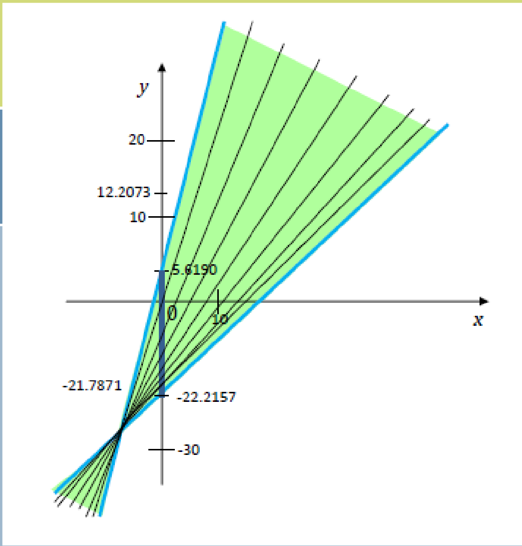
فلورنتن سمارانداكه

Florentin Smarandache

مقدمة في الإحصاء النيتروسوفيكي



EDUCATION PUBLISHING, 2020

مقدمة في
الإحصاء النيتروسوفيكي

تأليف

البروفيسور الدكتور فلورنتن سمارانداكه
قسم الرياضيات- جامعة نيومكسيكو-الولايات المتحدة الامريكية

ترجمة

الدكتورة رفيف فيصل الحبيب
قسم الإحصاء الرياضي – كلية العلوم –جامعة البعث -سورية

المراجعة العلمية للترجمة:

الأستاذ الدكتور أحمد عبد الخالق سلامة
قسم الرياضيات وعلوم الحاسب – كلية العلوم- جامعة بورسعيد – مصر
الأستاذ الدكتور سعيد ابرومي
مختبر معالجة المعلومات –كلية العلوم ابن امسيك-جامعة الحسن الثاني-المغرب
أ. م. كوثر فوزي حمزة الحسن
قسم الرياضيات - كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة بابل - العراق

2020

Education Publishing, 1313 Chesapeake Avenue, Columbus, Ohio 43212, USA, Tel. 614/4850721

Peer - reviewerrs

Prof. Dr. Ahmed Abdel-Khaleq Salama, Department of Mathematics and Computer Science - Faculty of Science - Port Said University - Egypt

Dr. Said Broumi, Faculty of Science Ben M'Sik. University Hassan II, Casablanca, Morocco

Dr. Kawther Fawzi Hamza Al-Hassan, Department of Mathematics - College of Education for Pure Sciences - University of Babylon - Iraq

يمكن تحميل العديد من الكتب من خلال مكتبة العلوم الرقمية.

http://fs.unm.edu/ScienceLibrary.htm

EAN: 9781599736587

ISBN: 9781599736587

المحتويات

مقدمة

على الرغم من أن الإحصاء النيتروسوفيكي قد تم تعريفه منذ عام 1996، حيث تم نشر كتاب (**الاحتمال، مجموعة) النيتروسوفي ومنطق النيتروسوفيك** في عام 1998، إلا أنه لم يتم تطويره حتى الآن. وكذلك الأمر بالنسبة للاحتمال النيتروسوفيكي، باستثناء مقالات قليلة متفرقة نشرت حينها، بعد ذلك تم تطويره بشكل بسيط في عام 2013 في كتاب **مقدمة في قياس النيتروسوفيك، تكامل النيتروسوفيك، واحتمال النيتروسوفيك**.

الإحصاء النيتروسوفيكي هو توسيع للإحصاء الكلاسيكي، يتعامل المرء فيه مع مجموعة قيم بدلاً من قيم كلاسيكية.

في أغلب معادلات وصيغ الإحصاء الكلاسيكي، يستبدل المرء ببساطة عدة أرقام بمجموعات. وبالتالي، بدلاً من العمليات مع الأرقام يستخدم العمليات مع مجموعات. وعادةً يستبدل المعلمات غير المحددة (غير دقيقة، غير مؤكدة، وحتى غير معروفة تمامًا). لهذا السبب توصلنا إلى اتفاق مفاده أن أي رقم (a) يتم استبداله بمجموعة ندعوها بـ (a_N)، الذي يعني أن a نيتروسوفيك أو a غير دقيقة أو غير محددة. a_N يمكن أن يكون جوار لـ a، يمكن أن يكون فترة تتضمن a ، وبشكل عام يمكن أن يكون أي مجموعة تقارب a. في أسوأ السيناريوهات ، يمكن أن يكون a_N غير معروف. وأفضل سيناريو (عندما لا يكون هناك لاتحديد يتعلق بـ a) فيكون $a_N = a$.

لماذا هذا الانتقال من أرقام كلاسيكية إلى مجموعات؟

لأنه في حياتنا الحقيقية لا يمكننا دائماً حساب أو تقديم قيم دقيقة لبيانات الإحصاءات، لكننا بحاجة إلى تقريبها.

هذه هي إحدى الطرق للانتقال من الإحصاء الكلاسيكي إلى الإحصاء النيتروسوفيكي، لكن من الممكن أن يكون هناك طرق أخرى ممكنة، اعتمادًا على أنواع اللاتحديد، يرجى من القارئ التفضل بالقيام بمثل هذا البحث لنشره في العدد القادم من المجلة الدولية "Neutrosophic Sets and Systems"

http://fs.unm.edu/NSS/

يود المؤلف أن يشكر البروفيسور Yoshio Hada ، رئيس جامعة أوكاياما للعلوم ، والبروفيسور Valery Kroumov من جامعة أوكاياما للعلوم ، والبروفيسور Akira Inoue من جامعة أوكاياما الحكومية ، وكذلك البروفيسور Masahiro Inuiguchi والدكتور Masayo Tsurumi ، والدكتور Yoshifumi Kusuroku من جامعة أوساكا ، والدكتور Tomoe Entani من جامعة هيوغو لملاحظاتهم وآرائهم القيمة خلال بحثه بعد الدكتوراه في اليابان في ديسمبر 2013 ويناير 2014 حول تطبيقات علوم النيتروسوفيك في مجال الروبوتات وغيرها من المجالات.

أي كمية محسوبة لقيم في عينة تحوي بعض اللاتحديد (أي ليست واضحة تماماً) هي إحصاء نيتروسوفيكي.

الإحصاء النيتروسوفيكي هو متغير عشوائي وبالتالي له توزيع احتمالي نيتروسوفيكي. توصف قيم الإحصاء النيتروسوفيكي على المدى الطويل عندما يحسب المرء هذا الإحصاء للعديد من العينات المختلفة، ولكل منها نفس الحجم.

الإحصاء النيتروسوفيكي هو توسيع للإحصاء الكلاسيكي. حيث في الإحصاء الكلاسيكي تكون البيانات معروفة ومكونة من أرقام واضحة أما في الإحصاء النيتروسوفيكي البيانات تملك بعض اللاتحديد.

في الإحصاء النيتروسوفيكي، قد تكون البيانات غامضة أو مبهمة أو غير دقيقة أو غير مكتملة أو حتى غير معروفة بدلاً من الأرقام الواضحة المستخدمة في الإحصاء الكلاسيكي، وبالتالي يُستخدم في الإحصاء النيتروسوفيكي مجموعات (تقترب من هذه الأرقام الواضحة).

أيضًا، في الإحصاء النيتروسوفيكي قد يكون حجم العينة غير معروف تمامًا (على سبيل المثال، قد يتراوح حجم العينة بين 90 و100؛ وقد يحدث هذا لأن الإحصائي مثلاً ليس متأكدًا من 10 من أفراد عينة إذا كانوا ينتمون أم لا إلى السكان المعنيين؛ أو لأن أفراد العينة العشرة ينتمون جزئيًا فقط إلى السكان المعنيين، في حين آخر هم بشكل جزئي لا ينتمون).

في هذا المثال، يتم أخذ حجم العينة النيتروسوفيكية كفترة $n=[90، 100]$ ، بدلاً من الرقم الواضح $n = 90$ (أو $n = 100$) كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي.

يتمثل النهج الآخر في النظر بشكل جزئي فقط في البيانات المقدمة من أفراد العينة العشرة الذين يكون انتمائهم إلى السكان المعنيين جزئي فقط.

الإحصاء النيتروسوفيكي

يشير الإحصاء النيتروسوفيكي إلى مجموعة من البيانات، بحيث تكون هذه البيانات أو جزء منها غير محدد إلى حد ما، وإلى الطرق المستخدمة لتحليل البيانات.

