من التساؤلات الأساسية الشائعة لدى كل من طلبة العلوم الطبيعية والعلوم الطبية هو: لِمَ أحتاج إلى أن أدرس الإحصاء؟

- إن الأساس الرياضي البحث للإجابة على ذلك وتعطي تفسيرات غير مؤكدة غالبا، وفي الحياة المهنية على العموم كثير من الأمثلة التي توضح أهمية الإحصاء في العلوم الحيوية وغيرها من العلوم: المنشورات العلمية المطبوعة إن مثل هذه المنشورات مليئة بالطرائق الإحصائية المستخدمة والتي تظهر بوضوح استخدام تعبير (الوسط الحسابي ± الوسط الحسابي للخطأ المعياري) للحصول على المعنوية الإحصائية بواسطة قيم الاحتمالية (P)أو باستخدام اختيارات ستدنت (Student « t ») أو تحليل مربع كاي(X^2) أو استخدام طرق تحليل التباين، ونجد أن المعلومات الممثلة فيها مختصرة ومبوبة، ودون إلمام الدراسة بالتحليل الإحصائي لا تقبل استنتاجات عمل هذا الباحث مطلقا، لأننا نكون عندئذ غير قادرين على فحص قوة الدعم والربط للبيانات مع الواقع
- باختراع الحاسب الذي يقوم بتنسيق وتنظيم البيانات والكثير من حسابات حول المشاهدات التي حصلنا عليها ويقوم أيضا بتلخيصها وتبويبها وتبيان أهميتها وحتى نقوم بكل ما ذكرناه في جهاز الحاسب ليحقق الفائدة المرجوة من هذه المعلومات فإننا نحتاج حتما إلى نظرة شاملة بدراستها إحصائيا.

يمر أسلوب أو خطة العمل الإحصائي أو ما يطلق عليه أحيانا العمليات الإحصائية بأربع مراحل رئيسية هي:

1- مرحلة جمع البيانات عن الظاهرة (الظواهر) موضع البحث من مصادرها المتنوعة سواء بواسطة المجهود الشخصي للباحث أو عن طريق البيانات المنشورة.

2- مرحلة جدولة وعرض البيانات بما تتضمنه من طرق تفريغ المعلومات بأساليب وأشكال (جداول – رسوم أو أشكال بيانية...الخ) تعكس بشكل واضح وبسيط خصائص الظاهرة موضع الدراسة.

3- مرحلة تحليل البيانات بما تشمله من متغيرات يتأثر بعضها البعض، وعلاقات متداخلة مع بعضها البعض، ويتم التحليل بواسطة المقاييس الإحصائية والأساليب الكمية المتنوعة.

4- مرحلة تفسير البيانات وهي أوج المراحل الثلاث السابقة، كما أنها تهدف إلى معرفة العوامل التي تتحكم في تنوع الظاهرة وتغير سلوكها.

1- جمع البيانات

تعتبر مرحلة جمع البيانات والمعلومات والحقائق عن المتغيرات والظواهر موضع الدراسة من أسس العمل الإحصائي التي لها أهمية خاصة لا يمكن إغفالها في أي دراسة علمية منظمة، وقبل الشروع في عملية جمع البيانات يجب أن يلم الباحث بعدة خطوات هامة وضرورية تمليها عليه طبيعة الدراسة يمكن أن نوجزها فيما يلي:

أ- تحديد المشكلة العلمية أو تعيين مجال الظاهرة المراد دراستها وبحثها.

ب-الاتفاق على وحدة القياس التي ستستعمل في عملية جمع البيانات.

ج- تعيين المتغيرات التي ستتناولها عملية القياس والحصر.

د- حصر المصادر التي يعتمد عليها في الحصول على البيانات.

ه- تحديد الأسلوب أو الطريقة التي تتبع في جمع البيانات والمعلومات.

وسوف نركز مناقشتنا في هذا الفصل حول الإطار العام لكيفية جمع البيانات من مصادرها المختلفة وما يتصف به كل مصدر من مزايا الاستخدام ومشاكل التطبيق، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه كلما كانت طريقة جمع البيانات سليمة، وكلما توفرت معلومات دقيقة عن مجموعة المتغيرات أو الظاهرة موضع الدراسة، كلما أدى ذلك إلى رفع درجة الثقة في النتائج المستخلصة من التحليل الإحصائي وبالتالي التوصل إلى قرارات سليمة غير متحيزة.

2- مصادر جمع البيانات

هناك مصدران أساسيان لجمع البيانات: الأول يستمد منه الباحث المعلومات اللازمة لبحثه من بيانات تم جمعها وتجهيزها ونشرها بواسطة أجهزة متخصصة، أما المصدر الثاني فيعتمد فيه الباحث على نفسه في جمع وإعداد وتجهيز البيانات، ويعرف المصدر الأول بالمصدر غير المباشر، بينما يطلق على المصدر الثاني المصدر المباشر أو مصدر الميدان.

أولا: المصدر غير المباشر في جمع البيانات

تتصف البيانات التي نحصل عليها بأنها بيانات غير أولية، تم تبويبها وتصنيفها من قبل بواسطة شخص آخر (غير الباحث) أو هيئة حكومية، ومن أمثلتها البيانات التي تضمنتها الدوريات والنشرات والكتب والتقارير والبحوث التي تصدرها وتنشرها الجهات والهيئات الحكومية ومراكز البحوث العلمية , ويلجأ الباحث إلى هذا المصدر في الحصول على البيانات التي يحتاج إليها بحثه في حالة وجود صعوبات(من حيث الوقت والتكاليف) تعترض عملية جمع البيانات من مصادرها الأولية، وعلى الرغم من سهولة وسرعة للحصول على البيانات من هذا المصدر، إلاّ أنه يعاب عليه صعوبة تحديد درجة الدقة أو الثقة في البيانات وعدم التأكد من سلامة الإعداد والتجهيز الإحصائي لها.

ثانيا: المصدر المباشر

تتميز البيانات التي يتم الحصول عليها من هذا المصدر بأنها بيانات أولية يعتمد الباحث في جمعها وتجهيزها للتحليل على نفسه، ويلجأ الباحث إلى هذا المصدر في حالة ما إذا كانت طبيعة الدراسة تملى عليه الحصول على بيانات غير منشورة، أو نتائج بحوث سابقة تتعلق بموضوع البحث، ومن مزايا المصدر المباشر في الحصول على المعلومات أن درجة الدقة وحدود الثقة في البيانات يمكن تحديدها عند تحليل البيانات كميا، وهي في الغالب ما تكون مرتفعة مما يساعد بالتالي على استخلاص نتائج موثوق فيها بدرجة كبيرة، إلاّ أن أهم المشاكل التي تواجه الاعتماد على المصدر المباشر هو الحاجة إلى الوقت والتكلفة المادية اللازمين لإنجاز مهمة الحصول على المعلومات، ونتيجة لذلك فإن الباحث يجد نفسه مضطرا إلى بذل قصارى جهده في جمع البيانات التي يحتاج إليها بالطريقة المباشرة , في وقت قصير وبأقل تكلفة مادية ممكنة.

وعند جمع البيانات من مصادرها المباشرة، فإن الباحث يعتمد على أحد الأسلوبين: أسلوب الحصر(المسح) الشامل لجميع مفردات المجتمع الأصلي، فإذا لم يتيسر له ذلك فإنه يضطر إلى اختيار عينة، وهذا ما يطلق عليه أسلوب المعاينة(العينات)، ولكل من الأسلوبين جوانبه الإيجابية والسلبية.

3- أنواع البيانات الإحصائية

تقسم البيانات الإحصائية إلى مجموعتين:

3-1 **البيانات النوعية**: تقيس ظاهرة من الظواهر دون أن تأخذ قيما عددية، وقد نتج عن ذلك ما يعرف بالمتغيرات النوعية التي لا يمكن قياسها بوسائل قياس مألوفة، وإنما تشكل

صفات لذلك المتغير، ومن أمثلة ذلك لون العين متغير(سوداء، خضراء، زرقاء)، والنوع متغير (ذكر، أنثى) .

ونقسم البيانات العينية إلى:

أ- **بيانات نوعية اسمية**: تعتمد على التصنيف النوعي بغض النظر عن أهمية الترتيب، مثلا: تصنيف طلبة إحدى الجامعات حسب الجنسية أو حسب التخصص.

ب- **بيانات نوعية ترتيبية**: يلعب الترتيب دورا أساسيا في تحديد معالم الظاهرة، مثلا: ترتيب طلبة إحدى الجامعات حسب المؤهل LMD2 – ليسانس- ماستر– دكتوراه.

