



نظرية الاحتمالات وتطبيقاتها

تأليف

د. عبدالرحمن بن محمد أبو عمه
الأستاذ بقسم الإحصاء وبحوث العمليات
كلية العلوم بالرياض
جامعة الملك سعود

د. محمد بن إبراهيم عقيل
الأستاذ المشارك بقسم الرياضيات
كلية التربية بأبها
جامعة الملك خالد

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود
ص.ب. ٦٨٩٥٣ الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٢١هـ (٢٠٠٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

عقيل، محمد إبراهيم

نظرية الاحتمالات وتطبيقاتها. محمد إبراهيم عقيل؛ عبدالرحمن محمد أبو عمه

- الرياض

٥٨٥ ص، ٢٤×١٧ سم

ردمك: ٩٩٦٠-٣٧-٠٥٥-٠

١- الاحتمالات (رياضيات) - نظريات

أ - أبو عمه، عبدالرحمن

ب- العنوان

٢٠ / ٣٦٨٩

ديوي ٥١٩,٢

رقم الإيداع: ٢٠ / ٣٦٨٩

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة،
وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين -
في اجتماعه العاشر للعام الدراسي ١٤١٨/١٤١٩هـ الذي عقد بتاريخ
١٨/١٠/١٤١٨هـ الموافق ١٥/٢/١٩٩٨م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢١هـ / ٢٠٠٠م



المقدمة

لقد كان الدافع وراء عزمنا في إعداد هذا الكتاب هو قلة الكتب المتوافرة في الاحتمالات باللغة العربية أولاً، وثانياً شعورنا بحاجة الطالب العربي الشديدة إلى كتاب يغطي حاجته الأساسية من هذا العلم.

حاولنا أن يكون الكتاب شاملاً لجميع الموضوعات الأساسية، ويعتمد على التسلسل المتعارف عليه في عرض موضوعاته، وتكثر فيه الأمثلة والتمارين وتتنوع في تطبيقاتها. ولا يحتاج الكتاب إلى خلفية كبيرة في علم الرياضيات عدا مقرر أو ما يعادله على المستوى الجامعي. وقد لاحظنا أن غالبية الخلفية المطلوبة لهذا الكتاب في الرياضيات سبق للطالب أن درسها في مقرر رياضيات الصف الثالث الثانوي في كل الدول العربية تقريباً؛ لذا فإن الكتاب يلبي حاجة الدارسين من طلابنا وطلباتنا من المبتدئين في علم الإحصاء، والاحتمالات، وبحوث العمليات، والرياضيات، بالإضافة إلى سد حاجة غير المختصين من الباحثين والزملاء في العلوم التطبيقية الأخرى التي تعتمد على علم الاحتمالات مثل: الهندسة، والإدارة، والطب، والعلوم الإنسانية.

يحتوي الكتاب على تسعة فصول، وينقسم كل فصل إلى عدد من البنود الرئيسة والبنود الفرعية حسب الحاجة، كما هو واضح من قائمة محتويات الكتاب. بالإضافة إلى فهرس المصطلحات باللغة العربية واللغة الإنجليزية وكشاف بالمصطلحات باللغة العربية واللغة الإنجليزية، وذلك بعد قائمة شاملة لجميع

المراجع العربية والإنجليزية التي استفدنا منها ولو بطريقة غير مباشرة في تأليف الكتاب .

استخدمنا اللغة الإنجليزية في عرض المعادلات، كما أثبتنا المصطلح الإنجليزي مع مرادفه العربي عند ظهوره لأول مرة، وقد أعدناه أحياناً لتذكير القارئ، وذلك بعد عدة صفحات من ظهوره للمرة الأولى . وينحصر هدفنا في ذلك في زيادة ثروة القارئ اللغوية من الإنجليزية بالمصطلحات الضرورية حتى يتمكن فيما بعد من مواصلة قراءته في مراجع الكتب في نظرية الاحتمالات وتطبيقاتها باللغة الإنجليزية .