في الإحصاء الكلاسيكي، كل البيانات محددة؛ هذا هو الفرق بين الإحصاء النيتروسوفيكي والإحصاء الكلاسيكي.

في كثير من الحالات، عندما يكون اللاتحديد صفر، يتوافق الإحصاء النيتروسوفيكي مع الإحصاء الكلاسيكي.

يمكننا استخدام قياس النيتروسوفيك لقياس البيانات غير المحددة.

الطرق الإحصائية النيتروسوفيكية سوف تمكننا من تفسير وتنظيم بيانات النيتروسوفيك (البيانات التي ربما تملك بعض اللاتحديد) من أجل الكشف عن الأنماط الكامنة.

هناك العديد من الأساليب التي يمكن استخدامها في الإحصاء النيتروسوفيكي، نقدم العديد منها من خلال أمثلة، وبعد ذلك التعميم لفئات من الأمثلة. ومع ذلك، يمكن للقارئ أن يخترع مناهج جديدة في دراسة الإحصاء النيتروسوفيكي.

نؤكد، كما في الاحتمال النيتروسوفيكي، **اللاتحديد** يختلف عن **العشوائية**. بينما يشير الإحصاء الكلاسيكي إلى العشوائية فقط، بينما يشير الإحصاء النيتروسوفيكي إلى كل من العشوائية واللاتحديد بشكل خاص.

الإحصاء الوصفي النيتروسوفيكي يتألف من جميع التقنيات لتلخيص ووصف خصائص البيانات الرقمية النيتروسوفيكية.

نظرًا لأن البيانات الرقمية النيتروسوفيكية تحوي على اللاتحديد، يتم تمثيل الرسوم البيانية النيتروسوفيكية والأشكال البيانية النيتروسوفيكية في فضاء ثلاثي الأبعاد، بدلاً من فضاء ثنائي الأبعاد كما في الإحصاء الكلاسيكي. البعد الثالث هو اللاتحديد(I) بالإضافة إلى نظام ديكارت XOY،.

من خلال العرض البياني للبيانات غير الواضحة، يمكننا استخراج المعلومات النيتروسوفيكية (غير الواضحة).

الإحصاء الاستدلالي النيتروسوفيكي يتكون من الطرق التي تسمح بالتعميم من العينة النيتروسوفيكية إلى المجتمع الذي تم اختيار العينة منه.

البيانات النيتروسوفيكية هي البيانات التي تحوي بعض اللاتحديد.

على غرار الإحصاء الكلاسيكي، يمكن تصنيفه على النحو التالي:

- **بيانات نيتروسوفيكية منفصلة،** إذا كانت القيم عبارة عن نقاط منفصلة على سبيل المثال:

$6 + i_1$ حيث $i_1 \in [0, 1]$

$7.26 + i_2$ حيث $i_2 \in [3, 5]$

- و**بيانات نيتروسوفيكية مستمرة،** إذا كانت القيم عبارة عن فترة واحدة أو أكثر، على سبيل المثال $[0, 0.8]$ أو $[0.1, 1.0]$ (أي لست متأكداً أي منها).

تصنيف آخر:

- **بيانات نيتروسوفيكية وصفية(رقمية)،** على سبيل المثال: رقم في الفترة [2, 5] (لا نعرف بالضبط)، 47، 52، 67 أو 69 (لا نعرف بالضبط).
- **بيانات نيتروسوفيكية وصفية (فئوية)،** على سبيل المثال: أزرق أو أحمر (لا نعرف بالضبط)، أبيض، أسود أو أخضر أو أصفر (غير معروف تماما).

أيضاً، قد يكون لدينا:

- **بيانات نيتروسوفيكية وحيدة المتغير،** أي البيانات النيتروسوفيكية التي تتكون من مشاهدات على سمة نيتروسوفيكية واحدة.
- **وبيانات نيتروسوفيكية متعددة المتغيرات،** أي البيانات النيتروسوفيكية التي تتكون من مشاهدات على سمتين أو أكثر.

وبحالات معينة نذكر **بيانات نيتروسوفيكية ثنائية المتغير** و**بيانات نيتروسوفيكية ثلاثية المتغير.**

الرقم الإحصائي النيتروسوفيكي N له الشكل:

$$N = d + i,$$

حيث d الجزء المحدد (المؤكد) من N، و i الجزء غير المحدد (غير المؤكد) من N.

على سبيل المثال: $a = 5 + i,$ حيث $i \in [0, 0.4]$ مكافئ لـ $a \in [5, 5.4]$ لذا بالتأكيد $a \geq 5$ (يعني أن الجزء المحدد من a هو 5) ، في حين أن الجزء غير المحدد $i \in [0, 0.4]$ يعني إمكانية أن يكون الرقم a أكبر قليلاً من 5 .

يمكننا النظر، على غرار الإحصاء الكلاسيكي، في **عرض الفرع والأوراق النيتروسوفيكي** للبيانات.

على سبيل المثال، ليكن لدينا البيانات النيتروسوفيكية التالية:

$6 + i_1$ مع $i_1 \in (0, 0.2)$

$7 + i_2$ مع $i_2 \in [2, 3]$

$6 + i_3$ مع $i_3 \in [0, 1]$

$9 + i_4$ مع $i_4 \in [1.1, 1.5)$

$9 + i_1$

عرض الفرع والأوراق النيتروسوفيكي هو:

$$\begin{array}{r||ll} 6 & i_1 & i_3 \\ 7 & & i_2 \\ 9 & i_1 & i_4 \end{array}$$

أو على شكل فترة:

$$\begin{array}{r||ll} 6 & (0, 0.2) & [0, 1] \\ 7 & & [2, 3] \\ 9 & (0, 0.2) & [1.1, 1.5] \end{array}$$

من الواضح أن **الرقم الإحصائي النيتروسوفيكي** يمكن كتابته بعدة طرق.

إذا أعدنا أخذ : $a = 5 + i$ مع $i \in [0, 0.4]$ عندها $a = 4 + i_1$ مع $i_1 \in [1, 1.4]$ أو $a = 3 + i_2$ مع $i_2 \in [2, 2.4]$.

وبشكل عام $a=\propto+i_{\propto}$ مع $i_{\propto}\in[5-\propto, 5.4-\propto]$ و $\propto$ أي رقم حقيقي.

أو في الاتجاه المعاكس:
$a=5.4-i_3$ مع $i_3\in[0, 0.4]$
وبشكل عام:
$a=\beta-i_{\beta},$ مع $i_{\beta}\in[\beta-5.4, \beta-5]$ ، و β أي رقم حقيقي.

التوزيع التكراري النيتروسوفيكي هو جدول يعرض الفئات والتكرارات والتكرارات النسبية مع بعض اللاتحديد. غالبًا يقع اللاتحديد بسبب البيانات غير الدقيقة أو غير المكتملة أو غير المعروفة المتعلقة بالتكرار. نتيجة لذلك، يصبح التكرار النسبي غير دقيق أو غير مكتمل أو غير معروف أيضًا.

مثال على التوزيع التكراري النيتروسوفيكي لعدد الحوادث التي يرتكبها سائقي السيارات.

	Number of accidents	Neutrosophic frequency	Neutrosophic relative frequency
	0	50	[0.185, 0.227]
	1	[60, 80]	[0.240, 0.333]
	2	[70, 90]	[0.280, 0.375]
	3	[40, 50]	[0.154, 0.217]
Total	0-3	[220, 270]	[0.859, 1.152]

كيفية قراءة الجدول السابق، دعنا نقول السطر رقم 2: عدد سائقي السيارات الذين ارتكبوا حادث واحد فقط يتراوح بين 60 و80 (وبالتالي معلومات غير واضحة)، والتكرار النسبي النيتروسوفيكي المقابل بين 0.240 و0.333.

لحساب إجمالي التكرارات النيتروسوفيكية، حيث لدينا معلومات غير دقيقة، نقوم بحساب الحد الأدنى min والحد الأقصى max للتكرارات المقدرة:

$$min_{nf} = 50 + 60 + 70 + 40 = 220,$$
$$\text{and} max_{nf} = 50 + 80 + 90 + 50 = 270.$$

لحساب التكرار النسبي النيتروسوفيكي، نأخذ أيضاً الحد الأدنى والحد الأقصى لجميع الاحتمالات.

