





# الأساس في الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات

تأليف

بريان ف. ج. مانلي

قسم الرياضيات والإحصاء

جامعة أوناפו - نيوزيلاندا

ترجمة

الدكتور عبدالرحمن محمد أبو عمه

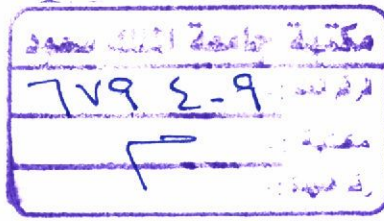
أستاذ بقسم الإحصاء وبحوث العمليات

كلية العلوم - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص. ب. ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية





ح جامعة الملك سعود، ١٤٢٢هـ (٢٠٠١م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها لكتاب :

Multivariate Statistical Methods: A Primer.  
Bryan F.J. Manly, Second Edition, Chapman & Hall, 1994

### فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مانلي، بريان ف. ج.  
الأساس في الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات / ترجمة عبدالرحمن محمد  
أبو عمة - الرياض .

٢٨٣ ص، ١٧ × ٢٤ سم  
ردمك ٣-١٨٨-٣٧-٩٩٦٠

١- الطرق الإحصائية  
٢- الدوال الحقيقية (الرياضيات)  
أ- أبو عمة، عبدالرحمن بن محمد (مترجم) ب- العنوان

٢١ / ٣٦٦٨

ديوي ٨٢، ٥١٥

رقم الإيداع: ٢١ / ٣٦٦٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الثامن عشر للعام الدراسي ١٤٢٠ / ١٤٢١هـ المعقود في ٤ / ١ / ١٤٢١هـ الموافق ٩ / ٤ / ٢٠٠٠م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٢هـ



# تبدأ رحلة الألف ميل بخطوة واحدة

لاوتسو (Lao Tsu)



## مقدمة المترجم

لم تكن دراستي السابقة كافية في مجال الإحصاء التطبيقي ، وحتى مقرر التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات الذي درسته في مرحلة الماجستير كان مقررًا متقدمًا في جبر المصفوفات وحساب التفاضل والتكامل المتقدم ، مع الإشارة من طرف خفي إلى أهمية ذلك في الحياة العملية . ومع أن دراستي لهذا المنهج كانت مع أحد أفضل الأساتذة المحاضرين الذين تعلمت على أيديهم وهو الدكتور إم باسكارا راو (M. B. Rao) عندما كان في جامعة شيفيلد ، ومع قدرة هذا الأستاذ الفائقة في تبسيط المواضيع فإنه أيضًا يجذبك في نهاية المطاف إلى جمال الرياضيات وقدرتها على صياغة نماذج للحياة العملية وحل هذه النماذج .

وقد أبدى في السنوات الأخيرة عدد من الطلاب في مرحلة البكالوريوس في قسم الإحصاء وبحوث العمليات بالجامعة رغبتهم في أن تكون مشاريعهم للتخرج مواضيع تفيدهم في حياتهم العملية وتبين لهم دور الإحصاء في اتخاذ القرار المناسب ، فكان اختيار هذا الكتاب كأحد أنسب المراجع استخدامًا ، لأنه لا يحتاج إلى خلفية في الرياضيات تتجاوز مرحلة الثانوية العامة إلا في بعض المفاهيم المحددة جدا في جبر المصفوفات ، كما أن الكتاب جيد في أسلوبه ، فإنه يشرح طريقة التحليل عبر خطوات متتابعة ، ثم يقوم بحل مثال حول الطريقة من مجال تطبيقي وبيانات حقيقية من الميدان . أورد المؤلف في البداية مجموعة من الأمثلة وأشار إلي طرق التحليل المتعدد المتغيرات الممكنة لمعالجتها ، والتعامل معها ، ومن ثم المفاهيم الضرورية من جبر المصفوفات مثل العمليات على المصفوفات والمتجهات وقلب المصفوفة والقيم المميزة

والتجهيزات المميزة . ثم ربط ذلك بالإحصاء وأشار إلي متجهات الأوساط ومصفوفات التغاير . عرّج المؤلف بعد ذلك على كيفية عرض المعلومات المتعددة المتغيرات بيانياً . وأجرى مسحاً جيداً وموجزاً وسهلاً لاختبار المعنوية في الإحصاء . ومن ثم عرض كيفية قياس المسافة بيانياً بين المفردات المتعددة المتغيرات واختبر هذه القياسات .

