بسم الله الرحمن الرحيم

التوزيعات الإحصائية
تطبيقات وتقديرات المعالم

تأليف

Nick T. Thomopoulos

ترجمة

د. منصور بن محمد شراحيلي

أستاذ مساعد بقسم الإحصاء وبحوث العمليات

كلية العلوم – جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤١هـ (٢٠٢٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ثوموبولوس، نيك ت.

التوزيعات الإحصائية: تطبيقات وتقديرات المعالم / نيك ت. ثوموبولوس؛ منصور بن محمد شراحيلي - الرياض، ١٤٤١هـ.

٢١٥ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٧ - ٨٣٣ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١ - الإحصاء الرياضي أ. شراحيلي، منصور بن محمد (مترجم) ب. العنوان

ديوي ٥١٩ ١٤٤١/٤٦٤٦

رقم الإيداع: ١٤٤١/٤٦٤٦

ردمك: ٧ - ٨٣٣ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Statistical Distributions: Applications and Parameter Estimates
By: Nick T. Thomopoulos.
© Springer International Publishing AG 2017.
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثاني للعام الدراسي ١٤٤٠/ ١٤٤١هـ، المعقود بتاريخ ١٧/ ١/ ١٤٤١هـ، الموافق ١٦/ ٩/ ٢٠١٩م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم النبيين والمرسلين سيدنا محمد عليه أفضل الصلاة وأتم التسليم وبعد، لا يخفى على القارئ العزيز أهمية التوزيعات الاحتمالية سواءً كانت متقطعة أم متصلة وما لها من تطبيقات عديدة في شتى مجالات الحياة والدور الكبير الذي تقدمه في عملية اتخاذ القرار حول ظاهرة معينة، لذا نقدم للمكتبة العربية هذا العمل والذي يحتوي على أهم التوزيعات الاحتمالية المستخدمة في الحياة، ونبذة عن كل توزيع من خلال تقدير معالمه حيث إنه في معظم الدراسات التطبيقية لا تكون هذه المعالم معروفة وذلك عن طريق إيجاد أهم المقاييس العددية الخاصة به من خلال استخدام بيانات عينة من هذا التوزيع، كما يشمل بعض التطبيقات بالإضافة إلى عرض الشكل البياني الخاص بكل توزيع عند قيم محددة للمعالم.

وفي الختام أتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم بتحسين هذا العمل وأبدى ملاحظاته لتطويره سائلاً المولى عز وجل أن يكون هذا العمل إضافة جيدة للمكتبة العربية وأن ينفع به المهتمين في التحليل الإحصائي والاحتمالي إنه جواد كريم.

المترجم

إهداء المؤلف

لزوجتي، وأولادي، وأحفادي.

شكر وتقدير

أتوجّه بالشكر على وجه الخصوص لزوجتي، ايلين ثوموبولوس، التي شجعتني على كتابة هذا الكتاب، والتي قدمت لي المشورة كلّما دعت الحاجة، وأيضاً أتوجه بالشكر لدانيال سوسمان على تدقيقه للنص. كما أشكر العديد من الأشخاص الذين ساعدوني وكانوا مصدر إلهامٍ بالنسبة لي على مرّ السنين، بمن فيهم بعض طلاب الدكتوراه في معهد إلينوي للتكنولوجيا. ولا يمكنني إلا ذكر بعض الأسماء هنا: إيمانويل بيتينيس (الجامعة الوطنية للعلوم الصحية)، وفريد بوك (معهد أبحاث إلينوي للتكنولوجيا)، وديك تشيابيتا (شيابيتا وويلش)، وآل إندرس (جامعة تامبا)، وجون جاروفالاكيس (جامعة باتراس)، وجيمس هول (كايوود شيلر أسوشيتس)، ومونتيرا جانتارافاريرات (معهد إلينوي للتكنولوجيا)، وأرفيد جونسون (جامعة سان فرانسيس)، وكارول ليندي (باندیت)، وأناتول لونجينو (معهد إلينوي للتكنولوجيا)، وفوتس موزاكيس (فراين ريسيرتش)، وجورج ريسنيكوف (جامعة كاليفورنيا)، وبول سبيراكيس (جامعة باتراس).