لصفر من الحوادث:

$$min_{nrf} = \frac{50}{270} \simeq 0.185$$
و
$$max_{nrf} = \frac{50}{220} \simeq 0.227$$
أو
$$50 \div [220, 270] \simeq [0.185, 0.227]$$

من أجل حادث واحد لدينا:

$$min_{nrf} = \frac{60}{50 + 60 + 90 + 50} = 0.240$$
$$max_{nrf} = \frac{80}{50 + 80 + 70 + 40} \simeq 0.333.$$

من أجل حادثين لدينا:

$$min_{nrf} = \frac{70}{50 + 80 + 70 + 50} = 0.280,$$
$$\text{and} max_{nrf} = \frac{90}{50 + 60 + 90 + 40} \simeq 0.375.$$

تختلف الفترة $[0.280, 0.375]$ عن:

$$[70,90] \div [220,270] = \left[\frac{70}{270}, \frac{90}{220}\right] \simeq [0,259, 0.409].$$

من أجل ثلاثة حوادث لدينا:

$$min_{nrf} = \frac{40}{50+80+90+40} \simeq 0.154$$

$$max_{nrf} = \frac{50}{50+60+70+50} \simeq 0.217$$

وبشكل مشابه الفترة $[0.154, 0.217]$ تختلف عن:

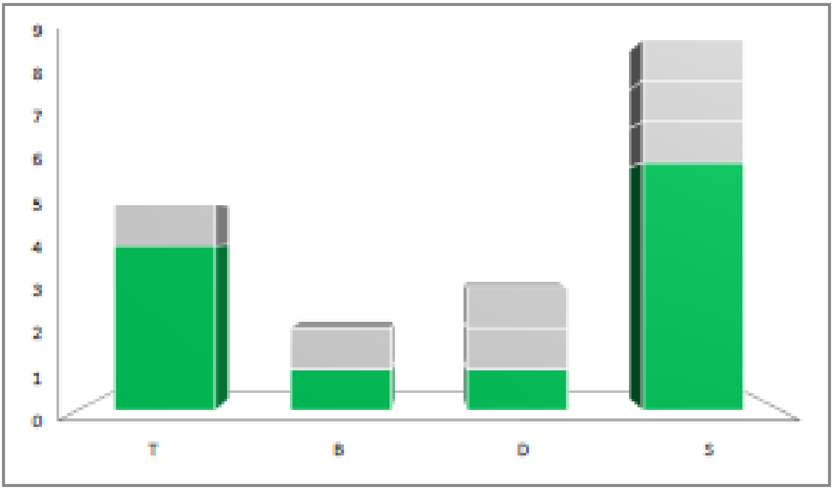
$$[40,50] \div [220,270] = \left[\frac{40}{270}, \frac{50}{220}\right] \simeq [0.148, 0.227].$$

ببساطة راكمنا التكرارات النسبية النيتروسوفيكية بإضافة الفترات:

$$[0.185, 0.227] + [0.240, 0.333] + [0.280, 0.375] + [0.154, 0.217] = [0.859, 1.152].$$

الرسوم البيانية الإحصائية النيتروسوفيكية هي الرسوم البيانية التي تحتوي على بيانات أو منحنيات غير محددة (غير واضحة، غامضة، مبهمة، غير معروفة)

.a.1 الرسم البياني النيتروسوفيكي بالأعمدة:



الجدول: الوقت الذي يقضيه الأمريكي يومياً

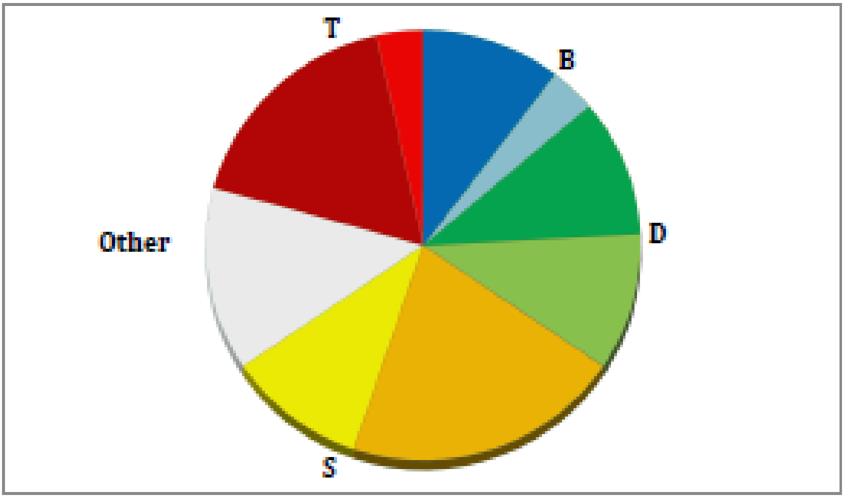
T = مشاهدة التلفزيون: بين [4،5] ساعات ؛

B = قراءة الكتب: بين [1،2] ساعة؛

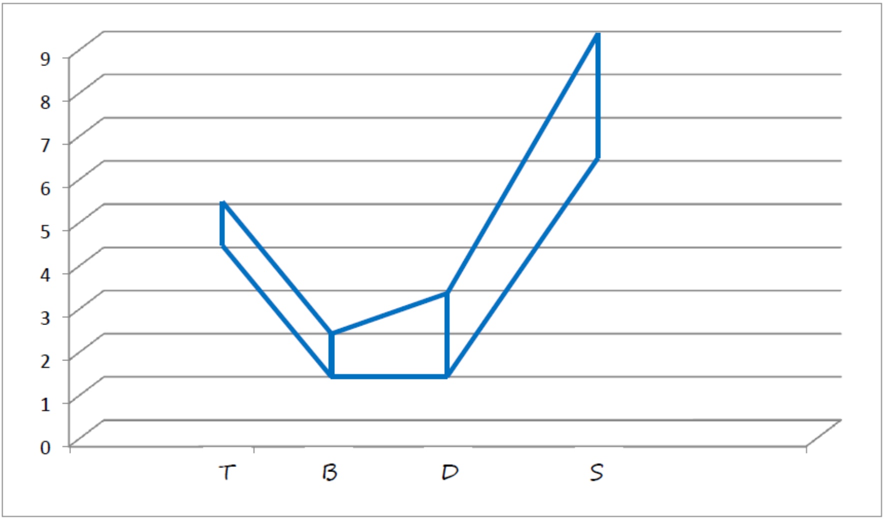
D = القيادة: بين [1،3] ساعات ؛

S = النوم: بين [6،9] ساعات.

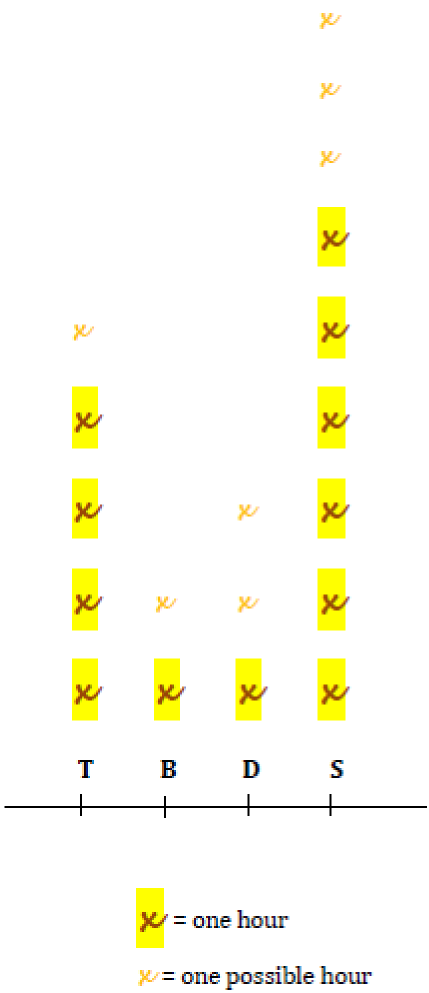
a.2. **الدائرة البيانية النيتروسوفيكية** لنفس المثال:



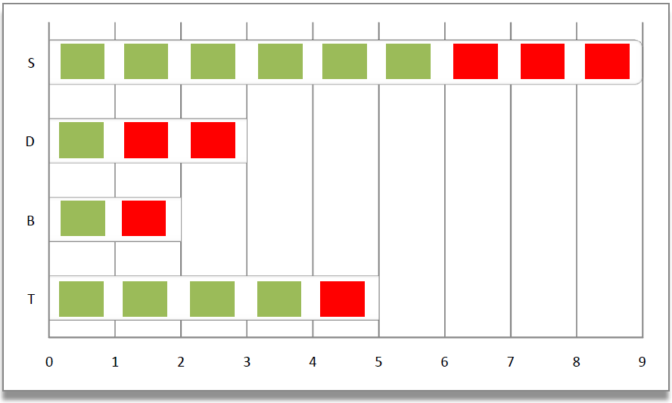
.a.3 **الرسم البياني الخطي المزدوج النيتروسوفيكي** لنفس المثال:



a.4. **الخط المنقط النيتروسوفيكي** لنفس المثال:

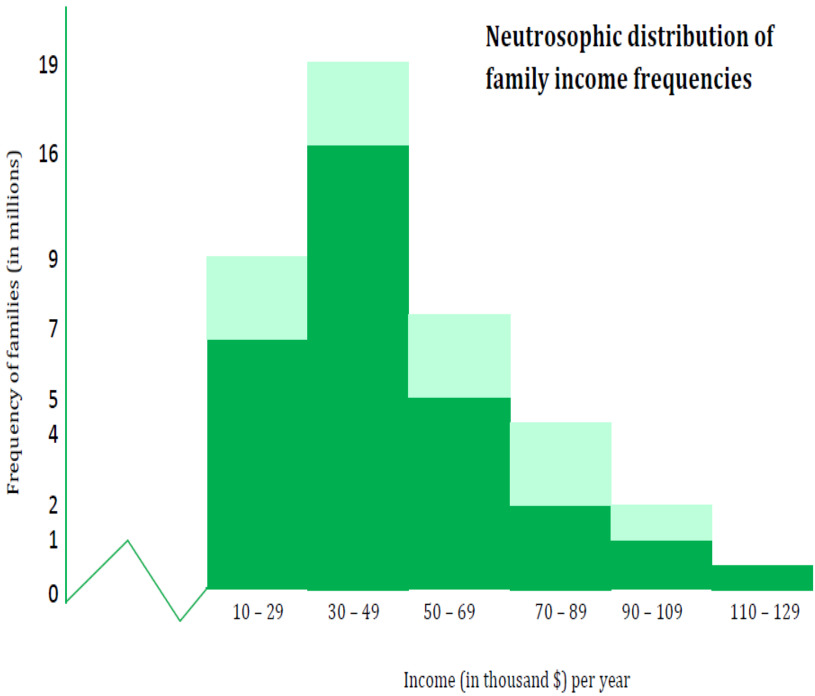


a.5.**المخطط المصور النيتروسوفيكي** لنفس المثال:



مستطيل باللون الأخضر: ساعة واحدة
مستطيل باللون الأحمر: ساعة واحدة ممكنة

a.6 **المدرج التكراري ثنائي البعد النيتروسوفيكي** هو عبارة عن الرسم البياني النيتروسوفيكي بالأعمدة بحيث تكون الأعمدة عامودية ، ولا توجد فجوة بين الأعمدة (متضمن الأعمدة التي ارتفاعها صفر أيضاً) ، وعرض كل عمود بحجم الفترة المحددة. يُظهر العدد التقريبي لمرات وقوع البيانات ضمن فترة معينة.

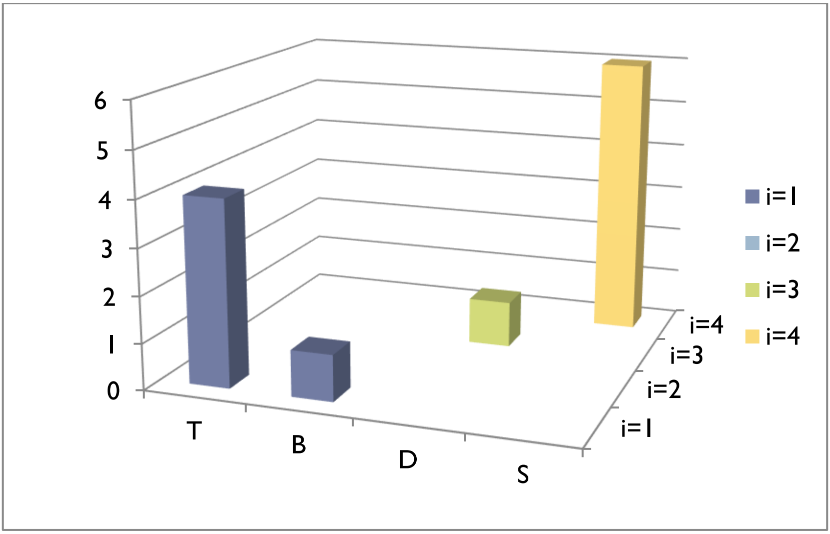


حيث  يشير إلى وجود تشوه في مقياس الترقيم.

التكرارات ليست أرقامًا واضحة كما في الإحصاء الكلاسيكي، لكن بين بعض الحدود. على سبيل المثال، عدد الأسر التي يتراوح دخلها بين 10 آلاف دولار و29 ألف دولار يتراوح بين 7 و9 ملايين أسرة. وبالمثل بالنسبة لفئات الدخل الأخرى، باستثناء فئة الدخل الأخيرة التي تتراوح بين 110000 دولار و129000 دولار تتوافق مع عدد واضح هو 1 مليون أسرة.

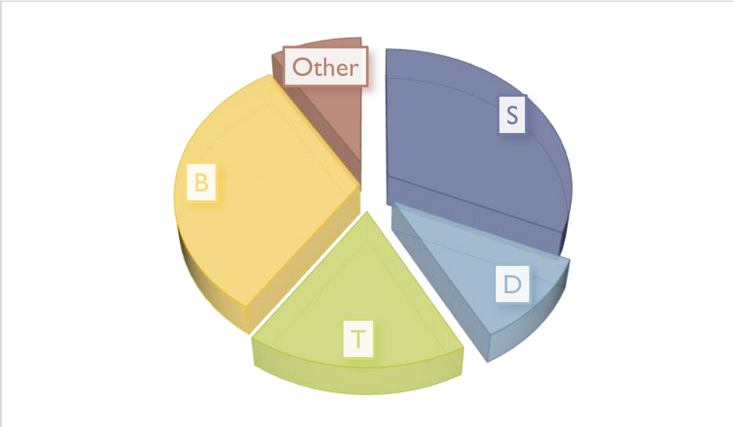
قمنا بتمثيل جميع أنواع الرسوم البيانية الإحصائية النيتروسوفيكية في فضاء ثنائي البعد كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي، لكن من الممكن أيضًا فعل الرسوم البيانية في فضاء o ثلاثي البعد، فقط بإضافة بعدًا غير محدد إلى كل من الرسوم البيانية السابقة ثنائية البعد، والذي يقيس اللاتحديد في البيانات.

b.1. الرسم البياني ثلاثي البعد النيتروسوفيكي بالأعمدة:



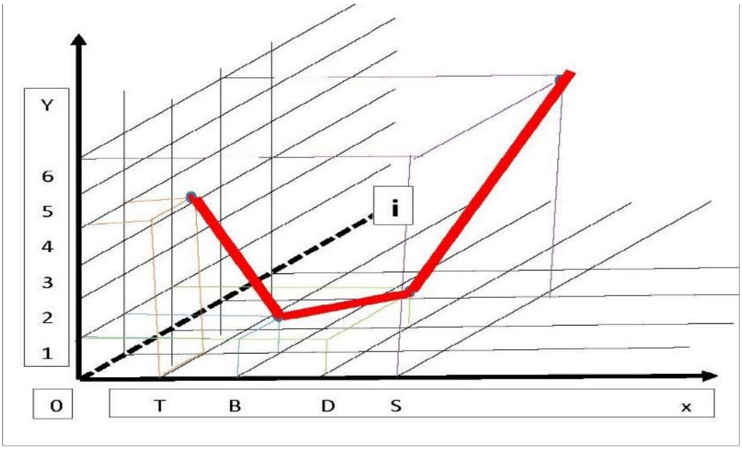
محور العمق (i) يقيس اللاتحديد.
من أجل المثال السابق: الوقت الذي يستغرقه الامريكي يومياً.

b.2.الرسم البياني النيتروسوفيكي بالأسطوانة:



الارتفاعان في T و B متماثلان (يمثلان اللاتحديد)، في حين أن ارتفاع D مزدوج، وارتفاع S ثلاثة أضعاف.

