بحث الطرق الإحصائية الحديثة

للدكتور المهدى سعيد

رئيس فرع التعداد الزراعى بمصلحة الاقتصاد الزراعى والتشريع بوزارة الزراعة

مقدمة :

إن الغرض من هذه المقدمة هو تقديم عرض مختصر لأهمية الطرق الإحصائية الحديثة فى التقديرات الزراعية المختلفة التى بدأت الوزارة فى اتباعها وفى استخدامها لتشمل مختلف أوجه النشاط الزراعى والحيوانى فى الجمهورية المصرية . ومن المعتاد أنه قبل تطبيق مثل هذه النظم الجديدة وتعميمها — يجرى تطبيقها على نطاق ضيق للاطمئنان إلى إمكان تنفيذها وفقا للتصميمات التى وضعت لها تحت الظروف والإمكانيات المحلية : وقد تم بالفعل تطبيق بعض هذه الطرق على تقدير متوسط محصول الفدان لكل من القطن والأرز بمديرية واحدة «مديرية الدقهلية» عام ١٩٥٥، وعلى ضوء هذا التمهيد وثبوت نجاح هذه الطرق تقرر تعميمها لتقدير محصول القمح بجميع المديريات فى الموسم الزراعى ١٩٥٥ — ١٩٥٦، كما أجريت فى نفس الموسم بمديرية المنوفية تجارب علمية لبحث مدى استجابة محصول القمح للتقاوى المحسنة ولبعض معاملات التسميد ، وذلك فى أراضى الزراع أنفسهم على اختلاف حيازاتهم لاختبار النتائج التى سبق الحصول عليها فى محطات التجارب ونشرها بين الزراع عمليا تحت ظروفهم المتباينة فى مختلف أنحاء المديرية ، تمهيدا لإجراء تجارب مماثلة بالمديريات الأخرى . كما بدىء بالفعل فى إعداد وتصميم بعض الطرق المناسبة لتقدير الماشية والحيوانات ومنتجاتها بمديرية القليوبية، وكذلك بدىء ببعض الأبحاث الخاصة بتقدير مساحات المحاصيل والفاكهة والخضر وغير ذلك من الأساليب التى سبقتنا الدول المتقدمة إلى استخدامها والاعتماد على نتائجها فى تخطيط اقتصادياتها القومية ووضع السياسات المحلية والدولية . فالإحصاءات الدقيقة عن الإنتاج السنوى من المحاصيل الزراعية مثلا هى الأساس الذى تعتمد عليه الحكومات فى اتخاذ القرارات الخاصة بالتوسع أو الإقلال من إنتاج محصول معين وتوزيع الأراضى

والمواد بين المحاصيل والمشروعات الزراعية توزيعا يتناسب مع حاجة البلاد وهذا صحيح بالنسبة لأى مشروع إنتاجى ، زراعى كان أو صناعى ، ذى تأثير مباشر أو غير مباشر على الدخل الأهلى وعلى رفاهية الناس .

وقبل أن نبدأ بعرض بعض هذه الطرق الاحصائية الحديثة التى طبقت ويجرى تطبيقها فى مصر ومقارنتها بالطرق المتبعة أصلا يجدر بنا أن نعرف ماهية الإحصاء والطريقة الإحصائية . فكثير من الناس يخلط بين الإحصاء بمعنى العد والإحصاء كعلم وفن له قواعده وأصوله ومنطقه وفلسفته ، وباستخدامه يمكن تصميم واستخدام أنسب الطرق لجمع البيانات المختلفة عن المجتمع الذى نعيش فيه وتبويب هذه البيانات وتحليلها ثم تفسيرها واستخلاص النتائج منها . وعملية استخلاص النتائج هذه هى أسلوب علمى بحت بنى على أساس نظرية الاحتمالات الرياضية ، وعلى ذلك فإنه من الممكن معرفة مدى صحة الاستنتاجات أو التقديرات المبنية على مثل هذه الطرق .

فواضح إذن أن الطريقة الاحصائية هى طريقة علمية تتبع نظريات وقواعد معينة كأى طريقة من طرق البحث العلمى الحديث ، فالمعروف أن طريقة البحث العلمى تتلخص فى التعميم من الخاص إلى العام ، وهى عادة تشتمل على الخمس الخطوات الآتية .

١ — المشاهدة أو الملاحظة Observation

٢ — وضع الفروض لتفسير المشاهد أو الملاحظ : Hypothesis

٣ — اختيار الفروض . Test of hypothesis

٤ — تقييم البيانات وتفسيرها . Evaluation and Interpretation

٥ — التعميم . Generalization

ومن الناحية الاحصائية يمكن التحدث عن إحدى طريقتين :

١ — الطريقة التجريبية . Experimental Method

٢ — الطريقة الاستقصائية . Survey Method

وهذه الأخيرة تنقسم إلى قسمين :

(أ) الاستقصاء التحليلى . Analytic survey

(ب)الاستقصاء الوصفى . Desriptve survey

ولمعرفة الفرق بين هذه الطرق وعلاقتها بالطريقة العلمية نورد المثال التالى :

لنفرض أننا أخذنا عينة من قرى مركز المنصورة لتقدير مساحة القطن بهذا المركز، فالاستقصاء هنا وصفى لأننا نريد أن نصف مركز المنصورة بالنسبة لمساحة القطن المنزرعة به ، ومثل هذه المعلومات قد نكون فى حاجة إليها لأسباب إدارية ، كأن نريد معرفة ما إذا كانت المساحة المنزرعة قطنا بهذا المركز فى حدود النسبة المقررة وهى ٣٣ ٪ أم لا .

