

## الإمارات العربية المتحدة

هيئة البيئة - أبوظبي

تنفيذ النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة

تدريب على الإحصائيات المتقدمة

الدكتور قسطنطين ستاماتوبولوس

أبوظبي، يناير 2018

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية

## مقدمة

تضطلع معظم البلدان بمهمة رئيسية تتمثل في تحسين برامج جمع البيانات التي تستخدمها في إعداد الإحصاءات الزراعية، بما في ذلك إحصاءات الثروة السمكية وإحصاءات الغابات. وتتجلى ميزة الأنظمة الإحصائية السمكية التي تقوم على جمع العينات في قدرتها على تقليل تكلفة برامج جمع البيانات واسعة النطاق عند وجود نقص حاد في الموارد البشرية والمالية اللازمة لتنفيذ البرامج. وقد أدركت هيئة البيئة - أبوظبي هذه الاحتياجات منذ فترة طويلة فعمدت خلال الفترة الماضية إلى الاستفادة من المواد التدريبية والمبادئ التوجيهية المنهجية/ التشغيلية من أجل مساعدة كوادرها الوطنية من أجل تحسين أدائهم في مجالهم وفي مهامهم ومسؤولياتهم الإدارية. وفي هذا الإطار، أعدت هذه الوثيقة لتكون أحد العناصر التدريبية في النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة.

ويعد جمع بيانات عن محصول الصيد ومجهود الصيد وأسعار البيع الأول ومتوسط وزن الأسماك عاملاً رئيسياً يسهم في الدراسات الإحصائية السمكية الأساسية. وهذا يعني أن تطوير نظام إحصائي يعمل بصفة دورية ومنتظمة ليس هو الهدف في حد ذاته، وإنما هو مصدر قيم للمعلومات والبيانات التي تخدم مجموعة متنوعة من الأغراض. وبالتالي، يكون الحكم على أي برنامج إحصائي عادي للثروة السمكية وفقاً لمعيارين: (1) مدى توفيره في التكلفة (وهذا يهم مطوريه ومشغليه)، و (2) مدى تحقيق نتائج البرنامج لفائدة عظيمة عند نشرها على الجمهور المستهدف. وتتعلق هذه الدورة التدريبية بالمعيار الأول ويتمثل هدفها في تزويد مطوري ومشغلي الأنظمة بالأساس النظري لتحسين الجوانب المنهجية والتشغيلية لتحليل البيانات.

وفي هذا الإطار تضم هذه الوثيقة عشرة فصول سيتم التعامل معها على مراحل عقب جدول بعثات الاستشاري للبلاد. وسبق أن وردت بعض الفصول في وثائق سابقة لكن الفكرة من وراء هذه الوثيقة تمثلت في أن وجود وثيقة تدريب متكاملة سيؤدي إلى تسهيل فهم الجوانب النظرية المتداخلة. ونأمل أن يقدم هذا الدليل العون الذي يحتاجه المستخدمون لتحسين استكشاف قاعدة البيانات الإحصائية للنظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة الذي بدأ تنفيذه في 2018.

الدكتور قسطنطين ستاماتوبولوس  
مستشار أول - الإحصائيات السمكية  
أبوظبي، يناير 2018

## المحتويات

### الصفحة

|    |       |                                                                        |
|----|-------|------------------------------------------------------------------------|
| 3  | ..... | مقدمة                                                                  |
| 5  | ..... | الفصل الأول: تحديد القطعان في مسح المصايد السمكية المعتمدة على العينات |
| 8  | ..... | الفصل الثاني: تباين القطعان والخطأ في العينات                          |
| 10 | ..... | الفصل الثالث: تقدير متغيرات محصول/ جهود الصيد                          |
| 13 | ..... | الفصل الرابع: الضبط والدقة في تقديرات محصول/ جهود الصيد                |

### Chapter 5: Non-Probabilistic Accuracy for small populations

### Chapter 6: Synthesis of accuracy indicators

### Chapter 7: Estimation process and statistical diagnostics in UAE-NFIS

### Chapter 8: Effort standardization in UAE-NFIS

#### 8.1 Introduction

#### 8.2 Primary variables in effort standardization

#### 8.3 Computational steps in effort standardization

#### 8.4 A numerical example

#### 8.5 Results of the method

#### 8.6 Observations

### Chapter 9: Multi-variate ranking of catch/effort variables

### Chapter 10: Clusters of fishing patterns

## الفصل الأول: تحديد القطعان في مسوح المصايد السمكية المعتمدة على العينات

يشترط للنجاح في تنفيذ برنامج رصد إحصائي لمصائد الأسماك فهم نوع القطيع الذي ستجمع منه العينات بانتظام وحجمه. وليس هناك سوى طريقة واحدة لفعل ذلك وهي ببساطة دراسة الإجابات التي سيتمخض عنها التعداد النظري الذي سيغطي إحصائياً جميع النواحي المكانية والزمانية. ويفترض أن يجري هذا التعداد دائماً في سياق إحصائي يتألف من: (1) الشهر (2) والطبقة الجغرافية (3) وفئة معينة من فئات القوارب- المعدات

### 1-1 القطعان الموجودة في مواقع الإنزال

لتحديد القطيع الموجود في موقع الإنزال  $N_L$  لفئة معينة من فئات القوارب- المعدات في طبقة معينة خلال شهر معين يجب معرفة المعلومات التالية:

