما يجعلها مفيدة في البيئات المعقدة التي تتطلب تصورًا استراتيجيًا بعيد المدى.

إن هذه النماذج جميعها، على اختلاف بنيتها وأدواتها، تتقاطع عند نقطة مركزية وهي **تمثيل الواقع كمنظومة**

**مترابطة وقابلة للتحليل والتفسي والتنبؤ** .فهي لا تكتفي بالتوقع الرقمي أو الإحصائي، بل تقدم تفسيًرا عميقًالسلوك النظام، وتحفز على التفكير الاستراتيجي من خلال الكشف عن نقاط الضعف والقوة في مسارات التحول المحتملة. كما أن فعالية هذه النماذج تتعاظم عندما تُدمج ضمن عملية تشاركية في اتخاذ القرار، إذ يمكن من خلالها استيعاب آراء وتقديرات متعددة، وتحويلها إلى سيناريوهات واقعية قابلة للفحص والنقاش. ولهذا أصبحت النماذج النظامية اليوم جزءًا لا يتجزأ من أدوات التخطيط في المنظمات الكبرى والدول، خاصة في ظل التحديات العالمية المتشابكة كالتغير المناخي، الأوبئة، وأزمات الطاقة والغذاء، والتي تتطلب رؤى متقدمة وأدوات تحليلية قادرة على استيعاب تعقيد المشهد المستقبلي2

***1 Hosoe, Nobuhiro, Kenji Gasawa, and Hideo Hashimoto. Textbook of Computable General Equilibrium Modeling: Programming and Simulations. New York: Palgrave Macmillan, 2010.p47***

**2 الحداد، نضال .نفس المرجع ،ص 130**

# المطلب الثالث :أهم نماذج التنبؤ غي النظامية

تُعد نماذج التنبؤ غير النظامية من أبرز الأساليب المستخدمة في التنبؤ خاصة في السياقات التي تتوفر فيها بيانات تاريخية كافية ولكن لا تتوفر نماذج نظرية محددة لوصف العلاقات بين المتغيرات. وتُوصف هذه النماذج بأنها "غير نظامية" لأنها لا تعتمد على تمثيل شمولي لبنية النظام، وإنما ترتكز أساسًا على العلاقات الإحصائية أو الخوارزمية المستخرجة من البيانات، دون الانشغال بتمثيل ديناميكيات أو تفاعلات النظام ككل. وقد أثبتت هذه النماذج فعاليتها خصوصًا في مجالات مثل الاقتصاد القياسي، والتنبؤ الجوي، وتحليل الأسواق، حيث يكون السلوك المستقبلي معتمدًا بدرجة كبيرة على الاتجاهات والمعطيات السابقة1

وتستند هذه النماذج غالبًا إلى الافتراض بأن المستقبل امتداد إحصائي للماضي، مما يجعلها مرنة لكنها في ذات الوقت محدودة في استيعاب التحولات الهيكلية الكبرى.

من أبرز هذه النماذج **نماذج السلاسل الزمنيةModels) Series (Time** والتي تعد من أقدم وأكثر

النماذج استخدامًا في التنبؤ. وتشمل هذه الفئة مجموعة من النماذج مثل نموذج **المتوسطات المتحركة(MA)**

## الانحدار الذاتي(AR) نموذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك(ARMA) ونموذج الانحدار الذاتي

**المتكامل المتوسط المتحرك(ARIMA)** ويُضاف إليها نماذج موسمية مثل **SARIMA**.تعتمد هذه

النماذج على تحليل القيم السابقة للمتغير نفسه، واستكشاف الأنماط والتقلبات الموسمية والدورية فيه، بهدف التنبؤ

بالقيم المستقبلية. ويُعتبر نموذج ARIMA أحد أكثر النماذج شهرة حيث يقوم بإزالة الاتجاه العام

(Trend)والتقلبات الموسمية قبل بناء ).[2](#_bookmark1)وتُستخدم هذه النماذج بكثرة في التنبؤ بمبيعات الشركات النمو الاقتصادي أسعار العملات وأسواق الأوراق المالية، إلا أنها تفترض استقرار البنية الزمنية ما يقلل دقتها في حالات التغيرات المفاجئة.

ومن النماذج الأخرى غير النظامية نجد **نماذج الانحدار الخطي وغي الخطي and (Linear**

**Models) Regression Nonlinear** وهي نماذج تهدف إلى تقدير العلاقة بين متغير تابعومتغيرات مستقلة بناءً على بيانات تاريخية. تُستخدم هذه النماذج عندما يُعتقد أن هناك علاقة سببية مباشرة أو غير مباشرة بين المتغيرات ويُفضلها الباحثون لسهولة تفسير نتائجها. يمكن أن تكون النماذج خطية بسيطة أو متعددة وقد تتطور لتشمل أشكال غير خطية باستخدام دوال أسية لوغاريتمية أو متعددة الحدود. وعلى الرغم من قوتها في شرح العلاقات الإحصائية، فإن هذه النماذج تعاني من ضعف في التنبؤ في حال غياب الثبات في البيانات أو وجود تفاعلات غير مرئية بين المتغيرات وهو ما يحتم ضرورة استخدام أدوات اختبار مثلF-test ، R² و Durbin-Watsonلضمان ملاءمة النموذج3 كما أن هذه النماذج تظل ذات طابع سكوني ما لم يتم دمجها مع نماذج ديناميكية أكثر تطورًا.

**1**

**الفيومي، محمد .مدخل إلى النماذج الاقتصادية الكمية .القاهرة: دار المعرفة الجامعية، 2018ص.75**

***2 Box, George E.P., and Jenkins, Gwilym M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden-Day, 1970.p45***

***3 Gujarati, Damodar N. Basic Econometrics. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2003.p112***

ومن الاتجاهات المعاصرة في التنبؤ غير النظامي، برزت **نماذج الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة & (AI**

**Models) Learning Machine**، وخاصة نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية(ANNs) ،

أشجار القرارTrees) (Decision ، والانحدار العشوائيForest) (Random ، إضافة إلى نماذج تعلم

عميق مثل (LSTM) لتنبؤ السلاسل الزمنية. تعتمد هذه النماذج على خوارزميات متقدمة تتيح استكشاف

الأنماط المعقدة والمخفية داخل البيانات، دون الحاجة لافتراضات مسبقة حول العلاقات بين المتغيرات. وتتمتع بقدرة فائقة على التنبؤ بدقة في الأنظمة عالية التعقيد مثل أسواق المال أو المناخ. ورغم قوتها، إلا أن هذه النماذج تُنتقد أحيانًا على أنها "صناديق سوداء Boxes) (Black "بسبب صعوبة تفسير آليات اتخاذ القرار فيها، كما أنها تعتمد بشكل كبير على حجم وجودة البيانات، ما يجعلها عرضة للانحرافات إن لم يتم تدريبها بطريقة دقيقة1 إضافة إلى ما سبق، هناك نماذج غير نظامية تعتمد على **التحليل النوعي والاستقراء الخبروي**، مثل **أسلوب دلفي** **Method) (Delphi**، الذي يُستخدم في حالات الغموض الشديد وندرة البيانات الكمية. ويقوم هذاالنموذج على جمع تقديرات عدد من الخبراء في مجال معين على مراحل متعددة، مع تغذية راجعة بينهم، حتى الوصول إلى توافق أو تقارب في الرأي. وتُستخدم هذه الطريقة بكثرة في المجالات الاستراتيجية، التكنولوجية، والمستقبلية، وهي لا تتيح أرقامًا دقيقة بقدر ما تتيح تصورات واقعية لمستقبل ظاهرة معينة. وتُعد مفيدة في السياسات العامة وتقدير تأثيرات العوامل غير القابلة للقياس .[2](#_bookmark2)وعلى الرغم من طابعها الذاتي، فإنها أثبتت فعاليتها في مجالات مثل تخطيط المدن، واستشراف التكنولوجيا، وتحليل المخاطر، كونها تدمج المعرفة البشرية في التنبؤ بطريقة منظمة.

في المجمل، فإن نماذج التنبؤ غير النظامية تمثل جزءًا لا يتجزأ من أدوات التحليل المستقبلي، خاصة عندما يكون النظام قيد الدراسة غير معروف البنية أو يصعب نمذجته بدقة. وهي توفر أدوات مرنة وسريعة الاستعمال، خاصة في البيئة الديناميكية التي تتطلب قرارات آنية، ولكنها في المقابل تبقى محدودة من حيث قدرتها على تفسير الأسباب الداخلية لسلوك النظام. كما أن دقتها تتأثر بجودة البيانات التاريخية وثبات العلاقات بين المتغيرات. ولذا فإن التوجه الحديث في علم التنبؤ يدعو إلى الدمج بين النماذج النظامية وغير النظامية من أجل الوصول إلى تقديرات مستقبلية أكثر اتساقًا وشمولية3 وبهذا التوازن، يمكن تحقيق تنبؤ علمي مرن قادر على التعامل مع التعقيد والتغير في آن واحد.