والآن نفرض أننا لاحظنا أن متوسط محصول الفدان من القطن أعلى فى الأرض الخصبة منه فى الأراضى الأقل خصوبة. هذه الملاحظة هى الخطوة الأولى فى الطريقة العلمية . فإننا نقرر بحث هذا الموضوع باختيار عينة من الحقول وحساب متوسط محصول الفدان لكل حقل ، وكذلك تحليل عينة من التربة الخاصة بكل حقل لمعرفة محتوياتها من العناصر الغذائية ثم نحسب درجة الارتباط بين مقدار الأزوت مثلا فى التربة ومتوسط محصول الفدان ، لمعرفة ماذا كانت هناك علاقة بينهما ، فهنا قد افترضنا وجود علاقة ثم أجرينا اختبارها ، وهاتان هما الخطوتان الثانية والثالثة من خطوات الطريقة العلمية . فإذا كان الارتباط كبيرا وكان عدد العينات كافيا فإننا نستطيع التعميم من هذه العينة إلى احتمال وجود هذه العلاقة فى المركز كله ، وهذا ما يسمى بالاستقصاء التحليلى . ويلاحظ هنا أننا لم نتعرض لتوضيح أيهما السبب وأيهما المسبب . وكل ما حاولنا معرفته هو : هل هناك علاقة تدل على أن أحدهما يتبع الآخر بصرف النظر عن كون أيهما التابع وأيهما المتبوع ، وهاتان هما الخطوتان الأخيرتان من خطوات الطريقة العلمية .

لنفرض أننا نريد أن نذهب إلى أبعد من هذا ونفترض : بناء على الملاحظة السابقة ، أن إضافة الأزوت إلى الأرض تسبب زيادة محصول الفدان . واختبار مثل هذا الفرض يتم بشكل آخر يختلف عنه فى حالة الطريقة الاستقصائية التحليلية . فهنا نجرى تجربة باختيار بعض القطع الحقلية المتشابهة من كافة الظروف إلا التسميد الأزوتى ، ونضيف إلى نصف هذه القطع سمادا أزوتيا ولا نضيف إلى النصف الآخر شيئاً ، وهنا يمكننا التحكم فى التجربة وفى طريقة تطبيق السماد وميعاد تطبيقه

ثم نجمع البيانات ونختبر الفرق بين المحصول فى الحالتين، فإذا كان محصول القطع التى سمدت بالأزوت أكبر كبرا جوهريا (1) امكننا التعميم والقول بأن إضافة السماد الأزوتى قدأدت إلى زيادة محصول القطن ، فهنا علاقة سببية ، بمعنى أن إضافة السماد ـ وهى السبب ـ قد سببت زيادة المحصول ـ وهو المسبب ـ وهذه هى الطريقة التجريبية ، وواضح أنها تشتمل على الخمس الخطوات الخاصة بالطريقة العلمية ، وتتميز بأنه يمكن التحكم فى العوامل الداخلية فى التجربة . ونحن نلاحظ أن طريقة الاستقصاء الوصفى تشتمل على الخطوتين الأخيرتين فقط من خطوات الطريقة العلمية .

بناء على ما تقدم يمكننا أن نقول بإن الاستقصاء الذى أجرى بمديرية الدقهلية لتقدير محصول الفدان لكل من القطن والأرز هو استقصاء وصفى الغرض منه وصف متوسط محصول الفدان بالمديرية ؛ وتحليل البيانات لمعرفة ما إذا كانت هناك علاقة بين محصول الفدان من القطن ومقدار الإصابة بدودة الورق ، ومتوسط عدد اللوز بكل شجرة مثلا يجعل الاستقصاء تحليليا . أما تجارب القمح التى أجريت بمديرية المنوفية لمعرفة أثر أصناف معينة من التقاوى المحسنة والسماد فى زيادة محصول القمح بهذه المديرية فهى طريقة تجريبية ، وواضح أن هذه كلها طرق علمية.

العينات الاستقصائية Sample Surveys :

لنفرض أننا نريد معرفة الإنتاج السنوى لبعض المحاصيل فى الجمهورية المصرية . فهناك طريقتان يمكن استعمال إحداهما أو الأخرى ، فإما أن نحصر الإنتاج حصرا شاملا ، بجمع بيانات عن مقدار الإنتاج فى كل حيازة منتجة له ، وإما أن نقدر الإنتاج على أساس عينة ممثلة Representative Sample

أما الحصر الشامل فقد يكون ممكنا فى حالة المحاصيل التى يتم تسويقها أو تصنيعها تصنيعا كليا ، أو التى يتركز إنتاجها فى عدد قليل جدا من المزارع الواسعة . ففى هذه الحالة يمكن الحصول على بيانات عن إنتاجها مباشرة من الأسواق أو المصانع أو من سجلات الدوائر التى تقوم بإنتاجها . أما فى حالة المحاصيل التى يجرى إنتاجها فى مساحات كثيرة العدد، متفرقة لدى كبار وصغار الزراع كالمحاصيل الغذائية ، فإن

(1) Significant

القياس المباشر لإنتاجها يكاد يكون مستحيلا ، والطريقة العملية لتقدير إنتاجها هى قياس المساحة ومتوسط المحصول كل على حدة باستخدام طرق العينات Sample Techniques وهذه الطرق تتلخص بصفة عامة فى اختيار ودراسة عدد صغير نسبيا من المفردات لمعرفة بعض الحقائق أو الخصائص عن المجتمع الذى اختيرت منه هذه المفردات . والمجتمع قد يكون إنسانا أو حيوانا أو نباتا أو جمادا . وعدد المفردات فى المجتمع قد يكون محدودا (١) أو غير محدود (٢) أى لا نهائى ، وباتباع مثل هذه الطرق تمكن دراسة الكل عن طريق الجزء ، فباختيار بضع مئات من المفردات اختيارا مناسبا ، يمكن الحصول على معلومات دقيقة عن مجتمع مكون من ملايين المفردات . وفى ذلك توفير للنفقات والمجهود والوقت ، والاقتصاد الناشىء عن مثل هذا الإجراء يكون غالبا ذا قيمة كبيرة . يضاف إلى هذا أنه نظرا لقلة عدد المفردات الداخلة فى العينة ، فإن العدد اللازم من الموظفين يكون قليلا ويسهل تدريبهم تدريبا كافيا والإشراف عليهم فى تنفيذ إجراءات العينة ، ومعنى هذا أن البيانات تكون أكثر دقة عما لو كان عدد المفردات ضخما كما فى حالة الحصر الشامل .