- (أ) عدد أيام الشهر  $D$
  - (ب) متوسط مدة  $d$  رحلة الصيد للقوارب- المعدات المقصودة
  - (ج) عدد القوارب-المعدات  $B$  التي تم استخدامها خلال الشهر. وتعتبر القوارب- المعدات مستخدمة إذا قامت برحلة واحدة على الأقل خلال الشهر
- يستطيع القارب- المعدة في المتوسط القيام بعدد  $D/d$  من عمليات الإنزال في عدد  $D$  من الأيام ومن ثم يحتسب عدد عمليات الإنزال كالآتي:

$$N_L = B \times D/d \quad (1.1)$$

#### مثال 1

نفرض أن الشهر هو شهر سبتمبر 2015 وأن عدد القوارب المستخدمة 250 زورق سريع باستخدام مجموعة متنوعة من المعدات في طبقة (ميناء) الدوحة، ومن ثم تطبق الحسابات التالية.

- عدد أيام الشهر  $D = 30$
- متوسط مدة الرحلة  $d = 1$
- عدد القوارب-المعدات  $B = 250$

ثم يحسب حجم القطيع في عمليات الإنزال من المعادلة التالية:  $N_L = 250 \times 30/1 = 7500$  حيث 7500 هو عدد عمليات الإنزال.

## مثال 2

نفرض أن الشهر هو شهر سبتمبر 2015 وأن عدد القوارب المستخدمة 100 زورق (لنش) باستخدام الفخاخ في طبقة (ميناء) الوكرة، ومتوسط مدة الرحلة ثلاثة أيام ومن ثم تطبيق الحسابات التالية:

$$- \text{عدد أيام الشهر } D = 30$$

$$- \text{متوسط مدة الرحلة } d = 3$$

$$- \text{عدد القوارب-المعدات } B = 100$$

ثم يحسب حجم القطيع في عمليات الإنزال من المعادلة التالية:  $N_L = 100 \times 30 / 3 = 1000$  حيث 1000 هو عدد عمليات الإنزال.

## 2-1 القطعان المصيدة خلال أنشطة القوارب- المعدات

لتحديد احتمالية نشاط القارب في فئة معينة من فئات القوارب- المعدات يعتمد سيناريو جمع العينات الذي يستخدمه موقع سمك ويب على مقابلة الصيادين أسبوعياً وسؤالهم عن أنشطة الصيد التي قاموا بها خلال الأسبوع الماضي. وفي بعض الحالات كان السؤال يتناول عدد الأيام التي قضوها في البحر خلال الشهر الماضي وكان السؤال يُطرح في نهاية الشهر المعني.

وفي حالة العينات الأسبوعية يتحدد عدد الأسماك في أنشطة القوارب- المعدات  $N_E$  كالآتي:  
لنفترض إجراء تعداد أسبوعي يشمل جميع القوارب المسيرة. وبالتالي كل أسبوع يتمخض عنه  $B$  من الإجابات تشير إلى عدد صفر أو 1 أو 2 أو 3 أو 4 أو 5 أو 6 أو 7 أيام في البحر. وفي نهاية الشهر ستكون جمعنا عدد  $4 \times B$  من الإجابات. ومن ثم يكون حجم القطيع المصيد في أنشطة القوارب- المعدات  $N_E$  كما يلي:

$$(1.2) \quad = 4 \times B N_E$$

وبالمثل في حالة إجراء تعداد شهري كل شهر سيفرز عدد  $B$  من الإجابات التي تشير إلى عدد 1، 2، 3،.....، 30 يوماً في البحر. ومن ثم يكون حجم القطيع المصيد في أنشطة القوارب- المعدات  $N_E$  يساوي  $B$

$$(1.3) \quad = B N_E$$

ويتعلق البنودان 1-1 و 2-1 بالدقة المكانية لعمليات الإنزال وجهود الصيد؛ حيث تمثل جميع القطعان المصيدة بدالة محدبة وهو ما سييسر من عملية الحساب. ولكن بناء على حجم القطعان المصيدة قد تقوم الحاجة لحساب متوازٍ للدقة المكانية باستخدام طريقتين مغايرتين تماماً يشار إليهما على الترتيب بنظرية أخذ العينات من القطيع الصغير ونظرية أخذ العينات من القطيع الكبير.

## 3-1 حساب تعداد القطعان المصيدة مع مراعاة الدقة الزمانية

تقيس الدقة المكانية فاعلية عمليات أخذ العينات من حيث عدد العينات المجموعة في فترة مرجعية (شهر مثلاً). ولا يكفي ذلك للتأكد من بذل جميع الجهود الممكنة لخفض التحيز في التقديرات. مثال على ذلك إذا تم جمع عينات من 32 عملية إنزال في يوم واحد ولم تجمع أي عينة في بقية الشهر فالدقة المكانية ستكون أعلى من 90% لكن سيرتفع احتمال التحيز إذا كان يوم الصيد المذكور يوماً سيئاً لظروف خاصة

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية

(تحيز سلبي) أو يوماً جيداً لظروف خاصة (تحيز إيجابي)، وهو ما يعني أنه للتأكد من أن تكرار مرات أخذ العينات يتساوى في كفايته مع عدد العينات المجموعة يجب توزيع عملية أخذ العينات بالتساوي على مدار الفترة المرجعية. ثم يبرز السؤال حول عدد الأيام التي نحتاجها لذلك.

