بسم الله الرحمن الرحيم

الاستدلال الإحصائي

تأليف

زين العابدين عبدالرحيم البشير
أستاذ مشارك

أ.د. أحمد عودة عبدالمجيد عودة
أستـــــاذ

قسم الأساليب الكمية - كلية العلوم الإدارية
جامعة الملك سعود

النشر و المطابع ـ جامعة الملك سعود

ص.ب. : ٢٤٥٤ ـ الرياض ١١٤٥١ ـ المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤١٨هـ (١٩٩٧م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

البشير، زين العابدين عبدالرحيم
الاستدلال الإحصائي/ زين العابدين عبدالرحيم، أحمد عودة عبدالمجيد عودة - الرياض
... ص، ... سم
ردمك ٣-٤٤٠-٠٥-٩٩٦٠ (جلد)
٥-٤٣٦-٠٥-٩٩٦٠ (غلاف)
١- الاستدلال الإحصائي ا- عودة، أحمد عودة عبدالمجيد (م. مشارك) ب- العنوان

ديوي ٤٢٢، ٣١٠ ١٧/٠٨٠٤

رقم الإيداع ١٧/٠٨٠٤

تمّ تحكيم الكتاب بوساطة لجنة متخصصة شكّلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه الثالث عشر للعام الدراسي ١٤١٣/ ١٤١٤هـ المعقود بتاريخ ٢/ ٩/ ١٤١٣هـ الموافق ٢٣/ ٢/ ١٩٩٣م

مكتبة الملك سعود
الرقم العام ٥٨٥٨٢٧
م
رقم الطلب ١٩٤ ك٥٧

مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٨هـ

تقديم

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم. يرتكز البحث العلمي في العديد من مجالاته على الطرق الإحصائية كأدوات لا غنى عنها في استخلاص المعلومات. وقد ازدادت الحاجة لهذه الطرق بصفة خاصة مع تزايد الاعتماد على المعاينة كأسلوب في جمع البيانات بدلا عن أسلوب الحصر الشامل. ذلك أن محاولة تعميم نتائج جزء على الكل المأخوذ منه عملية لا يمكن التأكد من خلوها من الخطأ وهي بالتالي تتطلب استحداث وسائل تتيح إجراءها بأقل قدر ممكن من المخاطرة.

وإذا كان الأساس النظري الذي تستند إليه هذه الطرق، وهو ما يسمى بالنظرية الإحصائية، يتم التوصل إليه في إطار ما يعرف بالتبرير الاستنباطي (deductive reasoning) والذي تستنبط فيه الحقائق كنتائج منطقية لمسلّمات، فإن استخدامها في تعميم نتائج الجزء للكل يقع في مجال ما يسمى بالتبرير الاستقرائي (inductive reasoning) وفي الإحصاء يسمى الـ«جزء» - والذي يسحب وفق أسس معيّنة - «عيّنة» بينما يسمى الـ «كل» الذي سحبت منه العيّنة «مجتمع». ويطلق على عملية تعميم نتائج العيّنة للمجتمع استدلال (أو استقراء) إحصائي (statistical inference).

ولما كان عدم التأكد سمة ملازمة للاستدلال الإحصائي بالضرورة (ما دام المجتمع غير متجانس تماما) فقد لجأ الإحصائيون لنظرية الاحتمال للحصول على

مقياس موضوعي له. وبهذا غدت هذه النظرية أداة أساسية في الاستدلال الإحصائي.

وفي هذا الكتاب نتعرف على الطرق الأساسية للاستدلال الإحصائي. وسيتم تناول هذه الطرق من حيث أساسها الرياضي وتطبيقاتها العملية وذلك بأقل قدر ممكن من التعقيد الرياضي وأكبر قدر ممكن من التبسيط في العرض.

وعلى الرغم من أن الكتاب يهتم أساسا بالاستدلال الإحصائي إلا إنه بدا لنا من الضروري تضمينه عرضا موجزا لأساسيات نظرية الاحتمال والتوزيعات الاحتمالية وذلك حتى يغدو مكتملا ذاتيا. وقد أدرجت هذه الأوليات في الباب الأول. ويتضمن الباب الثاني والباب الثالث نظرية التقدير ونظرية اختبار الفروض بالترتيب. أما الباب الرابع فقد احتوى بعضا من الطرق ذات الطبيعة المميزة والتي لم تتم تغطيتها مثل الطرق اللامعلمية وتحليل التباين.