3-2 **البيانات الكمية:** تأخذ قيما عددية صحيحة أو كسرية حسب ظروف الحالة، ويمكن قياسها بوسائل قياس مألوفة مثل: رؤوس الماشية في قطيع معين، درجات الطلبة في كلية، أطوال الأشخاص بالسنتمترات، أوزان الأشخاص بالكيلوغرامات، ودرجات الحرارة في مدينة معينة، وتقسم المتغيرات الكمية إلى قسمين هما:

أ- **المتغيرات المستمرة (المتصلة):** إذا كانت مجموعة القيم التي يأخذها المتغير العشوائي (المتغير العشوائي هو دالة ذات قيمة حقيقية معرفة على فضاء العينة) مجموعة غير قابلة للعد سواء كانت محدودة أو غير محدودة، وإنما تشكل قيم واقعة ضمن فترات، وهذا يعني وجود عدد غير منته من القيم مثل كمية الأمطار المتساقطة على منطقة ما خلال سنة معينة، أسعار سلعة معينة في فترة زمنية معينة وغيرها، وتعتمد البيانات الكمية المستمرة على وحدات القياس التي تأخذ قيم في مجال تغيراتها، مثلا وحدة قياس الطول، إما أن تكون بالمتر أو السنتمتر بفرض أن طول أحد الطالب يساوي 159 سنتمتر، وبمعنى أدق يساوي 159.4 سنتمترا أو أكثر دقة يساوي 159.45 سنتمترا وقد مجموعة القيم التي يأخذها المتغير العشوائي مجموعة قابلة للعد، أي يمكن عدها سواء أكانت مجموعة محدودة أو غير محدودة، مثل عدد أشجار النخيل في قرية معينة.

ب-**بيانات كمية منقطعة**: وهي البيانات التي تأخذ قيما عددية صحيحة، مثل عدد طلبة الجامعة خلال هذا العام.

4- مرحلة جدولة وعرض البيانات

عقب مرحلة جمع البيانات والمعلومات الإحصائية ميدانيا بواسطة الاستبيانات، أو عند نقل معلومات من السجلات والوثائق، يصبح من المطلوب تهيئتها على شكل جداول بالصيغة التي تمكننا من الاطلاع على اتجاهها وعلى مدلولاتها، وبما يساعد على استخدامها لأغراض التحليل للكشف عن طبيعة العلاقة بين متغيراتها، ولهذا الغرض فالخطوة الأولى المطلوبة هي وضع بيانات كل استبانه أو مشاهدة(Observation) أو مجموعة مشاهدات (فئة) في صف(سطر) واحد، ويشمل ذلك للقيام بتحويل البيانات النوعية (غير الرقمية) إلى بيانات كمية (رقمية) أو إعادة صياغتها بالشكل الذي يبقى بحاجة عملية التحليل. وسيعتمد استخدام برنامج Excel في حالات محدودة يكون فيها أكثر سهولة وكفاءة مع الحالة التحليلية المطلوبة كما هو الحال مع العرض البياني.

5- التفريغ والجدولة اليدوية

تطبق الجدولة اليدوية في حالة ما إذا كان حجم العينة صغيرا، حيث يتم فرز الاستمارات التي تم مراجعتها وترميزها، ويتم تصنيفها حسب الخصائص المشتركة، وبالتالي تقسم إلى مجموعات متجانسة وبعدها يتم عد الاستمارات في كل مجموعة، ثم تسجل البيانات المجمعة

في جدول حيث يمكن أن يكون الجدول مثلا تقاطعيا، حيث تعبر الصفوف على فئات الصفة الأولى والأعمدة على فئات الصفة الثانية.

5-1 التفريغ والجدولة الآلية

كلما كبر حجم العينة وزاد عدد الأسئلة في الاستمارة، كلما تعقدت عملية التفريغ والجدولة، وبالتالي يكون اللجوء إلى الحاسب الآلي ضروريا وذلك باستخدام أحد البرامج النفعية المتخصصة في التحليل الإحصائي للبيانات مثل: STATISTICA, SPSS، أو حتى برنامج EXCEL.

وقد قدم Churchill مجموعة من النصائح يجب أخذها بعين الاعتبار عند إدخال البيانات للحاسب الآلي:

1. يجب استخدام خاصية واحدة فقط في كل عمود، وإذا كان السؤال يحتمل أكثر من خاصية (إجابة) فيجب إضافة أعمدة بعدد الخصائص.
2. يجب استخدام القيم الرقمية فقط.
3. يفضل استخدام رمزا موحدا لجميع الإجابات التي تعني "عدم وجود بيانات".
4. يجب أن تكون أرقام الصفوف في الحاسب الآلي مطابقة لأرقام قوائم الاستقصاء وأن تكون بشكل تسلسلي حتى تسهل عملية الرجوع إلى قوائم الاستقصاء عند الاقتضاء.

5-2 عرض البيانات بيانيا

يعادل الرسم البياني الواحد لظاهرة ما ألف كلمة أو عدة صفحات عن هذه الظاهرة، مما أعطى أهمية كبيرة للرسم البياني ليس فقط في الأبحاث العلمية.

و الجدير بالذكر أن الرسوم البيانية ليست بديلا للجداول، وإنما تساندها في سرعة عرض الأرقام وتبسيطها، لهذا يجب قبل البدء في أي رسم بياني تحديد الهدف منه ونوعه وحجمه وعنوانه.

وسوف نستعرض هنا أهم طرق عرض البيانات باستخدام الرسوم البيانية سواء للبيانات غير المبوبة (البيانات الخام) أو البيانات المبوبة(التوزيعات التكرارية) كما هو مبين فيما يلي:

أولا: الرسوم البيانية في حالة البيانات غير المبوبة (البيانات الخام)

وتتمثل أهم الرسومات البيانية في حالة البيانات غير المبوبة في ثلاثة أنواع وهي:

1- الدائرة البيانية

الدائرة عبارة عن شكل هندسي يتم تمثيل البيانات بقطاعات داخلها بحيث أن مجموع هذه القطاعات تمثل مساحة الدائرة الكلية ويتم تحديد زاوية أي قطاع وفقا للقاعدة التالية:

$$\text{زاويةالقطاع} = \frac{fi}{N} \times 360$$

حيث: fiتمثل عدد التكرارات الخاصة بكل قطاع.

N تمثل عدد التكرارات الكلية

مثال: أثناء خرجة علمية وفي إطار التعرف على تنوع الزواحف في منطقة الدراسة، وجد الباحث ثلاث أنواع C.B.A وكانت النتائج مبينة في الجدول الآتي:

الجدول9 0: مختلف أنواع الزواحف في منطقة الدراسة وعدد أفرادها

الأنواع	C	B	A	المجموع

عدد الأفراد	5	2	3	10

المطلوب : عرض هذه البيانات باستخدام الدائرة البيانية ثم عرضها باستخدام الإكسل.

الحـــــــل

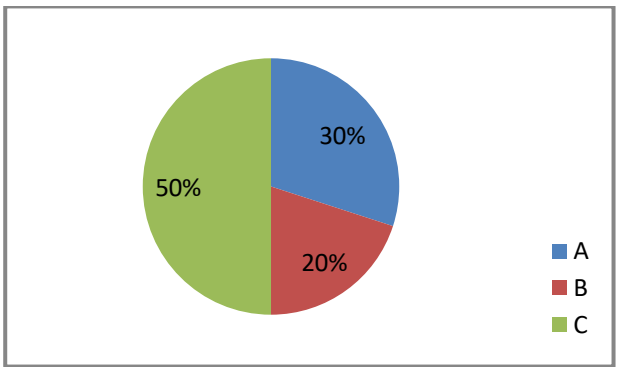
ونظرا لأن مجموع الزوايا داخل الدائرة تساوي 360° درجة ومن واقع الجدول المعطى في المثال يجب تقسيم الدائرة إلى ثلاثة قطاعات الأول يمثل النوع C والثاني يمثل النوع B والثالث يمثل النوعA

$$\frac{5}{10} \times 360 = 198° \text{ زاوية النوع } C$$

$$\frac{2}{10} \times 360 = 72° \text{ زاوية النوع } B$$

$$\frac{3}{10} \times 360 = 90° \text{ زاوية النوع } A$$

وبتقسيم الدائرة التالية وفقا لدرجات الزوايا المحسوبة لكل قطاع وكذلك باستعمال برنامج EXCELنجدها على الشكل التالي:



2- الأعمدة البيانية

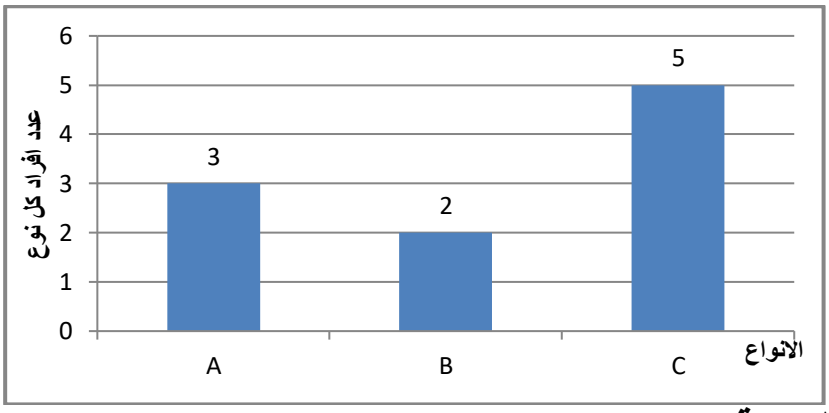
من الجدير بالذكر أنه إذا كان لدى الباحث متغير وصفي أو متغير كمي متقطع Discrète، فإن أنسب رسم بياني لتمثيل هذا المتغير هو الأعمدة البيانية، حيث أنها طريقة سهلة بمقتضاها يتم رسم أعمدة بيانية تتلاءم أطوالها مع الصفات أو القيم التي تمثلها، هذه الأعمدة ينبغي أن تكون متساوية ويجب أن تكون لها قواعد متساوية فضلا عن المسافات بينهما ويجب أن تكون متساوية ويجب ان تكون الأعمدة مرتبة ترتيبا تنازليا حتى يسهل إجراء المقارنة بينها وحتى يكون الرسم أكثر إيضاحا.