ومن الناحية النظرية، المسألة تساوي تماماً عمليات الإنزال وأنشطة القوارب- المعدات. لنفترض أن تعداداً أُجري في الزمان والمكان على عمليات الإنزال وفي كل يوم تكونت لدينا صورة كاملة عن جميع عمليات الإنزال التي حدثت خلال اليوم. فإذا جرى التعداد في شهر نوفمبر 2014 فسيكون لدينا 30 مجموعة مختلفة من البيانات تتناول جميع عمليات الإنزال خلال الشهر. ومن ثم إذا كنا ننوي أخذ عينة من عدد من الأيام وتقدير الإجمالي الشهري بناء عليه سيكون حجم القطيع المصيد 30.

ولا تنطبق الدقة الزمانية على عينات الجهود لأنها تجرى على فترات دورية وتغطي الشهر بأكمله إحصائياً بالنسبة للقوارب- المعدات المختارة.

وتستخدم الدقة الزمانية دائماً نظرية أخذ العينات من القطيع الصغير.

#### 4-1 المواسم المغلقة

حتى الآن فحصنا القطعان المصيدة في عمليات الإنزال والجهود التي تمت في الصيد على أساس شهر تقويعي كامل عدد أيامه 28 أو 29 أو 30 أو 31. وفي حالة بدء موسم مغلق أو انتهائه خلال فترة الشهر المرجعي يجب تعديل الأيام بناء على ذلك.

## الفصل الثاني: تباين القطعان والخطأ في العينات

من الممكن تقدير القيمة المتوسطة لقطيع ما والتباين بين عناصره بمجرد تحديده. وبشكل عام، لا تُعرف القيمة المتوسطة للقطيع ما لم يتم إجراء إحصاء له. والسبيل الوحيد المتاح لاستنباط فكرة حول القيمة المتوسطة للقطيع هي جمع عينات وتقريب متوسط القطيع باستخدام متوسط العينة.

وبافتراض وجود قطيع مكون من عناصر (N) وعينة عشوائية لحجم القطيع (n) تتألف من عناصر  $(X_1, \dots, X_n)$ ، يمكن معرفة متوسط العينة (X) عن طريق المعادلة التالية:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (1-2)$$

ويعتبر متوسط العينة الذي يُحتسب وفقاً للطريقة الواردة في المعادلة (1-2) تقديراً غير متحيز لمتوسط القطيع. ويشير المصطلح "تقدير غير متحيز" إلى أنه في حال القدرة على استخلاص جميع العينات الممكنة للحجم (n) مع احتساب متوسط العينة ذات الصلة في كل مرة، فسوف يتطابق متوسط العينات مع متوسط القطيع.

وبالمثل، فإن تباين العينات:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad (2-2)$$

هو أيضاً تقدير غير متحيز لتباين القطعان.

وفي الواقع، فإن المهمة الرئيسية تتمثل في استخلاص فكرة حول تباين متوسط العينة وليس حول تباين القطيع. ولهذا الغرض، نستخدم تباين العينة لحساب تباين المتوسط:

$$s_x^2 = \frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \quad (3-2)$$

وتجدر الإشارة إلى أن (n) و (N) تمثلان حجمي العينة والقطيع على التوالي. وعندما يكون القطيع كبيراً، تُختزل المعادلة المذكورة أعلاه إلى المعادلة التالية:

$$s_x^2 = \frac{s^2}{n} \quad (4-2)$$

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية

تشير المعادلتان (2-3) و(2-4) إلى أن التباين في متوسط العينة يميل إلى أن يصبح صفراً مع زيادة حجم العينة (n)، وذلك بصرف النظر عن تباين القطيع. وبشكل عام، يُفترض وجود متوسط العينة ضمن مدى الأمان الإحصائي الذي يُحتسب حديه الأدنى والأقصى وفقاً للمعادلة التالية:

$$(5-2) \quad \bar{s}_x = +\sqrt{s_x^2} \quad (\text{الخطأ في العينات})$$

$$(6-2) \quad \text{الحد الأدنى: } x_- = \bar{x} - 1.96s_{\bar{x}} \quad \text{الحد الأقصى: } x_+ = \bar{x} + 1.96s_{\bar{x}}$$

يستخدم المعامل 1.96 لضمان أن المتوسط الحقيقي للقطيع يقع ضمن مدى الأمان الإحصائي الذي يتم تحديده وفقاً للمعادلة (2-6) وبدرجة احتمالية تعادل 95%. وباستخدام الاحتمالية الأدنى، فقد يصبح نطاق الأمان الإحصائي أضيق ولكن أكثر خطورة. وبشكل عام، يتم استخدام مستوى أمان إحصائي بواقع 95% في مسوحات الثروات السمكية واسعة النطاق.

وتتمثل الخطوة الأخيرة في التعبير عن الخطأ في العينات بأرقام نسبية وليست فعلية. ويمثل معامل التباين (CV) أحد المؤشرات النموذجية التي تعبر عن الخطأ النسبي وعادة ما يأخذ شكل النسبة المئوية التالية:

$$(7-2) \quad CV = 100 \frac{s_{\bar{x}}}{\bar{x}}$$

وكملاحظة أخيرة، ينبغي أن يشيد هذا القسم بنظرية الحد المركزي التي تعد حرفياً "محور" جميع المنهجيات والعمليات المتعلقة بمسوحات الثروات السمكية القائمة على العينات وهي الأساس لبناء حدود الأمان الإحصائي وفقاً لما ورد بيانه في المعادلتين (2-3) – (2-7) وتعتبر آثارها أثراً جوهرياً. وأياً ما كان شكل توزيع القطيع، يتوافق توزيع متوسطات العينات وتباينات العينات مع التوزيع الطبيعي، وذلك بشرط أخذ العديد من العينات بطريقة عشوائية.