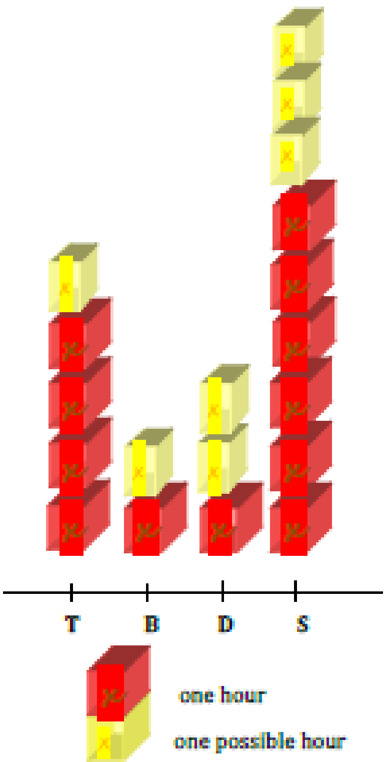
b.3.الرسم البياني الخطي ثلاثي البعد النيتروسوفيكي:



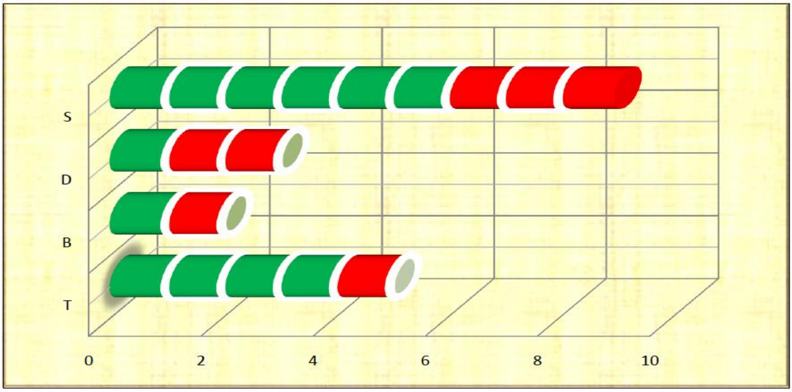
من أجل نفس المثال:

نرسم نقاط الإحداثيات (T, 4, 1)،(B, 1, 1)،(D, 1, 2) و (S, 6, 3) بحيث يمثل المكون الثاني الجزء المحدد (y) والمكون الثالث هو الحد الأقصى للاتحديد (i)، ونصلهم ببعض ،فنحصل على منحنى ثلاثي الأبعاد.

b.4. **النقاط المجمعة ثلاثية البعد النيتروسوفيكية** من أجل نفس المثال:

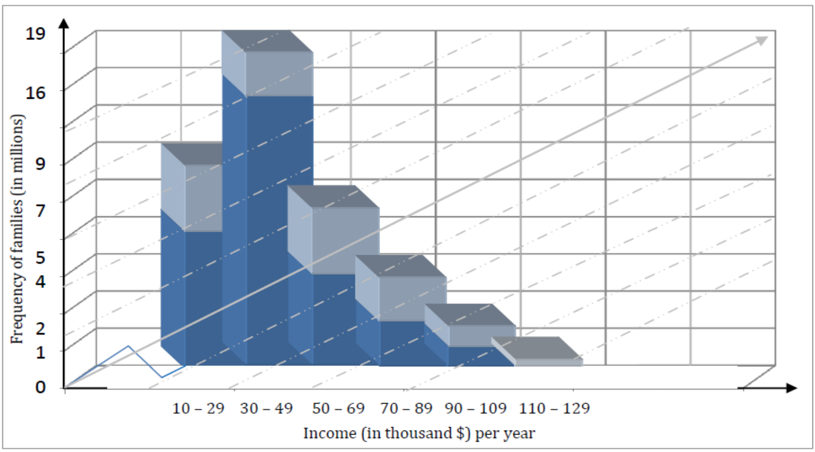


b.5. **المخطط المصور ثلاثي البعد النيتروسوفيكي** من أجل نفس المثال:



b.6.**المدرج التكراري ثلاثي البعد النيتروسوفيكي** من أجل نفس المثال لتوزيع النيتروسوفيك لتكرارات دخل الأسرة:

Neutrosophic distribution of family income frequencies



الخداع الإحصائي يمكننا التعبيرعنه بطريقة النيتروسوفيك، فمثلاً:

a) " فاتورة تدفئة شركة ارتفعت إلى 10٪ العام الماضي" بطريقة النيتروسوفيك يمكننا أن نكتب: [10، 0] ٪ (والتي يمكن أن تكون أي رقم بين 0 و10، بما في ذلك القيمة القصوى).

b) "نحن نضمن أن تخسر ما يصل إلى 15 رطل في الشهر، أو أموالك تعود لك" في الواقع تفقد [15، 0] رطل، لذلك قد لا تفقد أي رطل!

c) "لا يوجد منتج أفضل من برايان" هذا يعني أن المنتجات الأخرى يمكن أن تكون نفس منتجات برايان!

الربيعات النيتروسوفيكية

لننظر في مجموعة مشاهدات نيتروسوفيكية لمتغير مرتب ترتيب تصاعدي تقريبًا (لأننا نتعامل مع مجموعات بدلاً من أرقام واضحة لدينا ترتيب جزئي).

الربيعات النيتروسوفيكية تتشابه مع مثيلاتها المعرّفة في الإحصاء الكلاسيكي:

الأول (الربع الأدنى) هو$\frac{1}{4}(n+1)$ ، والثاني هو $\frac{2}{4}(n+1)$ ، والثالث $\frac{3}{4}(n+1)$.

إذا لم يكن $(n + 1)$ قابل للقسمة على 4، عندها نأخذ متوسط مشاهدتي النيتروسوفيك التي مرتبة الربع تقع بينهما. الإجراء الآخر هو أخذ الجزء الصحيح الأدنى من $\frac{i}{4}(n+1)$ ، من أجل $i = 1, 2, 3$.

لنحسب منتصف المجموعة ⊔ بالطريقة التالية:

$$\text{منتصف } \sqcup = \frac{\text{الحدالأعلى للمجموعة } \sqcup + \text{ الحدالادنى للمجموعة } \sqcup}{2}$$

يمكننا تعريف الترتيب الكلي على مجموعات مشاهدة نيتروسوفيكية n بالطريقة التالية:

من أجل أي مجموعات ⊔ و V لدينا ⊔<V اذا :

إما منتصف ⊔ < منتصف V

أو منتصف ⊔ = منتصف V و الحد الأدنى لـ ⊔ < الحد الأنى لـ V

إذا حدث أن:

منتصف ⊔ = منتصف V

و الحد الأدنى لـ ⊔ = الحد الأنى لـ V

عندها تلقائياً الحد الأعلى لـ ⊔ = الحد الأعلى لـ V ، لذلك : ⊔≡V.

على سبيل المثال

من أجل $n = 12$ ، لدينا مشاهدات نيتروسوفيكية مرتبة تصاعدياً :

$$1, (2,3), \boxed{\{4,6\},5}, [7,10], \boxed{[7,11],9}, 12, \boxed{14,[14,15)}, 20, \{21\} \cup (22,25].$$

الربع الأول:

$$\frac{1}{4}(n+1) = \frac{1}{4}(12+1) = 3.25,$$

عندها نأخذ متوسط المشاهدتين الثالثة والرابعة:

$$\frac{\{4,6\}+5}{2} = \frac{\{4+5, 6+5\}}{2} = \frac{\{9,11\}}{2} = \left\{\frac{9}{2}, \frac{11}{2}\right\} = \{4.5, 5.5\}.$$

الربع الثاني:

$$\frac{2}{4}(n+1) = \frac{2}{4}(12+1) = 6.50,$$

عندها نأخذ متوسط المشاهدتين السادسة والسابعة:

$$\frac{[7,11]+9}{2} = \left[\frac{7+9}{2}, \frac{11+9}{2}\right] = [8,10].$$

الربع الثالث:

$$\frac{3}{4}(n+1) = \frac{3}{4}(12+1) = 9.75,$$

عندها نأخذ متوسط المشاهدتين التاسعة والعاشرة:

$$\frac{14+[14,15]}{2} = \left[\frac{14+14}{2}, \frac{14+15}{2}\right] = [14, 14.5).$$

العينة النيتروسوفيكية

العينة النيتروسوفيكية هي مجموعة جزئية مختارة من المجتمع تحوي على بعض اللاتحديد: إما فيما يتعلق بالعديد من أفرادها (قد لا ينتمون إلى المجتمع الذي ندرسه، أو قد ينتمون إليه جزئيًا)، أو فيما يتعلق بـ المجموعة الجزئية ككل. في حين تقدم العينات الكلاسيكية معلومات دقيقة، فإن العينات النيتروسوفيكية تقدم معلومات غامضة أو غير كاملة.