وأنواع العينات تنقسم إلى قسمين رئيسيين :

١ — عينات حكمية Judgement Samples

٢ — عينات عشوائية Random Samples

فى حالة العينات الحكمية يجرى اختيار مفردات العينة بالحكم الشخصى للفرد القائم بالعمل ، والمفروض فيه أن يكون ملما إلماما جيدا بحالة المجتمع ، ولديه ما يكفى من المعرفة عنه حتى يمكنه اختيار بعض المفردات التى يعتقد أنها تمثل المجتمع . وميزة هذه الطريقة أنها سريعة ويمكن الالتجاء إليها فى الحالات الطارئة التى يتحتم فيها الحصول على تقدير سريع جدا أو الحصول على فكرة سطحية عن صفات المجتمع المرادة دراسته .

---

(١) Finite (٢) Infinite

أما فى حالة العينات العشوائية فإن الاختيار الفعلى للمفردات يكون بتخصيص رقم مسلسل لكل مفردة من مفردات المجتمع ، ثم استعمال جداول الأرقام العشوائية لاختيار المفردات الداخلة فى العينة . وكلمة العشوائى معناها الراجع إلى الصدفة ، فالاختيار العشوائى هو الاختيار بمجرد الصدفة ، ولتوضيح هذا نفرض أننا نريد أن نختار ثلاث قرى من مركز المنصورة اختيارا عشوائيا فإنه يمكن اتباع الخطوات الآتية :

(أولا) ادراج أسماء جميع القرى التابعة لمركز المنصورة فى كشف بحسب الحروف الأبجدية أو أى ترتيب آخر .

(ثانيا) تخصيص رقم مسلسل لكل قرية ، فإذا كان عدد القرى بمركز المنصوره ٣٠ فالقرية الأولى فى الكشف تأخذ الرقم ١ والقرية الأخيرة فى الكشف تأخذ الرقم ٣٠

(ثالثا) تعد ثلاثون وريقة وتكتب عليها الأرقام من ١ إلى ٣٠ بحيث تكون كل وريقة تحمل رقما واحدا من هذه الأرقام الثلاثين وتوضع الثلاثون ورقة فى كيس من القماش .

(رابعا) تمزج الأوراق داخل الكيس ثم تسحب ثلاث وريقات منها دون النظر إلى داخل الكيس ، وتقرأ الأرقام المدونة على الثلاث وريقات ولتكن ٧ ، ١٢ ، ٢٨ مثلا .

(خامسا) يرجع إلى الكشف الخاص بالقرى وتؤخذ القرى المقابلة لتلك الأرقام الثلاثة .

نلاحظ أننا تدخل بشكل أو بآخر فى إجراء عملية الاختيار وإنما ترك ذلك لمجرد الصدفة ، كما أن جميع القرى التابعة للمركز أمامها فرص متكافئة أو متساوية للاختيار أو للدخول فى العينة . وليست هذه هى الطريقة الوحيدة ، بل هناك طرق كثيرة لتأدية نفس الغرض. وهذا الإجراء هو مايسمى بالاختيار العشوائى والعينة المكونة من ثلاث قرى هى عينة عشوائية ، وعملية أخذ العينة وتنفيذها هى المعاينة Sampling وواضح أن الإجراء السابق شرحه طويل ، غير عملى ، خصوصاً إذا كان عدد القرى كبيرا جدا ، ولهذا يوجد ما يسمى بجداول الأرقام العشوائية Random Numbers Tables of يستعاض بها عن عملية إعداد الوريقات

الصغيرة وكتابة رقم على كل وريقة . وقد وضعت هذه الجداول بحيث تعطى لكل رقم فرصاً للاختيار مكافئة للفرص المواتية لأى رقم آخر ، وبمعنى آخر يكون احتمال اختيار أى رقم ، وبالتالى أى قرية أو أى وحدة من وحدات العينة ، مساويا لاحتمال اختيار أى رقم آخر ، وطريقة استخدام هذه الجداول سهلة سريعة وتوجد هذه الجداول وطرق استعمالها ملحقة بكثير من كتب الإحصاء .

وهذه هى العينة العشوائية (أو ما تسمى بالعينة العلمية Scientific Sample) فى أبسط أشكالها وهناك أنواع أخرى كثيرة ، من العينات العشوائية يلجأ إلى استخدامها حسب الظروف ، فمثلا إذا كانت الثلاثين قرية السالفة الذكر غير متجانسة بالنسبة لخصوبة التربة أو للقوة الإنتاجية فإنه يمكن تقسيمها إلى مجموعتين أو أكثر من المجموعات بحيث تكون القرى التابعة لكل مجموعة متجانسة بقدر الإمكان ثم نجرى عملية الاختيار العشوائى من كل مجموعة على حدة حسبما سبق شرحه ، وهذا ما يسمى بالعينات الطبقية Stratified Samples .

وقد نلجأ إلى إجراء عملية الاختيار العشوائى على مرحلتين ، بدلا من مرحلة واحدة ، بأن نختار ثلاث قرى بطريقة عشوائية ثم نختار عددا معينا من الحيازات من كل منها بطريقة عشوائية أيضاً أو نلجأ إلى إجراء اختيار عشوائى ثالث ورابع وذلك باختيار تربيعة من كل حيازة ثم اختيار عدد معين من النباتات من كل تربيعة وهكذا ، وهذه تسمى العينة المتعددة المراحل Multistage Sample وغير ذلك من أنواع العينات المختلفة التى من شأنها الحصول على عينة ممثلة تعطينا التقدير المطلوب فى حدود الدقة المطلوبة والإمكانيات المادية الموجودة . ويتوقف استخدام تصميم معين دون التصميمات الأخرى على طبيعة المفردات ومقدار اختلاف بعضها عن بعض وغير ذلك من الاعتبارات المادية والعلمية .

والمبدأ العام فى استخدام العينات العشوائية هو الحصول على أكبر دقة ممكنة فى حدود التكاليف المخصصة لعملية التقدير ، أو على العكس : الحصول على دقة معينة بأقل تكاليف ممكنة .

وللوصول إلى هذا الغرض توجد معادلات رياضية خاصة تناسب التصميم

الموضوع ، وباستخدامها يمكن تحديد الحجم المناسب للعينة وتوزيع أفراد العينة على المجموعات توزيعا أمثل Optimum Allocation .