نبذة عن المؤلف

حصل نيك ت. ثوموبولوس على درجة البكالوريوس في الأعمال ودرجة الماجستير في الرياضيات من جامعة إلينوي، ودرجة الدكتوراه في الهندسة الصناعية من معهد إلينوي للتكنولوجيا. كان مشرفاً على بحوث العمليات في معهد هارفستر العالمي، وكبير العلماء في معهد أبحاث إلينوي للتكنولوجيا، وبروفسور في الهندسة الصناعية، في كلية ستيوارت للأعمال في معهد إلينوي للتكنولوجيا. قام بتأليف أحد عشر كتاباً بما في ذلك: أساسيات نظم صفوف الانتظار (سبرنجر)، وأساسيات محاكاة مونت كارلو (سبرنجر)؛ وطرائق التنبؤ التطبيقي (برنتايس هول)، وأساسيات الإنتاج والمخزون، وسلسلة التوريد (أتلانتيك). كما قام بنشر العديد من الأبحاث، وقدّم استشارات عديدة في مجموعة واسعة من القطاعات في الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا، وآسيا. كما حصل نيك على العديد من الجوائز على مرّ السنين، مثل: جائزة ريست من جمعية أبحاث العمليات العسكرية للتطورات الجديدة التي أدخلها على نظرية صفوف الانتظار، وجائزة الأستاذ المميّز في بانكوك، تايلاند، من جمعية الخريجين الآسيويين من معهد إلينوي للتكنولوجيا، وجائزة الإنجاز المهني من جمعية الخريجين الآسيويين من معهد إلينوي للتكنولوجيا.

مقدمة المؤلف

التوزيع الإحصائي هو دالّة رياضية تعرّف حدوث محتمل لمتغيّر عشوائي عبر مداه المقبول. ويعد فهم التوزيعات الإحصائية مطلباً أساسياً للباحثين في جميع التخصصات تقريباً حيث سيختار الباحث المطّلع التوزيع الإحصائي الذي يناسب البيانات الموجودة في الدراسة. يقدّم هذا الكتاب وصفاً لمجموعة التوزيعات الإحصائية ذات التطبيق الواسع في الدراسات التي تبحث في الإحصاءات والاحتمالات. إنَّ بعض التوزيعات معروفة للباحث العام ويتم استخدامها بعدة طرق، في حين أنَّ التوزيعات المفيدة الأخرى يصعب فهمها وليست شائعة الاستخدام. يُبيّن هذا الكتاب متى وكيف يمكن تطبيق كلّ نوع من التوزيعات في الدراسات البحثية بهدف تحديد التوزيع الأفضل تطبيقاً على الدراسة. إنَّ التوزيعات الإحصائية هي للمتغيرات العشوائية المتصلة، والمنفصلة وثنائية المتغيرات. وفي معظم الدراسات، تكون قيم المعالم غير معروفة مسبقًا، وهناك حاجة إلى بيانات العيّنة لتقدير قيم هذه المعالم. وفي سيناريوهات أخرى لا تتوفر بيانات العيّنة، ويسعى الباحث لبعض المعلومات التي تساعد على تقدير قيم المعالم. إنَّ هذا الكتاب سهل القراءة ويتضمن العديد من الأمثلة التي ترشد القارئ وسيكون مرجعاً مفيداً للغاية لأي شخص يقوم بإجراء تحليل إحصائي واحتمالي. ويشمل ذلك علماء الإدارة، والباحثين في السوق، والمهندسين، وعلماء الرياضيات، والفيزيائيين، والكيميائيين، والاقتصاديين، والباحثين في العلوم الاجتماعية، والطلاب في العديد من التخصصات.