***1 Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. Cambridge: MIT Press, 2016.p135***

***2 Rowe, Gene, and George Wright. “The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis.”***

***International Journal of Forecasting 15, no. 4 (1999): 368***

**3 الناصري، خالد .الأساليب الحديثة في التحليل المستقبلي .عمّان: دار صفاء للنشر، .2020ص103**

# المطلب الرابع : نماذج التنبؤ غي النظامية

تمثل نماذج التنبؤ غير النظامية فئة واسعة من النماذج التي تعتمد على المعالجة الإحصائية أو الخوارزمية للبيانات التاريخية دون الحاجة إلى وضع افتراضات صارمة بشأن الهيكل الداخلي للنظام أو الظاهرة المدروسة. وبخلاف

النماذج النظامية التي تعتمد على نمذجة العلاقات السببية بين المتغيرات داخل نظام ما، فإن النماذج غير النظامية تركز على استكشاف الأنماط والعلاقات التجريبية ضمن البيانات، بهدف استقراء المستقبل. وهي مفيدة في السياقات التي يصعب فيها بناء نموذج نظري صارم، أو حينما تكون الظاهرة المدروسة معقدة وغير مفهومة كليًا. وتُستخدم هذه النماذج على نطاق واسع في المجالات الاقتصادية والتجارية والمناخية والطبية، نظرًا لمرونتها وكفاءتها في توليد تنبؤات دقيقة نسبيًا على المدى القصير1

أحد أهم هذه النماذج هو **نموذج السلاسل الزمنيةModels) Series (Time** ، والذي يتعامل مع

تطور الظواهر بمرور الزمن، ويقوم على مبدأ أن القيم المستقبلية تعتمد بشكل كبير على القيم السابقة. ويشمل هذا

النموذج نماذج مثل :**المتوسطات المتحركة(MA)** ، **الانحدار الذاتي(AR)** ، **ARMA**و**ARIMA**،

بالإضافة إلى النماذج الموسمية مثل **SARIMA**.وتستخدم هذه النماذج في التنبؤ بالمبيعات، أسعار الأسهم،

معدلات البطالة، وغيرها، حيث تُحلل البيانات الزمنية لتحديد الاتجاه العام والدورات الموسمية والضجيج العشوائي. ويُعد نموذج ARIMA من أكثر النماذج شيوعًا، حيث يتضمن تحويل السلسلة الزمنية إلى سلسلة ساكنة من خلال الفروق(Differencing) ، ثم تحديد معاملات الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة(2

من النماذج غير النظامية الهامة أيضًا **نماذج الانحدار الإحصائيModels) (Regression** ، التي تُمكّن

من تقدير العلاقة بين متغير تابع ومتغير أو أكثر من المتغيرات المستقلة. وتُستخدم هذه النماذج لتحديد الاتجاهات والارتباطات داخل البيانات وتقديم تنبؤات مستقبلية. قد تكون العلاقة المقدّرة خطية أو غير خطية حسب طبيعة البيانات. ورغم أن هذه النماذج بسيطة نسبيًا في بنيتها، إلا أنها تتطلب تحقق عدد من الافتراضات مثل الخطية، تجانس التباين، واستقلال الأخطاء. وتُستخدم هذه النماذج بكثرة في التنبؤ بالنفقات، الطلب على المنتجات، التحصيل الأكاديمي، وغيرها من الظواهر. ويُعد نموذج الانحدار الخطي البسيط أكثر هذه النماذج شيوعًا، إلا أن النماذج المتعددة وغير الخطية قد تكون أكثر تعقيدًا لكنها أكثر دقة3

أما **نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية Networks) Neural (Artificial** فهي تُعد من أقوى الأدوات غير النظامية في التنبؤ، نظرًا لقدرتها على التعامل مع بيانات معقدة وغير خطية. تعتمد هذه النماذج على محاكاة طريقة عمل الدماغ البشري، إذ تتكون من طبقات من العُقد المرتبطة (Neurons) التي تتعلم من خلال التجربة. وتُستخدم هذه النماذج بكثرة في التنبؤ المالي، تحليلات السوق، وتوقعات الاستهلاك.

**الناصري، فؤاد،نفس المرجع ،ص1011**

***2 Box, George, and Jenkins, Gwilym. Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden- Day, 1970.p35***

3 Gujarati, Damodar. *Basic Econometrics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2003.P110

الطويلة. وعلى الرغم من فعاليتها الكبيرة، إلا أن هذه النماذج توصف بأنها "صناديق سوداء" لصعوبة تفسير القرارات التي تتوصل إليها، كما تتطلب بيانات ضخمة وجودة عالية1

وتجدر الإشارة إلى أن بعض النماذج غير النظامية تعتمد على **الأساليب النوعية (Qualitative**

**Methods)**مثل **أسلوب دلفيMethod) (Delphi** ، وهو طريقة تعتمد على رأي مجموعة من

الخبراء في مجال معين يتم جمعه عبر عدة جولات مع توفير تغذية راجعة حتى يتم الوصول إلى إجماع أو تفاهم حول مسار الظاهرة المستقبلية. وتُستخدم هذه الطريقة في التنبؤ بالتطورات التقنية أو المستقبل السياسي أو الاقتصادي، وتُعد مفيدة حينما تكون البيانات الكمية غير متاحة أو غير موثوقة. ورغم أن هذا الأسلوب لا يولد نتائج كمية دقيقة، إلا أنه يقدم تصورات استراتيجية تساعد صناع القرار على استشراف المستقبل من منظور واقعي متكامل2

في الختام، تتميز نماذج التنبؤ غير النظامية بمرونتها وقدرتها على التكيف مع أنواع متعددة من البيانات وظروف عدم اليقين. غير أنها، وعلى الرغم من فعاليتها، تبقى محدودة في قدرتها على تفسير العلاقات السببية أو فهم البنية الداخلية للنظام المدروس، مما يجعل استخدامها مكملًا وليس بديلًا كاملًا للنماذج النظامية. ويفضّل العديد من الباحثين الجمع بين النماذج النظامية وغير النظامية من أجل الوصول إلى تنبؤات أكثر دقة وعمقًا، خاصة في المجالات التي تتطلب قرارات دقيقة مثل التخطيط الاقتصادي والسياسات العامة,ويُعد اختيار النموذج المناسب مرهونًا بطبيعة الظاهرة المدروسة، مدى توفر البيانات، والأهداف المرجوة من التنبؤ.

Goodfellow, Ian, Bengio, Yoshua, and Courville, Aaron. *Deep Learning*. Cambridge: MIT 1

Press, 2016.p156

Rowe, Gene, and Wright, George. “The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues 2

and Analysis.” *International Journal of Forecasting* 15, no. 4 (1999):p156

# المبحث الثاني :مفهوم سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية

تُعد سلسلة ماركوف من النماذج الاحتمالية التي تُستخدم لدراسة الأنظمة العشوائية التي تتغير بمرور الزمن، حيث تعتمد الحالة المستقبلية فقط على الحالة الحالية دون الرجوع إلى الحالات السابقة. وتتميز هذه السلاسل ببنية رياضية دقيقة تجعلها أداة فعالة في التنبؤ واتخاذ القرار في ظل عدم اليقين. وتُستخدم في مجالات متعددة مثل الاقتصاد، الإحصاء، الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات. يهدف هذا المبحث إلى التعرف على مفهوم سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية.

# المطلب الأول :تعريف سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية

تُعتبر سلاسل ماركوف نموذجًا رياضيًا محوريًا في دراسة الأنظمة التي تتغير بمرور الزمن بشكل عشوائي، حيث تلعب دورًا أساسيًا في نمذجة العمليات الاحتمالية ذات الطبيعة الديناميكية. ويعود تاريخ هذا النموذج إلى بداية القرن العشرين، حين قام العالم الروسي أندريه ماركوف بتطوير نظرية تصف كيفية انتقال الأنظمة بين حالات مختلفة وفقًا لاحتمالات محددة تعتمد فقط على الحالة الراهنة للنظام. ومن خلال هذه الفكرة الثورية، تمكن ماركوف من اختصار التعقيدات الناتجة عن الحاجة لمعرفة كامل تاريخ النظام، لتُصبح سلسلة ماركوف بذلك أداة فعالة للتنبؤ والتحليل في مجالات متعددة مثل الاقتصاد، علم الحاسوب، الفيزياء، والتمويل[1](#_bookmark3)). ,

في جوهرها، سلسلة ماركوف هي تسلسل من المتغيرات العشوائية يأخذ كل متغير قيمة من مجموعة من الحالات المحتملة، حيث يحقق نموذج ماركوف الخاصية المعروفة باسم "خاصية ماركوف" أو "خاصية الذاكرة القصيرة." هذه الخاصية تعني أن احتمال الانتقال إلى حالة معينة في الخطوة الزمنية التالية يعتمد فقط على الحالة الحالية، وليس على تسلسل الحالات السابقة التي مر بها النظام. ومن الناحية الرياضية، تُختصر هذه الخاصية في العلاقة التي تعبر عن استقلالية المستقبل عن الماضي بشرط معرفة الحاضر، وهو ما يُسهل كثيًرا من تحليل العمليات العشوائية ويجعلها أكثر واقعية في العديد من التطبيقات العملية2[2](#_bookmark4)

تمتاز سلاسل ماركوف بعدة خصائص رئيسية تجعلها نموذجًا رياضيًا متينًا ومرنًا في الوقت نفسه. من أبرز هذه

الخصائص خاصية الاستقلالية الشرطية التي تعبر عن كون الاحتمال الشرطي للحالة القادمة يعتمد فقط على

الحالة الحالية. هذا الأمر يسمح بتبسيط النماذج، حيث لا يتطلب الأمر تتبع كامل تاريخ العمليات، بل التركيز فقط على الحالة الراهنة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون مجموع احتمالات الانتقال من أي حالة معينة إلى جميع الحالات الأخرى مساويًا للواحد، مما يعكس أن النظام يتحول إلى حالة من بين الحالات الممكنة بنسبة احتمال كلية تساوي %100، وهذا شرط أساسي لضمان استمرارية النموذج واستقرارره