أخيراً نود أن نشكر كل من ساعدنا من الزملاء بالنقد أو التصحيح أو التصويب، كما نشكر طلبتنا الذين تساءلوا عن موضوع أو شككوا في صحة برهان أو لمزوا غبطة إلى عدم استقامة نص مما أدى إلى ظهور الكتاب بصورته الحالية .
ختاماً نسأل الله أن ينفعنا بما علمنا، وأن يبارك لنا جميعاً فيما عملنا، وأن يغفر لنا عما تجاوزنا إنه هو الغفور الرحيم، وأن يجعل الله سبحانه وتعالى كتابنا هذا في موازين أعمالنا الصالحة وأجر المجتهدين آمين .

المؤلفان

المحتويات

الصفحة	الموضوع
هـ	المقدمة
ز	المحتويات
١	الفصل الأول: المجموعات
١	١, ١ المجموعة
٢	١, ٢ طرق كتابة المجموعة
٢	١, ٢, ١ طريقة الحصر
٢	١, ٢, ٢ طريقة الوصف أو القانون
٣	١, ٣ المجموعة الجزئية
٤	١, ٤ التساوي
٥	١, ٥ المجموعة الخالية
٦	١, ٦ المجموعة الشاملة
٦	١, ٧ المجموعة المكملة
٧	١, ٨ العمليات الجبرية على المجموعات
٨	١, ٨, ١ الاتحاد أو الجمع
١٠	١, ٨, ٢ التقاطع
١٤	١, ٨, ٣ عملية الطرح أو الفرق بين مجموعتين

١٥	١,٩ حاصل الضرب الكرتيزي للمجموعات
١٧	١,١٠ ادوال المجموعة
١٩	١,١١ المجموعة المنتهية والمجموعة القابلة للعد
٢٠	١,١٢ تجزئة المجموعات
٢١	١,١٣ فصول المجموعات
٢٦	١,١٤ تمارين
٣٣	الفصل الثاني: الاحتمال
٣٣	٢,١ مقدمة
٣٤	٢,٢ بعض التعريفات الأساسية في علم الاحتمال
٤٢	٢,٣ تعريف الاحتمال
٤٢	٢,٣,١ التعريف التقليدي للاحتمال
٤٣	٢,٣,٢ التعريف النسبي للاحتمال
٤٤	٢,٣,٣ التعريف الرياضي للاحتمال
٤٥	٢,٤ أمثلة على الاحتمالات
٥٢	٢,٥ نظريات الاحتمال
٦٧	٢,٦ أمثلة متنوعة على نظريات الاحتمال
٧١	٢,٧ الاحتمال الشرطي
٧٢	٢,٧,١ بعض خواص الاحتمال الشرطي
٧٣	٢,٧,٢ ملاحظات على الاحتمال الشرطي
٧٩	٢,٨ قانون الضرب في الاحتمالات
٨١	٢,٩ علاقة الاحتمال الكلي
٨٦	٢,٩,١ ملاحظات على الاحتمال الكلي
٨٧	٢,١٠ علاقة بيز
٨٨	٢,١٠,١ ملاحظات على علاقة بيز
٩٤	٢,١١ نظريات على الاحتمال الشرطي
٩٨	٢,١٢ الحوادث المستقلة

١١١	٢, ١٣	بعض نظريات الاستقلال
١٢٢	٢, ١٤	تمارين
١٣١		الفصل الثالث: المتغيرات العشوائية
١٣١	٣, ١	مقدمة
١٤٠	٣, ٢	دالة التوزيع لمتغير عشوائي
١٤٠	٣, ٢, ١	خواص دالة التوزيع
١٤٦	٣, ٣	المتغير العشوائي المنفصل ودالة توزيعه
١٦٦	٣, ٤	المتغير العشوائي المتصل ودالة كثافة الاحتمال
١٨٢	٣, ٥	التوزيعات المشتركة
٢٠٣	٣, ٦	التوزيع الهامشي
٢١٢	٣, ٧	دوال الاحتمال الشرطية
٢٢٣	٣, ٨	المتغيرات العشوائية المستقلة
٢٣٠	٣, ٩	تمارين
٢٤٣		الفصل الرابع: التوقع الرياضي للمتغيرات العشوائية
٢٤٤	٤, ١	التوقع الرياضي للمتغيرات العشوائية المنفصلة
٢٤٩	٤, ٢	التوقع الرياضي لدالة في المتغير العشوائي المنفصل
٢٥٣	٤, ٣	خواص التوقع الرياضي للمتغيرات العشوائية المنفصلة
٢٦٧	٤, ٤	التوقع الرياضي للمتغيرات العشوائية المتصلة
٢٦٩	٤, ٥	التوقع الرياضي لدالة في المتغيرات العشوائية المتصلة
٢٧٨	٤, ٦	حساب التغاير لمتغيرين عشوائيين
٢٨٢	٤, ٧	خواص التغاير
٢٨٦	٤, ٨	تباين مجموع أو طرح متغيرين عشوائيين
٢٩٠	٤, ٩	معامل الارتباط لمتغيرين عشوائيين
٢٩٥	٤, ١٠	خواص معامل الارتباط
٣٠٥	٤, ١١	متباينة تشبشف
٣١٢	٤, ١٢	تمارين

