



مقدمة في العمليات العشوائية

تأليف

أ.د. عمار محمود علي سرحان

الأستاذ بقسم الإحصاء وبحوث العمليات
كلية العلوم - جامعة الملك سعود

أ.د. لطفي تاج

الأستاذ بقسم الإحصاء وبحوث العمليات
كلية العلوم - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٢٨هـ / ٢٠٠٧م

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

تاج، لطفي

مقدمة في العمليات العشوائية / لطفي تاج؛ عمار محمود علي سرحان - الرياض؛ ١٤٢٨هـ

٤١١ ص، ١٧×٢٤ سم

ردمك ٢ - ١٣٤ - ٥٥ - ٩٩٦٠

١- الأحصاء الرياضي ٢- الاحتمالات (رياضيات) ٣- الرياضيات - بحوث

أ. سرحان، عمار محمود علي (مؤلف مشارك) ب. العنوان

١٤٢٨/٢٢٧٨

ديوي ٥١٩

رقم الإيداع : ١٤٢٨/٢٢٧٨

ردمك : ٢ - ١٣٤ - ٥٥ - ٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة،
وبعد اطلاع المجلس على تقارير المحكمين، وافق على نشره في اجتماعه
الأول للعام الدراسي ١٤٢٧ / ١٤٢٨هـ والمعقود في تاريخ
٢٤ / ٨ / ١٤٢٧هـ الموافق ١٧ / ٩ / ٢٠٠٦م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٨هـ



مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وعلى آله وصحبه وسلم. يعتبر هذا الكتاب أساساً لنظرية العمليات العشوائية ولا غنى عنه لطلاب الإحصاء وبحوث العمليات وبعض أقسام كلية الهندسة.

والكتب العربية التي تعالج موضوع العمليات العشوائية تعتبر نادرة جداً (إن لم تكن معدومة)؛ لذا نرجو من الله العلي أن يسد بهذا الكتاب بعض النقص الشديد الموجود في هذا المجال في المكتبة العربية.

ولما كانت الكتابة في موضوع العمليات العشوائية باللغة العربية مازالت في خطواتها الأولى؛ فقد وجدنا بعض الصعوبات في تعريب بعض المصطلحات المستخدمة في العمليات العشوائية، وقد اعتمدنا على معجم المصطلحات العلمية والفنية كمرجع أساسي لتعريب مثل هذه المصطلحات.

يتكون هذا الكتاب من ثلاثة أبواب بالإضافة إلى المقدمة، يتناول الباب الأول سلاسل ماركوف، ويتكون من أربعة فصول، أما الباب الثاني فيتناول عمليات ماركوف ويتكون من ثلاثة فصول، أما الباب الثالث فيعرض بعض التطبيقات للعمليات العشوائية ويتكون من ثلاثة فصول.

ولم نغفل في هذا الكتاب عن تقديم مجموعة كبيرة ومتكاملة من الأمثلة المحلولة بغرض توضيح الأفكار والمفاهيم المطروحة فيه.

وإننا إذ نضع هذا الكتاب بين أيدي الإخوة الزملاء وطلاب العلم والمعرفة نكون

شاكرين لهم جميعاً إذا تفضلوا بتزويدنا بأي نقصٍ أو اقتراحٍ ببناء يساعدا في تحسينه مستقبلاً حتى يكون أكثر نفعاً.

يخص كل من المؤلفين وزوجه وأبنائه بالشكر الجزيل لاستقطاع بعضٍ من وقتهم في إعداد هذا الكتاب. كما نشكر طلاب وطالبات الماجستير في قسم الإحصاء وبحوث العمليات في العام الدراسي ١٤٢٥/١٤٢٦هـ، نخص بالذكر كلاً من الأستاذ سعد المالكي، والأستاذ نايف الزاحم لتفضلهم بقراءة النسخة الأصلية وإبداء العديد من الملاحظات. وأخيراً نسأل الله تعالى أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم وأن ينفع به الإسلام والمسلمين والله من وراء القصد وهو يهدي السبيل.

المؤلفان

المحتويات

الصفحة	
هـ	مقدمة
١	الفصل الأول: مقدمة
١	(١,١) أمثلة
٣	(١,٢) تعاريف
٥	(١,٣) أنواع العمليات العشوائية
١٠	(١,٤) خواص العمليات العشوائية
١٤	(١,٥) بعض العمليات العشوائية الشائعة
١٧	(١,٦) تمارين

الباب الأول: سلاسل ماركوف

٢١	الفصل الثاني: تعريف سلاسل ماركوف
٢١	(٢,١) مقدمة
٢٦	(٢,٢) احتمال الانتقال في خطوة واحدة
٥٤	(٢,٣) احتمال الانتقال في الخطوة النونية