تناول المؤلف بعد ذلك ما لا يقل عن سبعة تحليلات متعددة المتغيرات مثل تحليل الوحدات الرئيسية ، والتحليل العاملي ، وتحليل دالة التمييز ، والتحليل العنقودي ، وتحليل الارتباط القانوني ، والقياس أو الوزن المتعدد الأبعاد وأخيراً الترتيب . احتوى كل فصل على مثال عملي أو أكثر بالإضافة إلى المراجع المستخدمة وقائمة بمراجع تفيد كل من أراد معلومات أكثر تفصيلاً .

يعتمد إختيار الكتاب من بين عشرات الكتب في هذا الموضوع لعدة أسباب منها شمولية موضوعاته ، وبساطة عرضه لأفكاره ، وأحسب أنه لا يحتاج في متابعة فصوله إلا إلى خلفية متواضعة في الرياضيات والإحصاء ، والحاسب الآلي . أشار المؤلف إلى برامج الحاسب الآلي التي يكون من بين خياراتها طرق التحليل ، ويمكن بالمقارنة مع أمثلة تحليل بيانات البيئة والآثار وعلم الأحياء وعلم الإنسان التي استخدمها المؤلف في عرض خطوات التحليل المختلفة أن تستخدم بيانات أخرى من مجالات طبية وصيدلية ، وعلم الوراثة ، والهندسة والاقتصاد والعمارة ، وعلم الاجتماع ، والنصوص الأدبية واللغات ، بالإضافة إلي الجغرافيا والسكن والمناخ والتاريخ الكمي وعلم التعدين والجيولوجيا ، والتي تتعرض لها كتب أخرى وأبحاث متعددة من بين مجالات تطبيق طرق التحليل المتعدد المتغيرات .

أود أن أخص بالشكر كلاً من محمد نبيل البنداري ، وتيسير صالح راجح وعادل محمد الخليفة الطلاب السابقين بالقسم ، والذين كان لمناقشاتهم واستفساراتهم كبير الأثر في متابعتي للتفكير والمتابعة لبعض المفاهيم الواردة في الكتاب ، مما أدى إلى قناعتي بأهمية الموضوع لمستخدمي الإحصاء من المختصين في مجالات علمية وعملية متعددة .

أشكر كذلك الأستاذ صلاح مرزوق على اهتمامه بالكتاب وطباعته . كما أشكر



كل الزملاء الذين أبدوا ملاحظة أو إشارة إلى عبارة لم تستقم، أو اقترحوا مصطلحا عربيا لم يكن متداولاً، وأخص بالشكر الجزيل الدكتور إبراهيم الواصل على جهوده في مراجعة المسودات والتعديلات والاقتراحات العلمية الطيبة التي ساعدت في تحسين عرض الكتاب .

لن أكون جاحداً لأسرتي كما اعتاد بعض الزملاء المؤلفين الأساتذة والباحثين العرب، ولكن أجزل الشكر لزوجتي وأولادي لتسامحهم على تقصيري في متابعة شؤونهم ومشاركتهم شجونهم فترة انشغالي بترجمة هذا الكتاب .  
وختاماً أمل أن ينفع الله بهذا الكتاب الباحثين من المسلمين والمتحدثين باللغة العربية .

**عبدالرحمن بن محمد أبوعمه**

صفر ١٤١٨ هـ



## مقدمة المؤلف

الهدف من هذا الكتاب هو تقديم الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات إلى غير الرياضيين . لم نقصد أن يكون الكتاب شاملاً ، بل عمدنا إلى جعل التفاصيل قليلة مع نقل الفكرة الجيدة لما يمكن عمله . بعبارة أخرى الكتاب «دفع لك» في مجالات معينة من الطرق الإحصائية .

يفترض أن لدى القارئ معرفة عملية بمبادئ الإحصاء بما في ذلك اختبار المعنوية باستخدام التوزيع الطبيعي وتوزيع تي وتوزيع مربع كاي وتوزيع إف وتحليل التباين والانحدار الخطي وتعدُّ المادة التي يغطيها عادة مقرر خدمات أول سنة في الجامعة كافية تماماً مع إمام ببعض العلاقات الجبرية . يلزم لوصف الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات استخدام جبر المصفوفات ، والكمية الضرورية من ذلك قليلة جداً إذا أمكن قبول بعض التفاصيل برضاً . كما أنه سيكون لدى أي قارئ يجيد مادة الفصل الثاني المستوى اللازم لدراسة هذا الموضوع بكفاءة .