و تجدر الإشارة أن الأعمدة يمكن عرضها متباعدة، ولكن يفضل أن يبدأ مقياس الرسم على المحور الرأسي من الصفر حتى لا تعطى الأطول النسبية للأعمدة انطباعا خطئا عند مقارنة الأعمدة ببعضها البعض (إذا بدأنا بقيمة غير الصفر).

علاوة على ذلك تستخدم الأعمدة البيانية عند مقارنة ظاهرتين أو أكثر وذلك برسم الأعمدة متلاصقة حتى تسهل عملية المقارنة بين الظواهر كما يتضح لنا من الأمثلة الآتية:

مثال :أعرض البيانات الواردة في المثال السابق باستخدام الأعمدة البيانية، ثم أعرضها بواسطة الإكسل.

الحل:الأعمدة البيانية عبارة عن أشرطة بيانية لعرض متغير واحد ويخصص عمود لكل واحد يحدد ارتفاعه طبقا لعدد التكرارات الخاصة به، ونعرض هنا بيانات المثال السابق باستخدام الأعمدة والشكل التالي يوضح هذا.



3- الخطوط البيانية

تعتبر الخطوط البيانية من أسهل الطرق لتمثيل البيانات، حيث تستخدم لتمثيل العلاقة بين متغيرين أو أكثر بشرط أن يكون أحد هذه المتغيرات هو الزمن والذي يمكن تمثيله على المحور الأفقي(كما هو الحال في بيانات السلاسل الزمنية)، أما المتغيرات الأخرى فتمثل على المحور الرئيسي كما يتبين لنا .

من المثال التالي:

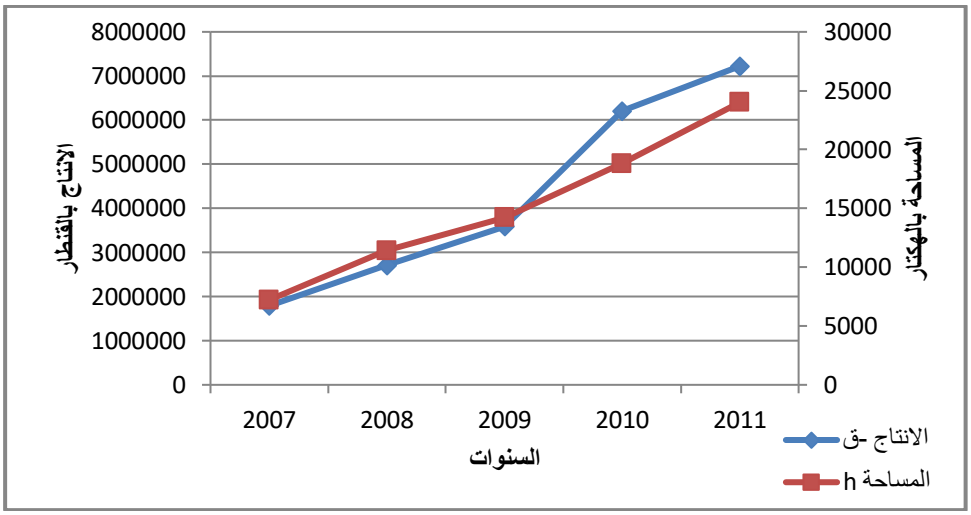
يوضح الجدول التالي مساحة و إنتاج زراعة البطاطا بالقنطار بوادي سوف على مدار الخمس سنوات.

جدول(10) : مساحة وانتاج وزراعة البطاطا بوادي سوف للفترة (2007-2011)

السنة	المساحة بـh	إنتاج ـق
2007	7218	1791893
2008	11415	2708890
2009	14200	3588962
2010	18800	6206320
2011	24000	7221700

أعرض البيانات الواردة في الجدول السابق باستخدام الخطوط البيانية، ثم أعرضها عن طريق الإكسل.

الحل: حيث أن السنوات تمثل متغير الزمن لذلك فيتم تمثيلها على المحور الأفقي، أما إنتاج محصول البطاطا فيتم تمثيلها على المحور الرأسي كما هو مبين لنا في الشكل البياني التالي:



ثانيا: الرسومات البيانية في حالة البيانات المبوبة

يقصد بالبيانات المبوبة تلك البيانات التي تم تصنيفها وتبويبها في شكل جداول تكرارية تحتوي على فئات Classes وتكرارات Fréquences، وهناك أربعة أنواع رئيسية من الرسوم البيانية لتمثيل هذه البيانات المبوبة تتمثل في:

1- المدرج التكراري Histogramme

يتم استخدام المدرج التكراري في حالة إذا كان لدينا بيانات تمثل متغير كمي متصل والتي تقسم قيمة عادة إلى فئات Classes، لهذا فإنه يتم اللجوء إلى المدرج التكراري في حالة التوزيعات التكرارية ذات الفئات، حيث تندرج فكرة المدرج التكراري في تمثيل التوزيع التكراري بمستطيلات تتلاءم مساحتها مع قيم التكرارات بحيث تكون قاعدة كل مستطيل هي طول الفئة.

وتجدر الإشارة أن ارتفاعات المستطيلات تساوي تكرارات الفئات التي ترسم فوقها, لهذا بعد رسم كافة المستطيلات الممثلة للتكرارات للفئات المختلفة في التوزيع التكراري نحصل على ما يطلق عليه المدرج التكراري Histogramme.

مثال : الجدول التالي يوضح توزيع أعمار عينة من 20 شخص، والمطلوب عرضها باستخدام المدرج التكراري.

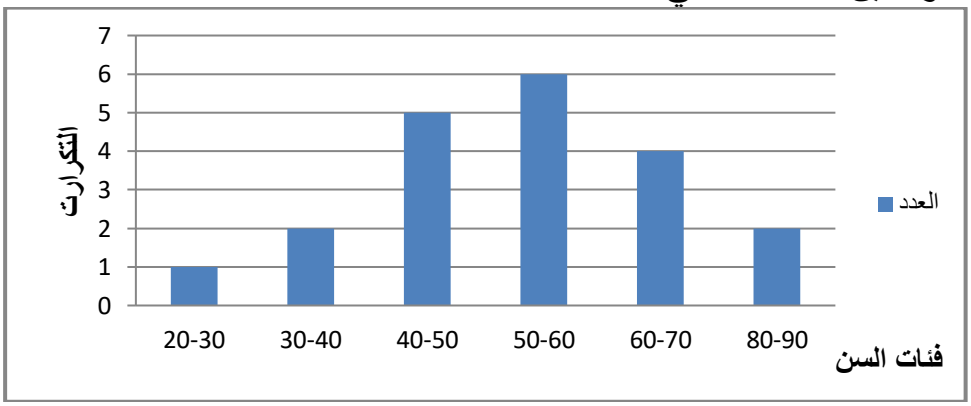
فئات السن	العدد
30-20	1
40-30	2
50-40	5
60-50	6
70-60	4
80-90	2
المجموع	20

الحل: حيث أن الفئات متساوية لذا فيمكن رسم المدرج التكراري بإتباع الخطوات الآتية:

1- يقسم المحور الأفقي إلى أجزاء متساوية وتمثل عليه الفئات، حيث نبدأ بالحد الأدنى لفئة أصغر من الفئة الأولى، ثم تالية الحدود الدنيا لباقي الفئات بالحد الأعلى للفئة الأخيرة.