٣٢١	الفصل الخامس : العزوم والدوال المولدة للعزوم
٣٢١	٥, ١ العزوم
٣٢٣	٥, ٢ العلاقة بين العزوم حول الوسط الحسابي والعزوم حول الصفر
٣٢٥	٥, ٣ مقياس الالتواء والتفرطح باستخدام العزوم
٣٢٨	٥, ٤ الدوال المولدة للعزوم
٣٣٢	٥, ٥ خواص الدوال المولدة للعزوم
٣٤٢	٥, ٦ الدالة المولدة للتراكمات (الدالة التراكمية)
٣٤٣	٥, ٧ العلاقة بين التراكمات و العزوم
٣٤٥	٥, ٨ الدالة المميزة والمنوال للمتغيرات العشوائية المنفصلة
٣٥٤	٥, ٩ الدالة المولدة للاحتمال
٣٦١	٥, ١٠ تمارين
٣٦٧	الفصل السادس: بعض التوزيعات الاحتمالية المنفصلة
٣٦٧	٦, ١ مقدمة
٣٦٧	٦, ٢ توزيع ذي الحدين الاحتمالي
٣٦٩	٦, ٢, ١ بناء توزيع ذي الحدين
٣٧٨	٦, ٢, ٢ التوزيع التكراري لذي الحدين
٣٧٩	٦, ٢, ٣ خواص توزيع ذي الحدين
٣٨٧	٦, ٢, ٤ مطابقة توزيع ذي الحدين لمجموعة من البيانات
٣٩٠	٦, ٢, ٥ الدالة المولدة للعزوم والدالة التراكمية في توزيع ذي الحدين
٣٩٥	٦, ٣ التوزيع فوق الهندسي الاحتمالي
٣٩٥	٦, ٣, ١ مقدمة
٣٩٦	٦, ٣, ٢ بناء التوزيع فوق الهندسي
٤٠٠	٦, ٣, ٣ خواص التوزيع فوق الهندسي
٤٠٤	٦, ٤ توزيع بواسون
٤٠٤	٦, ٤, ١ مقدمة
٤٠٦	٦, ٤, ٢ بناء تقرب توزيع بواسون لذي الحدين

٤١٢	توزيع بواسون التكراري	٦, ٤, ٣
٤١٣	خواص توزيع بواسون	٦, ٤, ٤
٤١٩	مطابقة توزيع بواسون للبيانات الإحصائية	٦, ٤, ٥
٤٢١	عملية بواسون	٦, ٤, ٦
٤٢٣	الدالة المولدة للعزوم والتراكمات لتوزيع بواسون	٦, ٤, ٧
٤٢٥	توزيع ذي الحدين السالب	٦, ٥
٤٢٥	مقدمة	٦, ٥, ١
٤٢٧	بناء توزيع ذي الحدين السالب	٦, ٥, ٢
٤٢٩	خواص توزيع ذي الحدين السالب	٦, ٥, ٣
٤٣٢	التوزيع الهندسي	٦, ٦
٤٣٢	مقدمة	٦, ٦, ١
٤٣٣	بناء التوزيع الهندسي	٦, ٦, ٢
٤٣٤	المتوسط والتباين للتوزيع الهندسي	٦, ٦, ٣
٤٣٦	الدالة المولدة للعزوم حول الصفر للتوزيع الهندسي	٦, ٦, ٤
٤٣٧	التوزيع متعدد الحدود (كثير الحدود)	٦, ٧
٤٣٧	مقدمة	٦, ٧, ١
٤٣٨	بناء توزيع متعدد الحدود	٦, ٧, ٢
٤٤١	الفصل السابع: بعض التوزيعات الاحتمالية المتصلة	
٤٤١	مقدمة	٧, ١
٤٤١	التوزيع المنتظم (المستطيل)	٧, ٢
٤٤٣	خواص التوزيع المنتظم	٧, ٢, ١
٤٤٤	التوزيع الأسي	٧, ٣
٤٤٥	خواص التوزيع الأسي	٧, ٣, ١
٤٤٨	توزيعا جاما وبيتا	٧, ٤
٤٤٨	دالة جاما	٧, ٤, ١
٤٥٠	دالة بيتا	٧, ٤, ٢