لغوياً يمكن للشخص قول أن أي عينة هي عينة نيتروسوفيكية، لانه قد يعتبر أن اللاتحديد الخاص بها يساوي الصفر.

نتائج المسح النيتروسوفيكي هي نتائج المسح التي تحوي بعض اللاتحديد.

المجتمع النيتروسوفيكي هو عبارة عن مجتمع غير محدد بشكل جيد على مستوى العضوية (أي غير متأكد مما إذا كان بعض الافراد ينتمون أولا ينتمون الى المجتمع).

على سبيل المثال: كما في مجموعة النيتروسوفيك، ينتمي العنصر العام x إلى المجتمع النيتروسوفيكي M بالطريقة التالية $x(t,i,f) \in M$ والذي يعني أن : x من المجتمع Mهو t٪ ، و x ليس من المجتمع Mهو f٪ ، في حين أن تبعية x إلى M هو i٪ غير محددة (غير معروفة، غير واضحة، محايدة ليست من المجتمع ولا من خارجه).

على سبيل المثال: لدينا سكان البلد C_1، معظم الناس في هذا البلد ليس لديهم سوى جنسية البلد، وبالتالي هم ينتمون بنسبة 100 ٪ إلى C_1. لكن هناك أشخاص يحملون جنسيات مزدوجة، من البلدان C_1 و C_2 ، هؤلاء الأشخاص ينتمون 50 ٪ إلى C_1 و 50 ٪ إلى C_2. في حين أن المواطنين الذين يحملون جنسيات ثلاثية من البلدان C_1 و C_2 و C_3 ينتمون بنسبة 33.33 ٪ فقط لكل بلد. بالطبع،

مع الأخذ بعين الاعتبار المعايير المختلفة حيث ربما تختلف هذه النسب. أيضًا، هناك دول ذات مناطق حكم ذاتي، قد لا يعتبر مواطنو هذه المناطق أنفسهم ينتمون إلى تلك البلدان.

لكن هناك فئة أخرى من الأشخاص C_1 الذين تم تجريدهم من جنسيتهم لأسباب سياسية ولديهم جنسية أخرى، بينما لا يزالون يعيشون (مؤقتًا) في C_1. يطلق عليهم اسم paria هم لا ينتمون إلى C_1 (لا يحملون الجنسية) لكن لا يزالون ينتمون إلى C_1 (لأنهم لا يزالون يعيشون في C_1). هم يشكلون الجزء غير المحدد من المجتمع النيتروسوفيكي في البلد C_1.

العينة النيتروسوفيكية العشوائية البسيطة من الحجم n من مجتمع نيتروسوفيكي أو كلاسيكي هي عينة من n من الأفراد، لدى واحد منهم على الأقل بعض اللاتحديد.

مثال: لدينا عينة عشوائية من 1000 منزل، في مدينة يزيد عدد سكانها عن مليون نسمة، نقوم باستطلاع حول عدد المنازل التي فيها كمبيوتر محمول على الأقل. نجد أن 600 منزل يحوي جهاز كمبيوتر محمول واحد على الأقل، و300 منزل ليس لديها أي كمبيوتر محمول، في حين أن 100 منزل في كل منها كمبيوتر محمول واحد، لكنه لا يعمل.

حاول بعض اصحاب المنازل البالغ عددهم 100 إصلاح أجهزة الكمبيوتر المحمول الخاصة بهم، بينما قال آخرون إن محركات الأقراص الصلبة لأجهزة الكمبيوتر المحمولة الخاصة بهم قد تعطلت وهناك فرصة ضئيلة لإصلاحها. بالتالي غيرمحدد. فيكون لدينا عينة عشوائية بسيطة نيتروسوفيكية من الحجم 100.

بشكل مشابه للإحصاء الكلاسيكي، **العينات النيتروسوفيكية العشوائية الطبقية،** يقوم المستقصي بتجميع المجتمع (الكلاسيكي أو النيتروسوفيكي) بواسطة طبقة وفقًا للتصنيف؛ عندئذ، يأخذ المستقصي عينة عشوائية (من الحجم المناسب وفقًا لمعيارما) من كل مجموعة. إذا كان هناك بعض اللاتحديد، فنحن نتعامل مع عينات نيتروسوفيكية.

مثال: لدينا طبقتين: الرجال والنساء في مدينة جالوب، نيو مكسيكو. لكن، بما أن النساء يمثلن 51 ٪ من السكان والرجال 49 ٪، نأخذ عينة عشوائية من 51 امرأة وعينة عشوائية من 49 رجل.

لكن علمنا بعد ذلك أن هناك رجل واحد وامرأتين متحولين جنسيا بالفعل. بالتالي هناك 3 أفراد غير محددين. عندها يكون لدينا عينات نيتروسوفيكية عشوائية طبقية.

إذا تم تقسيم المجتمع (الكلاسيكي أو النيتروسوفيكي) إلى مجموعات جزئية، بحيث كل مجموعة جزئية تمثل المجتمع، ثم نجمع من هذه المجموعات الجزئية عينة عشوائية بحيث يوجد بعض اللاتحديد، عندها يكون لدينا **عينات عنقودية نيتروسوفيكية.**

مثال: بفرض أن 5 أساتذة يشرفون على أطروحات دكتوراه في الإحصاء النيتروسوفيكي. كل أستاذ لديه عدد من طلاب الدراسات العليا، لكن بعض الطلاب لم يقرروا بعد فيما إذا كانوا سيتابعون أطروحاتهم في الإحصاء الكلاسيكي أو النيتروسوفيكي. يمثل الأساتذة مجموعات عنقودية. نختار بشكل عشوائي اثنين من الأساتذة لمقابلة طلابهم حول البحث في الإحصاء النيتروسوفيكي. لكن، نظرًا لأن بعض الطلاب لم يقرروا بعد (لاتحديد) فيما يتعلق بموضوع بحثهم، فلدينا عينة عنقودية نيتروسوفيكية.

من المرجح أن تكون **العينة التوافقية** غير دقيقة حيث يختار المستطلع عينة من الأفراد تكون متاحة بسهولة، والذين قد يجيبون بشكل عشوائي على الأسئلة من أجل الانتهاء بشكل أسرع. كلما قل اهتمام الأفراد بنتائج الاستطلاع، زادت احتمالية عدم دقة نتائج الاستطلاع. بينما من المرجح أن تكون **عينة الاستجابة الطوعية** متحيزة، لأن أفراد العينة قد يتطوعون بغرض التأثير على نتائج المسح.

إلى جانب هاتين الفئتين من أفراد العينة، هناك فئة أخرى من الأشخاص الخبيثين الذين قد يجيبون على الأسئلة بشكل معاكس من أجل تحقيق نتائج خاطئة.

لهذا السبب يجب إزالة بيانات بعض أفراد العينة، ولكن غالبًا لا نعرف أي واحد منهم. لذلك، لدينا لاتحديد متعلق بحجم العينة: كم عدد أفراد العينة من الفئات الثلاث المذكورة أعلاه، وكيفية وصف بياناتهم من أجل إزالتهم من نتائج المسح؟ مرة أخرى، إحصاء نيتروسوفيك.

القياس العددي النيتروسوفيكي

مثال على أعداد نيتروسوفيكية $a + bI$ ، حيث a, b هي أعداد حقيقية و I هو اللاتحديد بحيث أن $I^2 = I$ و $0 \cdot I = 0$.