نيك ت. ثوموبولوس

بير ريدج، إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية

المحتويات

مقدمة المترجم ..... هـ
إهداء المؤلف ..... ز
شكر وتقدير ..... ط
نبذة عن المؤلف ..... ك
مقدمة المؤلف ..... م

الفصل الأول: المفاهيم الإحصائية ١
١-١ مقدمة ١
١-١-١ التوزيعات الاحتمالية، والمتغيرات العشوائية، والترميز، والمعالم ١
١-٢ أساسيات ٣
١-٣ التوزيع المتصل ٤
١-٤ التوزيعات المنفصلة ٦
١-٥ الإحصاءات الأساسية لبيانات العيّنة ٧
١-٦ طرق تقدير المعالم ٩
١-٦-١ طريقة مقدّر الإمكان الأعظم (MLE) ٩
١-٦-٢ طريقة العزوم (MoM) ٩
١-٧ تحويل المتغيرات ٩
١-٧-١ تحويل البيانات إلى صفر أو أكبر ١٠

١-٧-٢ تحويل البيانات إلى صفر وواحد ١٠
١-٧-٣ التوزيعات المتصلة ومعامل الاختلاف ١٣
١-٧-٤ التوزيعات المنفصلة ونسبة لكسيس ١٣
١-٨ ملخص ١٤

الفصل الثاني: التوزيع المنتظم المتصل ١٥
٢-١ أساسيات ١٥
٢-٢ بيانات العيّنة ١٧
٢-٣ تقدير المعالم من بيانات العيّنة ١٨
٢-٤ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٢٠
٢-٥ عندما تكون المعلمتان *(a, b)* مجهولتين ٢٠
٢-٦ ملخص ٢٢

الفصل الثالث: التوزيع الأسّي ٢٣
٣-١ أساسيات ٢٣
٣-٢ القيم الجدولية ٢٦
٣-٣ خاصية فقدان الذاكرة ٢٧
٣-٤ علاقة بواسون ٢٨
٣-٥ بيانات العينة ٣٠
٣-٦ تقدير المعلمة من بيانات العينة ٣٠
٣-٧ تقدير المعلمة عند عدم توفر بيانات ٣١
٣-٨ ملخص ٣٣

الفصل الرابع: توزيع إرلانج ٣٥
٤-١ مقدمة ٣٥
٤-٢ أساسيات ٣٥

٤-٣ الجداول ٣٧
٤-٤ بيانات العيّنة ٤٠
٤-٥ تقدير المعلمتين عند توفر بيانات العينة ٤٠
٤-٦ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٤٢
٤-٧ ملخص ٤٥

الفصل الخامس: توزيع جاما ٤٧
٥-١ مقدمة ٤٧
٥-٢ أساسيات ٤٧
٥-٣ دالة جاما ٤٨
٥-٤ الاحتمال التراكمي ٤٨
٥-٥ تقدير الاحتمال التراكمي ٥٠
٥-٦ بيانات العيّنة ٥٢
٥-٧ تقدير المعلمتين عند توفر بيانات العينة ٥٣
٥-٨ تقدير معلمة عند عدم توفر بيانات ٥٤
٥-٩ ملخص ٥٦

الفصل السادس: توزيع بيتا ٥٧
٦-١ مقدمة ٥٧
٦-٢ أساسيات ٥٨
٦-٣ توزيع بيتا المعياري ٥٨
٦-٤ أشكال توزيع بيتا ٥٩
٦-٥ بيانات العيّنة ٦٢
٦-٦ تقدير المعالم عند توفر بيانات العيّنة ٦٢
٦-٧ تقدير انحدار المتوسط من المنوال ٦٤
٦-٨ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٦٦
٦-٩ ملخص ٦٩

الفصل السابع: توزيع ويبل ٧١
٧-١ مقدمة ٧١
٧-٢ أساسيات ٧١
٧-٣ توزيع ويبل القياسي ٧٢
٧-٤ بيانات العيّنة ٧٤
٧-٥ تقدير معلمة γ عند توفر بيانات العيّنة ٧٤
٧-٦ تقدير المعلمتين (k_1, k_2) عند توفر بيانات العيّنة ٧٥
٧-٧ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٧٩
٧-٨ ملخص ٨١