كما يمكن تصنيف سلاسل ماركوف إلى نوعين رئيسيين: السلاسل المتجانسة والسلاسل غير المتجانسة. السلاسل المتجانسة تتميز بثبات احتمالات الانتقال بين الحالات عبر الزمن، وهو ما يسهل كثيًرا من عمليات النمذجة الرياضية، كما يسمح بدراسة الخصائص طويلة المدى مثل وجود التوزيع المستقر للنظام. أما السلاسل غير المتجانسة، فتختلف فيها احتمالات الانتقال باختلاف الزمن أو بسبب تأثير عوامل خارجية متغيرة، مما يجعل تحليلها أكثر تعقيدًا ولكنه يعكس بشكل أدق الأنظمة التي تتأثر بعوامل متغيرة عبر الزمن. إن فهم هذا التصنيف مهم للغاية عند تطبيق نموذج ماركوف على مشاكل واقعية معقدة

***1*** ***Ross, Sheldon M. Introduction to Probability Models. 11th ed. Amsterdam: Elsevier, 2014.p50***

***2 Grimmett, Geoffrey, and David Stirzaker. Probability and Random Processes. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2001,p18***

من الناحية العملية، تعتمد سلاسل ماركوف على مفهوم الاحتمالات الشرطية، حيث يعبّر عن احتمالية انتقال النظام إلى حالة معينة في الخطوة القادمة باستخدام احتمالات مشروطة تعتمد على الحالة الحالية فقط. ويمكن التعبير عن ذلك رياضيًا من خلال المعادلة:

𝑷(𝑿𝒏 + 𝟏 = 𝒙 ∣ 𝑿𝒏 = 𝒙𝒏, 𝑿𝒏 − 𝟏 = 𝒙𝒏 − 𝟏, . . . , 𝑿𝟎 = 𝒙𝟎) = 𝑷(𝑿𝒏 + 𝟏 =

𝒙 ∣ 𝑿𝒏 = 𝒙𝒏)𝑷(𝑿\_{𝒏 + 𝟏} = 𝒙 | 𝑿\_𝒏 = 𝒙\_𝒏, 𝑿\_{𝒏 − 𝟏} = 𝒙\_{𝒏 −

𝟏}, . . . , 𝑿\_𝟎 = 𝒙\_𝟎) = 𝑷(𝑿\_{𝒏 + 𝟏} = 𝒙 | 𝑿\_𝒏 = 𝒙\_𝒏)

تُبرز هذه المعادلة الجوهر الحقيقي لخاصية ماركوف، وهي أن حالة المستقبل مستقلة عن كل الحالات السابقة عندما تكون الحالة الحالية معلومة. هذا التبسيط يتيح للباحثين والمهندسين تطوير نماذج تنبؤية فعالة يمكنها معالجة عدد كبير من التطبيقات العملية في مجالات متنوعة مثل التنبؤ بحركة الأسهم، مراقبة العمليات الصناعية، تحليل البيانات الحيوية والذكاءالإصطناعي

علاوة على ذلك، تتيح سلاسل ماركوف دراسة العديد من الخصائص المهمة للنظام، مثل حساب التوزيع المستقر للنظام، الذي يعبر عن التوزيع الاحتمالي الذي يصل إليه النظام بعد مرور فترة زمنية طويلة، حيث تصبح احتمالات تواجد النظام في كل حالة ثابتة لا تتغير مع الزمن. هذه الخاصية مفيدة جدًا في تقييم الأداء طويل الأمد للأنظمة واتخاذ القرارات الاستراتيجية. كما يمكن استخدام سلاسل ماركوف لحساب متوسط زمن الوصول إلى حالة معينة أو لتقييم مخاطر الانتقال إلى حالات غير مرغوبة مما يجعلها أداة تحليلية قوية تعتمد عليها الكثير من الدراسات العلمية والتطبيقات الصناعية

باختصار، فإن مفهوم سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية تشكل حجر الأساس لفهم النماذج الاحتمالية التي تصف الأنظمة الديناميكية ذات الطبيعة العشوائية. ويُعد هذا النموذج من الأدوات الرياضية الحيوية التي تساعد الباحثين في مختلف المجالات على تبسيط وفهم العمليات المعقدة، فضلًا عن تعزيز القدرة على التنبؤ وتحليل المخاطر واتخاذ القرارات المثلى في ظل عدم اليقين.

***1 Ross, Sheldon M. Introduction to Probability Models. 11th ed. Amsterdam: Elsevier, 2014*،*p55***

# . المطلب الثاني :أنواع سلاسل ماركوف

تتميز سلاسل ماركوف بتنوع أنواعها بناءً على خصائصها وديناميكيات الانتقال بين الحالات المختلفة، مما يسمح باستخدامها في نماذج متعددة تتناسب مع طبيعة الظاهرة التي يتم دراستها. من أهم هذه الأنواع نذكر السلاسل المتجانسة وغير المتجانسة، بالإضافة إلى التصنيفات المتعلقة بإمكانية اختزال السلسلة أو عدمها، وكل نوع من هذه الأنواع يمتلك خصائص تميزه ويخدم أهدافًا بحثية وتطبيقية محددة

## 1.1تعريف السلاسل المتجانسة:

هي النوع الأبسط والأكثر دراسة من سلاسل ماركوف، حيث تبقى احتمالات الانتقال من حالة إلى أخرى ثابتة عبر الزمن. وهذا يعني أن الاحتمالات التي تحدد كيفية انتقال النظام بين الحالات لا تتغير، سواء كانت الخطوة الزمنية الأولى أو الأخيرة. هذه الخاصية تجعل تحليل هذه السلاسل أكثر سهولة، وتسمح بتطبيق نظريات التوازن والتوزيع المستقر، وهي مهمة في فهم سلوك النظام على المدى الطويل. مثال ذلك، تحليل العمليات الصناعية التي تخضع لظروف ثابتة نسبً1ا

على الجانب الآخر، هناك **السلاسل غي المتجانسة** التي تتغير فيها احتمالات الانتقال بمرور الوقت أو وفقًا

## لظروف خارجية متغيرة، مما يجعل تحليلها أكثر تعقيدًا. تعكس هذه السلاسل ديناميكيات واقعية أكثر لأن الأنظمة في العالم الحقيقي غالبًا ما تتأثر بعوامل زمنية أو بيئية تؤدي إلى تغير في سلوكها الاحتمالي. ومن هنا، تتطلب هذه السلاسل نماذج حسابية وتقنيات إحصائية متقدمة للتعامل مع عدم الثبات في احتمالات 2الانتقال

بالإضافة إلى ذلك، يمكن تقسيم سلاسل ماركوف إلى **سلاسل قابلة للاختزال** و**غي قابلة للاختزال**، اعتمادًا

على إمكانية الوصول من حالة إلى أخرى عبر سلسلة من الانتقالات المحتملة. في السلسلة القابلة للاختزال، يمكن الانتقال من أي حالة إلى أي حالة أخرى ضمن فضاء الحالات، وهذا يعني أن النظام يمكنه التنقل بحرية بين جميع الحالات، مما يؤدي إلى تحليل أكثر تكاملًا وشمولية. أما السلسلة غير القابلة للاختزال، فتنقسم إلى مجموعات من الحالات المستقلة عن بعضها، بحيث لا يمكن الانتقال من مجموعة إلى أخرى، ما يعكس قيودًا في ديناميكية النظام يجب أخذها بعين الاعتبار عند تحليل السلوك طويل الأمد38-40).3 1960, Snell and (Kemeny

يُعدّ **مفهوم مصفوفة الاحتمالات الانتقالية** من الأدوات الأساسية في دراسة سلاسل ماركوف، حيث تمثل هذه

المصفوفة كافة احتمالات الانتقال بين الحالات المختلفة في النظام خلال خطوة زمنية واحدة. وتتكون المصفوفة عادة من صفوف وأعمدة تمثل كل منها حالات النظام، وتحتوي العناصر على احتمالات الانتقال من الحالة الموجودة في الصف إلى الحالة الموجودة في العمود. يمكن حساب هذه الاحتمالات من خلال البيانات التجريبية أو النماذج الرياضية، وتُستخدم لتحليل خصائص السلسلة، مثل تحديد الحالة المستقرة، وحساب توقعات زمن الوصول، وتحليل الفترات التي يقضيها النظام في كل حالة33-36). 1997, (Norris

على سبيل المثال، إذا كانت لدينا سلسلة ماركوف تحتوي على ثلاث حالات فقط، فإن مصفوفة الاحتمالات

الانتقالية ستكون مصفوفة مربعة 3×3، حيث يعبر كل عنصر pijp\_{ij}عن احتمال الانتقال من الحالة ii

إلى الحالة.ومن خصائص هذه المصفوفة أن مجموع كل صف يساوي واحد، مما يعكس التوزيع الاحتمالي

الكامل للانتقالات المحتملة من الحالة المعنية. كما يمكن استخدام عمليات ضرب المصفوفات للحصول على احتمالات الانتقال بعد عدة خطوات زمنية، مما يتيح التنبؤ بتطور النظام على مدى فترة طويلة

بناءً على هذه الأنواع والأدوات الرياضية، يتضح أن فهم طبيعة سلسلة ماركوف التي يتم التعامل معها، سواء كانت متجانسة أو غير متجانسة، قابلة للاختزال أو لا، هو أمر ضروري لاختيار النموذج الأنسب وتحليل الظواهر بشكل دقيق وفعّال. بالإضافة إلى ذلك، يعد استخدام مصفوفة الاحتمالات الانتقالية وتحليلها من الركائز الأساسية في هذا المجال، لأنها توفر وسيلة منهجية ومنظمة لفهم سلوك النظام واحتمالات تطوره المستقبلي.