لدينا أعداد نيتروسوفيكية:

$$-2 - 4I,\ -1 + 0 \cdot I,\ 3 + 5I,\ 6 + 7I.$$

نحسب متوسطها:

$$\frac{(-2 - 4I) + (-1 + 0 \cdot I) + (3 + 5I) + (6 + 7I)}{4} =$$

$$= \frac{-2 - 1 + 3 + 6}{4} + \frac{-4 + 0 + 5 + 7}{4} \cdot I = 1.5 + 2I.$$

نحسب وسيطها:

$$\frac{(-1 + 0 \cdot I) + (3 + 5I)}{2} = \frac{-1 + 3}{2} + \frac{0 + 5}{2} I = 1 + 2.5I.$$

نحسب انحراف كل عدد نيتروسوفيكي عن المتوسط:

$$(-2 - 4I) - (1.5 + 2I) = -3.5 - 6I,$$
$$(-1 + 0 \cdot I) - (1.5 + 2I) = -2.5 - 2I,$$
$$(3 + 5I) - (1.5 + 2I) = 1.5 + 3I,$$
$$(6 + 7I) - (1.5 + 2I) = 4.5 + 5I.$$

مربع الانحرافات:

$$(-3.5 - 6I)^2 = (-3.5)^2 + 2(-3.5)(-6)I + (-6)^2 I^2$$

$$= 12.25 + 42I + 36I^2 = 12.25 + 42I + 36I$$
$$= 12.25 + 78I$$
$$(-2.5 - 2I)^2 = 6.25 + 14I$$
$$(1.5 + 3I)^2 = 2.25 + 18I$$
$$(4.5 + 5I)^2 = 20.25 + 70I.$$

نتبع الصيغة:

$$(a + bI)^2 = a^2 + 2abI + b^2I^2$$
$$= a^2 + 2abI + b^2I$$

أو

$$(a + bI)^2 = a^2 + (2ab + b^2)I.$$

نحسب **الانحراف المعياري**:

$$s = \sqrt{\frac{(12.25 + 78I) + (6.25 + 14I) + (2.25 + 18I) + (20.25 + 70I)}{4}}$$
$$= \sqrt{10.25 + 45I}.$$

لحساب الجذر التربيعي لعدد نيتروسوفيكي نرمز للنتيجة بالشكل $x + yI$ ونحدد x و y :

$$\sqrt{10.25 + 45I} = x + yI.$$

نربع الطرفين:

$$10.25 + 45I = x^2 + (2xy + y^2)I.$$

بالتالي:

$$\begin{cases} 10.25 = x^2 \\ 45 = 2xy + y^2 \end{cases}$$

لأن الانحراف المعياري موجب، نأخذ:

$$x = +\sqrt{10.25} \simeq 3.20$$

ونستبدلها في المساواة الثانية:

$$45 = 2(3.20)y + y^2$$

ونحل من أجل y موجب:

$$y^2 + 6.4y - 45 = 0$$

حيث:

$$y = \frac{-6.4 + \sqrt{6.4^2 - 4(1)(-45)}}{2(1)} \simeq 0.64.$$

لذلك، الانحراف المعياري للأعداد النيتروسوفيكية الأربعة السابقة هو:

$$3.20 + 0.64I.$$

نلاحظ أن 3.20 هو الانحراف المعياري الكلاسيكي للأجزاء المحددة من الأعداد النيتروسوفيكية السابقة: $-2, -1, 3, 6$ ؛ لكن 0.64 ليس الانحراف المعياري الكلاسيكي للأجزاء غير المحددة من الأعداد النيتروسوفيكية السابقة: $-4, 0, 5, 7$.

الانحراف المعياري الكلاسيكي للأعداد 7 ,5 ,0 ,4- ،التي متوسطها 2 هو:

$$\sqrt{\frac{(-4-2)^2 + (0-2)^2 + (5-2)^2 + (7-2)^2}{4}} \simeq 4.30.$$

انتشر اللاتحديد عند تربيع الانحرافات.

الأعداد النيتروسوفيكية الكلاسيكية

للعدد النيتروسوفيكي الكلاسيكي الشكل القياسي:

$$a + bI$$

حيث a، b معاملات حقيقية أو مركبة، و I = اللاتحديد، مثل:

$0 \cdot I = 0$ و $I^2 = I$

ينتج عنه أن $I^n = I$ لكل عدد صحيح موجب n.

إذا كان المعاملان a و b حقيقيين ، فإن $a + bI$ يُسمى **العدد الحقيقي النيتروسوفيكي.**

أمثلة: $-5 + \frac{7}{3}I$ ، $2 + 3I$ ،....

لكن إذا كان المعاملان a و b مركبين ، عندها $a + bI$ يسمى **العدد المركب النيتروسوفيكي.**

أمثلة: $I + i + 9I - iI$ ، $(5 + 2i) + (2 - 8i)I$ ، ...

حيث $i = \sqrt{-1}$.

يمكن كتابة العدد المركب النيتروسوفيكي بشكل أفضل على النحو التالي:

$a + bi + cI + diI$ حيث a, b, c, d حقيقية.

بالطبع، يمكن اعتبار أي عدد حقيقي، بمفهوم لغوي آخر، عدد نيتروسوفيكي.

مثال:

$$5 = 5 + 0 \cdot I$$

أو

$$5 = 5 + 0 \cdot i + 0 \cdot I + 0 \cdot i \cdot I.$$

نسميه عدد نيتروسوفيكي منحل.

يحتوي العدد النيتروسوفيكي الحقيقي على اللاتحديد I بمعامل غير صفري.

تقسيم الاعداد الحقيقية النيتروسوفيكية الكلاسيكية

$$(a_1 + b_1 I) \div (a_2 + b_2 I) = ?$$

نشير إلى النتيجة من خلال:

$$\frac{a_1 + b_1 I}{a_2 + b_2 I} = x + yI,$$

ثم اضرب وحدد المعاملات:

$$\begin{aligned} a_1 + b_1 I &\equiv (x + yI)(a_2 + b_2 I) \\ &\equiv x a_2 + x b_2 I + y a_2 I + y b_2 I^2 \\ &\equiv (a_2 x) + (b_2 x + a_2 y + b_2 y) I. \end{aligned}$$

نشكل مجموعة المعادلات الجبرية، عن طريق تحديد المعاملات:

$$\begin{gathered} a_2 x = a_1 \\ b_2 x + a_2 y + b_2 y = b_1 \end{gathered}$$

أو

$$\begin{gathered} a_2 x = a_1 \\ b_2 x + (a_2 + b_2) y = b_1 \cdot \end{gathered}$$

يحصل المرء على حل وحيد فقط عندما يكون المحدد من الدرجة الثانية

$$\begin{vmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{vmatrix} \neq 0$$

أو $a_2(a_2 + b_2) \neq 0$.

وبالتالي $a_2 \neq 0$ و $a_2 \neq -b_2$ هي شروط لتقسيم الأعداد الحقيقية النيتروسوفيكية.

$$\frac{a_1 + b_1 I}{a_2 + b_2 I}$$

ليكون موجود.

عندها

$$x = \frac{a_1}{a_2}$$

و

$$y = \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2(a_2 + b_2)}$$

أو

$$\frac{a_1 + b_1 I}{a_2 + b_2 I} = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2(a_2 + b_2)} \cdot I.$$

ونتيجة لذلك، لدينا:

1. $\frac{a+bI}{ak+bkI} = \frac{a+bI}{k(a+bI)} = \frac{1}{k},$
من أجل k عدد حقيقي غير صفري، و $a \neq 0$ و $a \neq -b$.
2. $\frac{I}{a+bI} = \frac{a}{a(a+b)} \cdot I = \frac{1}{a+b} \cdot I$
من أجل $a \neq 0$ و $a \neq -b$.
3. القسمة على I ، I- ، وبشكل عام على kI ، من أجل k حقيقي وغير محدد.

غير محدد $= \frac{a+bI}{kI}$ ، من أجل أي عدد حقيقي k، وأي حقيقي a و b.
بشكل خاص:

$$\frac{I}{I} = \text{غيرمحدد};$$
$$\frac{7I}{I} = \text{غيرمحدد};$$
$$\frac{10I}{5I} = \text{غيرمحدد};$$
$$\frac{a + bI}{I} = \text{غيرمحدد};$$
$$\frac{a + bI}{-I} = \text{غيرمحدد}.$$

1. $\frac{a+bI}{c} = \frac{\mathrm{a}}{\mathrm{c}} + \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{c}} \cdot \mathrm{I}$ ، من أجل $c \neq 0$.

2. $\frac{c}{a+bI}=\frac{c}{a}-\frac{bc}{a(a+b)}\cdot I$ ، من أجل $a\neq 0$ و $a\neq -b$.

3. $\frac{a+0\cdot I}{b+0\cdot I}=\frac{a}{b}$ ، من أجل $b\neq 0$ (القسمة الكلاسيكية للحقيقي).

4. $\frac{a+bI}{1}=\frac{a}{1}+\frac{b}{1}\cdot I=a+bI$.

5. $\frac{0}{a+b\cdot I}=\frac{0}{a}+\frac{a\cdot 0-0\cdot b}{a(a+b)}\cdot I=0+0\cdot I=0$ ،
من أجل $a\neq 0$ و $a\neq -b$.