الفصل الثامن: التوزيع الطبيعي ٨٣
٨-١ مقدمة ٨٣
٨-٢ أساسيات ٨٣
٨-٣ التوزيع الطبيعي القياسي ٨٤
٨-٤ تقريبات هاستينج (Hastings Approximations) ٨٥
٨-٥ جداول التوزيع الطبيعي القياسي ٨٧
٨-٦ بيانات العيّنة ٨٩
٨-٧ تقدير المعالم عند توفر بيانات العيّنة ٩٠
٨-٨ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٩٠
٨-٩ ملخص ٩٢

الفصل التاسع: توزيع اللوغاريتم الطبيعي ٩٣
٩-١ مقدمة ٩٣
٩-٢ أساسيات ٩٣
٩-٣ منوال اللوغاريتم الطبيعي ٩٤
٩-٤ وسيط اللوغاريتم الطبيعي ٩٥

٩-٥ بيانات العيّنة ٩٦
٩-٦ تقدير المعالم عند توفر بيانات العيّنة ٩٧
٩-٧ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ٩٩
٩-٨ ملخص ١٠٢

الفصل العاشر: التوزيع الطبيعي المقطوع الأيسر ١٠٣
١٠-١ مقدمة ١٠٣
١٠-٢ أساسيات ١٠٤
١٠-٣ التوزيع الطبيعي القياسي ١٠٤
١٠-٤ التوزيع الطبيعي المقطوع الأيسر ١٠٥
١٠-٥ الاحتمال التراكمي للمتغير العشوائي t ١٠٦
١٠-٦ بيانات العيّنة ١١١
١٠-٧ تقدير المعالم عند توفر بيانات العيّنة ١١١
١٠-٨ التوزيع الطبيعي المقطوع الأيسر في ضبط المخزون ١١٤
١٠-٩ مركز التوزيع في قطّاع السيارات ١١٥
١٠-١٠ الوكيل، أو بائع التجزئة، أو المتجر ١١٥
١٠-١١ ملخص ١١٦

الفصل الحادي عشر: التوزيع الطبيعي المقطوع الأيمن ١١٧
١١-١ مقدمة ١١٧
١١-٢ أساسيات ١١٨
١١-٣ التوزيع الطبيعي القياسي ١١٨
١١-٤ التوزيع الطبيعي المقطوع الأيمن ١١٩
١١-٥ الاحتمال التراكمي للمعلمة K ١٢٠
١١-٦ متوسط المتغير t وانحرافه المعياري ١٢١
١١-٧ نسبة انتشار التوزيع الطبيعي المقطوع الأيمن ١٢١
١١-٨ القيم الجدولية ١٢١

١١-٩ بيانات العيّنة ١٢٥
١١-١٠ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٢٦
١١-١١ تقدير δ في التوزيع الطبيعي المقطوع الأيمن ١٢٦
١١-١٢ تقدير النقطة المئوية α للمتغير X ١٢٦
١١-١٣ ملخص ١٢٨

الفصل الثاني عشر: التوزيع المثلثي ١٣١
١٢-١ مقدمة ١٣١
١٢-٢ أساسيات ١٣١
١٢-٣ التوزيع المثلثي القياسي ١٣١
١٢-٤ التوزيع المثلثي ١٣٣
١٢-٥ القيم الجدولية للمتغير Y ١٣٥
١٢-٦ اشتقاق $x\alpha =$ النقطة المئوية -α للمتغير X ١٣٦
١٢-٧ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ١٣٧
١٢-٨ ملخص ١٣٨

الفصل الثالث عشر: التوزيع المنتظم المنفصل ١٣٩
١٣-١ مقدمة ١٣٩
١٣-٢ أساسيات ١٣٩
١٣-٣ نسبة لكسيس ١٤٠
١٣-٤ بيانات العيّنة ١٤١
١٣-٥ تقدير المعلمتين عند توفر بيانات العيّنة ١٤١
١٣-٦ تقدير المعلمتين عند عدم توفر بيانات ١٤٢
١٣-٧ ملخص ١٤٤