٦٦	..... احتمال المسار (٢,٤)
٦٨	..... الاحتمالات الهامشية (٢,٥)
٨١	..... تمارين (٢,٦)
٩٣	..... الفصل الثالث: المسلك التقاربي لسلاسل ماركوف
٩٣	..... مقدمة (٣,١)
٩٩	..... تحديد التوزيع المستقر (٣,٢)
٩٩	..... الطريقة الأولى لتحديد التوزيع المستقر (٣,٢,١)
١٠٤	..... الطريقة الثانية لتحديد التوزيع المستقر (٣,٢,٢)
١١٧	..... سلاسل ماركوف غير المنتهية (٣,٣)
١١٩	..... تمارين (٣,٤)
١٢٧	..... الفصل الرابع: تصنيف حالات سلاسل ماركوف
١٢٧	..... مقدمة (٤,١)
١٣٤	..... التمثيل البياني لسلاسل ماركوف (٤,٢)
١٤٠	..... الحالات العابرة والحالات الارتدادية (٤,٣)
١٥٠	..... الفصول الارتدادية والفصول العابرة (٤,٤)
١٦٢	..... سلاسل ماركوف الدورية (٤,٥)
١٦٣	..... الحالات الدورية (٤,٥,١)
١٦٧	..... الفصول الدورية (٤,٥,٢)
١٦٩	..... السلاسل الماصة (٤,٦)
١٨١	..... تمارين (٤,٧)
١٨٩	..... الفصل الخامس: مسرانية سلاسل ماركوف

المحتويات

ط

- ١٨٩ مقدمة (٥, ١)
١٩٥ نظريات النهاية (٥, ٢)
١٩٩ السلاسل المختزلة (٥, ٣)
٢١١ السلاسل الدورية (٥, ٤)
٢١٨ تمارين (٥, ٥)

الباب الثاني: عمليات ماركوف

- ٢٢٧ الفصل السادس: عمليات الولادة والوفاة
٢٢٧ (٦, ١) مقدمة
٢٢٧ (٦, ٢) عملية الولادة الخالصة
٢٣٠ (٦, ٢, ١) عملية يول
٢٣٣ (٦, ٢, ٢) عملية بواسون
٢٣٦ (٦, ٣) عملية الوفاة الخالصة
٢٤٠ (٦, ٤) عملية الولادة والوفاة
٢٤٢ (٦, ٥) تمارين
٢٤٧ الفصل السابع: عملية بواسون
٢٤٧ (٧, ١) مقدمة
٢٤٧ (٧, ٢) تعاريف
٢٥٥ (٧, ٣) الأزمنة بين الوصول
٢٦٣ (٧, ٤) خاصية فقدان الذاكرة
٢٦٥ (٧, ٥) الأزمنة الارتدادية الأمامية

٢٦٧	..... (٧,٦) الوضع العلوي لعمليات بواسون
٢٦٨	..... (٧,٧) تفكك عملية بواسون
٢٧١	..... (٧,٨) عمليات بواسون المركبة
٢٧٥	..... (٧,٩) عمليات بواسون غير المستقرة
٢٧٧	..... (٧,١٠) تمارين
٢٨٣	..... الفصل الثامن: عمليات لاولادة ولاوفاة
٢٨٣	..... (٨,١) مقدمة
٢٨٣	..... (٨,٢) نموذج الولادة الجماعي
٢٨٩	..... (٨,٣) نموذج الوفاة الجماعي
٢٩٣	..... (٨,٤) تمارين

الباب الثالث: تطبيقات

٢٩٩	..... الفصل التاسع: صفوف انتظار ماركوف
٢٩٩	..... (٩,١) مقدمة
٢٩٩	..... (٩,٢) أنظمة صفوف الانتظار
٣٠٣	..... (٩,٣) نماذج صفوف انتظار ولادة ووفاة
٣٢٢	..... (٩,٤) نماذج لاولادة ولاوفاة لصفوف الانتظار
٣٢٦	..... (٩,٥) تمارين
٣٣١	..... الفصل العاشر: نماذج الموثوقية
٣٣١	..... (١٠,١) مقدمة
٣٣١	..... (١٠,٢) دالة الموثوقية

٣٣٧	..... معدل المخاطرة (١٠,٣)
٣٤٥	..... عمليات التجديد (١٠,٤)
٣٤٧	..... الأنظمة القابلة للصيانة (١٠,٥)
٣٥٣	..... عمليات بواسون غير المتجانسة وتطور الموثوقية (١٠,٦)
٣٥٦	..... تمارين (١٠,٧)
٣٦١	..... الفصل الحادي عشر: عمليات التفرع
٣٦١	..... مقدمة (١١,١)
٣٦٣	..... متوسط وتباين عملية التفرع (١١,٢)
٣٦٦	..... الدالة المولدة لاحتمالات عملية التفرع (١١,٣)
٣٦٩	..... زمن واحتمال الانقراض (١١,٤)
٣٧٣	..... ذرية بتوزيع هندسي (١١,٥)
٣٧٩	..... تمارين (١١,٦)
٣٨٣	..... المراجع
٣٨٥	..... ثبت المصطلحات العلمية
٣٨٥	..... أولاً: عربي - انجليزي
٣٩٦	..... ثانياً: انجليزي - عربي
٤٠٧	..... كشاف الموضوعات