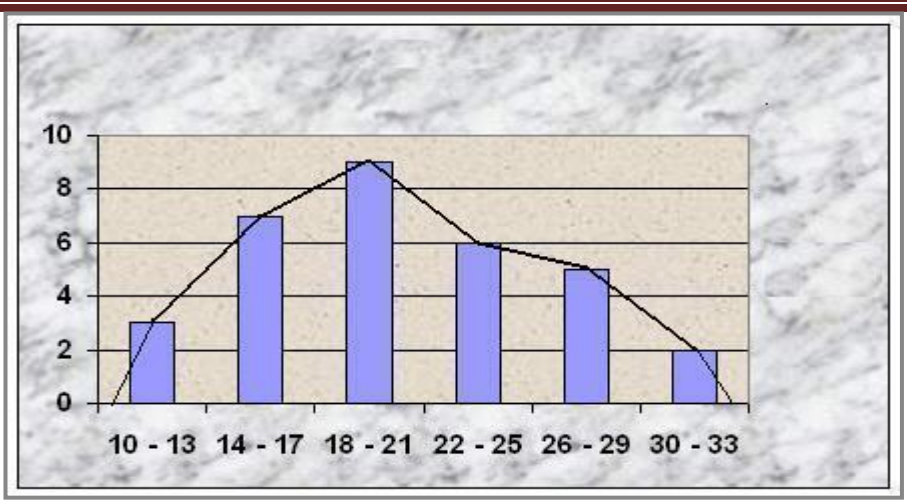
2- يرسم على كل فئة مستطيلا رأسيا قاعدته هي طول الفئة وارتفاعه قيمة التكرارات الخاصة بالفئة.

وذلك كما هو مبين بالشكل التالي:



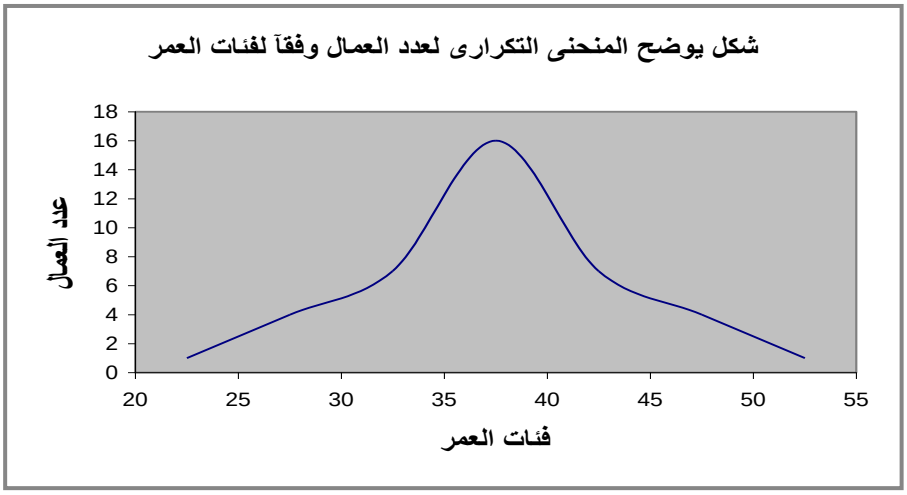
3- المضلع التكراري

تجدر الإشارة بأنه يمكن رسم المضلع التكراري على نفس المدرج التكراري عن طريق توصيل منتصف القاعدة العليا لكل مستطيل من مستطيلات المدرج التكراري بخطوط مستقيمة كما هو مبين في الشكل التالي:



4- المنحى التكراري

- يقترب شكل المضلع التكراري أكثر فأكثر من شكل المنحنى إذا قمت بتمهيد الخطوط المنكسرة للمضلع التكراري فيتحول المضلع التكراري في النهاية إلى منحنى تكراري، إيجاد مركز الفئه لجميع فئات التوزيع التكرارى، ثم نقوم بتمثيل التكرار الأصلى المقابل لكل فئه بنقطه تناظر مركز هذه الفئه.
- نقوم برسم خط باليد دون إستخدام المسطره يصل كل نقتطتين متتاليتين، فنحصل على المنحنى التكرارى.

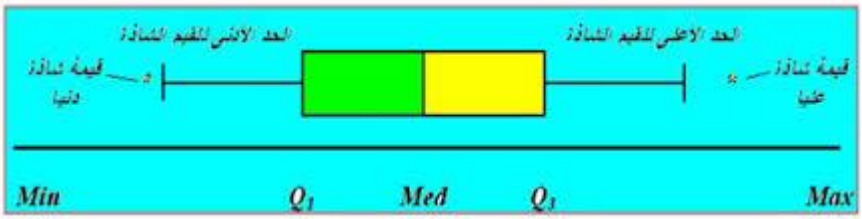


بالتحليل الإحصائي للاستبيانات باستخدام برنامج STATISTICS SPSS الزر PLOTS: عند النقر عليه يظهر مربع الحوار التالي:

وأهم ما يحتويه:

المخطط الصندوقي Box Plots:

يتألف المخطط الصندوقي من الأجزاء التالية:

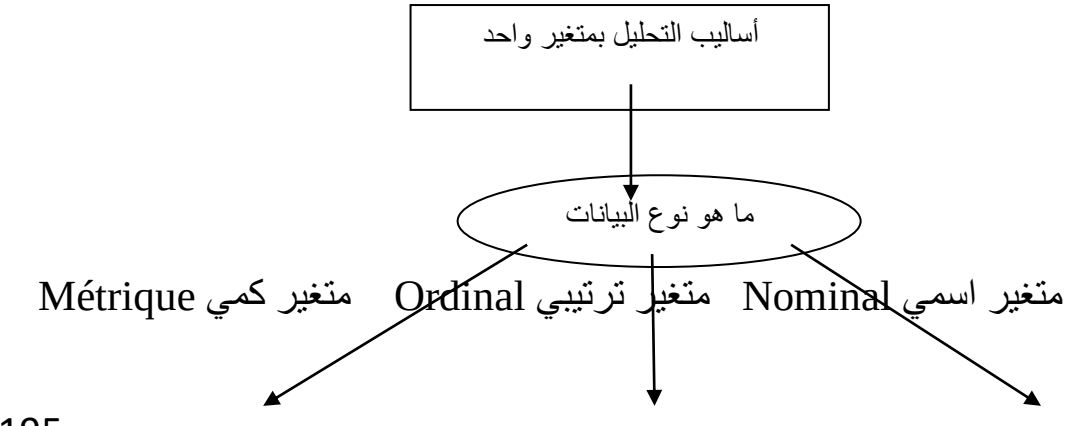


الربيع الأول Q1: طرف الصندوق السفلي وهو القيمة التي يقع تحتها 25% من المشاهدات.
الربيع الثالث Q3: طرف الصندوق العلوي، وهو القيمة التي يقع تحتها 75% من المشاهدات.
الوسيط Median: الخط الذي يقع داخل الصندوق وهو نفسه الربيع الثاني، يقع في منتصف البيانات أي أن تحته 50% من المشاهدات وفوقه 50% منها.
الاستطالات Whiskers : تمتد خارج الصندوق بمسافة لا تزيد عن مرة ونصف المدى الربيعي(مرة ونصف طول الصندوق)، وتنتهي عند آخر مشاهدة في هذا المجال.
القيم الشاذة Outliers: يشار لها بدائرة صغيرة، وهي القيم التي تبعد عن طرف الصندوق (من الأعلى أو الأسفل) بمسافة تزيد على مرة ونصف المدى الربيعي، ولا تزيد على ثلاث أضعاف المدى الربيعي.
القيم المتطرفة Extremes: يشار لها بنجمة في المشاهدات أو القيم التي تبعد عن طرفي الصندوق بمسافة تزيد على ثلاث أضعاف المدى الربيعي، والقيم المتطرفة هي قيم غير صحيحة في الغالب ناتجة إما عن خطأ في الإجابة على الأسئلة أو خطأ في ملئها في البرنامج، أما القيم الشاذة فيمكن اعتبارها قيما صحيحة.
ملاحظة: إن 50% من البيانات تقع بين طرفي الصندوق العلوي والسفلي، وعندما يكون الخط الموجود في وسط الصندوق قريبا من الطرف السفلي للصندوق فإننا نقول بأن توزيع البيانات ملتوي نحو اليمين أما عندما يكون هذا الخط أقرب إلى الطرف العلوي من الصندوق فنقول بأن توزيع البيانات ملتوي نحو اليسار.