ولهذه النظرية تاريخ مثير للاهتمام؛ إذ ولدت النسخة الأولى منها من واقع افتراض لعالم الرياضيات (دي موافر) الذي استخدم التوزيع الطبيعي في عام 1733 لتقريب توزيع عدد الرؤوس الناتج عن العديد من قرعات العملة. ولكن هذه النتيجة كانت في طريقها إلى النسيان حتى أنقذها عالم الرياضيات الفرنسي بيير سيمون لابلاس من الغموض من خلال عمله الهام (النظرية التحليلية للاحتمالية) *Théorie Analytique des Probabilités*، التي تم نشرها في عام 1812. وعمل لابلاس على توسيع النتيجة التي توصل إليها دي موافر من خلال تقريب التوزيع ذي الحدين مع التوزيع الطبيعي. ولكن كما كان الحال مع دي موافر، حظيت النتيجة التي توصل إليها لابلاس بقدر ضئيل من الاهتمام في وقته. ولم يستمر ذلك حتى القرن التاسع عشر، عندما قام عالم الرياضيات الروسي ألكساندر ليابونوف بتعريفها في عام 1901 بعبارات عامة وأثبتت بدقة كيفية عملها من الناحية الرياضية. وفي الوقت الحاضر، يُنظر إلى نظرية الحد المركزي على أنها المرجعية الأعلى رسمياً في تفسير نظرية الاحتمالية.

وقد وصف السير فرانسيس غالتون، أحد المؤسسين الرئيسيين للمسوحات الإحصائية، نظرية الحد المركزي بعبارات مبهجة وردت في التمهيد.

### الفصل الثالث: تقدير متغيرات محصول/ جهود الصيد

يهدف برنامج الرصد الإحصائي للثروات السمكية القائم على العينات إلى جمع بيانات محصول وجهود الصيد بانتظام شهرياً وإصدار تقديرات لإجمالي محصول الصيد، وتصنيف محصول الصيد بحسب الأنواع، وتصنيف جهود الصيد بحسب القوارب/ المعدات، وأسعار الأنواع وقيمها، ومتوسط وزن الأسماك. ولتحقيق ذلك، يجمع نظام تقييم محصول/ جهود الصيد البيانات لتعبئة المعادلة العامة لمحصول/ جهود الصيد:

$$(1-3) \quad \text{تقدير محصول الصيد} = (\text{عينة إجمالي محصول الصيد لكل وحدة جهد}) \times \text{جهد الصيد المقدر}$$

وتكرر المعادلة 1-3 لكل وحدة إحصائية مثل الشهر، وطبقة الميناء، وفئة القوارب-المعدات.

#### 1-3 تقدير إجمالي محصول الصيد لكل وحدة جهد

بافتراض أن العديد من عمليات الإنزال قد تم جمعها خلال شهر واحد في إحدى طبقات الميناء ولفترة معينة من فئات القوارب-المعدات: فإذا كان مجموع عمليات الإنزال الخاصة بالأنواع في كل عينة هو (c)، ومدة رحلة الصيد ذات الصلة هي (d)، فيُقدَّر إجمالي محصول الصيد لكل وحدة جهد وفقاً للمعادلة التالية:

$$(2-3) \quad \text{CPUE} = \frac{\sum q}{\sum d}$$

وبالنسبة للأنواع التي توجد في عمليات الإنزال على مدى شهر، فتحتسب نسبتها إلى إجمالي عينات عمليات الإنزال وفقاً للمعادلة التالية:

$$(3-3) \quad p_i = \frac{\sum (\text{species} \_ q)}{\sum q}$$

#### 2-3 تقدير جهود الصيد

تتمثل المعادلة العامة لتقدير جهود الصيد الشهرية لقارب-معدة في طبقة من طبقات الميناء فيما يلي:

$$(4-3) \quad \text{الجهد المقدر} = \text{احتمالية نشاط القارب (PBA)} \times \text{عدد القوارب/ المعدات (B)} \times \text{عدد أيام الشهر (D)}$$

بحيث:

- تمثل (PBA) احتمالية نشاط قارب-معدة في أي يوم خلال الشهر؛
- تمثل (B) إجمالي عدد أيام تشغيل القوارب-المعدات التي يتم إحصاؤها في نهاية شهر مرجعي؛

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية

- تمثل (D) عدد أيام التقويم في الشهر. وتستثنى من ذلك حالات المواسم المغلقة، والتي يتساوى فيها هذا العدد مع عدد الأيام في الشهر، أي 28 أو 29 أو 30 أو 31.