وعلى ضوء ما تقدم تمكن المقارنة بين العينات الحكمية والعينات العشوائية ، ففى حالة العينات الحكمية لاتوجد أية طريقة لمعرفة درجة تمثيلها للمجتمع تعتمد كلية على مقدرة الشخص القائم بعملية الاختيار ومدى المامه بخصائص المجتمع،وعلى هذا قد تكون هذه العينة جيدة جدا من حيث درجة تمثيلها . ولهذا السبب وهو عدم التأكد من مدى دقة هذه العينات وإمكان الاعتماد على نتائجها ، يلجأ غالبا إلى زيادة حجم العينة لتشتمل على ما يتراوح بين ١٠ ,٢٠ ٪ (وفى مصر تصل النسبة إلى ٢٥ ٪) من المجتمع الكلى على أمل أن تصبح العينة ممثلة للمجتمع . ونتيجة لهذا تزيد التكاليف والوقت اللازم لإنجاز العينة ، وفى نفس الوقت لم تحل مشكلة عدم معرفة مدى دقة العينة وامكان الاعتماد عليها ، كما أن زيادة حجم العينة يستلزم استخدام عدد كبير من الناس اكثرهم قليل التمرين . حتى لو استخدم عدد قليل من الموظفين المتمرنين فإن كبر حجم العينة يجعل المجهود اللازم كبيرا يؤدى إلى انهاك هؤلاء القلة من الموظفين فتقل كفايتهم على العمل وبالتالى تقل دقة العينة .

أما فى حالة العينة العشوائية فإنها إذا صممت بمعرفة إخصائى متخصص تصميما جيدا فإن دقة النتائج التى نحصل عليها من العينة يمكن حسابها من بيانات العينة ذاتها بدون أى افتراض أو تخمين ، وهذا هو ما يعبر عنه بالخطأ العينى Sampling Error ، وكلما كان هذا الخطأ صغيرا كانت الدقة كبيرة والعكس بالعكس . ويمكن استخدام هذا الخطأ فى حساب حدود معينة لدقة التقدير المبنى على العينة ، وبمعنى آخر يمكن تحديد مدى لدقة العينة بحيث إنه إذا امكنت دراسة جميع أفراد المجتمع فإن النتيجة لابد أن تقع — فى الحدود المحسوبة من مثل هذه العينات — عددا معينا من المرات ، وهذه الحدود هى المعروفة بحدود الثقة ، Confidence Limits ، فمثلا باستخدام عينة عشوائية نفرض أن مساحة القطن بمركز المنصوره قد قدرت بـ ٥٠٠٠ فدان ، وبحساب الخطأ من العينة اتضح أنه ١/ مثلا أى ٥٠ فدانا ، وبمعادلة رياضية خاصة يمكن الحصول على حدود الثقة لهذا

التقدير وهى ٥٠٠٠ ± ١٠٠ أى من ٤٩٠٠ إلى ٥١٠٠ فدان بمستوى احتمالى(١) ٥٠٪ . ومعنى ذلك أننا لو كررنا عملية أخذ عدد من العينات لها نفس الحجم من نفس المركز وحسبنا حدود الثقة لكل عينة فإن المساحة الحقيقية للقطن فى هذا المركز لابد أن تقع داخل ٩٥٪ على الأقل من هذه الحدود ، والواضح أن مثل هذا البيان يعتمد على نظرية الاحتمالات التى بنيت على أسس رياضية بحتة وتحققت صحتها من الناحية العملية وظهرت فائدتها فى تطبيق العينات .

هذا ويلاحظ القارىء أننا قد استخدمنا بعض الإصلاحات كالاختلاف (٢) والاحتمالات والخطأ وغير ذلك . وقد تبدو هذه الاصطلاحات صعبة غير واضحة بينما الواقع غير ذلك . فإذا تأملنا قليلا وجدنا أنها واقعة فى حياتنا اليومية وحركاتنا العادية ولكننا لانشعر بها . فمثلا إذا نظرنا إلى حركة مرور السيارات عند تقاطع شارعين مزدحمين بالمرور نجد أن عدد ونوع وسرعة مرور السيارات تختلف بين وقت وآخر ، فإذا أراد الشخص أن يعبر الطريق فإنه يحسب فى ذهنه بسرعة فرصة وصوله إلى الجانب الآخر بسلام ، فإذا كانت هذه الفرصة أو الاحتمال عاليا فإنه يعبر الطريق ، وقد يكون الخطأ فى تقديره كبيراً فيكون احتمال تعرضه للأذى كبيراً .

ويقاس على ذلك فى حالة العينات ، فإذا كان الخطأ كبيراً قلت درجة الاعتماد على البيانات المأخوذة منها . وللحصول على عينة دقيقة لايكفى أن يكون التصميم جيدا فحسب ، بل يجب أن تنفذ جميع الخطوات والإجراءات بمنتهى الدقة . فلا فائدة من إضاعة الوقت فى وضع تصميم محكم العينة للحصول على خطأ عينى Sampling Error صغير، بينما الخطأ غير العينى Non sampling Error ناشىء عن مصادر أخرى ، كالإهمال فى تنفيذ التعليمات أو اتباع إجراءات خاطئة فى المراحل الأولى لأخذ العينة وغير ذلك من أخطاء التسجيل والتبويب وعوامل التحيز . وهنا تظهر أهمية تدريب الموظفين تدريبا جيداً وتفهمهم للتعليمات وأهمية الإشراف الفعلى على أعمالهم للاطمئنان إلى تنفيذ التعليمات بدقة وتسجيل البيانات بأمانة حتى يقل الخطأ غير العينى وبالتالى تزيد دقة العينة .

---

(1) Probability (2) Variation

ومما سبق تتضح أهمية طرق العينات العشوائية الحديثة وأفضليتها على العينات الحكمية ، فليس معنى هذا أن الحكم الشخصى أمر غير مرغوب فيه أو يمكن الاستغناء عنه ، فتمكننا الاستعانة بالحكم الشخصى فى المراحل الأولى لأخذ العينة العشوائية كتقسيم المجتمع المراد تقدير صفاته إلى مجموعات متجانسة بالنسبة لصفة من الصفات أو لمجموعة من الصفات أو فى وضع الاستمارات الخاصة بجميع البيانات ، وغير ذلك ، ولكن المهم أن يتم اختيار الوحدات النهائية المعينة بطريقة عشوائية ليس للحكم الشخصى أى أثر فيها، فالطرق المتبعة فى مصر الآن لتقدير المحاصيل هى العينات الحكيمة ، إذ يستعمل موظفو الزراعة حكمهم الشخصى فى جميع مراحل أخذ العينة . ومثل هذه العينة وإن كانت كبيرة الحجم جداً (٢٥ ٪) إلا أن درجة تمثيلها للمجتمع ترتهن كلية بالعنصر الشخصى ، فهى ليست عينة علمية ، لأنها ليست عشوائية حتى فى آخر مراحلها ، ولا يمكن حساب دقة التقدير المبنى عليها .