5- أساليب التحليل

المطلب الأول: أساليب التحليل بمتغير واحد

يهتم هذا الأسلوب من التحليل (Analyser Univariée) بتحليل متغير واحد (أو أكثر من متغير شرط أن يتم تحليل كل متغير على حدى) ، وهناك مجموعة من الأساليب الإحصائية المطبقة عند التحليل بمتغير واحد يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع حسب نوع البيانات من حيث أنها اسمية(Nominale)، ترتيبية (Ordinale) أو كمية (Métrique) كما هو موضح في الشكل رقم(92) التالي:



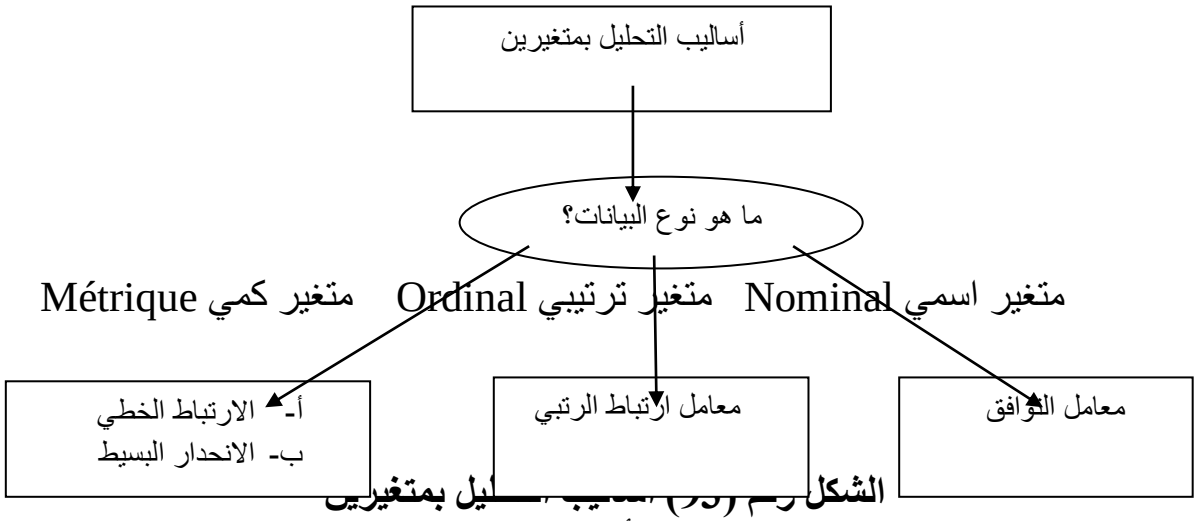
أ- المنوال ب- التكرارات	أ- الوسيط ب- المدى	أ- المتوسط الحسابي ب- الانحراف المعياري

الشكل رقم (92): أساليب التحليل بمتغير واحد

ويمكن التطرق في هذا الصدد إلى أمثلة عن أساليب التحليل بمتغير واحد باستخدام إكسل(خلال حصة الأعمال الموجهة).

المطلب الثاني: أساليب التحليل بمتغيرين

إن أساليب طرق التحليل التي يتم استخدامها لمعالجة العلاقة بين متغيرين اثنين فقط يطلق عليها أساليب التحليل بمتغيرين(Analyse Bivariée)، ويمكن تقسيم أساليب التحليل بمتغيرين إلى ثلاث مجموعات حسب نوع البيانات من حيث كونها كمية، ترتيبية واسمية كما هو موضح في الشكل رقم (93) التالي:



الشكل رقم (93): أساليب التحليل بمتغيرين

ويمكن التطرق في هذا الصدد إلى مثال عن أساليب التحليل بمتغيرين: الانحدار الخطي البسيط (أعمال موجهة).

المطلب الثالث: أساليب التحليل متعدد المتغيرات

في المطلبين السابقين تم عرض الطرق الأكثر استعمالا في معالجة البيانات ذات المتغير الواحد (التحليل بمتغير واحد)، وذات المتغيرين (التحليل بمتغيرين)، ولقد لاحظنا محدودية هذه الطرق بمجرد زيادة عدد المتغيرات، لذلك فمن الضروري اللجوء إلى نوع آخر من

التحليل وهو التحليل متعدد المتغيرات (Analyse Multi variée) أي معالجة عدة متغيرات معا.

ويمكن أن نقسم طرق التحليل متعدد المتغيرات إلى مجموعتين كما يلي:

أولا: طرق التحليل الوصفية

إن مبدأ التحليل الوصفي هو أنه إذا كان لدينا جدولا للبيانات حيث تكون الصفوف تعبر عن إجابات كل مستقصى منه، بينما الأعمدة فتعبر عن المتغيرات المدروسة، فإن طرق التحليل الوصفي تبحث عن تقليص وتبسيط البيانات دون تفضيل متغير معين عن غيره من المتغيرات.

ويمكننا فيما يلي إعطاء أهم الطرق الوصفية المستعملة.

1- التحليل العاملي(Analyse Factorielle)

إن التحليل العاملي يستخدم في تفسير العلاقات الموجودة بين سلسلة من المتغيرات المترابطة، حيث يهدف إلى تلخيص البيانات إلى أقل عدد من المتغيرات المستقلة والتي يمكن ملاحظتها.

2- التحليل التيبولوجي (Typologie)

مثل التحليل العاملي فإن التحليل (التيبولوجي) يهتم بدراسة مجموعة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات، وفي هذه الطريقة لا تتم التفرقة بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة وهدفها الأساسي هو تصنيف الأفراد في مجموعات متجانسة نسبيا، حيث أن مفردات المجموعة الواحدة تكون متشابهة حسب خصائص المتغيرات وتختلف عن مفردات المجموعات الأخرى.

ثانيا: طرق التحليل التفسيرية

على عكس الطرق الوصفية فإن الطرق التفسيرية تقوم بدراسة وقياس العلاقة بين مختلف المتغيرات وهنا يكون الحديث على المتغيرات التابعة (أو المفسرة) والمتغيرات المستقلة (أو التفسيرية).

وهناك أربع طرق أساسية من بين الطرق التفسيرية وهي:

1- الانحدار المتعدد (Régression Multiple)

إن الانحدار المتعدد الخطي وغير الخطي، يستخدم في قياس العلاقة بين متغير تابع وعدة متغيرات مستقلة وهذا قصد شرح الظاهرة المدروسة، ويستعمل الانحدار لشرح مثلا أهمية استهلاك منتوج غذائي وذلك حسب مجموعة من المتغيرات والتي تميز الأفراد(مثل: العمر، الدخل، ...الخ)، وأيضا لقياس العلاقة الكمية بين مبيعات المنتجات الصيدلانية والعوامل التفسيرية مثل: عدد الأطباء المقيمين في المنطقة المدروسة، دخل الأفراد، حجم السكان...الخ.

كذلك تجدر الإشارة إلى أن الانحدار يستعمل فقط عندما تكون المتغيرات كمية(قياسية).

وتكون العلاقة في الانحدار المتعدد بين المتغير التابع والمتغيرات التفسيرية كما يلي:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 x_{2i} + \ldots\ldots\ldots + b_n x_{ni} + \varepsilon$$

حيث أن: $b_0, b_2, \ldots\ldots\ldots\ldots b_n$: معلمات النموذج

ε الخطأ العشوائي

2- تحليل التباين (Analyse Variée)

إن تحليل التباين (لعامل واحد أو لعدة عوامل) يدرس التغير(Variance) في ظاهرة كمية (متغير كمي تابع)، مثل: استهلاك منتوج ما انطلاقا من التغير في متغير أو عدة متغيرات مستقلة (اسمية أو كمية).

3- تحليل الخصائص المشتركة(Analyse des mesures conjointes)

إن تحليل الخصائص المشتركة عبارة عن طريقة تسمح بتفسير متغير كيفي(مثل: الرغبة في اقتناء منتوج ما بواسطة مجموعة من المتغيرات التفسيرية الكيفية أيضا.

4- التحليل المتمايز(Analyse discriminante)

إن طريقة التحليل المتمايز هي عبارة عن طريقة تدرس العلاقة بين متغير تابع اسمي وبين متغيرات تفسيرية كمية أو رتيبة، وهي تسمح بإيجاد المتغيرات الأكثر تفسيرا لانتماء فرد (المستقصى منه) لفئة محددة، مثل : إيجاد المتغير الذي يفسر أكثر من غيره سلوك استهلاكي معين.

ويمكن التطرق في هذا الصدد مثال عن أسلوب التحليل متعدد المتغيرات لكل من التحليل العاملي وتحليل التباين(حصة الأعمال الموجهة).

إن المجتمعات الحياتية المائية تكون في تملس مباشر مع الماء، لذلك فإن مراقبة هذه الأحياء ودراسة تركيب مجتمعاتها وتنوعها الإحيائي يعطي وصفا مباشرا لحالة الجسم المائي.

إن العلاقة النظرية ما بين التنوع و الاستقرارية للمجتمعات الإحيائية يقود إلى اعتقاد واسع بأن زيادة لتنوع الإحيائي في أي بيئة يعزى إلى صحة هذه البيئة، لقد أحظيت كل من: اللافقاريات المائية بالقسم الأكبر من دراسات التنوع الإحيائي في مختلف دول العالم وعددت من أفضل مؤشرات صحة النظام البيئي فهي المكون الإحيائي الأساسي في المياه العذبة والبحار واليابسة، وهذا زاد من الحاجة للمحافظة على هذه المجموعات السكانية، واستخدامها بوصفها أدوات للتقييم والمراقبة البيئية، وذلك بفضل عدد من الأسباب التي تختص بها هذه الأحياء منها دورات حياتها القصيرة، واستجابتها السريعة لأي تغيير في بيئتها على الرغم من أن هذه الاستجابة قد تكون متغيرة بين مختلف الوحدات التصنيفية، التي تعود إلى هذه المجتمعات الإحيائية.