### 2-3 تقدير احتمالية نشاط القوارب

هناك عدة طرق لتقدير عينة احتمالية نشاط القوارب. ويستخدم في دولة الإمارات العربية المتحدة سيناريوهان، وهما:

- (أ) في نهاية كل أسبوع، يُطلب من الصيادين تحديد عدد أيام العمل خلال الأسبوع الماضي. وتتراوح الإجابات المحتملة من  $a_i = 0$  صفر، 1، ....، 7 أيام. وبافتراض أن عينات (n) ترد ضمن هذه الإجابات، تُحتسب عينة احتمالية نشاط القوارب على النحو التالي:

$$PBA = \frac{\sum a_i}{7n} \quad (5-3)$$

- (ب) في نهاية كل شهر (مع بيان أيام التقويم "D")، يُطلب من الصيادين تحديد عدد أيام العمل خلال الشهر. وتتضمن الإجابات المحتملة 1، ....، أيام تقويم (D)، حيث تمثل (D) عدد الأيام في الشهر. لاحظ أن الرقم (صفر) لا يعتبر إجابة محتملة لأن القارب العامل يجب أن يقوم برحلة صيد واحدة على الأقل خلال الشهر. وبافتراض أن عينات (n) ترد ضمن هذه الإجابات، تُحتسب عينة احتمالية نشاط القوارب على النحو التالي:

$$PBA = \frac{\sum a_i}{nD} \quad (6-3)$$

وبمجرد تقدير احتمالية نشاط القوارب عن طريق المعادلة (5-3) أو (6-3)، يتم تقدير إجمالي الجهد من المعادلة (4-3) وإجمالي محصول الصيد من المعادلة (1-3).

### 3-3 تصنيف محصول الصيد بحسب الأنواع

يتم تقدير محصول الصيد بحسب الأنواع على أساس نسب عينات الأنواع الواردة في (3-3). وبالتالي، يُحتسب محصول الصيد المقدر بحسب الأنواع على النحو التالي:

$$\text{أنواع محصول الصيد} = (\text{نسبة الأنواع}) \times (\text{الإجمالي المقدر لمحصول الصيد}) \quad (7-3)$$

$$\text{أنواع محصول الصيد لكل وحدة جهد} = (\text{نسبة الأنواع}) \times (\text{العينة الكلية لمحصول الصيد لكل وحدة جهد}) \quad (8-3)$$

### 4-3 أسعار الأنواع

ينبغي ألا تُحتسب أسعار الأنواع عند كل عملية إنزال. فمن الناحية النظرية، تكون عينة واحدة كافية للقيام بذلك، ولكن موثوقية تقديرات الأسعار تتناسب مع عدد العينات التي تنطوي على أسعار. وبافتراض أن عينات (m) تحتوي على أسعار مجمعة، فيتم احتساب متوسط السعر المرجح لنوع من الأنواع على النحو التالي:

(9-3)

$$p_i = \frac{\sum q_i p_i}{\sum q_i}$$

بحيث:

- تمثل  $q_i$  كمية غير صفيرية من النوع على مدار الشهر؛
- تمثل  $p_i$  السعر المجمع.

تؤدي الفجوات في تحصيل الأسعار إلى عدم اتساق الأسعار والقيم عند تجميع التقديرات الشهرية في جداول التصنيف المتغيرة. فعلى سبيل المثال، لا يتطابق متوسط الأسعار والقيم المصنفة بحسب القوارب - المعدات بنسبة 100% مع المجاميع المصنفة بحسب الأنواع.

ولتجنب هذه التناقضات، تستخدم شبكة سمك ويب (Samaq Web) تقنية متطورة لتقدير الأسعار في مختلف مراحل الموثوقية. وتتمثل النتيجة في أن أي تجميع للتقديرات سيؤدي إلى أسعار وقيم متشابهة.

### 5-3 متوسط أوزان الأنواع

إلى جانب المعلومات الخاصة بمحصول الصيد وجهود الصيد والأسعار، تجمع شبكة "سمك" معلومات عن عدد الأسماك التي تظهر في عمليات الإنزال. وهناك ثلاثة خيارات متاحة للقائمين على جمع البيانات، وهي:

- بالنسبة للأسماك الصغيرة، فإنهم يجمعون عدد الأسماك الموجودة في الكيلوغرام الواحد.
- وبالنسبة للأسماك ذات الحجم المتوسط، فإنهم يجمعون إجمالي عدد الأسماك الموجودة في محصول الصيد.
- وبالنسبة للأسماك الكبيرة، فإنهم يقدرّون متوسط وزن كل سمكة.

وتقوم شبكة "سمك" بتحليل بيانات الحجم التي يتم جمعها، ولكل وحدة إحصائية مثل الشهر، وطبقة الميناء وفئة القوارب-المعدات، فهي توفر التقديرين التاليين:

- 1- متوسط وزن النوع
- 2- عدد الأسماك التي يتم صيدها

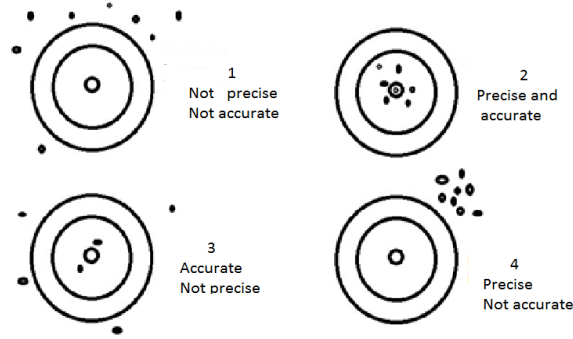
## الفصل الرابع: الضبط والدقة في تقديرات محصول/ جهود الصيد

### 1-4 مقدمة

يعبر ضبط المقيّر (لعينة المحصول لكل وحدة جهد أو عينة احتمالية نشاط القوارب على سبيل المثال) عن التقارب بين النتائج التي يتم التوصل إليها في عملية لأخذ عينات أو، وفقاً للتباين، هي كيفية تحديد موضع العينات في مقابل متوسطها.