ولقد حرصنا على أن يقدم الكتاب للقارئ العربي الساعي للإلمام بأساسيات الاستدلال الإحصائي هذه المادة بأكبر درجة ممكنة من الدقة والشمول. ومن هذا المنطلق نفسه نتطلع لأي ملاحظات من القارئ يمكن أن تساهم في إزالة غموض أو تحسين عرض.

ولا يفوتنا في هذا السياق أن نقدم الشكر للأستاذ محمد القواص الذي بذل جهدا كبيرا في كتابة النسخة الأولية من هذا الكتاب.

والحمد لله رب العالمين.

المؤلفان

المحتويات

صفحة

تقديم ..... هـ

الباب الأول: الاحتمال والتوزيعات الاحتمالية

الفصل الأول: مقدمة في الاحتمال

(١,١) مقدمة ٣

(١,٢) حقل بوريل ٤

(١,٣) دالّة النقطة ودالّة المجموعة ٥

(١,٤) الاحتمال ٦

(١,٥) شروط الاحتمال ٨

(١,٥,١) الشرط الأول ٨

(١,٥,٢) الشرط الثاني ٨

(١,٥,٣) الشرط الثالث ٨

(١,٦) التعريف الكلاسيكي للاحتمال ٩

(١,٧) بعض قوانين الاحتمالات ١١

(١,٧,١) قانون الجمع ١١

(١,٧,٢) قانون الضرب ١١

(١,٨) الاحتمال الشرطي ١٢

(١,٩) الحوادث المستقلة ١٢

(١,١٠) نظريّة بييز (بيّز) ١٣

الفصل الثاني: المتغيّرات العشوائية ودوال الاحتمال صفحة

(١ , ٢) المتغيّر العشوائي ١٥
(٢ , ٢) دالّة الاحتمال ١٦
(١ , ٢ , ٢) دالّة الاحتمال للمتغيّر المنفصل ١٦
(٢ , ٢ , ٢) دالّة كثافة الاحتمال للمتغيّر المتّصل ١٧
(٣ , ٢) دالّة التوزيع ١٨
(١ , ٣ , ٢) دالّة التوزيع للمتغيّر المنفصل ١٨
(٢ , ٣ , ٢) دالّة التوزيع للمتغيّر المتّصل ١٨
(٤ , ٢) المتغيّر العشوائي ذو البعدين ١٩
(٥ , ٢) دالّة الاحتمال المشتركة ١٩
(١ , ٥ , ٢) دالّة الاحتمال المشتركة لمتغيّرين منفصلين ٢٠
(٢ , ٥ , ٢) دالّة الاحتمال المشتركة لمتغيّرين متّصلين ٢٠
(٦ , ٢) دالّة الاحتمال الهامشية ٢١
(٧ , ٢) التوزيع الشرطي ٢١
(٨ , ٢) المتغيّرات المستقلة ٢٢
(٩ , ٢) التوقع الرياضي ٢٣
(١ , ٩ , ٢) التوقع الرياضي لمتغيّر ذو بعدين ٢٤
(٢ , ٩ , ٢) التوقع الشرطي ٢٤
(٣ , ٩ , ٢) خصائص التوقع ٢٥
(١٠ , ٢) العزوم ٢٥
(١ , ١٠ , ٢) العزوم حول الصفر ٢٥
(٢ , ١٠ , ٢) العزوم حول الوسط الحسابي ٢٦
(١١ , ٢) الدالّة المولّدة للعزوم ٢٧

الفصل الثالث: بعض التوزيعات الاحتمالية

(١ , ٣) مقدمة ٢٩
(٢ , ٣) توزيع ذي الحدين ٢٩

صفحة

(١ , ٢ , ٣) دالّة احتمال ذي الحدين ٣٠
(٢ , ٢ , ٣) خاصية التجميع لتوزيع ذي الحدين ٣٢
(٣ , ٣) توزيع بواسون ٣٢
(١ , ٣ , ٣) دالّة احتمال بواسون ٣٢
(٤ , ٣) توزيع ذي الحدين السالب ٣٤
(١ , ٤ , ٣) دالّة احتمال ذي الحدين السالب ٣٤
(٥ , ٣) التوزيع التوافيقي ٣٥
(١ , ٥ , ٣) دالّة الاحتمال للتوزيع التوافيقي ٣٥
(٦ , ٣) التوزيع المتعدّد الحدود ٣٦
(١ , ٦ , ٣) دالّة الاحتمال للتوزيع المتعدّد الحدود ٣٦
(٧ , ٣) التوزيع المنتظم (المستطيل) ٣٧
(٨ , ٣) التوزيع الأسي ٣٩
(٩ , ٣) توزيع جاما ٤٠
(١٠ , ٣) توزيع بيتا ٤١
(١١ , ٣) التوزيع الطبيعي ٤٣
(١٢ , ٣) التوزيع اللوغاريتم الطبيعي ٤٤
(١٣ , ٣) توزيع χ^2 ..... ٤٥
(١٤ , ٣) توزيع t ٤٧
(١٥ , ٣) توزيع F ٤٨