لعل من أسباب كثرة استخدام الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات في الوقت الحالي هو توفر برامج الحاسب الآلي لإجراء الحسابات . وفي الواقع فإن توفر برامج مناسبة أساسية وضرورية لاستخدام هذه الطرق . وبينما لا يهتم هذا الكتاب ببرامج الحاسب الآلي على وجه الخصوص لوجود كثير منها مما يجعل الكتابة عن كل هذه البرامج مستحيلاً ، كما ليس من المنطق التركيز على إحداها دون الأخرى وما عملناه هو ذكر البرامج المستخدمة لعمل الحسابات على سبيل المثال ، وعندما يكون ذلك ممكناً

وفي بعض الحالات نقترح برامج أخرى يمكن استخدامها .

يلاحظ أنه يمكن قراءة كل فصل - إلى حد كبير - مستقلاً عن غيره . فالفصول الخمسة الأولى تعد قراءات أولية ، وتهتم غالباً بمفاهيم عامة لبيانات متعددة المتغيرات أكثر من اهتمامها بتقنيات معينة . يقدم الفصل الأول بعض الأمثلة المستخدمة في الفصول التالية ، ويصف بإيجاز الطرق المتعددة المتغيرات والتي يعنى بها هذا الكتاب . يغطي الفصل الثاني جبر المصفوفات ، ويدرس الفصل الثالث طرق الرسم . يعنى الفصل الرابع باختبارات المعنوية . ولا تعد هذه المادة أساساً لفهم مواضيع الفصول التالية . أما الفصل الخامس فيعرض قياس المسافات باستخدام البيانات المتعددة المتغيرات ، وتؤكد على قراءة البنود الخمسة الأولى منه قبل الفصلين الثامن والعاشر . تغطي الفصول من السادس إلى الثاني عشر معظم الطرق المتعددة المتغيرات المهمة بدلالة استخدامها المعاصر ، ومنها أن الفصل الثاني عشر عن الترتيب جديد في الطبعة الثانية . يشكل الفصلان السادس والسابع زوجاً طبيعياً يقرأان معاً ، ويعتمد الفصل الثاني عشر على مادتي الفصلين السادس والحادي عشر وفيما عدا ذلك فإن الفصلين مستقلان بعضهما عن بعض . وأخيراً حاولنا في الفصل الحادي عشر تلخيص ما غطيناه فيما سبق . وأضفنا تعليقات عامة عن التعامل الجيد مع تحليل البيانات المتعددة المتغيرات .

أهم التغييرات في هذه الطبعة عن سابقتها هي :

- ١- تقديم فصل طرق الرسم ، وذلك لنعكس الاهتمام المتزايد بهذا الموضوع في السنوات القليلة الماضية والتي سببها التقدم في تقنيات الحاسب الآلي .
- ٢- مواد أكثر في قياس الأبعاد من حالات تعتمد على بيانات مفقودة .
- ٣- بند جديد عن استخدام الانحدار اللوغاريتمي كبديل لتحليل دالة التمييز لمجموعتين .
- ٤- تقديم فصل على الترتيب ، بما في ذلك بنود عن تحليل الأحداث الرئيسية وتحليل الاتصال .
- ٥- تقديم تمارين في نهاية معظم الفصول .

عند عمل هذه التغييرات أبقينا دائماً على الهدف الأول في هذا الكتاب وهو أن يكون قصيراً ما أمكن، وليس أكثر من محاولة لآخذ القارئ إلى مرحلة حيث يستطيع استخدام الطرق المتعددة المتغيرات بقدرة وذكاء.

أنا مدين لكثير من الناس الذين علقوا على الطبعة الأولى. وعلى وجه الخصوص إيرل باردسلي (Earl Bardsley) لقراءته الصيغ الأولى لعدة فصول وبعض المحكمين لقراءتهم جزء أو كل الكتاب، وجون هارواي (John Harraway) الذي قرأ كل النسخة الأخيرة من الكتاب قبل إرسالها إلى المطبعة. ولقد أدى تعليق هؤلاء إلى عدد من التحسينات. أعبر عن امتناني كذلك لميري - جين كامبل (Mary - Jane Campbell) التي طبعت وأعدت طباعة نسخ الكتاب كلما عملت تعديلاً.

لقد أشار عدد من القراء إلى أخطاء طفيفة بعد ظهور الطبعة الأولى والتي تمكنت من تصحيحها في هذه الطبعة. تستحق ليليان جونز اليز (Lilian Gonzalez) تنويهاً خاصاً لتزويدي بقائمة طويلة من التعديلات المقترحة. من الطبيعي أن أتحمّل كامل المسؤولية تجاه أية أخطاء قد تظهر في الكتاب.