الفصل الرابع عشر: توزيع ثنائي الحدين ١٤٥
١٤-١ مقدمة ١٤٥

١٤-٢ أساسيات ١٤٥
١٤-٣ نسبة لكسيس ١٤٦
١٤-٤ التقريب الطبيعي ١٤٧
١٤-٥ تقريب بواسون ١٤٨
١٤-٦ بيانات العيّنة ١٥١
١٤-٧ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٥٢
١٤-٨ تقدير المعالم عند عدم توفر بيانات ١٥٢
١٤-٩ ملخص ١٥٣

الفصل الخامس عشر: التوزيع الهندسي ١٥٥
١٥-١ مقدمة ١٥٥
١٥-٢ أساسيات ١٥٥
١٥-٣ عدد الإخفاقات ١٥٦
١٥-٤ بيانات العيّنة ١٥٦
١٥-٥ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٥٦
١٥-٦ عدد المحاولات ١٥٨
١٥-٧ بيانات العيّنة ١٥٩
١٥-٨ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٥٩
١٥-٩ تقدير المعلمة عند عدم توفر بيانات العيّنة ١٦٠
١٥-١٠ نسبة لكسيس ١٦١
١٥-١١ خاصية فقدان الذاكرة ١٦١
١٥-١٢ ملخص ١٦٢

الفصل السادس عشر: توزيع باسكال ١٦٣
١٦-١ مقدمة ١٦٣
١٦-٢ أساسيات ١٦٣
١٦-٣ عدد الإخفاقات ١٦٤

١٦-٤ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٦٤
١٦-٥ تقدير المعلمة عند عدم توفر البيانات..... ١٦٥
١٦-٦ عدد المحاولات..... ١٦٧
١٦-٧ نسبة لكسيس..... ١٦٧
١٦-٨ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٦٨
١٦-٩ ملخص ١٦٩

الفصل السابع عشر: توزيع بواسون..... ١٧١
١٧-١ مقدمة..... ١٧١
١٧-٢ أساسيات ١٧١
١٧-٣ نسبة لكسيس..... ١٧٢
١٧-٤ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٧٢
١٧-٥ تقدير المعلمة عند عدم توفر بيانات ١٧٢
١٧-٦ الارتباط الأسي ١٧٣
١٧-٧ توزيع بواسون مع عدة وحدات ١٧٥
١٧-٨ ملخص ١٧٦

الفصل الثامن عشر: التوزيع الهندسي الزائد (فوق الهندسي) ١٧٧
١٨-١ مقدمة..... ١٧٧
١٨-٢ أساسيات ١٧٧
١٨-٣ تقدير المعلمة عند توفر بيانات العيّنة ١٧٨
١٨-٤ التقدير الثنائي ١٧٨
١٨-٥ ملخص ١٨٠

الفصل التاسع عشر: التوزيع الطبيعي الثنائي ١٨١
١٩-١ مقدمة..... ١٨١

١٩-٢ أساسيات ١٨١
١٩-٣ التوزيع الطبيعي الثنائي ١٨٢
١٩-٤ التوزيعات الهامشية ١٨٢
١٩-٥ التوزيع الشرطي ١٨٣
١٩-٦ التوزيع الطبيعي القياسي الثنائي ١٨٣
١٩-٧ التوزيع الهامشي ١٨٣
١٩-٨ التوزيعات الشرطية ١٨٤
١٩-٩ التقريب إلى الاحتمال المشترك التراكمي ١٨٤
١٩-١٠ الجداول الإحصائية ١٩٠
١٩-١١ ملخص ١٩١

الفصل العشرون: توزيع اللوغاريتم الطبيعي الثنائي ١٩٣
٢٠-١ مقدمة ١٩٣
٢٠-٢ أساسيات ١٩٣
٢٠-٣ الاحتمال التراكمي ١٩٥
٢٠-٤ ملخص ١٩٧

المراجع ١٩٩
ثبت المصطلحات ٢٠١
أولًا: عربي - إنجليزي ٢٠١
ثانيًا: إنجليزي - عربي ٢٠٧
كشاف الموضوعات ٢١٣