وتعبر دقة المقيّر عن التقارب بين التقديرات الناتجة مقابل متوسطات القطعان الفعلية (وغير المعروفة).

ورغم أن مصطلحي "الدقة" و"الضبط" مترادفان إلى حد ما ضمن المصطلحات الدارجة، إلا أنهما متميزان عن بعضهما البعض في السياق الإحصائي. فعلى سبيل المثال، قد تكون مجموعة من نتائج العينات متطابقة ولكنها ليست منضبطة، أو منضبطة ولكنها ليست دقيقة، أو غير منضبطة وغير دقيقة، أو منضبطة ودقيقة (انظر الشكل 1-4). وعلاوة على ذلك، عندما يوجد بالمسح خطأ (أو تحيز) منهجي متأصل، فلن يتم حل هذا الخطأ عن طريق زيادة حجم العينة؛ وإنما سيستمر المسح في إنتاج نتائج متحيزة. وإذا ظلت العينات كما هي ولكن تم تحديد الخطأ المنهجي وحله، فسوف يؤدي هذا الإجراء إلى تحسين درجة الدقة دون درجة الضبط.



الشكل 1-4 - توضيح الفرق بين الضبط والدقة: الحالة الأولى - النتائج غير منضبطة وغير دقيقة. الحالة الثانية - النتائج دقيقة ومنضبطة. الحالة الثالثة - النتائج دقيقة ولكنها مشتتة إلى حد ما (غير منضبطة). الحالة الرابعة - النتائج متحيزة بدرجة ضبط جيدة ولكنها غير دقيقة على الإطلاق.

المؤشر الأكثر استخداماً في قياس ضبط عملية أخذ العينات هو معامل التباين. وقد تمت صياغة هذا المؤشر على أساس الخطأ القياسي كما ورد بيانه في الفصل الثاني. وهو مؤشر مفيد جداً ويتم حسابه دائماً إلى جانب إحصاءات أخرى. ولهذا المؤشر مزايا، هي: (1) سهولة احتسابه، و(2) سهولة تفسيره. ومع ذلك، لا ينطبق معامل التباين على القطعان ذات الحجم الصغير لأن نظرية الحد المركزي (راجع الفصل الثاني) لم تعد سارية. والأهم مما سبق، أن معامل التباين متغير ولا يمكن استخدامه سلفاً في تخطيط قائم على عينات.

ولجميع هذه الأسباب، تستفيد البرامج القائمة على عينات من مؤشر نسبي إضافي (دقة متشائمة) والذي ستم مناقشته بالتفصيل في الأقسام القادمة.

#### 2-4 تعريف الدقة (A)

لننظر إلى قطيع يتألف من عناصر  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_N\} = P : (N)$  ومتوسط القطيع  $\bar{Y}$ .

انظر أيضاً إلى عينة حجم  $(n)$ :  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  ومتوسطها  $\bar{X}$  وهو تقدير غير متحيز لمتوسط القطيع  $\bar{Y}$ .

ومن الناحية النسبية، يتم التعبير عن *الدقة* (أي القرب) لمتوسط  $\bar{X}$  فيما يتعلق بالمتوسط  $\bar{Y}$  بمؤشر الدقة النسبية:

$$A = 1 - \frac{|\bar{Y} - \bar{X}|}{R} \quad (1-2-4)$$

بحيث تمثل (R) نطاق أو معدل  $Y_{\max} - Y_{\min}$  لقيم القطعان.

#### 3-4 توحيد القطعان

يستخدم مصطلح *التوحيد* (أو التقييس) لوصف نوع معين من التحويل العددي الذي ينطبق على قطيع محدود وبطريقة يتم من خلالها تحديد كل عنصر من عناصر القطيع بشكل فريد على مدرج بين صفر و 1.

لننظر مرة أخرى إلى قطيع يتألف من عناصر  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_N\} = P : (N)$  ومتوسط القطيع  $\bar{Y}$ . ثم نطبق التحويل الخطي التالي لكل عنصر من عناصر القطيع:

$$u_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} \quad , i = 1, 2, \dots, N \quad (1-3-4)$$

وتعتبر المقترحات التالية سارية بالنسبة للمعادلة السابقة:

1- تُحدد قيمة العنصر الأدنى  $Y_{\min}$  عند "صفر".

2- تُحدد قيمة العنصر الأقصى  $Y_{\max}$  عند "1".

3- تُحدد قيم جميع العناصر الأخرى بين "صفر" و "1".

4- يُحدد نطاق القطعان الموحدة عند "1".

5- يعادل متوسط  $\bar{U}$  للقطعان المحولة:  $\frac{\bar{Y} - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$

البرهان:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum u_i = \frac{1}{NR} \sum (Y_i - Y_{\min}) = \frac{N\bar{Y}}{NR} - \frac{NY_{\min}}{NR} = \frac{\bar{Y} - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

#### 5-4 معادلة الدقة بين القطعان الأصلية والقطعان الموحدة

لننظر إلى قطيع متألف من عناصر  $(N)$ ،  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_N\} = P$  ومتوسط القطيع  $\bar{Y}$ . انظر أيضاً إلى عينة حجم  $(n)$ :  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  ومتوسط عينة  $\bar{X}$  وهو تقدير غير متحيز لمتوسط القطيع  $\bar{Y}$ .