ويمكن تلخيص الخطوات الضرورية للقيام بالاستقصاء فيما يأتى :

١ — تحديد الغرض من الاستقصاء .
٢ — تعريف المجتمع المراد دراسته .
٣ — تحديد البيانات المطلوب جمعها .
٤ — اختيار طريقة جمع البيانات .
٥ — اختيار نوع وحدات العينة .
٦ — تحديد طريقة اختيار وحدات العينة .
٧ — تنظيم أعمال الحقل .
٨ — تلخيص وتحليل البيانات .
٩ — عرض النتائج واستخدام المعلومات التى حصلنا عليها فى تصميم الاستقصاءات المماثلة مستقبلا .

قياس المساحة :

فى البلاد التى لا يوجد بها نظام المساحة التفصيلية يلجأ إلى استخدام العينات فى تقدير المساحات المنزرعة بمختلف المحاصيل . أما فى مصر وغيرها من البلاد

التى توجد بها مساحة تفصيلية للأراضى فإنه تتوافر لديها السجلات والخرائط الوافية التى يمكن استخدامها فى حصر مساحات المحاصيل المختلفة حصراً شاملا على الطبيعة ومن الواضح أن مثل هذه العملية طويلة وشاقة ، وتتكلف الكثير من النفقات وتستلزم استخدام عدد كبير من الموظفين يكون بعضهم غالباً غير متمرن تمريناً كافيا ، كما أن كثرة عددهم تجعل الإشراف عليهم صعباً وبالتالى تقل دقة عملية الحصر الشامل، ولهذا فإنه من المفيد جداً تطبيق نظام العينات فى تقدير المساحات المنزرعة بالمحاصيل المختلفة والاكتفاء بحصرها حصراً شاملا كل خمس سنوات مثلا . هذا وإن توافر السجلات والخرائط التفصيلية عن الأحواض التابعة لكل قرية من شأنه أن يهيء أساساً ممتازاً لتصميم عينات مناسبة تعطينا نتائج دقيقة يمكن الاعتماد عليها .

ويجرى البحث الآن فى إعدا إطار مساحى مناسب من هذه الخرائط وجعله أساساً لاختيار العينات ، كما تجرى دراسات مستفيضة بفرع تبويب البيانات وتحليلها بقسم الإحصاء فى وزارة الزراعة عن مساحة كل محصول بكل قرية ، وعلاقة ذلك بجملة المساحة المنزرعة بالقرية واستخدام هذه العلاقة فى تصميم العينات اللازمة لتقدير مساحة المحصول فى حدود الدقة المطلوبة ، إلى غير ذلك من الدراسات والمقارنات بين الطرق المختلفة لتقدير المساحة بواسطة العينات لمعرفة أنسب الطرق وأدقها بالنسبة لكل محصول تمهيدا لتطبيقها عمليا فى السنوات القادمة .

تقدير متوسط محصول الفدان :

تقدير متوسط المحصول إما أن يكون قبل الحصاد ، وهو مايسمى بالتنبؤ Forecasting وإما بقياس متوسط المحصول عند الحصاد . فالتنبؤ بمتوسط محصول الفدان يتم بالحصول على بيانات عن العوامل المرتبطة بمتوسط المحصول ، كحالة المحصول ، كما تبدو للشخص القائم بعملية التقدير ، أو بقياس بعض الصفات المتعلقة بمحصول الفدان كعدد اللوز بكل شجرة فى حالة القطن ، وكذلك الأحوال الجوية وغيرها . أما قياس المحصول عند الحصاد فيقصد به حصاد بعض القطع المختارة ووزن الناتج وتقدير متوسط محصول الفدان .

والطرق المتبعة الآن بأكثر الدول فى تقدير متوسط المحصول تعتمد على الحكم الشخصى فى حالة المحصول والاتصال بالزراع ، ففى الدول المتقدمة حيث تكون نسبة التعليم بين الفلاحين مرتفعة تجمع البيانات عن حالة المحصول بإرسال خطابات دورية للمزارعين الذين يتطوعون لإعطاء بيانات عن مزارعهم والمزارع المحيطة بهم . أما فى الدول المتخلفة والتى تنتشر فيها الأمية بين المزارعين ، فيجمع البيانات موظفون حكوميون يتصلون بالزراع ويستعملون حكمهم الشخصى على حالة المحصول . وفى كلتا الحالتين لا يخلو التقدير المبنى على مثل هذه التقارير من تحيز كبير غير معروف الاتجاه ولا يمكن تقديره . فالتقديرات المعمولة بواسطة المزارعين المتطوعين تميل على وجه عام إلى خفض متوسط محصول الفدان ، كما أنه فى بعض الأحيان يكون التحيز فى الاتجاه الآخر . ففى مصر مثلا دلت التجارب على أن التقديرات المأخوذة من الزراع بالاتصال المباشر وسؤالهم غير دقيقة وفيها تحيز غير معروف الاتجاه أو المقدار . فمثلا إذا سئل الزارع الصغير عن محصول الفدان لديه ، فقد ينقصه على أمل معافاته من قسط أو خفض الإيجار أو لخشية الحسد . أما المزارع الكبير فقد يميل إلى خفض المحصول آملا ارتفاع أسعاره إذا قدر المحصول تقديرا منخفضا . ومن الناحية الأخرى قد يعمد البعض إلى المغالاة فى المحصول حبا فى الظهور وخاصة إذا كان من يعطى البيان ناظر زراعة أو موظفا بدائرة يريد إظهار كفايته . أما موظفو الزراعة فإنهم حين تقديرهم لمتوسط المحصول يكونون متأثرين بمحصول العام الماضى أو بمعدل الخمس السنوات السابقة ، وينتج عن ذلك أن تقديرهم للمحصول يكون مرتفعا فى السنين ذوات المحصول المنخفض ، وعلى العكس يكون منخفضا فى السنين ذات المحصول المرتفع .