وفي الختام أود أن أشكر العاملين بدار نشر شامان وهول (Chapman and Hall) لجهودهم خلال السنين الماضية لتسويق الكتاب، وعمل بعض التعديلات مع إعادة الطبع، وتشجيعي على إنجاز الطبعة الثانية.

بريان ف. ج. مانلي

Bryan F. J. Manly

دانيدين (Dunedin) نوفمبر ١٩٩٣ م



## المحتويات

### الصفحة

ز	مقدمة المترجم .....
ك	مقدمة المؤلف .....
١	<b>الفصل الأول : مادة التحليل المتعدد المتغيرات</b> .....
١	١, ١ أمثلة على البيانات المتعددة المتغيرات .....
١٢	١, ٢ تمهيد للطرق المتعددة المتغيرات .....
١٧	١, ٣ التوزيع الطبيعي المتعدد المتغيرات .....
١٨	١, ٤ برامج الحاسب الآلي .....
١٨	١, ٥ طرق الرسم .....
١٩	المراجع .....
٢١	<b>الفصل الثاني : جبر المصفوفات</b> .....
٢١	٢, ١ الحاجة لجبر المصفوفات .....
٢١	٢, ٢ المصفوفات والمتجهات .....
٢٤	٢, ٣ العمليات على المصفوفات .....
٢٦	٢, ٤ مقلوب المصفوفة .....
٢٧	٢, ٥ الصيغ التربيعية .....
٢٧	٢, ٦ القيم المميزة والمتجهات المميزة .....
٢٨	٢, ٧ متجهات الأوساط ومصنفات التغير .....

٣١	..... ٢, ٨ قراءات إضافية
٣٢	..... المراجع
٣٣	..... <b>الفصل الثالث : عرض البيانات المتعددة المتغيرات</b>
٣٣	..... ٣, ١ مسألة عرض عدة متغيرات في بعدين
٣٤	..... ٣, ٢ رسم متغيرات قياسية
٣٥	..... ٣, ٣ عرض المخططات
٣٦	..... ٣, ٤ العرض الرمزي لنقط البيانات
٣٩	..... ٣, ٥ لمحات موجزة عن المتغيرات
٤٢	..... ٣, ٦ مناقشة وقراءات إضافية
٤٣	..... المراجع
٤٥	..... <b>الفصل الرابع : اختبارات المعنوية لبيانات متعددة المتغيرات</b>
٤٥	..... ٤, ١ الاختبارات المعنوية لعدة متغيرات
٤٦	..... ٤, ٢ مقارنة قيم الوسطين لعينتين : حالة متغير مفرد
٤٨	..... ٤, ٣ مقارنة قيم الوسطين لعينتين : حالة متعدد المتغيرات
٥٢	..... ٤, ٤ اختبار متعدد المتغيرات مقابل وحيد المتغير
٥٤	..... ٤, ٥ مقارنة التغير لعينتين : حالة المتغير المفرد
٥٤	..... ٤, ٦ مقارنة التغير لعينتين : حالة متعددة المتغيرات
٦٠	..... ٤, ٧ مقارنة الأوساط لعدة عينات
٦٢	..... ٤, ٨ مقارنة التغير لعدة عينات
٦٤	..... ٤, ٩ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
٦٥	..... تمارين
٦٩	..... المراجع
٧١	..... <b>الفصل الخامس : قياس واختبار المسافات المتعددة المتغيرات</b>
٧١	..... ٥, ١ المسافات المتعددة المتغيرات
٧٢	..... ٥, ٢ المسافات بين مفردات المشاهدات



٧٦	٥,٣ المسافات بين المجتمعات والعينات
٨٣	٥,٤ المسافات المعتمدة على النسب
٨٤	٥,٥ بيانات الحضور والغياب
٨٦	٥,٦ اختبار مانتييل
٩٠	٥,٧ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
٩١	٥,٨ قراءات إضافية
٩٢	تمارين
٩٢	المراجع
٩٥	<b>الفصل السادس : تحليل المركبات الرئيسية</b>
٩٥	٦,١ تعريف المركبات الرئيسية
٩٧	٦,٢ طريقة تحليل المركبات الرئيسية
١٠٨	٦,٣ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
١٠٩	٦,٤ قراءات إضافية
١٠٩	تمارين
١١٣	المراجع
١١٥	<b>الفصل السابع : التحليل العاملي</b>
١١٥	٧,١ نموذج التحليل العاملي
١١٨	٧,٢ طريقة التحليل العاملي
١٢٠	٧,٣ التحليل العاملي للمركبات الرئيسية
١٢٢	٧,٤ استخدام برامج التحليل العاملي لإجراء تحليل المركبات الرئيسية
١٢٨	٧,٥ خيارات في برامج الحاسب الآلي
١٢٨	٧,٦ قيمة التحليل العاملي
١٢٩	٧,٧ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
١٣٠	٧,٨ قراءات إضافية
١٣٠	تمارين