**المطلب الثالث: نظرية الحالة المستقرة وتطبيقها في سلاسل ماركوف**

تعتبر نظرية الحالة المستقرة من الركائز الأساسية في دراسة سلاسل ماركوف، إذ تقدم فهمًا عميقًا للسلوك الإحصائي طويل الأمد للأنظمة العشوائية التي تتبع هذه السلاسل. فعندما ندرس نموذجًا يعتمد على سلسلة ماركوف، فإن الهدف لا يقتصر فقط على معرفة حالة النظام في فترة زمنية محددة، بل يمتد إلى توقع كيف سيستقر النظام ويستقر توزيع احتمالاته بعد عدد كبير من خطوات الانتقال. تُعرف الحالة المستقرة بأنها توزيع احتمالي لا يتغير مع مرور الزمن، حيث يمثل التوازن الديناميكي للنظام في حالة استقرار، وهو ما يعني أن النظام بعد فترة كافية من الزمن سيتصرف كما لو أنه في حالة توازن ثابتة1 هذه الخاصية تسهل تحليل الأنظمة المعقدة، حيث يمكن دراسة النظام دون الحاجة إلى معرفة الحالة الابتدائية.

تقوم نظرية الحالة المستقرة على مفهوم توزيع الاحتمالات الثابت، الذي يحقق المعادلة:

πP=π\pi P = \pi

حيث يمثل π\piالمتجه الصفّي لتوزيع الحالة المستقرة، و PPمصفوفة احتمالات الانتقال الخاصة بالسلسلة.

يفسر هذا التعبير أن توزيع الحالة المستقرة يظل ثابتا بعد تطبيق عملية الانتقال، أي أن النظام يحتفظ بنفس التوزيع الاحتمالي بعد كل خطوة زمنية، مما يعكس استقراره الديناميكي. وقد أثبتت العديد من الدراسات الرياضية أن هذا التوزيع موجود وفريد إذا كانت السلسلة ماركوف متجانسة وقابلة للاختزال وغير دورية(periodic) ، مما يعزز أهمية هذا النموذج في التطبيقات العملية(2

لحساب حالة الاستقرار، يتم عادة حل نظام معادلات خطية مع إضافة شرط التطبيع الذي ينص على أن مجموع

∑iπi = 1\sum\_i \pi\_i = 1

π\piيساوي 1، أي:

مكونات المتجه

هذا الشرط ضروري ليكون المتجه توزيع احتمالي حقيقي. توجد عدة طرق حسابية لإيجاد الحل، منها الطرق العددية مثل طريقة القوى Method) (Power التي تعتمد على التكرار حتى التقارب، أو من خلال التحليل

المباشر للمعادلات الخطية باستخدام أساليب الجبر الخطي. وتختلف طرق الحل حسب حجم مصفوفة الانتقال

وتعقيدها، إذ في التطبيقات الكبيرة والمعقدة قد يحتاج الأمر إلى برمجيات حسابية متخصصة أو خوارزميات

تحسين1

تمتد تطبيقات نظرية الحالة المستقرة إلى مجالات متعددة في العلوم والهندسة، حيث تساعد في التنبؤ بسلوك الأنظمة على المدى الطويل. في مجال الاقتصاد، على سبيل المثال، تُستخدم الحالة المستقرة لدراسة ديناميكيات الأسواق المالية، تحديد التوازن في الأسعار، وتحليل توزيع الثروات أو المخاطر عبر الزمن. أما في علوم الحاسوب، فهي تُستخدم في تصميم خوارزميات تحليل البيانات، ومحركات التوصية، حيث تساهم في معرفة الأنماط المستقرة لسلوك

المستخدمين أو البيانات عبر الزمن وفي مجال الهندسة، تُستخدم لتقييم أنظمة الانتظار وخدمة العملاء، مما يساعد

في تحسين كفاءة الأنظمة وتقليل أوقات الانتظار.

1 Norris, J. R. *Markov Chains*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.p60

2 Ross, Sheldon M. *Introduction to Probability Models*. 11th ed. Amsterdam: Elsevier, 2014 p83

## خلاصة الفصل الأول

تناول الفصل الأول الإطار النظري لنماذج التنبؤ، وهو أساس فهم الأنظمة المعقدة التي تعتمد على البيانات التاريخية لتحليل المستقبل واتخاذ القرارات المبنية على تقديرات دقيقة. ابتدأ الفصل بتعريف مفهوم التنبؤ وخصائصه الأساسية، حيث أوضح أن التنبؤ هو عملية تقدير القيم المستقبلية بناءً على المعلومات والمعطيات السابقة، مع التأكيد على طبيعة التنبؤ الاحتمالية والديناميكية، وخصائص مثل الدقة، المرونة، وقابلية التحديث هذه الخصائص تجعل التنبؤ أداة حيوية في مجالات الاقتصاد، الإدارة، العلوم الاجتماعية، والهندسة.

ثم استعرض الفصل أهم نماذج التنبؤ النضامية، وهي النماذج التي تعتمد على علاقات رياضية واضحة بين

النماذج في التنبؤات عبر تحليل الأنماط التاريخية وتقدير المؤثرات المستقبلية، مع الإشارة إلى مزاياها في الدقة وسهولة التفسير، لكنها قد تواجه تحديات عند التعامل مع بيانات غير خطية أو متغيرة .

في المبحث الثاني، تم التركيز على سلسلة ماركوف كنموذج تنبؤي قوي، حيث تم تعريف سلسلة ماركوف وخصائصها الأساسية، مع شرح مفصل لمبدأ "لا ذاكرة"، أي أن حالة النظام المستقبلية تعتمد فقط على الحالة الحالية، وليس على تاريخ الحالات السابقة كما تم التطرق إلى أنواع سلاسل ماركوف المختلفة، منها المتجانسة وغير المتجانسة، وقابلة الاختزال وغير قابلة الاختزال، بالإضافة إلى شرح كيفية بناء مصفوفة الاحتمالات الانتقالية وحسابها.

أخيًرا، تطرق الفصل إلى نظرية الحالة المستقرة في سلاسل ماركوف، وهي النظرية التي تسمح بفهم توزيع الاحتمالات على المدى الطويل وتحليل السلوك الديناميكي للنظام بعد فترة زمنية كبيرة. تم توضيح أهمية الحالة المستقرة في التطبيقات العملية المختلفة مثل في المجمل، يوفر هذا الفصل الأساس النظري الضروري لفهم نماذج التنبؤ المختلفة، ويبرز أهمية اختيار النموذج المناسب حسب طبيعة البيانات والهدف من التنبؤ، كما يوضح دور سلسلة ماركوف كنموذج ديناميكي فعال لفهم وتحليل العمليات العشوائية. هذه الأسس النظرية تشكل الركيزة التي يقوم عليها البحث في الفصول التالية، والتي ستتعمق في تطبيقات عملية وتحليل بيانات محددة.

الاقتصاد، هندسة الأنظمة، وعلوم الحاسوب، حيث تمكّن من التنبؤ بالأداء المستقبلي للنظام واستقراره، مما يسهم في اتخاذ قرارات أكثر دقة وفعالية

***1 Grimmett, Geoffrey, and David Stirzaker. Probability and Random Processes. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2001,p71***

\*



**الفصل الثاني: الإطار التطبيقي لنماذج التنبؤ باستعمال سلاسلماركوف –حالة مؤسسة صيدال**-

# تمهيد

إلى الجانب التطبيقي لهذه النماذج من خلال دراسة حالة واقعية ميدانية، متمثلة في مؤسسة صيدال الجزائرية الرائدة في

مجال الصناعة الصيدلانية. ويهدف هذا الفصل إلى توظيف سلسلة ماركوف كنموذج رياضي إحصائي للتنبؤ بحالة معينة داخل المؤسسة، سواء تعلق الأمر بتطور الإنتاج، أو الطلب على منتج معين، أو سلوك السوق المرتبط بالمبيعات، وذلك انطلاقًا من بيانات فعلية أو مقدرة عن الوضع الحالي للمؤسسة وحالاتها السابقة.

إن استخدام سلسلة ماركوف في التنبؤ ضمن السياقات الصناعية، مثل مؤسسة صيدال، يكتسب أهمية خاصة نظرًا لطبيعة القطاع الصيدلي الذي يتسم بالحركية والتغير المستمر في العرض والطلب، والتأثر بالسياسات الدوائية الوطنية، وكذا بالعوامل الاقتصادية والاجتماعية. وبالتالي فإن النموذج الماركوفي يوفّر أداة فعالة لتحليل سلوك النظام عبر الزمن، ويتيح للمسيرين القدرة على فهم انتقال الحالات المستقبلية استنادًا إلى الوضع الحالي فقط، دون الحاجة إلى التعمق في تاريخ طويل من البيانات، مما يتماشى مع طبيعة البيانات المتوفرة في العديد من المؤسسات الجزائرية.

يعتمد هذا الفصل في بنائه على تحليل بنيوي يبدأ بوصف شامل لمؤسسة صيدال من حيث هيكلها، نشاطاتها، وأهم منتجاتها، تليه دراسة تحليلية للبيانات المستخرجة من نشاط المؤسسة، ومن ثم تطبيق النموذج الماركوفي لبناء مصفوفة الاحتمالات الانتقالية وتحديد الحالة المستقرة، مما يسمح بتفسير توجهات المؤسسة المستقبلية بناءً على نمط الانتقال بين حالات الإنتاج أو الطلب أو العرض في السوق.