الباب الثاني: التقدير

الفصل الرابع: مفاهيم أساسية مرتبطة بالاستدلال الإحصائي

(١ , ٤) المجتمع ٥٣
(٢ , ٤) العيّنة ٥٤
(٣ , ٤) الاستدلال الإحصائي ٥٥

الفصل الخامس: التقدير بنقطة

(١ , ٥) مقدمة ٥٧

صفحة

(٥, ٢) خواص المقدّر الجيّد ٥٨
(٥, ٢, ١) عدم التحيّز ٥٩
(٥, ٢, ٢) الكفاءة ٦٧
(٥, ٢, ٢, ١) أفضل المقدّرات غير المتحيّزة ٦٩
(٥, ٢, ٢, ٢) متباينة راو - كرايمر ٧١
(٥, ٢, ٣) الاتّساق ٧٥
(٥, ٢, ٣, ١) متباينة تشيبتشيف ٧٦
(٥, ٢, ٤) الكفاية ٧٩
(٥, ٢, ٤, ١) نظرية التحليل المعاملي ٨٣
(٥, ٢, ٤, ٢) نتيجة مهمة ٨٩
(٥, ٣) دالّة المعلومات ٩١
(٥, ٣, ١) دالّة المعلومات للمشاهدة الواحدة ٩١
(٥, ٣, ٢) دالّة المعلومات للعيّنة ٩٣
(٥, ٣, ٣) دالّة معلومات المقدّر ٩٥
(٥, ٣, ٤) العلاقة بين دالّة معلومات المقدّر ودالّة معلومات العيّنة ٩٧
(٥, ٣, ٥) الخسارة في المعلومات ٩٧
(٥, ٣, ٦) الحد الأدنى لتباين المقدّر ٩٩
(٥, ٤) طرق تقدير النقطة ١٠١
(٥, ٤, ١) طريقة العزوم ١٠١
(٥, ٤, ٢) طريقة الإمكان الأكبر ١٠٧
(٥, ٤, ٢, ١) تعميم طريقة الإمكان الأكبر ١١٤
(٥, ٤, ٣) طريقة المربعات الصغرى ١١٧
(٥, ٤, ٤) طريقة بييز في التقدير ١٢٤
(٥, ٤, ٤, ١) تقدير النقطة بأسلوب بييز ١٢٨
(٥, ٤, ٤, ٢) خطر بييز ١٢٩
(٥, ٤, ٥) طريقة دالّة القرار ١٣٠

صفحة

(٥ , ٥) تمارين ١٣٤

الفصل السادس: التقدير بفترة

(٦ , ١) فترة الثقة للوسط الحسابي للتوزيع الطبيعي إذا كان التباين معروفا ١٤٢

(٦ , ٢) فترة الثقة للوسط الحسابي للتوزيع الطبيعي إذا كان التباين غير معروفا ١٤٥

(٦ , ٣) فترة الثقة للفرق بين وسطين $(\mu_1 - \mu_2)$ حيث التباين لكل من المجتمعيّن $\left(\sigma_1^2, \sigma_2^2\right)$ معلوم ١٤٨