المطلب الرابع :المؤشرات البيولوجية

هي الأنواع التي يمكن استخدامها لمراقبة صحة البيئة أو النظام البيئي، أي أنها أنواع بيولوجية أو مجموعة من الأنواع قد تكون وظيفتها أو تجمعها أو أي وضع لها يكشف عن درجة النظام البيئي أو السلامة البيئية الموجودة، مثال على مجموعة من المؤشرات البيولوجية هي مجدافية الأرجل والقشريات المائية الصغيرة الأخرى الموجودة في كثير من المسطحات المائية، ويمكن رصد تأثر هذه الكائنات التغييرات(الكيميائية الحيوية أو الفسيولوجية أو السلوكية التي قد تشير إلى وجود مشكلة في النظام البيئي وقد تخبرنا المؤشرات البيولوجية عن الآثار التراكمية للملوثات المختلفة في النظام البيئي وعن مدى المشكلة التي قد تكون موجودة، التي لا يمكن إجراء الاختبار الفيزيائي والكيميائي عليها.لقد استخدمت وقسمت المؤشرات القاعية إلى مجموعات عديدة تبعا لطبيعة الهدف من الدراسة والبيانات المراد دراستها، بالإضافة إلى نمط المؤشر وطبيعة القاع والمؤشرات المستخدمة في هذا البحث هي:

1- مؤشر تنوع شانون- ويفير(H)Indice de diversité de Shannon-Wiever

يستخدم منذ العام 1949 ويهتم بدراسة التغيرات الزمانية والمكانية في تركيب التجمعات القاعية المفردة، ويعطى بالعلاقة :

$$H= - \sum PilnPi$$

P_i= نسبة وجود تنوع ما في العينة H= مؤشر شانون ويفير

2- **مؤشر الغنى النوعي(S) Indice de richesse en espèces**

بدأ استخدامه عام 1986 ويهتم بدراسة تغيرات تركيب التجمعات القاعية المتعددة زمانيا ومكانيا يعطى بالعلاقة:

$d =(S-1)/logN$ حيث N: عدد الأفراد، S عدد الأنواع.

3- **مؤشر نسبة مساواة شانون وينيير(SEP) Shannon- Weiner ewenness**

Proportion Index بدأ استخدامه في عام 1990 ويهتم بدراسة التجمعات القاعية المفردة ويحسب من

العلاقة: $J=H/H\ max$ حيث H_{max}

هو دليل التنوع الأعظمي، ويستخدم هذا المؤشر لمعرفة مساهمة كل من عدد الأنواع والأفراد ضمن النوع ودرجة تساويها في قيم التنوع الحيوي.

4- **مؤشر تجانس ظهور الأنواع the species uniformity index (E)**

حسب مؤشر تجانس الأنواع حسب الصيغة التي وردت في نيفس وجماعته

$$E= H/LnS$$

و**H** = يساوي قيمة معيار شانون وينر وS= عدد الأنواع في المحطة

واعتبرت القيم الأكبر من 0.5 بأنها متكافئة أو متجانسة في ظهورها.

5- **المؤشر الحيوي البحري Azti Marine Biotic Index(AMBI)**

بدأ استخدامه في عام 2000 ويهتم بدراسة التجمعات القاعية المتعددة، ويعطى بالمعادلة التالية:

$$AMBI = \frac{[(0xEGI\%)+(1.5xEGII\%)+(3xEGII\%)+(4.5xEGIV\%)+(6xEGV\%)]}{100}$$

EGI هو الأنواع الحساسة للاضطراب les espèces sensibles aux perturbations

EGII هو الأنواع غير المتأثرة بالاضطراب perturbation- chez différentes espèces

EGIII الأنواع المتحملة للاضطراب espèces tolérantes aux perturbations

EGIV الأنواع الانتهازية من الدرجة الثانية les espèces opportunistes de second ordre

EGV الأنواع الانتهازية من الدرجة الأولى les espèces opportunistes de premier ordre لقد تمت الإشارة إلى مدى قيم هذا المؤشر ومدلولات كل قيمة في الجدول(11).

جدول(11) القيم العيارية لمؤشر AMBI لتقييم نوعية المياه الشاطئية

قيم المؤشر المعيارية	تقسيم التجمعات	صحة التجمع القاعي Communauté de santé benthique	تصنيف المحطة Perturbation du site Classification(Sdc)	الحالة البيئية Statut de qualité écologique
0<AMBI ≤0.2	I	طبيعي	غير مضطرب	عالية
0.2<AMBI ≤1.2		فقير		
1.2<AMBI ≤3.3	II	غير متوازن	مضطرب قليلا	جيدة
3.3<AMBI ≤4.3	III	انتقالي إلى ملوث	مضطرب بشكل متوسط	متوسطة
4.3<AMBI ≤5	IV	ملوث	مضطرب بشدة	
5<AMBI ≤5.5		انتقالي إلى ملوث جدا		
5.5<AMBI ≤6	V	ملوث جدا	مضطرب للحد الأقصى	فقيرة
6<AMBI ≤7	Azoic	انعدام الحياة		سيئة

6- المؤشر القاعي Indice benthique (BENTIX)

بدأ استخدامه في عام 2002 وعدل في عام 2005 يهتم بدراسة التجمعات القاعية المتعددة ويعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$BENTIX= \{6XGI\%+2X(GII\%+GII\%)\}/100$$

حيث أن: (GI): الأنواع بشكل عام للاضطرابEspèces K-stratégie .
(GII) **:** الأنواع لمتحملة للاضطراب أو للضغوط، والأنواع الانتهازية من الدرجة الثانية أو المستعمرين الناجحين المتأخرين Colonisateurs de succession tardive.
(GIII): الأنواع الانتهازية من الدرجة الأولى.
تمت الإشارة إلى مدى قيم هذا المؤشر ومدلولات كل قيمة في الجدول(12)

جدول(12) تصنيف البيانات القاعية اعتمادا على مؤشر Bentix

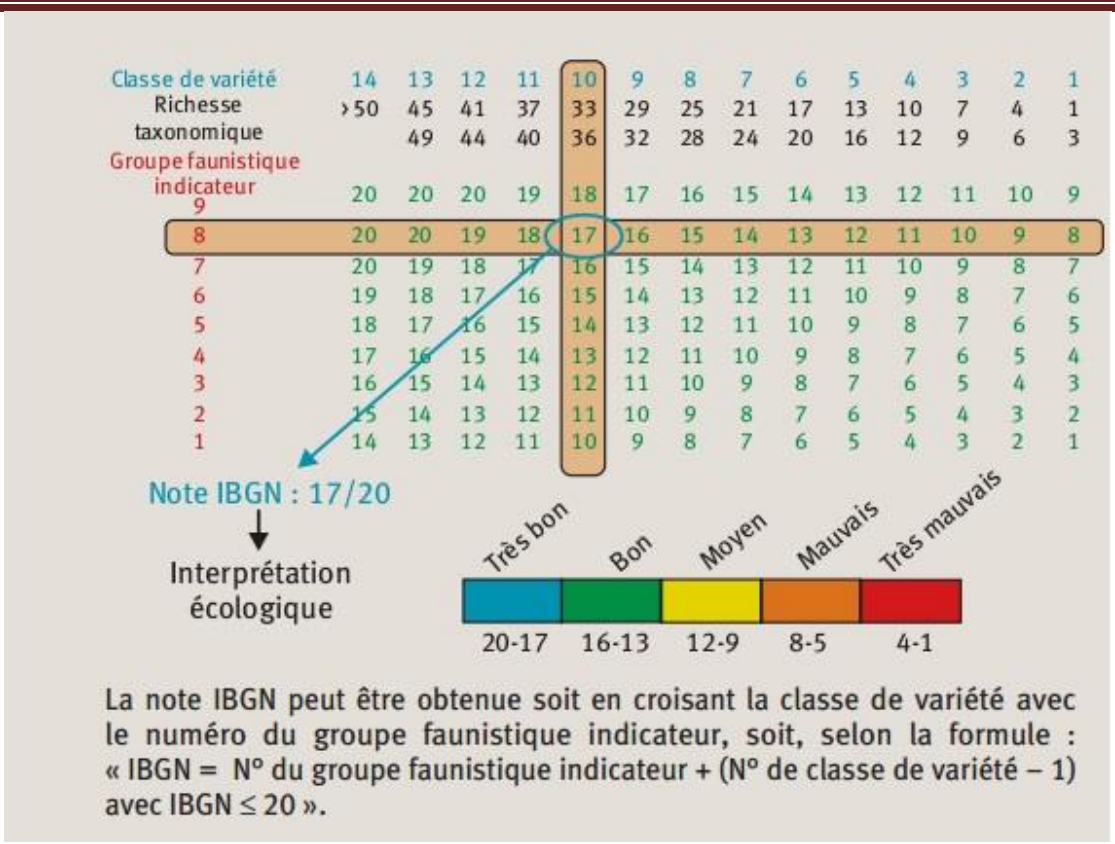
الحالة البيئية **(ECoQ)**	**BENTIX**	التلوث **Classification**
عالية	4.5≤BENTIX <6.0	نظيف جدا طبيعي
جيدة	3.5≤BENTIX <4.5	ملوث بشكل خفيف – انتقالي
متوسطة	2.5≤BENTIX <3.5	ملوث بشكل متوسط
فقيرة	2.0≤BENTIX <2.5	ملوث بشكل كبير
سيئة	(0)	سام

7- منحنيات السيطرةK

يتم في هذا النوع من منحنيات السيطرة وضع سلسلة الغزارة التراكمية Abundance(%) مقابل سلسلة الأنواع Species Rank مشكلة بذلك منحنيات السيطرة من النمط K، وتقيد هذه الطريقة في تحديد مستوى الاضطراب في مجتمعات القاعيات الحيوانية.