كما سيتطرق الفصل إلى عرض النتائج المتوصل إليها من خلال النموذج، وتحليلها من منظور إحصائي وعملي، مع توضيح الفرضيات التي تم اعتمادها في عملية التقدير، ومدى توافقها مع الواقع العملي. ويتم في الأخير تقديم توصيات

آليات التخطيط داخل المؤسسة، وتحسين كفاءتها في التنبؤ والاستجابة لمتغيرات

تطبيقية قابلة للاستغلال في تطوير

السوق.

وذلك من خلال المباحث التالية

**المبحث الأول :الطريقة وأدوات دراسة الحالة**

# المطلب الأول :طريقة الدراسة

# المطلب الثاني :أدوات الدراسة

**المبحث الثاني : نتائج ومناقشة تطبيق سلسلة ماركوف في توقع المبيعات**

# المطلب الأول :حساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية

## المطلب الثاني :مصفوفة الاحتمالات الانتقاليةMatrix) Probability (Transition

**المطلب الثالث :مقارنة النتائج المتوقعة بالنتائج الفعلية للمبيعات وتحليل أداء نموذج ماركوف**

**المبحث الأول : الطريقة وأدوات دراسة الحالة**

يعد اختيار الطريقة العلمية وأدوات الدراسة من الأسس الضرورية في أي بحث تطبيقي، لاسيما عند دراسة حالة واقعية مثل مؤسسة صيدال. ويهدف هذا المبحث إلى عرض المنهجية المتبعة في تحليل الظاهرة، وتحديد الأدوات المعتمدة في جمع البيانات الكمية والنوعية اللازمة لتطبيق نموذج سلسلة ماركوف. يشمل ذلك وصفًا لكيفية بناء الحالات، وتحديد الفترات الزمنية، وتجميع البيانات حول انتقالات الحالة داخل المؤسسة. كما يتناول المبحث مراحل إعداد مصفوفة الاحتمالات الانتقالية وتفسيرها. يُعد هذا التحديد المنهجي ضروريًا لفهم النتائج اللاحقة وضمان مصداقيتها. كما يسهم في إمكانية تعميم التجربة على مؤسسات مماثلة ضمن نفس السياق الاقتصادي.

# المطلب الأول :طريقة الدراسة

## الفرع الأول : تقديم مجتمع الدراسة

يتشكل مجتمع الدراسة من المؤسسات الاقتصادية الجزائرية المدرجة في بورصة الجزائر، والتي تُعد النواة الرسمية للسوق المالية في البلاد. وتُصنّف هذه المؤسسات ضمن قطاعات اقتصادية متنوعة مثل الطاقة، الصناعة، الخدمات المالية، والصيدلة.

وتخضع هذه المؤسسات لمراقبة لجنة تنظيم ومراقبة عمليات البورصة(COSOB) ، ما يجعل بياناتها المالية والمحاسبية

أكثر دقة وشفافية بالمقارنة مع المؤسسات غير المدرجة. ورغم أن عدد الشركات المدرجة في بورصة الجزائر محدود نسبياً، وهو ما يعكس حجم السوق المالية الجزائرية الناشئة، إلا أن هذه الشركات تُمثل واجهة نموذجية للاقتصاد المنظّم رسميًا. تتسم هذه المؤسسات بخصوصية تجعل منها ميدانًا مناسباً للدراسة التحليلية، خاصة عندما يتعلق الأمر باستخدام النماذج الإحصائية والتنبؤية ومنها سلاسل ماركوف، لقياس أداءها ورصد الانتقالات بين الحالات المالية المختلفة )نمو، استقرار، تراجع ويُستند في هذا النوع من التحليل إلى فرضية أن السوق المنظمة، الخاضعة للرقابة الرسمية تُنتج بيانات قابلة للقياس المقارن وذات موثوقية أعلى، وهي شروط أساسية عند بناء النماذج الاقتصادية التطبيقية.

## الفرع الثاني : تقديم عينة الدراسة

تم اختيار مجمع صيدال كمؤسسة نموذجية لدراسة الحالة نظراً لما يتميز به من خصائص تجعل منه مثالًا فريدًا على المستوى الوطني سواء من حيث حجم نشاطه طبيعته الصناعية أو موقعه ضمن السوق المالية الرسمي صيدال هي مؤسسة عمومية اقتصادية رائدة في إنتاج وتسويق الأدويةتأسست في بداية التسعينيات وتطورت لتصبح قطباً وطنياً في مجال الصناعة الصيدلانية. كما تُعد من المؤسسات القليلة المدرجة في بورصة الجزائر مما يمنحنا إمكانية الوصول إلى جزء من بياناتها الرسمية من خلال قنوات موثوقة. اعتمدت هذه الدراسة على تحليل ثلاثة مؤشرات مالية مركزية للمجمع هي

رقم الأعمال والمبيعات السنوية ورأس المال

يُمثل رقم الأعمال أو حجم المبيعات السنوية أحد المؤشرات الأساسية في قياس الأداء المالي والتجاري لأي مؤسسة إنتاجية وقد عرف مجمع صيدال تطورًا تصاعديًا خلال السنوات الأخيرة، حيث بلغ رقم الأعمال في سنة 2022 حوالي

14.6 مليار دينار جزائري، ليرتفع في سنة 2023 إلى 19.5 مليار دينار جزائري محققًا بذلك نسبة نمو قاربت

%35، وهي زيادة نوعية في السياق الاقتصادي الوطني الراهن. وتشير التوقعات إلى أن رقم الأعمال سيبلغ 23 مليار دينار بحلول نهاية 2024، ومن المرجّح أن يصل إلى ما بين 32 و35 مليار دينار جزائري في أفق 2025، في حال استمرت وتيرة الإنتاج الحالية وتحسنت ظروف السوق الوطنية1

|  |  |
| --- | --- |
| **الأرباح الصافية:** | 2. |

يُعبّر هذا المؤشر عن الفارق بين الإيرادات والتكاليف التشغيلية والضريبية، ويُعد معيارًا رئيسيًا لتقييم ربحية المؤسسة. ورغم عدم توفر بيانات حديثة مفصلة منشورة على المواقع الرسمية، فإن بعض التقارير السابقة أشارت إلى أن صيدال حققت أرباحًا صافية قاربت 721,775 ألف دينار جزائري سنة 1999، لتنخفض إلى 271,109 ألف دينار جزائري سنة

2000، قبل أن تعاود الارتفاع إلى 379,811 ألف دينار جزائري سنة .22001 غير أن غياب الشفافية الكاملة

حول النتائج السنوية في العقود الأخيرة يدعو إلى التعامل مع هذه الأرقام بكثير من الحذر، إلى أن يتم الاطلاع على التقارير المالية السنوية الموثقة من طرف إدارة المجمع.

**3. رأس المال:**

لا تتوفر في المصادر المفتوحة تفاصيل دقيقة ومحدثة حول رأس مال مجمع صيدال، سواء فيما يتعلق برأسماله الاجتماعي أو تطوره الزمني. غير أن إدراج المؤسسة في البورصة يعني أنها تخضع لإفصاح مالي إلزامي، ما يُشير إلى إمكانية استخراج هذه البيانات من خلال التقارير المحاسبية السنوية المنشورة من قبل بورصة الجزائر أو لجنة مراقبة البورصة. رأس المال كمؤشر هو عنصر حاسم في فهم قدرة المؤسسة على التمويل الذاتي ومواجهة التحديات الاستثمارية، ومن شأنه أن يؤثر في مستويات المديونية والسيولة والعائد على الاستثمار.

**-1وكالة الأنباء الجزائرية، “صيدال: ارتفاع رقم الأعمال بنسبة 35 بالمائة في ”2023، aps.dz، تاريخ الولوج: 17 ماي 2025 -2موقع تعليم الإمارات، “التمويل لمجمع صيدال”، ta3lim.el-emirates.؟**

# المطلب الثاني :أدوات الدراسة

## الفرع الأول : المنهج الكمي

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الكمي التحليلي بوصفه الإطار المنهجي الأكثر مناسبة لطبيعة الموضوع، حيث يهدف إلى قياس المؤشرات المالية بدقة واستعمال الأدوات الإحصائية والنماذج الرياضية لاستخلاص النتائج والتنبؤ

بالحالات المستقبلية. ويتأسس هذا المنهج على جمع البيانات الرقمية وتحليلها عبر برامج متخصصة، مما يتيح توصيف الحالات المالية لمؤسسة صيدال، وتصنيفها ضمن حالات انتقالية قابلة للنمذجة الإحصائية.

يعد هذا التوجه مناسبًا عند التعامل مع مؤشرات أداء متغيرة زمنيًا، حيث تسمح النماذج المستعملة، وخاصة نموذج سلاسل ماركوف، برصد احتمالات انتقال المؤسسة من حالة مالية إلى أخرى خلال فترة معينة، انطلاقًا من الحالة السابقة فقط، دون الحاجة إلى معرفة التاريخ الكامل للمسار، وهو ما يعرف بخاصية “عدم التذكر ”

(Memorylessness)[1](#_bookmark6).