(٦ , ٤) فترة الثقة للفرق بين وسطين إذا كان التباين المشترك مجهولا ١٥٠

(٦ , ٥) فترة الثقة للتباين σ^2 ..... ١٥٣

(٦ , ٦) فترة الثقة للنسبة بين تباينين ١٥٥

(٦ , ٧) فترة الثقة للنسبة (للعيّنات الكبيرة) ١٥٧

(٦ , ٨) فترة الثقة للفرق بين نسبتين (للعيّنات الكبيرة) ١٥٩

(٦ , ٩) إنشاء فترة ثقة بأسلوب بييز ١٦٢

(٦ , ١٠) تمارين ١٦٤

الباب الثالث: نظرية اختبار الفروض

الفصل السابع: مفاهيم أساسية في نظرية اختبار الفروض

(٧ , ١) مقدمة ١٦٩

(٧ , ٢) الفرض الإحصائي ١٦٩

(٧ , ٢ , ١) أنواع الفروض الإحصائية ١٧٠

(٧ , ٣) اختبار الفرض ١٧٢

(٧ , ٤) قوة الاختبار ١٧٧

(٧ , ٥) دالّة قوة الاختبار ١٧٨

(٧ , ٦) الاختبار ذو القوة القصوى بانتظام ١٨٣

(٧ , ٧) تمارين ١٨٤

الفصل الثامن: طرق إنشاء اختبارات جيّدة

(٨ , ١) مقدمة ١٨٧

(٨ , ٢) نظرية نيمان - بيرسون ١٨٧

صفحة

(٨,٣) اختبار نسبة الإمكان ١٩٨
(٨,٤) اختبار نسبة الاحتمال المتوالي ٢٠٥
(٨,٥) طريقة دالّة القرار ٢١٠
(٨,٦) طرق بييز ٢١٦
(٨,٧) تمارين ٢١٨

الباب الرابع: طرق أخرى

الفصل التاسع: الطرق اللامعلميّة

(٩,١) مقدمة ٢٢٣
(٩,٢) اختبار الإشارة ٢٢٣
(٩,٢,١) اختبار الإشارة للاستدلال على الوسيط ٢٢٤
(٩,٢,٢) اختبار الإشارة للمقارنة بين توزيعيّن ٢٢٦
(٩,٣) اختبار مجموع الرتب ٢٢٨
(٩,٣,١) اختبار مجموع الرتب للعيّنات الكبيرة ٢٣١
(٩,٤) اختبار التلاحق ٢٣٣
(٩,٤,١) اختبار التلاحق في حالة العيّنات الكبيرة ٢٣٨
(٩,٥) معامل سبيرمان لارتباط الرتب ٢٤٠
(٩,٦) الإحصائيات الترتيبية ٢٤١
(٩,٦,١) دالّة كثافة الاحتمال للإحصائية الترتيبية ٢٤٣
(٩,٧) تمارين ٢٤٨

الفصل العاشر: تحليل التكرارات

(١٠,١) اختبار جودة توفيق توزيع نظري لتوزيع مشاهد ٢٥١
(١٠,٢) اختبار الاستقلال ٢٥٧
(١٠,٣) اختبار التجانس ٢٦١
(١٠,٤) تمارين ٢٦٥

الفصل الحادي عشر: تحليل الانحدار والارتباط

(١١,١) تحليل الانحدار ٢٦٩

صفحة

(١١,١,١) حالة الدالّة المشتركة معروفة ٢٦٩
(١١,١,٢) حالة الدالّة المشتركة غير معروفة ٢٧٢
(١١,١,٢,١) الاستدلال على α و β ٢٧٤
(١١,١,٢,٢) تقويم معادلة خط الانحدار ٢٨٢
(١١,٢) تحليل الارتباط ٢٨٣
(١١,٢,١) الانحدار والارتباط المتعدّد ٢٨٨
(١١,٣) تمارين ٢٨٩

الفصل الثاني عشر: تحليل التباين

(١٢,١) تحليل التباين في اتجاه واحد ٢٩٣
(١٢,٢) تحليل التباين في اتجاهين ٣٠٠
(١٢,٣) تمارين ٣٠٣

الجداول

جدول (I) : المساحة تحت المنحنى الطبيعي المعياري ٣٠٧
جدول (II) : جدول توزيع t ٣٠٨
جدول (III) : جدول توزيع χ^2 ..... ٣٠٩
جدول (IV) : جدول توزيع F ٣١٠
جدول (V) : جدول توزيع ذي الحدين ٣١٢
جدول (VI) : القيم الحرجة لـ r في اختبار التلاحق ٣١٧
جدول (VII) : القيم الحرجة لـ W في اختبار مان وتيني ٣١٨
جدول (VIII) : القيم الحرجة التقريبية بالطرف الأيمن r_s' لمعامل سبيرمان r_s ٣٢٠

مراجع مختارة ٣٢١

ثبت المصطلحات

أولا : عربي - إنجليزي ٣٢٣
ثانيا : إنجليزي - عربي ٣٣٣

كشّاف الموضوعات ٣٤٥