ثم نفحص عينة تتألف من عناصر  $(n)$  موحدة:  $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  تقابل العينة الأصلية  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ . طبقاً للمعادلة (1-2-4).

$$A = 1 - \frac{|\bar{Y} - \bar{X}|}{R} \text{ يُعبر عن دقة } \bar{X} \text{ بصيغة:}$$

وبالمثل، يُعبر عن دقة  $A_u$  متوسط العينة الموحدة  $\bar{u}$  الخاصة بكل من  $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  بالصيغة التالية:

$$A_u = 1 - \frac{|\bar{U} - \bar{u}|}{1} = 1 - \frac{\left| \frac{\bar{Y} - Y_{\min}}{R} - \frac{\bar{X} - Y_{\min}}{R} \right|}{1} = 1 - \frac{|\bar{Y} - \bar{X}|}{R} = A$$

وبالتالي، نكون قد أثبتنا أن دقة عينة مأخوذة من قطيع محدود تساوي دقة العينة المناظرة المأخوذة من القطيع الموحد.

وتعتبر الصيغة المذكورة أعلاه مهمة جداً لتحليل الدقة اللاحق حيث إنها ألغت نطاق القطعان من المتغيرات ذات الصلة. ونتيجة لذلك، يمكن للدقة أن تشير باستمرار إلى القطعان الموحدة ضمن نطاق  $R = 1$ . وبذلك، يمكن أن تأخذ المعادلة (1-2-4) الشكل المبسط التالي:

$$(1-5-4) \quad A = 1 - |\bar{Y} - \bar{X}|$$

بحيث يشير كل من  $\bar{Y}$  و  $\bar{X}$  إلى العناصر الموحدة بين النطاقين "صفر" و "1".

وسنبحث الآن مرة أخرى المعادلات المتعلقة بمدى الأمان الإحصائي (ارجع إلى الفصل الثاني). ويمكن تلخيص ذلك ضمن المعادلة التالية:

$$|\bar{Y} - \bar{X}| \leq 1.96s_{\bar{X}}$$

وتعني أن الخطأ يساوي  $1.96s_{\bar{X}}$  عند مستوى الأمان الإحصائي الذي يعادل 95%. ومن ثم تأخذ المعادلة المذكورة أعلاه الشكل التالي:

$$(2-5-4) \quad A = 1 - 1.96s_{\bar{X}} = 1 - 1.96 \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

حيث تمثل (s) الانحراف المعياري لعينة من العناصر الموحدة.

وبالتالي يمكن استنتاج أن دقة عملية التقدير هي دالة تمثل حجم القطيع (N)، وحجم العينة (n)، والانحراف المعياري للعينة.

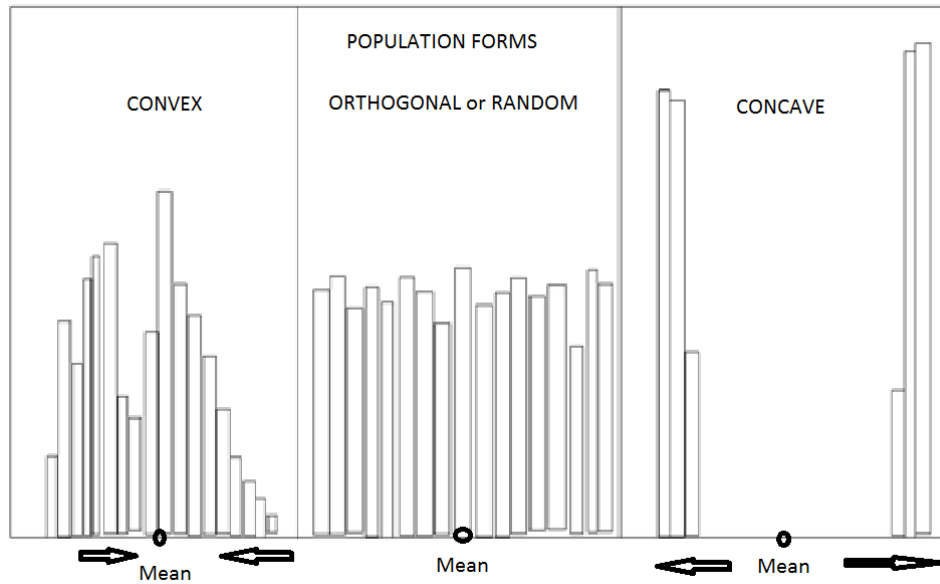
لا شك أن معرفة الدقة التي تنتج عن عينة من العينات أمر مفيد وتصبح هذه المعرفة أكثر فائدة إذا كانت الدقة معروفة بشكل مسبق بحيث تسمح بتحديد حجم العينة المطلوب لتحقيق مستوى دقة محدد مسبقاً، 95% على سبيل المثال. وهذه هي القضية الأكثر شيوعاً خلال مرحلة التخطيط لأي برنامج واسع النطاق لجمع البيانات. وستتم مناقشة هذه المشكلة في القسم التالي الذي يتم فيه التعريف بمفهوم "الدقة المتشائمة".