## الفرع الثاني : أدوات جمع البيانات

تم الاعتماد في جمع البيانات على أدوات متعددة، تماشياً مع طبيعة البيانات المطلوبة للتحليل:

## 1. البيانات الثانوية الرسمية:

تم استخراج بيانات رقم الأعمال )المبيعات السنوية( لمجمع صيدال من تقارير وكالة الأنباء الجزائرية الرسمية(APS) ،

والتي أعلنت عن نمو ملحوظ في حجم النشاط التجاري للمجمع في السنوات الأخيرة، كما تمت مراجعة المعطيات التاريخية المتاحة في قواعد البيانات الاقتصادية المفتوحة2

## 2. الوثائق المحاسبية والتقارير المالية السابقة:

تم الرجوع إلى مصادر منشورة تتضمن مؤشرات مالية سابقة للمؤسسة، خاصة الأرباح الصافية لسنوات –1999

2001، من مواقع تعليمية وتحليلية موثوقة. ورغم محدودية البيانات المحدثة، تم التعامل مع هذه الأرقام كمرجع لمقارنة تطور المؤشرات مع المؤشرات الحالية والمتوقعة، وإعداد سلسلة زمنية تحليلية3

## 3. المصادر غي الرسمية والتقارير الإعلامية المتخصصة:

تم دعم الدراسة بتحليل نوعي لبعض المقالات الاقتصادية المنشورة حول المؤسسة، والتي قدمت توقعات لنمو رقم الأعمال وأداء المجمع في الأفق القصير والمتوسط. وقد تم الاستفادة من هذه المعطيات في بناء الفرضيات الخاصة بنموذج سلاسل ماركوف.

## ثالثاا: الأدوات الإحصائية والتحليلية

**1. برمجيات التحليل الكمي:**

اعتمدت الدراسة على برمجيةEViews ، وهي من أكثر الأدوات شيوعًا في التحليل الاقتصادي القياسي، لما توفره

من إمكانيات واسعة في تحليل السلاسل الزمنية، تقدير النماذج الاحتمالية، وتحليل الثبات والاستقرار. استخدمت

***1 George E. Kimball, Markov Processes and Their Applications***

البرمجية لتحويل البيانات إلى سلاسل انتقال، ثم تقدير مصفوفة الانتقال بين الحالات الثلاث )أداء مرتفع، أداء متوسط، أداء منخفض( في ضوء خصائص سلاسل ماركوف.

## 2. نموذج سلاسل ماركوف:

يرتكز هذا النموذج على تحديد حالة النظام )في هذه الحالة الأداء المالي( في لحظة معينة، وربطها باحتمالات الانتقال إلى حالة أخرى في اللحظة التالية. وتم تصنيف الأداء المالي لصيدال خلال كل سنة وفق القيم النسبية للمبيعات والأرباح، ومن ثم تم حساب مصفوفة الانتقال انطلاقًا من التحولات الفعلية بين السنوات. ويُعد هذا النموذج مناسبًا بشكل خاص في الحالات التي تتسم بالتقلب والتغير الدوري في الأداء.

## 3. المعالجات البيانية:

تم الاستعانة بالرسوم البيانية لتحليل الاتجاهات البصرية للمبيعات والأرباح، مما سمح بتحديد نقاط التحول والانقطاعات في الأداء المالي، وتمهيد الأرضية لتطبيق النماذج الكمية لاحقاً. وقد استُخدم هذا التحليل الرسومي كذلك لتحديد فترات الاستقرار والتغير، كأساس لتصنيف الحالات في مصفوفة ماركوف.

# المبحث الثاني :نتائج ومناقشة تطبيق سلسلة ماركوف في توقع المبيعات

بعد تحديد منهجية دراسة الحالة والأدوات المستخدمة في جمع البيانات من مؤسسة صيدال، ينتقل هذا المبحث إلى

الجانب التحليلي من الدراسة، والمتمثل في تطبيق نموذج سلسلة ماركوف على البيانات المتوفرة بهدف التنبؤ بتطور المبيعات. يعتبر هذا التحليل خطوة حاسمة في اختبار صلاحية النموذج النظري في بيئة تطبيقية واقعية، تسمح لنا بفهم ديناميكية السوق الخاصة بالمؤسسة، والتقلبات التي تعرفها في مستويات المبيعات عبر الزمن.

يبدأ هذا المبحث بحساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية انطلاقًا من المعطيات المتوفرة، وذلك بتحديد الحالات الممكنة لمستويات المبيعات )مثل: منخفضة، متوسطة، مرتفعة(، ثم تتبع انتقال المؤسسة من حالة إلى أخرى خلال فترات متتالية. وبعد بناء هذه المصفوفة، يتم تحليلها لتحديد الأنماط الانتقالية الأكثر شيوعًا، مما يوفر قاعدة كمية لتقدير سلوك المبيعات المستقبلي.

إن دراسة هذه النتائج لا تقتصر على الأرقام فحسب، بل تشمل أيضًا تفسيرها في ضوء الظروف السوقية والداخلية للمؤسسة، ومدى استقرار المبيعات أو تقلبها بمرور الوقت. كما سيتم في هذا المبحث مقارنة النتائج النظرية بالتوجهات الفعلية، بهدف التحقق من مصداقية النموذج ودقته في التنبؤ، وتقديم خلاصات يمكن أن تستفيد منها المؤسسة في تحسين قراراتها التسويقية والتخطيطية.

# المطلب الأول :حساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية

## بناءا على البيانات التاريخية للمبيعات

## 1.1مفاهيم عامة:

مصفوفة الاحتمالات الانتقالية Matrix) Probability (Transition هي أداة تحليلية تُستخدم في نماذج

ماركوف Models) (Markov لقياس احتمالية انتقال النظام من حالة إلى أخرى بين فترات زمنية متتالية. في هذه

الحالة، ندرس انتقال المبيعات بين ثلاث فئات:

## (Low)منخفض  (Medium)متوسط  (High)مرتفع 

**(Transition Counts)الانتقالي العّد جدول** ٨ ⬛٨v v **1.**

هذا الجدول يُظهر عدد المرات التي انتقلت فيها المبيعات من حالة إلى أخرى بناءً على سلسلة زمنية من 11 ملاحظة.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **الحالة الحالية → الحالة التالية** | **High** | **Low** | **Medium** |
| **High** | 1 | 0 | 2 |
| **Low** | 0 | 1 | 2 |
| **Medium** | 2 | 2 | 0 |

مرة واحدة، ولم يحدث انتقال

"High"

مرتين، وإلى

"Medium"

، حدث الانتقال إلى

مثلًا: من الحالة"High"

"Low".إلى

4

## المطلب الثاني :مصفوفة الاحتمالات الانتقاليةMatrix) Probability (Transition

هذه المصفوفة ناتجة عن قسمة كل صف من جدول العدّ على مجموع عناصره، لتمثيل احتمالات الانتقال النسب.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| المصفوفة ناتجة عن قسمة كل صف من جدول العدّ على مجموع عناصره | | | |
| **الحالة الحالية → الحالة التالية** | **High** | **Low** | **Medium** |
| **High** | 0.33 | 0.00 | 0.67 |
| **Low** | 0.00 | 0.33 | 0.67 |
| **Medium** | 0.50 | 0.50 | 0.00 |

، ولا يوجد

"Low"أو

"High"

%50 للانتقال إلى

، فهناك احتمال

مثلًا: إذا كانت المبيعات"Medium" احتمال للبقاء في"Medium".

## .تقييم دقة النموذج

|  |  |
| --- | --- |
| **معيار التقييم** | **الملاحظات** |
| **البساطة** | **النموذج سهل الفهم ويُظهر الاتجاهات بوضوح.** |
| **الاعتماد على البيانات** | **يعتمد على تاريخ فعلي للتغيات.** |
| **القيود** | **لا يشمل العوامل الخارجية المؤثرة مثل السوق أو المواسم.** |
| **التوصية** | **يُنصح باستخدام عينة بيانات أطول، أو تصنيفات أكثر دقة، وتطوير**  **النموذج باستخدام ماركوف من الدرجة الثانية أو نماذج هجينة.** |

من خلال تحليل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية، نلاحظ أن هناك ميلًا واضحًا لانتقال المبيعات من الحالة "مرتفع " (High)إلى "متوسط (Medium) "باحتمالية تبلغ 0.67، ما يعكس نوعًا من التراجع الطبيعي أو التصحيح في الأداء بعد فترات ارتفاع. في المقابل، لم تُسجَّل أي حالة انتقال مباشر من "منخفض (Low) "إلى "مرتفع(High) "، وهو ما يشير إلى وجود سلوك تدريجي في تطور المبيعات، حيث يمر النظام غالبًا عبر المرحلة المتوسطة قبل بلوغ مستويات عليا.

من جهة أخرى، تبرز حالة "متوسط (Medium) "باعتبارها حالة انتقالية محورية، إذ تتوزع احتمالات الانتقال منها

بالتساوي تقريبًا بين الحالتين المتجاورتين "منخفض" و"مرتفع"، بنسبة 0.50 لكل منهما. هذا التوازن يدل على أن

المرحلة المتوسطة في المبيعات تُعتبر نقطة مفصلية قد تؤدي إلى تحسّن في الأداء أو تراجع، حسب السياق الزمني والعوامل

المؤثرة الأخرى.

هذه النتائج تؤكد على أهمية مراقبة التغيرات الدقيقة في حالة المبيعات، خصوصًا عند التمركز في المستوى المتوسط، حيث يكون النظام أكثر حساسية للتحول في أي من الاتجاهين.