٤٥٢	..... توزيع جاما ٧, ٤, ٣
٤٥٢	..... خواص توزيع جاما ٧, ٤, ٤
٤٥٦	..... النوع الأول من توزيع بيتا ٧, ٤, ٥
٤٥٦	..... خواص الدالة بيتا من النوع الأول ٧, ٤, ٦
٤٥٨	..... النوع الثاني من توزيع بيتا ٧, ٤, ٧
٤٥٩	..... خواص الدالة بيتا من النوع الثاني ٧, ٤, ٨
٤٦٠	..... التوزيع الطبيعي ٧, ٥
٤٦٠	..... مقدمة ٧, ٥, ١
٤٦٣	..... التوزيع الطبيعي القياسي ٧, ٥, ٢
٤٦٤	..... خواص التوزيع الطبيعي ٧, ٥, ٣
	..... الدالة المولدة للعزوم والدالة المولدة للتراكومات في ٧, ٥, ٤
٤٧٥	..... التوزيع الطبيعي
٤٨٠	..... إحدائيات التوزيع الطبيعي ٧, ٥, ٥
٤٨١	..... المساحة تحت منحنى للتوزيع الطبيعي ٧, ٥, ٦
٤٩٥	..... تقريب ذي الحدين للتوزيع الطبيعي ٧, ٥, ٧
٥٠٢	..... تقريب بواسون للتوزيع الطبيعي ٧, ٥, ٨
٥٠٤	..... حساب التكرارات المتوقعة ٧, ٥, ٩
٥٠٥	..... حساب إحدائيات التوزيع الطبيعي ٧, ٥, ١٠
٥٠٩	..... تمـارين ٧, ٦
٥١٧	..... الفصل الثامن: نظرية الموثوقية.
٥١٧	..... مقدمة ٨, ١
٥١٨	..... دالة الموثوقية ودالة معدل الإخفاق ٨, ٢
٥٢١	..... تطبيقات على بعض التوزيعات الاحتمالية ٨, ٣
٥٢٧	..... الأنظمة المتوازية والمتسلسلة ٨, ٤
٥٣٧	..... تطبيقات على الصيانة ٨, ٥
٥٤٠	..... تمـارين ٨, ٦

٥٤٥	..... الفصل التاسع: أنظمة صفوف الانتظار .
٥٤٥	..... ٩, ١ مقدمة
٥٤٦	..... ٩, ٢ مكونات صف الانتظار
٥٤٧	..... ٩, ٣ عمليات الولادة والموت
٥٥٢	..... ٩, ٤ نموذج صف انتظار بواسوني بخادم
٥٥٨	..... ٩, ٥ نتيجة ليتل
٥٦٠	..... ٩, ٦ نموذج صف بواسوني بخادمين
٥٦٥	..... ٩, ٧ تمـارين
٥٦٩	..... المراجع .
٥٦٩	..... المراجع العربية
٥٧١	..... المراجع الإنجليزية
٥٧٣	..... ثبت المصطلحات .
٥٧٣	..... أولا: عربي - إنجليزي
٥٧٨	..... ثانيا: إنجليزي - عربي
٥٨٣	..... كشف الموضوعات .