#### 6-4 الدقة التشاؤمية الاحتمالية

لننظر مرة أخرى في المعادلة الموحدة للدقة:

$$A = 1 - 1.96 \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \quad (1-6-4)$$

يتمثل هدفنا الجديد في وضع حد أقصى للانحراف المعياري (s) في عينات مأخوذة من قطعان تكون إما محدبة أو متعامدة (انظر الشكل 6-4-1). ولقد واجه برنامج مسح الثروات السمكية في دولة الإمارات العربية المتحدة هذين النوعين من القطعان. ويتعلق النوع الثالث بالقطعان المقعرة التي لا توجد إلا في سيناريوهات أخذ العينات التي تقاس فيها عينة احتمالية نشاط القوارب كنسبة (القوارب-المعدات النشطة) / (القوارب- المعدات التي خضعت للفحص).



الشكل 1-6-4 القطعان المحدبة، والمتعامدة (أو العشوائية)، والمقعرة. تميل القيم في القطعان المحدبة إلى التركيز حول المتوسط. وفي القطعان المتعامدة، تقترب جميع القيم من نفس المعدل. وفي القطعان المقعرة، تميل القيم إلى الابتعاد عن المتوسط.

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية  
ووفقاً للنظرية الإحصائية، فإن الانحراف المعياري لقطيع موحد متعامد (أو عشوائي أو متماثل) دائماً ما يكون أعلى من الانحراف المعياري لقطيع محدب موحد. ويُحدد الحد الأقصى بالطريقة التالية:

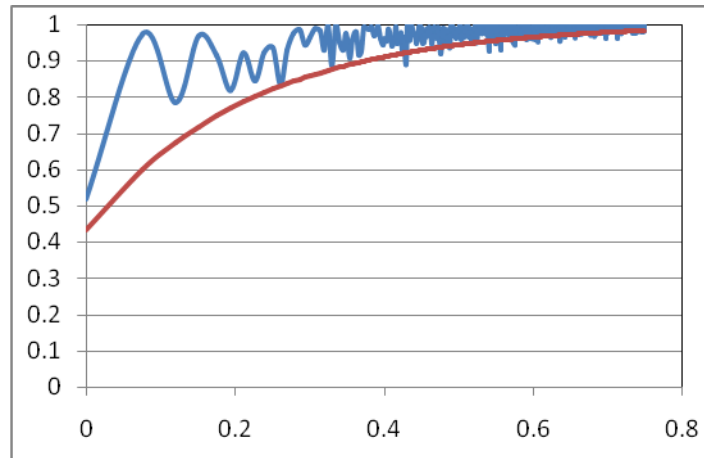
$$\sigma_R = \sqrt{\frac{2N-1}{6(N-1)} - \frac{1}{4}} \quad (2-6-4)$$

باستبدال الانحراف المعياري في (1-6-4) بأكبر قيمة له من خلال (2-6-4)، نحصل على:

$$A \geq 1 - 1.96 \frac{\sigma_R}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \quad (3-6-4)$$

يحدد المصطلح الصحيح للعلاقة الأخيرة حداً أدنى (أي دقة متشائمة) لجميع قيم الدقة الناتجة عن عينات الحجم (n) المأخوذة من قطيع محدب أو عشوائي. فهو يحدد أن جميع قيم الدقة ستكون أكبر من علاقة الحد الأدنى هذه مع نسبة احتمالية تبلغ 95% (أي ما يعادل القول بأن 5% فقط من الدقة قد تنخفض إلى ما دون ذلك الحد).

وفيما يتعلق بتخطيط علاقة المسوحات، توفر المعادلة (3-6-4) ما يحتاج إليه مخطط المسح تحديداً. فكل ما يحتاج إليه هو حجم القطيع (N) فقط. وبالنسبة لأي مستوى دقة متشائمة (مستوى البدء العملي 90%)، يمكننا تحديد حجم العينة الذي يفي بهذا المستوى. وتجدر الملاحظة أن الدقة الفعلية لن تكون معروفة أبداً بشكل مسبق. وكل ما سنعرفه هو أن الدقة الناتجة ستتنطوي على نسبة احتمالية تبلغ 95% وهي أعلى من الحد التي يتم تحديده بواسطة المعادلة (3-6-4).



الشكل 2-6-4 - تقلب دقة العينات (الخط الأزرق) عند اختلاف حجم العينة بين 1 وحجم القطيع. ويظهر الخط الأحمر الدقة المتشائمة التي يتم حسابها وفقاً للمعادلة 3-6-4 بالنسبة للقطيع المحدب أو العشوائي. وبشكل عام، تقع جميع قيم الدقة فوق منحنى الدقة المتشائمة مع وجود بعض الاستثناءات التي تشكل ما يقرب من 5% من جميع القيم.

وتجدر الإشارة إلى أن:

- المعادلات التي جرى استعراضها فيما سبق تسري على دوال القطعان المحدبة أو العشوائية؛
- لا تُعرف الدقة القصوى مطلقاً؛ وما يُعرف هو الحد الأدنى لها (الدقة المتشائمة)؛

النظام الوطني لمعلومات الثروة السمكية بدولة الإمارات العربية المتحدة- الوحدة التدريبية الثانية

- وحيث إنه يمكن احتساب الحد الأدنى للدقة الوارد في المعادلة 3-6-4 عند مستويات أمان إحصائي مختلفة (أي 90%، 95%، إلخ)، فإن الدقة المتشائمة الموضحة أعلاه تظل دقة احتمالية.