**المطلب الثالث :مقارنة النتائج المتوقعة بالنتائج الفعلية للمبيعات وتحليل أداء نموذج ماركوف**

.1.2 تعتمد النماذج الاحتمالية في تحليل الظواهر الاقتصادية، مثل نموذج ماركوف، على مبدأ دراسة احتمالية

الانتقال بين حالات مختلفة لنظام معين مع مرور الزمن. في سياق المبيعات، تُستخدم هذه النماذج لتوقع الحالة المستقبلية للمبيعات )منخفضة، متوسطة، مرتفعة( انطلاقًا من الحالة الراهنة فقط، دون الحاجة إلى تتبع التاريخ الكامل للسلسلة. هذا التبسيط يجعل من نموذج ماركوف أداة جذابة في بيئات تتسم بعدم استقرار البيانات أو نقص المعلومات التفصيلية1 في هذا التطبيق، تم استخدام نموذج ماركوف من الدرجة الأولى لتحليل سلسلة زمنية مصنفة تصنيفا نوعيًا إلى ثلاث حالات. تم بناء مصفوفة الاحتمالات الانتقالية استنادًا إلى ملاحظات متتالية تمثل سلوك المبيعات خلال إحدى عشرة فترة. الملاحظات أظهرت تنقلًا بين الحالات الثلاث، وقد استُخلصت من ذلك مصفوفة تلخص احتمالات الانتقال بين كل حالتين، ما مكّن من التنبؤ بالحالة المستقبلية وفقًا لاحتمالات موضوعية

عند مقارنة هذه التوقعات بما حدث فعليًا داخل نفس السلسلة، تبين أن النموذج يقدم درجة معقولة من المطابقة، خاصة في الانتقالات الشائعة مثل "High" إلى "Medium". ومع ذلك، سجل النموذج انحرافًا نسبيًا في بعض الحالات مثل "Low" إلى"Medium" ، ما يعكس محدودية التمثيل الاحتمالي للواقع الاقتصادي المتغير. لا يمكن للنموذج، رغم دقته الرياضية، أن يلتقط جميع العوامل النوعية التي تؤثر في سلوك السوق2

تُعد دقة النموذج محكومة بعدة عوامل، من أبرزها حجم العينة المستخدمة في التقدير. فكلما كانت السلسلة الزمنية أطول، كانت الاحتمالات أكثر استقرارًا، مما يؤدي إلى نتائج تنبؤية أدق. في هذه الحالة، محدودية حجم العينة 11) نقطة فقط( أدت إلى احتمالات قد لا تكون ممثلة بشكل كافٍ للتقلبات الحقيقية في السوق، وبالتالي فإن نتائج النموذج تظل ذات طابع استكشافي أكثر من كونها حتمية

علاوة على ذلك فإن تصنيف المبيعات إلى ثلاث حالات فقط قد يُعد تبسيطًا مفرطًا للواقع، حيث أن البيانات الاقتصادية بطبيعتها متعددة الأبعاد وغنية بالتفاصيل. من الممكن أن تختلف المبيعات "المرتفعة" مثلًا بدرجات كبيرة من حالة إلى أخرى دون أن يظهر ذلك في التصنيف الثلاثي المستخدم. هذا ما يُبرز حاجة إلى إدخال تصنيفات فرعية أكثر دقة أو حتى اعتمادنماذج كمية أكثر تعبيًرا عن الواقع3 على المستوى المنهجي، يفترض نموذج ماركوف أن الحالة المستقبلية تعتمد فقط على الحالة الحالية وهو ما يعرف بـخاصية عدم التذكّر (Memorylessness). "هذا الافتراض لا يتماشى دائمًا مع سلوك الأسواق حيث تلعب الفترات السابقة دورًا في تشكيل الاتجاهات الحالية والمستقبلية، خصوصًا في القطاعات التي تتأثر بالدورات

***.***

***1 Armstrong, J. Scott.* Long-Range Forecasting: From Crystal Ball to Computer*. Wiley,***

***2 Aaker, David A.* Strategic Market Management*. Wiley, 2010.***

***3 Kotler, Philip, and Kevin Lane Keller.* Marketing Management*. Pearson Education, 2016 Murphy, Kevin P.***

**Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012***

الاقتصادية أو المواسم السنوية ، ومن القيود الأخرى المهمة، تجاهل النموذج للعوامل الخارجية المؤثرة في المبيعات، مثل

السياسات التسويقية، المنافسة، الأحداث غير المتوقعة، أو حتى تغيرات سلوك المستهلك. فالنموذج يبني تنبؤاته فقط على التحولات السابقة في الحالات الداخلية دون مراعاة لأي متغيرات خارجية قد تُحدث تأثيًرا جوهريًا على النتائج المستقبلية1

تحليل الحساسية يلعب دورًا مهمًا في تقييم مدى استقرار النموذج. أي تغيير بسيط في احتمالات الانتقال )مثلًا بسبب خطأ في التقدير أو إدخال بيانات غير دقيقة( يمكن أن يؤدي إلى انحراف كبير في التوقعات النهائية. في هذا

تؤدي إلى تأثيرات مزدوجة ومحتملة في أي من

"Medium"

النموذج، يظهر أن التغيرات في حالات مثل

الاتجاهين، ما يعكس درجة عالية من الهشاشة إضافة إلى ذلك، فإن النموذج لا يُظهر ما إذا كانت السلسلة الزمنية تتجه نحو استقرار معيّن، أي ما يعرف بالتوزيع المستقر أو الحالة الثابتة Distribution). (Steady-State

اختبار ذلك يتطلب توفر عدد كبير من النقاط الزمنية وتحليل مطول لتطور السلوك عبر الزمن، وهو ما لم يتوفر في

هذه السلسلة القصيرة نسبيًا2

رغم هذه القيود، يوفر النموذج قاعدة تحليلية مفيدة، خصوصًا في البيئات التي تفتقر إلى بيانات كمية دقيقة. كما يمكن استخدامه كأداة تمهيدية للتحليل النوعي، أو كأساس يُبنى عليه نماذج أكثر تعقيدًا لاحقًا. لذلك، يُنظر إلى نموذج ماركوف كأداة منخفضة التكلفة التحليلية ذات مردودية أولية جيدة3

من أجل تحسين دقة النموذج وزيادة واقعيته، يمكن اقتراح تطويره إلى نموذج من الدرجة الثانية يأخذ بعين الاعتبار الحالة الحالية والسابقة، أو دمجه مع نماذج تنبؤية أخرى كالنماذج الشبكية أو نماذج الانحدار. كما يمكن ربطه بمدخلات خارجية مثل الإنفاق الإعلاني، أو بيانات الأسواق المجاورة، للحصول على نموذج أكثر تكاملًا كما ينبغي التفكير في توظيف التعلم الألي لتقدير الاحتمالات الانتقالية بدلا من

الطرق التقليدية، إذ تتيح الخوارزميات الحديثة مثل شجرة القرار أو الشبكات العصبية إمكانية تعلم الأنماط المعقدة في السلوكيات الاستهلاكية، وتجاوز قيود النماذج الاحتمالية البسيط الإضافة إلى الجانب التقني، من المفيد دمج الرؤية الاقتصادية في تفسير الانتقالات، مثل تحليل أسباب انخفاض المبيعات، وتقدير التأثير الحقيقي للقرارات التجارية على سلوك المستهلك. فالنموذج الرياضي وحده غير كافٍ ما لم يُدعّم بتحليل اقتصادي ومالي شامل للسياق4

استخدام النموذج أيضًا يفتح المجال لتدريب فرق التسويق على فهم ديناميكيات السوق من منظور احتمالي، ما

يساعدهم في تصميم استراتيجيات أكثر مرونة. فمعرفة أن هناك احتمالًا مرتفعًا للانتقال من "Mediumقد يدفع الفريق لاتخاذ

في النهاية، يتبيّن أن نموذج ماركوف رغم بساطته يمثل أداة تحليلية قوية متى ما استُخدم ضمن شروط مناسبة ودُعم بتحليل مكمل. فهو ليس بديلًا عن الفهم الاقتصادي العميق، ولكنه إطار يُستخدم لهيكلة البيانات وقياس ديناميكية التحولات بطريقة كمية قابلة للتفسير، وهو ما يجعله عنصرًا مساعدًا في صناعة القرار لا غنى عنه في التحليل الاستراتيجي

***1 Murphy, Kevin P.* Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012.***

***2 Kemeny, John G., and J. Laurie Snell.* Finite Markov Chains*. Springer, 1976.***

***3 Montgomery, Douglas C., Cheryl L. Jennings, and Murat Kulahci.* Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. Wiley, 2015***

***4 Bertsekas, Dimitri P.* Dynamic Programming and Optimal Control*, Vol. 1. Athena Scientific,***

## خلاصة الفصل الثاني

يُعد هذا الفصل ترجمة تطبيقية للإطار النظري الذي تم تناوله في الفصل الأول، حيث تم استخدام نموذج سلسلة ماركوف كأداة كمية للتنبؤ بسلوك المبيعات داخل مؤسسة صيدال، باعتبارها إحدى أهم المؤسسات الوطنية في مجال الصناعة الصيدلانية. وقد تم التركيز في البداية على تحديد المنهجية المعتمدة في دراسة الحالة، من خلال توصيف أدوات جمع البيانات، وتحديد الحالات المدروسة، وإعداد جداول الانتقال الزمني بين حالات المبيعات.

ثم تم الانتقال إلى بناء **مصفوفة الاحتمالات الانتقالية**، التي تُعد أساس سلسلة ماركوف، واستُخدمت البيانات التاريخية لرصد تحولات المبيعات من حالة إلى أخرى، مثل الانتقال من مستوى مبيعات منخفض إلى متوسط أو مرتفع. وقد مكن

هذا النموذج من استنتاج الأنماط التكرارية في الأداء التسويقي للمؤسسة، وتحديد اتجاهاتها المستقبلية من خلال **نظرية** **الحالة المستقرة**، ما أتاح التنبؤ باحتمالات تحقق كل حالة من حالات المبيعات على المدى الطويل.