8- المؤشر الحيوي لمجمع اللافقاريات IBGN

IBGN (المؤشر البيولوجي القياسي العالمي)، وهي أداة تستند إلى دراسة اللافقاريات الكبيرة، تقوم هذه الطريقة بتقييم القدرة الكلية للموئل على استضافة الكائنات الحية من خلال الأخذ في الاعتبار كل من مجموعة اللافقاريات الكبيرة القاعية وتمثيل الموائل الموجودة في المحطة، ومع ذلك يقتصر على المجاري المائية التي يمكن الوصول إليها، تم وضعه من طرف AFNOR 1992 وتمت مراجعته في 2004. يستند مؤشر IBGN إلى جدول الذي يتكون من 9 مجموعات من مجموعات المؤشرات على المحور y وفئات الأنواع التصنيفية 14 على المحورx (الشكل(94)).



الشكل 94: جدول استخراج قيم مؤشر IBGN

❖ **التنوع التصنيفي للعينة(st)**

يساوي إجمالي عدد الأصناف التي تم جمعها حتى لو كان يمثلها فرد واحد فقط يقابل هذا الرقم "العائلات" على الجدول.

❖ **مجموعة المؤشرات (GI)**

المؤشر الممثلة في العينات من قبل 3 أفراد على الأقل أو 10 أفراد وفقا للتصنيف.

يتم استنتاج IBGN من الجدول من إحداثيات GI وSt وفق المعادلة التالية:

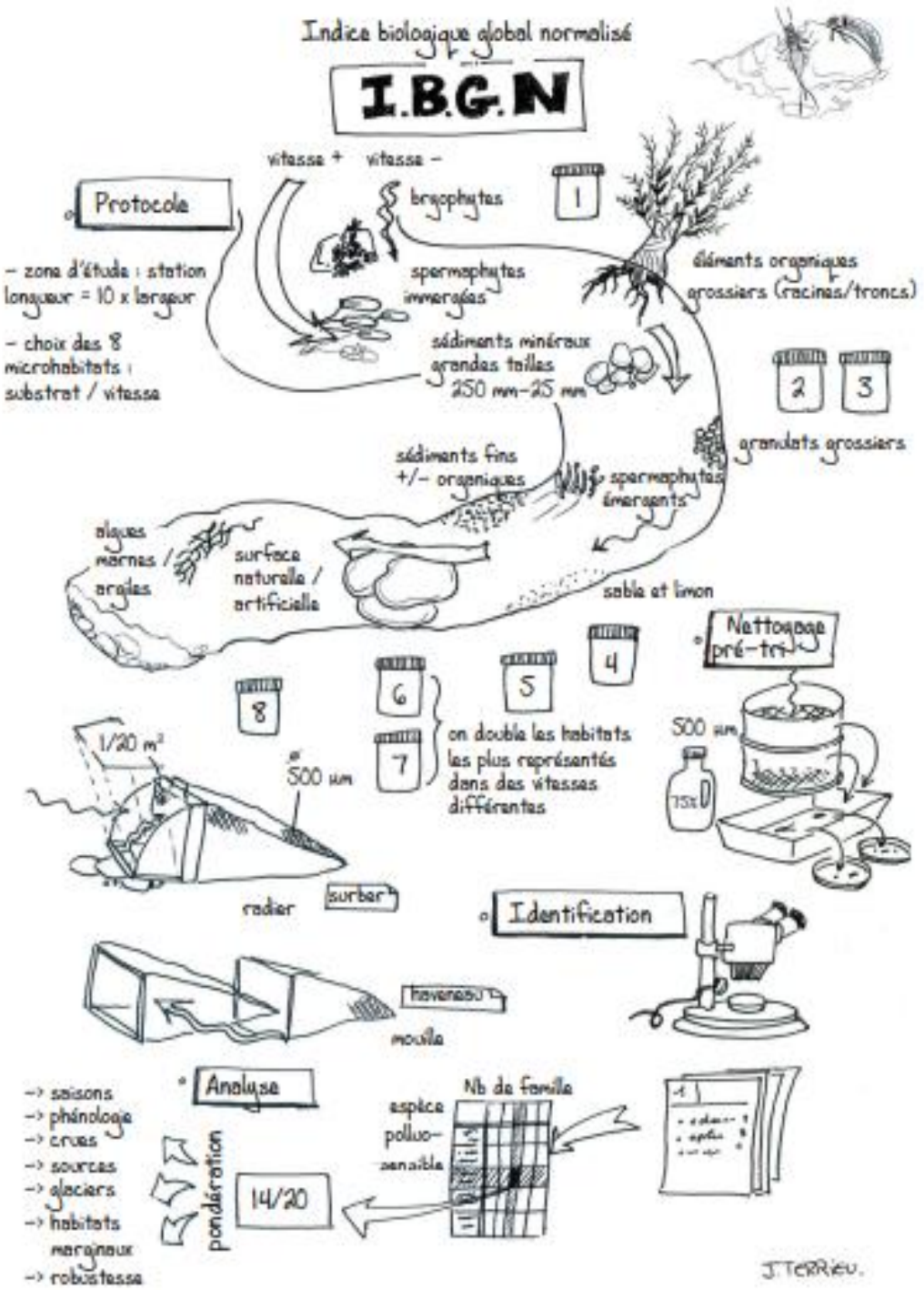
$$IBGN=GI+(classe\ de\ variété-1)$$

مثال: إذا كان

St =33 و GI=8	فإن IBGN =17
St=30 و GI =5	فإن IBGN =13
St =14 و GI =3	فإن IBGN =7

IBGN مؤشر بيولوجي مناسب للأنهار الكبيرة، طور IBGN الذي لا يمكن تطبيقه إلاّ على الجداول الضحلة(أقل من 1 متر) بعد ذلك التنقيب سيرا على الأقدام أمر غير ممكن IBGN بروتوكول تجريبي لأخذ عينات من اللافقاريات الكبيرة في المياه العميقة مقتبسا من طرف CEMAGREF cemagref في 2009 يتطلب تنفيذه أن يأخذ القارب ثلاث مناطق: الحواف والمنطقة العميقة والمنطلقة الوسطية.

Figure 1 : Principe général de l'IBGN



الشكل 95: الخطوات الميدانية المتبعة التي تسمح بحساب IBGN

9- المؤشر البيولوجي المجتمع IBMR Macrophyte

يعد المؤشر البيولوجي لمجتمع Macrophyte في الأنهار IBMR وIBML في البحيرات من المؤشرات البيولوجية المستخدمة، بالإضافة إلى التحليلات الكيميائية لتشخيص الحالة البيئية للبيئات المائية، تم تطويرها لتلبية متطلبات التوجيه الإطاري الأوروبي للمياه

(WFD) الذي صدر في عام 2000، ثم اقترح IBMR في عام 2006 كمقياس جديد لتحديد المستوى الغذائي والتلوث العضوي للأنهار، تم اقتراح بروتوكول مؤشر IBML في عام 2013.

يتم تطبيق IBMR مبدئيا في المجاري المائية الصغيرة التي يمكن التنقيب فيها سيرا على الأقدام (عمق أقل من 120 متر)ولكن يتم أيضا توفير برتوكول مفصل للأنهار الكبيرة، يجب المسح خلال فترة تطور النباتات وخارج دورة هيدرولوجية تسبب اضطرابات أو إجهاد للنباتات من أجل السماح بشفافية كافية للمراقبة الجيدة.

على أساس مقياس من وفرة بعض النباتات ذات الأوراق الكبيرة Macrophyte فإن IBMR يترجم أساسا بدرجة التغذية المتعلقة بمحتويات من الأمونيوم والفوسفاتية، وكذلك التلوث المتعلق أكثر بالجانب العضوي.