وللتخلص من عوامل التحيز هذه تلجأ بعض الدول إلى استخدام الرسوم البيانية التى تمثل العلاقة بين متوسط المحصول المحسوب من تقارير الزراع والمحصول الفعلى الذى يحصل عليه من بيانات دقيقة نهائية كبيانات المحالج والمصانع أو الاحصاءات — لسلسلة من السنين لتصحيح التقدير ، ولكن هذه الطريقة لا تخلو أيضا من العوامل الشخصية لما تحتويه من حكم شخصى عند توفيق العلاقة التقريبية .

ولهذا فكر بعض الاحصائيين فى توفيق العلاقة بمعادلات رياضية ، ولكنها لم تحل المشكلة حلا كاملا ، لأن اختيار المعادلة الرياضية المناسبة أمر يرجع لتقدير الشخص القائم بالعملية ، فضلا عن أن البيانات التى تؤخذ على أنها فعلية أو نهائية قد تكون عرضة للخطأ ولعدم الدقة ، وهذا يؤدى إلى الحصول على تقديرات خاطئة .

تجارب الحصاد Crop-cutting Experiments :

يتضح مما سبق فشل الطرق الموضوعية أو الطرق الشخصية فى الحصول على تقديرات دقيقة لمتوسط المحصول يمكن الاعتماد عليها ، ولهذا كان من الضرورى استبدال مثل هذه الطرق بأخرى مبنية على مبدأ القياس الفعلى لعينة عشوائية من المحصول .

وقد لجأ الكثير من الدول كالهند واليابان والولايات المتحدة وانجلترا وبورما وغيرها إلى استخدام طرق العينات المبنية على مبدأ القياس الفعلى Objective Measurements فى تقدير متوسط المحصول، وتعرف هذه الطرق « بتجارب الحصاد » وصار تطبيقها بنجاح . ومع أن تفاصيل استخدام هذه الطريقة تختلف فى كل دولة عنها فى الأخرى إلا أنها تتلخص بصفة عامة فى الاختيار العشوائى لوحدات مساحية ذات أبعاد وأشكال معينة موزعة على المساحة المنزرعة من المحصول المراد تقديره ، وحصاد الناتج من هذه الوحدات ووزنه وحساب متوسط المحصول على هذا الأساس . وقد يتم الاختيار العشوائى لهذه الوحدات على مرحلة واحدة أو على مراحل متعددة وهو الغالب ، وهذه الإجراءات تختلف بين دولة وأخرى حسب الظروف المحلية لكل دولة ، ومثل هذه الطرق من شأنها أن تعطى تقديرا خاليا من التحيز لمتوسط محصول الفدان .

وقد قام قسم الاحصاء بوزارة الزراعة فى صيف عام ١٩٥٥ بالتعاون مع خبير منظمة الأغذية والزراعة مستر ر.س. كوشال، باستفتاء تمهيدى Pilot Survey لتقدير متوسط محصول الفدان لكل من القطن والأرز بمديرية الدقهلية . وقد خصصت للقطن ٣٠٠ تجربة مساحة كل منها ٨٤ مترا مربعا أى $\frac{1}{200}$ من الفدان وأبعادها ٧ × ١٢ مترا ، كما خصصت للأرز ٢٥٠ تجربة مساحة كل منها ٤٢ مترا مربعا

أى $\frac{1}{1000}$ من الفدان وأبعادها ٦ × ٧ أمتار . وقد استعين فى تحديد عدد التجارب ومساحة كل منها وأبعادها بالأبحاث التى أجريت فى بعض الدول الأخرى ، وقد توقعنا فى هذا الاستفتاء أن نحصل مقدما على التقدير المطلوب لكل من المحصولين فى حدود خطأ يتراوح بين ٣ و ٤ ٪

وقد وزعت التجارب الخاصة بكل محصول على المراكز التابعة للديرية وعددها ١١ مركزاً (تشمل مركز ديرب نجم) بنسبة مساحة المحصول فى مركز ، فمثلا فى حالة القطن نجد أن :

$$\text{عدد التجارب المخصصة لكل مركز} = \frac{\text{مساحة القطن بالمركز}}{\text{جملة مساحة القطن بالمديرية}} \times ٣٠٠$$

وتم أيضاً توزيع التجارب بين الوحدات الزراعية لكل مركز (وجملتها ٢٧ وحدة) وهذا التوزيع المتناسب Proportional Allocation من شأنه تسهيل العمليات الحسابية الخاصة بمتوسط المحصول وحساب دقة التقدير .

ولكى يمكن تحديد هذه الوحدات التجريبية على الطبيعة أجريت دراسات مستفيضة للقرى والأحواض التابعة لكل قرية ، والحيازات ، وعلى ضوء هذه الدراسات وغيرها من الاعتبارات الإحصائية والفنية والاقتصادية ، تقرر تقسيم المساحة المنزرعة من كل قرية إلى مجموعات من الأحواض Clusters of Hodes تتراوح مساحة كل منها بين ١٥٠ و ٢٥٠ فداناً أى بمتوسط قدره ٢٠٠ فدان من الأراضى المنزرعة ، وتوقيع التجارب على أربعة مراحل من الاختيار العشوائى . أى أن العينة متعددة المراحل Multistages .

وهذه المراحل هى :

١ — اختيار مجموعات الأحواض الداخلة فى العينة .

٢ — اختيار قطعتين (أى زارعين) للقطن وآخرين للأرز بكل مجموعة من مجموعات الأحواض الداخلة فى العينة .

٣ — اختيار تربيعة لكل قطعة وقع عليها الاختيار فى المرحلة الثانية .

٤ — تحديد مكان الوحدة التجريبية بكل تربيعة مختارة .