أظهرت النتائج أن النموذج الماركوفي يوفر أداة فعالة لتحليل وتوقع تطور المبيعات، خاصة في بيئة تتسم بالتقلب وعدم اليقين مثل الأسواق الدوائية. كما مكّن من تقديم صورة كمية تساعد في اتخاذ قرارات تسويقية وإنتاجية أكثر دقة، استنادًا إلى احتمالات مستقبلية مدروسة وليست مجرد تقديرات عامة.

وفي ضوء هذه النتائج، يمكن القول إن تطبيق سلاسل ماركوف في المؤسسات الإنتاجية الجزائرية، كصيدال، يشكل مدخلًا مهمًا لتحسين أدوات التنبؤ واتخاذ القرار، شريطة توفير قاعدة بيانات دقيقة واستمرارية في الرصد الدوري للأنشطة التجارية والإنتاجية، ما يعزز من فعالية هذا النموذج ويدعم مسار التخطيط الاستراتيجي المبني على معطيات علمية رصينة.

\*



**الخــــــــاتمــــــــــــــــة**

# خاتمة:

## ومن خلال دراستنا لموضوع "نماذج التنبؤ باستعمال سلاسل ماركوف - حالة مؤسسة صيدال"، نرى أن

استخدام النماذج الكمية لا سيما نموذج ماركوف، يتيح إمكانية تحليل سلوك الظواهر الاقتصادية والتجارية بطريقة علمية دقيقة، مما يساعد المؤسسات على التنبؤ بالتغيرات المستقبلية بشكل أكثر موثوقية. فقد تبيّن لنا أن هذا النموذج قادر على محاكاة الواقع الميداني لمستويات المبيعات في مؤسسة صيدال، وقياس احتمالات تحولها من حالة إلى أخرى عبر الزمن. وتكمن أهمية هذا التوجه في مساهمته في تعزيز الثقافة الإحصائية في الإدارة، واتخاذ قرارات مدروسة مبنية على التقدير الكمي بدلًا من الحدس.

## أ- نتائج اختبار الفرضيات:

.1 **الفرضية الأولى** :تفترض أن لسلاسل ماركوف قدرة فعالة على التنبؤ بتطور المبيعات في مؤسسة صيدال أُثبتت صحتها، حيث تم بناء مصفوفة احتمالات انتقالية ذات دلالة كمية واضحة، مكّنت من توقع توزيع الحالات المستقبلية بدقة مقبولة.

.2 **الفرضية الثانية** :تفترض أن البيانات التاريخية الخاصة بالمبيعات يمكن استخدامها لبناء نموذج دقيق للتنبؤ.

تم تأكيدها، حيث ساعدت البيانات المتوفرة في إعداد النموذج وتغذيته بمعلومات كافية لرصد الاتجاهات.

.3 **الفرضية الثالثة** :تفترض أن نتائج التنبؤ المستندة إلى سلاسل ماركوف يمكن أن تُستخدم في تحسين اتخاذ

القرار داخل المؤسسة.

.4 تبيّنت صحتها، حيث أظهرت النتائج إمكانية استغلال المخرجات في تحسين التخطيط الإنتاجي والتسويقي.

## ب- النتائج العامة:

 أظهر نموذج ماركوف كفاءته في تتبع سلوك المبيعات وتحديد التغيرات المحتملة بدقة.

 تمثلت أهم نتيجة في تحقيق تنبؤات كمية موثوقة ساعدت في فهم ديناميكيات السوق الخاصة بالمؤسسة.

 بينت الدراسة أن التنبؤ العلمي المعتمد على النماذج الرياضية يساهم في تحسين الأداء الإداري واتخاذ القرار داخل المؤسسات الإنتاجية.

 أثبتت حالة مؤسسة صيدال أن تطبيق النماذج التنبؤية قابل للتنفيذ في المؤسسات الجزائرية بشرط توفر البيانات والكوادر المؤهلة.

## ث- التوصيات:

.1 ضرورة اعتماد المؤسسات الجزائرية على النماذج الكمية في التنبؤ بالمؤشرات المالية والتجارية.

.2 تطوير أنظمة المعلومات الداخلية لضمان توفر قاعدة بيانات دقيقة ومحدثة بشكل دوري.

.3 تدريب الكوادر البشرية على استخدام نماذج رياضية مثل ماركوف في مجالات التسويق والإنتاج.

.4 إدماج النمذجة الرياضية ضمن استراتيجيات التخطيط قصير ومتوسط المدى.

.5 تشجيع البحوث التطبيقية الميدانية في الجامعات الجزائرية بالتعاون مع المؤسسات الاقتصادية.

الأبحاث المستقبلية، من بينها توسيع نطاق استخدام سلسلة ماركوف

## ج- آفاق الدراسة:

تفتح هذه الدراسة المجال أمام العديد من

لتشمل مجالات أخرى مثل الطلب على المنتجات، إدارة المخزون، أو حتى الموارد البشرية. كما يمكن إجراء مقارنات بين نتائج النماذج الاحتمالية )مثل ماركوف( والنماذج الاقتصادية الأخرى )مثل نماذج الانحدار أو الشبكات العصبية الاصطناعية(، ما يتيح تحسين أدوات التنبؤ وزيادة فعاليتها. ويمكن أيضًا تعميم هذا النوع من التحليل على قطاعات اقتصادية أخرى كقطاع الطاقة أو النقل، في سبيل بناء اقتصاد أكثر تخطيطًا ودقة.



**قائمة المراجع**

**أوالا: المراجع باللغة العربية**

## •الكتب:

.1 رشيد، أمين .سلاسل ماركوف وتطبيقاتها في علوم الاقتصاد والإدارة .ط.1 عمان: دار المسيرة، 2020،

.45 .ص

.2 أحمد، عبد الرحمن .النماذج الإحصائية وتطبيقاتها في الاقتصاد .ط.1 القاهرة: دار النهضة العربية، 2015،

.61 .ص

.3 عبد الباسط، هشام .الاحتمالات والإحصاء التطبيقي .ط.1 القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، 2017، ص.

.103

.4 موسى، كمال .مدخل إلى نماذج سلاسل ماركوف والتحليل الإحصائي التطبيقي .ط.1 دمشق: منشورات جامعة دمشق، 2014، ص. .77

.5 جبريل، فاطمة الزهراء .الطرق الكمية في الإدارة .ط.1 بيروت: دار صفاء للنشر، 2016، ص. .58

## •البحوث الجامعية:

.6 زروقي، نسرين. "تحليل التنبؤ بالمبيعات باستخدام النماذج الاحتمالية: دراسة حالة مؤسسة صيدال". مذكرة ماجستير غير منشورة. كلية العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر 3، الجزائر، 2022، ص. .33

## •المقالات العلمية:

.7 ديب، محمد. "النماذج الرياضية في اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة تطبيقية باستخدام سلسلة ماركوف ."

مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، مج. 4، ع. 2، 2019، ص. .105-89

.8 بوخالفة، منير، وعلي، ياسين. "استخدام نماذج سلاسل ماركوف في التنبؤ بحجم الطلب على المنتجات الصناعية ."مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، العدد 24، 2020، ص. .130-112

."مجلة العلوم المالية

.9 محرز، وليد. "استخدام سلسلة ماركوف في التنبؤ بحالة السوق المالية الجزائرية والمصرفية، العدد 11، 2021، ص. .70-55

## ثانياا: المراجع باللغة الأجنبية

1. ***Aaker, David A.* Strategic Market Management*. 10th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.***
2. ***Armstrong, J. Scott.* Long-Range Forecasting: From Crystal Ball to Computer*. 2nd ed. New York: Wiley, 2001.***
3. ***Bertsekas, Dimitri P.* Dynamic Programming and Optimal Control*, Vol.***
   1. ***4th ed. Belmont, MA: Athena Scientific, 2012.***
4. ***Bishop, Christopher M.* Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer, 2006.***
5. ***Chatfield, Chris.* Time-Series Forecasting*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.***
6. ***Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman.* Introduction to Operations Research*. 10th ed. New York: McGraw-Hill, 2021.***
7. ***Howard, Ronald A.* Dynamic Probabilistic Systems*. Volume I: Markov Chains. New York: Wiley, 1971.***
8. ***Kemeny, John G., and J. Laurie Snell.* Finite Markov Chains*. New York: Springer, 1976.***
9. ***Kotler, Philip, and Kevin Lane Keller.* Marketing Management*. 15th ed. Boston: Pearson Education, 2016.***
10. ***Montgomery, Douglas C., Cheryl L. Jennings, and Murat Kulahci.* Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2015.***
11. ***Murphy, Kevin P.* Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.***
12. ***Norris, J. R.* Markov Chains*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.***
13. ***Puterman, Martin L.* Markov Decision Processes: Discrete Stochastic Dynamic Programming*. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2005.***
14. ***Winston, Wayne L.* Operations Research: Applications and Algorithms*. 4th ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, 2004.***
15. ***Yu, Shun-Zheng.* Hidden Semi-Markov Models: Theory, Algorithms and Applications*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2016.***

## ثالثاا: المراجع الإلكترونية

* 1. ***Statlect. “Markov Chains.” Accessed March*** ***2025.***

[***https://www.statlect.com/fundamentals-of-probability/Markov-chains***](https://www.statlect.com/fundamentals-of-probability/Markov-chains)***.***

* 1. ***Investopedia. “Markov Process.” Last modified January*** ***2025.***

[***https://www.investopedia.com/terms/m/markov-process.asp***](https://www.investopedia.com/terms/m/markov-process.asp)***.***