بغض النظر عن المستوى الغذائي لمحتوى المجرى المائي فإن النتيجة التي يتم الحصول عليها من حساب IBMR قد تختلف أيضا وفقا لبعض الخصائص الفيزيائية البيئية مثل كثافة الإضاءة والتدفقات:

$$IBMR = \frac{\sum_i^n \text{Ei Ki CSi}}{\sum_i^n \text{Ei Ki}}$$

حيث: CS: coté spécifique والتي تعكس الظروف للتغذية البيئية(العناصر المغذية كالنيتروجين والفوسفور) من 0(تغذية عالية hypereutrophe وبالتالي تلوث عضوي كبير) إلى 20(قليل التغذية très oligotrophe.

Ei Coefficient de stémoécie يعكس درجة المؤشر الحيوي

K: taxon stémoécie : 3 taxons euryéce :1 الوفرة.

هذا المؤشر يعمل بشكل خاص لمراقبة المسطحات المائية التي لم يتم الوصول إلى حالتها الجيدة بسبب ارتفاع مستوى التغذية، والتي لا تفي بمعايير المراقبة.

10- المؤشر الحيوي المجتمع الدياتومات IBD

يستند IBD إلى احتمال وجود الأصناف (الأفراد) وفقا لمعيار الصادر في ديسمبر 2007، فإن الخطوات التي يجب اتخاذها لتحديد IBD هي كما يلي:

- أخذ عينات من الدياتومات المثبتة على الدعامات عن طريق قياس النقاط وفقا لبروتوكول أخذ العينات مع مراعاة الظروف الهيدرولوجية وطبيعة الدعامات وحجمها.
- إعداد الدياتومات وتثبيط أو قتل محتواها الخلوي للحفاظ على الهيكل الخلوي فقط، مما يسمح بمراقبة أسهل.
- الدياتومات التي يتم تنظيفها هي موضوع إعداد دائم بين الشفرة والساترة.

- عدد 400 فرد من خلال تحديد مجموعات الأنواع فقط(الأصناف)المشاركة في حساب المؤشر.
- يتم التعبير عن حساب المؤشر لكل نقطة قياس من خلال درجة بين 1و20 في اتجاه الصفات المتزايدة، يتم تعيين درجة 0 لنقاط القياس حيث لم يكن من الممكن حساب 400 الديوتومات .قائمة الجرد هي مؤشر عن التلوث العضوي لأن الدياتومات حساسة للمادة العضوية والمواد المغذية (النيتروجين و الفوسفور) و التمعدن ودرجة الحموضة بسبب طبيعتها، ينطبق IBD على المجاري المائية الطبيعية أو الاصطناعية باستثناء المناطق المملحة، يتم تنفيذه بشكل أساسي في فصل الصيف من أجل تفصيل فترات التدفق الأكثر تمثيلا لجودة المياه ولكن في سياق المقارنة الزمنية يمكن تطبيقه على مدار السنة.

يحسب وفق العلاقة التالية :

$$F(i) = Ax*Px(i)*Vx / Ax*Vx$$

Ax : abondance du taxon apparié X exprimé en ‰,
Px(i) : probabilité de présence du taxon apparié X pour la classe de qualité i,
Vx : valeur écologique du taxon apparié X,
N : nombre de taxons appariés retenus après application du seuil de présence ;

- calcul de B qui correspond à la valeur de l'IBD sur 7 et constitue une valeur intermédiaire, selon la formule :

$$B = 1*F(1) + 2*F(2) + 3*F(3) + 4*F(4) + 5*F(5) + 6*F(6) + 7*F(7)$$

- calcul de l'IBD sur 20 (celui-ci ne s'exprime qu'avec une seule décimale) :

$$IBD / 20 = 4.75*IBD - 8.5$$

11- المؤشر الحيوي لمجتمع الأسماك النهر IPR

أحد المؤشرات المستخدمة في فرنسا لاستخدام قوائم الأسماك الأنهار، كمؤشر على جودة النهر الذي يؤويها يفترض أن جودة حيوانات الأسماك تعطي صورة للحالة البيئية العامة.
يهدف المؤشر IPR بشكل خاص إلى تقييم الفرق بين نوعية المجتمع الذي تم أخذ عينات منهم بواسطة الصيد الكهربائي في موقع ما، والإمكانات البيئية التي يجب أن تكون موجودة إذا لم يكن هناك أي تأثير كبير للإنسان على البيئة وما المفروض أن تكون عليه مجموعة الأسماك في هذه الحالة، لهذا تعتبر المعلمات التي تؤخذ في الاعتبار وأنها تعكس الحالة البيئية لجسم الماء عن نقطة القياس عبر:
يستند حساب المؤشر إلى قياس الحالات الشاذة (بمعنى الانحراف عن المعتاد ، أو "الانحرافات" التي يُعتبر أنها ناتجة عن الاضطرابات البشرية.تعتبر المعلمات التي تؤخذ في الاعتبار أنها تعكس الحالة البيئية لجسم الماء (عند نقطة القياس) عبر:

- ✓ تركيب مجتمع الأسماك

- ✓ ثرائها التصنيفي أو النوعي Richesse taxonomique
- ✓ هيكلها الغذائيsa structure trophique (فريسة للحيوانات المفترسة)
- ✓ وفرتها السمكية

مؤشر "نهر الأسماك" (IPR) هو مؤشر لنوعية أعداد الأسماك , التي طورها المكتب الوطني للمياه والبيئات المائية (Onema). إنه يقيم الفجوة بين الوضع الحالي والوضع المرجعي الذي لم يتأثر بتدخلات البشرية . كلما اقترب الوضع من الحالة المرجعية انخفضت النتيجة , يقابل المؤشر IPR قيمة هي مجموع قيم المقاييس السبعة التالية:

- إجمالي عدد الأنواع (NTE) ؛
- عدد الأنواع الغرينية lithophiles(تتكاثر على ركيزة حصوية /حجرية)(NEL) ؛
- عدد الأنواع القاتلةrhéophiles (التي تفضل المياه الجارية) (NER) ؛
- كثافة الأفراد "المتسامحينtolérants " (DIT) ؛
- كثافة الأفراد غير المثبطين invertivores(تتغذى بشكل رئيسي على اللافقاريات)(DII)
- كثافة الأفراد النهمة omnivores (DIO) ؛
- الكثافة الإجمالية للأفراد (DTI).

توضح درجة "المقاييس" هذه أهمية الفرق (تسمى "الانحراف") بين النتيجة الناتجة عن أخذ العينات وقيمة القياس "المتوقع" في الحالة المرجعية التقييم احتمالي ؛ ما مدى احتمال الوصول إلى الوضع "المثالي"؟

يعني « 0 » IPR أنه لا يوجد فرق بين الوضع المقاس والوضع الذي يعتبر "مثاليًا" ؛ يشير ارتفاع معدل مؤشرIPR إلى وجود فجوة كبيرة ينعكس تغيير البيئات المائية ، من ناحية :من خلال زيادة الأنواع المتسامحة من وجهة نظر نوعية المياه وليس الطلب الشديد على غذائها ، ومن ناحية أخرى ، بسقوط الأنواع الحساسة أو المطالبة من وجهة نظر الموائل ، الهيدرولوجيا أو الطعام.

الجدول 13: تغيرات قيم المؤشرا ت و مايوافقه من رمز اللون للنوعية الوسط

IBGN	IBD	IBMR	IPR	Code couleur Qualité
17-20	17-20	>14	0-7	Très bonne
13-16	13-17	12-14	7-16	Bonne
9-12	9-13	10-12	16-25	Passable
5-8	5-9	8-10	25-36	Mauvaise
1-4	1-5	<8	>36	Très Mauvaise

12- مؤشر الوفرة النسبية Indice d'abondance relative (Ra)

حسب هذا المؤشر اعتمادا على المعادلة التي وردت في أموراي ويكادا.

$$Ra = Nx100/Ns$$

N= تمثل عدد أفراد النوع الواحد في العينة وNs= العدد الكلي للأحياء في العينة، ولقد عبر عن النتائج باستخدام النسبة المئوية وكما يأتي:
70% <: أنــواع ســائدة و40%- 70%: أنــواع وفيــرة و10% -40% : أنــواع قليلــة، و10%>:أنواع نادرة.
ج بوحدة بت /فرد.

13- مؤشر سيمسن للتنوع(D) Indice de diversité de Simpson

استخدم هذا المؤشر لحساب قيم التنوع الإحيائي حسب بورتن وجماعته .

$$D = \sum ni(ni-1)/N(N-1)$$

إذ أن: ni= عدد الأفراد للنوع الواحد في المحطة **وN=** المجموع الكلي للأفراد في نفس المحطة
المجموع الكلي للأفراد في المحطة.