ولاختيار مجموعات الأحواض الداخلة فى العينة أعدت « الاستمارة رقم ١ — بحث إحصاء » لحصر الأحواض التابعة لكل قرية مبيناً بها رقم الحوض ومساحته المنزرعة ، و « الاستمارة رقم ٢ — بحث إحصاء » لكل وحدة زراعية ، مبينة بها أسماء القرى التابعة للوحدة والمساحة المنزرعة لكل قرية . فبالاستمارة ٢ تم تخصيص عدد من مجموعات الأحواض لكل قرية بواقع ٢٠٠ فدان فى المتوسط لكل مجموعة . فالقرية التى مساحتها المنزرعة ١٠٠٠ فدان مثلا يخصها ٥ مجموعات (أى $\frac{\text{مساحة القرية}}{\text{٢٠٠}} = ٥$) وهكذا بالنسبة لكل قرية مدرجة فى الكشف الخاص بالوحدة ، ومن العدد التجميعى لهذه المجموعات ، وباستخدام جداول الأرقام العشوائية تم اختيار العدد اللازم من المجموعات بكل وحدة ، وبالرجوع إلى الكشوف التفصيلية الخاصة بالأحواض التابعة لكل قرية « الاستمارة رقم ١ — بحث إحصاء » تمكن معرفة الأحواض التابعة لكل مجموعة وقع عليها الاختيار .

وعدد المجموعات اللازم اختياره يتوقف على عدد التجارب المزمع إجراؤها بكل مجموعة . والمعروف إحصائياً أننا نحصل على أكبر دقة إذا أجرينا تجربة واحدة بكل مجموعة ، ومعنى ذلك أن عدد المجموعات اللازمة للقطن مثلا يكون ٣٠٠ مجموعة ، ولكن لأسباب اقتصادية (أى لتوفير التنقل بين المجموعات) ولكى تمكن دراسة الاختلاف بين محصول التجارب داخل المجموعات للاستفادة منه فى تحديد حجم العينة مستقبلا قد تقرر إجراء تجربتين لكل محصول بكل مجموعة . وبذلك يكون عدد المجموعات اللازمة للقطن ١٥٠ مجموعة ، والأرز ١٢٥ مجموعة . وباختيار المجموعات بالقطن اتضح أن ١١٧ مجموعة منها يزرع بها الأرز ، ولذلك استدعى الأمر اختيار ٨ مجموعات أخرى فقط لتكملة العدد اللازم للأرز . ومن هذا يتضح أن تقسيم القرى إلى مجموعات من الأحواض بهذا الحجم قد أدى إلى إمكان إجراء تجارب القطن والأرز معاً فى مجموعة واحدة ، وفى هذا اقتصاد كبير فى المجهودات والوقت اللازم للانتقال بين التجارب .

وفى المرحلة الثانية أعدت قائمة بأسماء زراع القطن بكل مجموعة أحواض وأخرى لزراع الأرز ومساحة القطعة التابعة لكل منها ، ثم أجرى اختيار قطعتين لكل محصول اختياراً عشوائياً مناسباً . وفى المرحلة الثالثة اختير حقل واحد

(أو تربيعة) لدى كل مزارع وقع عليه الاختيار وأخذت أبعاد كل حقل (الطول والعرض) وسجل بالاستمارة الخاصة بذلك . وقد تمت هذه المراحل الثلاث الأولى فى زيارة واحدة إلى الحقل قبل الحصاد بفترة كافية .

أما المرحلة الأخيرة — وهى تحديد مكان الوحدة التجريبية بالحقل — فقد تمت فى نفس يوم الحصاد بالاستعانة بالشواخص والمثلث المساح والشريط القياس ، وبلف حبل حول الشواخص المحددة للتجربة أمكن تفريق النباتات على جانبى الحبل لمعرفة النباتات الداخلة فى التجربة وحصادها ووزن الناتج وتسجيله . وفى حالة القطن حيث توجد جنية ثانية فى أكثر الأحيان استدعى الحال زيارة ثالثة وتسجيل وزن الجنية الثانية .

ولحساب معدل فقد الرطوبة فى الأرز أخذت عينات من نصف التجارب زنة كل عينة خمسة كيلوجرامات وأجريت عليها اختبارات التجفيف مدة أسبوعين ، وقد اتضح أن نسبة الفقد فى الرطوبة هى فى المتوسط ٨ ٪ ، وقد خصمت هذه النسبة من متوسط المحصول الذى قدر على أساس وزن الناتج فى يوم الحصاد .

وحيث إن التجربة لا تشتمل على أى منافع كالقنوات والجسور ... الخ . فقد أجرى حساب هذه المنافع التى لا تؤخذ فى الحسبان عند حصر مساحة المحصول بمعرفة مصلحة المساحة (لأنها أقل من قصبة فى العرض) وقد اتضح أن نسبتها حوالى ٨ ٪ فى حقول القطن و ٤ ٪ فى حقول الأرز ، ويلزم خصم هذه النسبة من مساحة المحصول قبل حساب جملة الإنتاج .

وقد أمكن باتباع هذه الطريقة وباستخدام عينة لا يزيد حجمها عن ٣٠ جزءا فى المليون بالنسبة للقطن و ١٠ أجزاء فى المليون بالنسبة للأرز ، تقدير متوسط محصول القطن بمديرية الدقهلية بخطأ عينى قدره ١,٣ ٪ وقدر محصول الأرز بخطأ ٢ ٪ وقد تم إجراء التحليل الاحصائى للنتائج فاتضح أن اعتبار التقسيمات الإدارية قد أدى إلى زيادة دقة التقدير زيادة ملحوظة ، كما أمكن باستخدام معادلات خاصة تقدير عناصر الخطأ ، وعلى هذا الأساس وضع الجدول الآتى ليبين عدد مجموعات

الأحواض اللازمة لتقدير كل من المحصولين فى حدود خطأ معين وفقا لعدد التجارب التى تجرى بكل مجموعة :

عدد التجارب	النسبة المئوية للخطأ							
	القطن				الارز			
	٢٪	٣٪	٤٪	٥٪	٢٪	٣٪	٤٪	٥٪
١	٤٤٨	١٩٩	١١٢	٧٢	١٩٨	٨٨	٤٩	٣٢
٢	٣١٥	١٤٠	٧٩	٥٠	١٤١	٦٣	٣٥	٢٣
٣	٢٧٠	١٢٠	٦٨	٤٣	١٢٢	٥٤	٣١	٢٠
٤	٢٤٨	١١٠	٦٢	٤٠	١١٣	٥٠	٢٨	١٨
٥	٢٣٥	١٠٤	٥٩	٣٨	١٠٧	٤٨	٢٧	١٧