١٣٠	.....	المراجع
١٣٣	.....	<b>الفصل الثامن : تحليل الدالة المميزة</b>
١٣٣	.....	٨, ١ مسألة فصل المجموعات
١٣٥	.....	٨, ٢ التمييز باستخدام مسافات ماها لانوبيس
١٣٥	.....	٨, ٣ دوال التمييز القانونية
١٣٨	.....	٨, ٤ اختبارات المعنوية
١٣٩	.....	٨, ٥ فرضيات
١٤٥	.....	٨, ٦ السماح لاحتمالات قبلية لعضوية مجموعة
١٤٥	.....	٨, ٧ تحليل دالة التمييز التدرجي
١٤٦	.....	٨, ٨ التصنيف العملي للمفردات
١٤٦	.....	٨, ٩ الحاق مفردات غير مجمعة بمجموعات
١٤٧	.....	٨, ١٠ الإنحدار اللوجت
١٥٤	.....	٨, ١١ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
١٥٥	.....	٨, ١٢ قراءات إضافية
١٥٦	.....	تمارين
١٥٧	.....	المراجع
١٥٩	.....	<b>الفصل التاسع : التحليل العنقودي</b>
١٥٩	.....	٩, ١ استخدام التحليل العنقودي
١٦٠	.....	٩, ٢ أنواع التحليل العنقودي
١٦٢	.....	٩, ٣ الطرق التسلسلية
١٦٥	.....	٩, ٤ مشكلات التحليل العنقودي
١٦٦	.....	٩, ٥ مقاييس المسافة
١٦٧	.....	٩, ٦ تحليل المركبات الرئيسة مع التحليل العنقودي
١٧٤	.....	٩, ٧ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
١٧٤	.....	٩, ٨ قراءات إضافية

١٧٥	تمارين
١٨٠	المراجع
١٨١	<b>الفصل العاشر : تحليل الارتباط القانوني</b>
١٨١	١٠,١ تعميم تحليل الانحدار المتعدد
١٨٤	١٠,٢ طريقة تحليل الارتباط القانوني
١٨٥	١٠,٣ اختبارات المعنوية
١٨٧	١٠,٤ تفسير المتغيرات القانونية
٢٠٠	١٠,٥ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
٢٠١	١٠,٦ قراءات إضافية
٢٠١	تمارين
٢٠٣	المراجع
٢٠٥	<b>الفصل الحادي عشر : الوزن المتعدد الأبعاد</b>
٢٠٥	١١,١ إنشاء خارطة من مصفوفة متعددة الأبعاد
٢٠٧	١١,٢ طريقة الوزن المتعدد الأبعاد
٢٢٠	١١,٣ طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
٢٢٠	١١,٤ قراءات إضافية
٢٢٠	تمارين
٢٢١	المراجع
٢٢٣	<b>الفصل الثاني عشر : الترتيب</b>
٢٢٣	١٢,١ مسألة الترتيب
٢٢٤	١٢,٢ تحليل المركبات الرئيسة
٢٣١	١٢,٣ تحليل الإحداثيات الرئيسة
٢٣٩	١٢,٤ الوزن المتعدد الأبعاد
٢٤٣	١٢,٥ تحليل الاتصال
٢٤٨	١٢,٦ مقارنة طرق الترتيب

٢٤٩	..... طرق حسابية وبرامج الحاسب الآلي
٢٤٩	..... قراءات إضافية
٢٥٠	..... تمرين
٢٥٠	..... المراجع
٢٥٣	..... <b>الفصل الثالث عشر : خاتمة</b>
٢٥٣	..... ١٣, ١ الخطوة التالية
٢٥٣	..... ١٣, ٢ بعض التنبيهات العامة
٢٥٥	..... ١٣, ٣ القيم المفقودة
٢٥٦	..... المراجع
٢٥٧	..... <b>ثبت المصطلحات</b>
٢٥٧	..... أولا: عربي - إنجليزي
٢٦٨	..... ثانيا: إنجليزي - عربي
٢٧٩	..... <b>كشاف الموضوعات</b>