وواضح أن عدد المجموعات اللازمة يقل كلما قلت الدقة المطلوبة للتقدير ، وكذلك كلما زاد عدد التجارب التى تحصد بكل مجموعة ، ولكن إذا زاد عدد التجارب عن ثلاث فإن النقص يكون غير محسوس. وبالاستعانة بمثل هذا الجدول، وبالخبرة العملية عن حالة المواصلات وقدرة الموظفين على العمل ، يمكن اتخاذ قرار بشأن مجموعات الأحواض وعدد التجارب بكل مجموعة للحصول على تقدير ذى دقة معينة، فقد اتضح مثلا أنه فى حالة القطن يمكن للموظف ان يباشر جنى ثلاث تجارب فى يوم واحد ، وفى حالة الأرز يمكنه إنجاز تجربتين فقط .

هذا وقد تقرر فعلا تطبيق تجارب الحصاد على تقدير محصول القمح فى الموسم الزراعى الحالى فى جميع مديريات الجمهورية ، وستعد الخطة للحصول على هذا التقدير فى حدود ١ ٪ خطأ (وهنا تمكن الاستعانة بجدول الأرز السابق لتحديد العدد اللازم من المجموعات وعدد التجارب بكل مجموعة ، وسيكون فى الإمكان الحصول على تقدير لكل مديرية ومركز ولكن بخطأ أكبر قليلا من ١ ٪ .

أما فيما يختص بتكاليف هذه العملية فإنها تنحصر فى الأدوات اللازمة من موازين وشواخص ومثلث مساح وشرائط ، وأجور العمال اللازمين لإجراء عملية الحصاد والعمليات التى تليها ، وحيث إن هذه الأدوات يمكن استعمالها عدة سنين ، فى عدة

محاصيل فإن تكاليف ما يخص المحصول فى السنة الواحدة من جملة تكاليف هذه الأدوات يعتبر ضئيلا . وعلى ذلك تنحصر أهم التكاليف فى أجور العمال وهى بواقع ٢٠ قرشا لكل تجربة . ويجرى إعداد شنطة صغيرة مناسبة بها جميع الأدوات اللازمة لهذه العملية يسهل حملها والانتقال بها من مكان إلى آخر .

والتوسع فى هذه الطريقة يمكن من الحصول على بيانات دقيقة عن القوة الإنتاجية للتربة فى مختلف الوحدات الزراعية ، ومعرفة الأماكن ذات الإنتاج المنخفض فتوجه لها العناية الحكومية ، لرفع إنتاجها وإرشاد الزراع إلى الوسائل التى من شأنها زيادة متوسط محصول الفدان .

تجارب التسميد والتقاوى المحسنة :

وقد قام قسما الإحصاء وتربية النباتات فى هذا الموسم الزراعى بإجراء تجارب لبحث مدى استجابة محصول القمح للسماد والتقاوى المحسنة فى أراضى الزراع بمديرية المنوفية . وقد اتبعت الطرق التى اتبعت فى الدقهلية لاختيار الحقول التى أجريت بها التجارب وجملة عددها ٥٦ تجربة ، فأجرى اختيار مجموعتين من الأحواض بكل وحدة زراعية (وعددها ١٤ وحدة بالمديريه) ثم أجرى اختيار قطعتين بكل مجموعة ثم اختير حقل واحد فى كل قطعة لإجراء التجربة . ثم أجرى تقسيم الحقل إلى ١٠ قطعة صغيرة (فى حدود الأساليب التى يتبعها الزراع بهذه المديرية عادة) وإبعاد كل منها نحو ٥ × ٨ أمتار وزعت عليها المعاملات باستخدام الأرقام العشوائية وهذه المعاملات هى كما يأتى :

عدد

٤ أصناف من التقاوى اثنان منها من الأصناف المحسنة وهما جيزة ١٣٩ وطوسون . وصنفان محليان هما هندى « د » والصنف الذى يستعمله الزراع .

٤ معاملات للتسميد وهى :

كيلو

٧٥ سلفات نشادر .

١٥٠ سلفات نشادر .

صفر سوبر فوسفات .

١٠٠ سوبر فوسفات .

وهذا التصميم هو ٤ × ٢ × ٢ أى أربعة أصناف من التقاوى ونوعان من السماد كل منهما ذو مستويين ، وقد تمت عمليات الزراعة والتسميد فى المواعيد المناسبة وفقا للطرق التى يتبعها الزراع وحسب التصميم الذى وضع التجربة وهو المعروف بالتجارب المنشقة Split Plot Desingns حيث طبقت معاملات التقاوى والسماد الأزوتى على القطع الكلية WlohP lots وعددها ثمان (أى ٤ × ٢) ثم طبق السماد السوبر فوسفاتى على نصف عدد القطع الجزئية Sub- Plots . وسجلت بيانات عن حالة ازدحام ونمو النباتات بكل تجربة وسيجرى تسجيلها مرة أخرى قرب الحصاد لاستخدام هذه البيانات حين تحليل نتائج التجربة ، وبوضع هذه التجارب تحت الملاحظة يمكن جمع بيانات عن حالة المحصول والعوامل الجوية والإصابات وغير ذلك من العوامل المؤثرة وتحليلها ودراسة علاقتها بمتوسط الإنتاج واستخدام هذه العلاقات فى التنبؤ المبتكر بمتوسط المحصول ، وبصفة عامة فى توجيه العناية إلى العوامل ذات التأثير الأكبر فى حالة المحصول عند وضع الخطط اللازمة لزيادة الانتاج .

وللتوسع فى هذه الطرق العلمية السليمة فائدة كبيرة فى توحيد جهود مختلف أقسام الوزارة فى التعاون على نجاحها ، وفى نشر نتائج الأبحاث العلمية على موظفى الأقاليم الذين سيكتسبون خبرة ومرانة عند تطبيقها بنشرها لدى الزراع . وإن نجاح مثل هذه الطرق يتوقف الى حد كبير على الموظفين والزراع ، وعلى المهارة فى تطبيق نظرية العينات بشكل يناسب الأوضاع والظروف المحلية .