6. $\frac{kI}{a+bI}=\frac{k}{a+b}\cdot I$ ، من أجل أي عدد حقيقي k، و $a\neq 0$
و $a\neq -b$.

دعونا نعطي **مثالا ملموسا** بالحساب.

ما هو $(2+3I)\div(1+I)=?$

نرمز:

$$\frac{2+3I}{1+I}=x+yI.$$

لدينا:

$$(1+I)(x+yI)=x+yI+xI+yI^2\equiv 2+3I$$
$$x+(x+2y)I\equiv 2+3I.$$

بحيث:

$$\begin{cases} x=2 \\ x+2y=3 \end{cases}$$

أو $x=2, y=0.5$.

هناك:

$$\frac{2+3I}{1+I}=2+0.5I.$$

دعنا نتحقق:

$$\frac{2+3I}{2+0.5I}=x+yI.$$

من ثم:

$$(2+0.5I)(x+yI)\equiv 2+3I,$$

$$2x + (2y + 0{,}5x + 0.5y) \equiv 2 + 3I.$$

حيث:

$$\begin{cases} 2x = 2 \\ 0.5x + 2.5y = 3 \end{cases}$$

بالتالي:

$$x = 1, \qquad y = 1,$$

أو:

$$\frac{2 + 3I}{2 + 0.5I} = 1 + 1 \cdot I = 1 + I.$$

صحيح.

مثال آخر:

$$\frac{2 + 3I}{8 + 12I} = x + yI.$$

حيث:

$$\begin{cases} 8x = 2 \\ 12x + 12y + 8y = 3 \end{cases}$$

نحصل على:

$$x = \frac{2}{8} = \frac{1}{4},$$

و:

$$12\left(\frac{1}{4}\right) + 20y = 3, \quad \text{or } y = 0.$$

لذلك

$$\frac{2 + 3I}{8 + 12I} = \frac{1}{4} + 0 \cdot I = \frac{1}{4},$$

هو تبسيط نيتروسوفيكي لأن:

$$\frac{2 + 3I}{8 + 12I} = \frac{1 \cdot (2 + 3I)}{4 \cdot (2 + 3I)} = \frac{1}{4}.$$

الآن مثال غير محدد:

$$\frac{2+3I}{1-I}=?$$

$$\frac{2+3I}{1-I}=x+yI$$

$$(1-I)(x+yI)\equiv 2+3I$$

$$x+yI-xI-yI^2\equiv 2+3I$$

أو

$$x+(y-x-y)I\equiv 2+3I$$

أو

$$x-xI\equiv 2+3I,$$

لذلك

$$x=2\quad\text{and}\quad -x=3,$$

وهو أمر مستحيل.

لذلك

$$\frac{2+3I}{1-I}=\text{غيرمحدد}.$$

ومثال ينتج عنه حلول لا نهائية:

$$\frac{I}{I}=?$$

نرمز

$$\frac{I}{I}=x+yI,$$

وبالتالي

$$I(x+yI)\equiv I,$$

أو

$$xI+yI^2\equiv I,$$

أو

$$(x+y)I\equiv 1\cdot I,$$

حيث $x+y=1$ ، بحيث x و y حقيقيين غير معروفين.
نحصل على عدد لا نهائي من الحلول:
$x \in \mathcal{R}$ و $y = 1 - x$.
حيث $\mathcal{R}$ هي مجموعة الأعداد الحقيقية . من بين الحلول هناك:
1, *I*, 2-*I*, etc.
ولكن بما أن نتيجة القسمة يجب أن تكون وحيدة، فإننا نقول أن

$$\frac{I}{I} = \text{غيرمحدد}.$$

مؤشر الجذر $n \geq 2$ لعدد حقيقي نيتروسوفيكي

دعنا أولاً نحسب الجذر التربيعي:
$\sqrt{a+bI},$ ، حيث a, b حقيقيين.

لنرمز

$$\sqrt{a+bI} = x + yI,$$

حيث x و y حقيقيين غير معروفين، نرفع الطرفين إلى القوة الثانية ، نحصل على:

$$a + bI \equiv (x+yI)^2 = x^2 + 2xyI + y^2I^2 = x^2 + 2xyI + y^2I$$
$$= x^2 + (2xy + y^2)I.$$

بحيث:

$$\begin{cases} x^2 = a \\ 2xy + y^2 = b. \end{cases}$$

بالتالي:

$$\begin{cases} x = \pm\sqrt{a} \\ y^2 \pm 2\sqrt{a}\cdot y - b = 0 \end{cases}$$

ونحل المعادلة الثانية من أجل y :

$$y=\frac{\mp 2\sqrt{a}\pm\sqrt{4a+4b}}{2(1)}=\frac{\mp 2\sqrt{a}\pm 2\sqrt{a+b}}{2}$$
$$=\mp\sqrt{a}\pm\sqrt{a+b},$$

والحلول الاربعة هي:

$$(x,y)=\left(\sqrt{a},-\sqrt{a}+\sqrt{a+b}\right),\left(\sqrt{a},-\sqrt{a}-\sqrt{a+b}\right),$$
$$\left(-\sqrt{a},\sqrt{a}+\sqrt{a+b}\right),\text{or}\left(-\sqrt{a},\sqrt{a}-\sqrt{a+b}\right).$$

وهكذا:

$$\sqrt{a+bI}=\sqrt{a}+\left(-\sqrt{a}+\sqrt{a+b}\right)I,$$

أو

$$\sqrt{a}-\left(\sqrt{a}+\sqrt{a+b}\right)I,$$

أو

$$-\sqrt{a}+\left(\sqrt{a}+\sqrt{a+b}\right)I,$$

أو

$$-\sqrt{a}+\left(\sqrt{a}-\sqrt{a+b}\right)I.$$

دعونا نأخذ مثالا نقوم من خلاله بجميع الحسابات:

$$\sqrt{9+7I}=?$$

نرمز:

$$\sqrt{9+7I}=x+yI.$$

عندها:

$$9+7I=x^2+2xyI+y^2I^2=x^2+(2xy+y^2)I.$$

بحيث

$$\begin{cases} x^2=9, \quad \text{or} \quad x=\pm 3 \\ 2xy+y^2=7 \end{cases}.$$

لنجد y:

$$x=3 \qquad x=-3$$
$$6y+y^2=7 \qquad -6+y^2=7$$
$$y^2+6y-7=0 \quad y^2-6y-7=0$$
$$(y+7)(y-1)=0 \quad (y-7)(y+1)=0$$
$$y=-7/y=1 \quad y=7/y=-1$$
$$(3,-7),(3,1) \quad (-3,7),(-3,-1).$$

بالتالي $\sqrt{9+7I}=\pm3\pm I$ (أربعة حلول).

و**كحالة خاصة** يمكننا حساب $\sqrt{I}$.

نعتبر $\sqrt{I}=x+yI$ ، ثم

$$0+1\cdot I=x^2+(2xy+y^2)\cdot I$$

نحتاج أن نجد x و y .

بحيث $x=0$ أو $x^2=0,$ ،

و $y^2=1, \text{or } y=\pm1$ أو $2xy+y^2=1,$

ومن ثم $\sqrt{I}=\pm I$.

بالمثل من أجل $\sqrt[n]{I}$.

لنعتبر أن $\sqrt[n]{I}=x+yI$

أو $0+1\cdot I=x^n+\left(\sum_{k=0}^{n-1}C_n^k y^{n-k}x^k\right)\cdot I$

حيث $x^n=0$ أو $x=0$ و

$$\sum_{k=0}^{n-1}C_n^k y^{n-k}x^k=1,$$

أو $y^n = 1$ ، حيث $y = \sqrt[n]{1}$ ونحصل على n من الحلول:
حل حقيقي $y = 1$ و $n - 1$ من الحلول المركبة في حالة اهتمامنا في الحلول المركبة النيتروسوفيكية كجذور n من 1.

بنفس الطريقة ، يمكننا حساب مؤشر الجذر $n \geq 2$ لأي عدد نيتروسوفيكي.

$$\sqrt[n]{a - bI} = x + yI$$

أو

$$\begin{aligned} a + bI &= (x + yI)^n \\ &= x^n + \left(y^2 + \sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k\right) \cdot I = \\ &= x^n + \left(\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k\right) \cdot I, \end{aligned}$$

حيث C_n^k تعني توافيق n عناصر مأخوذة من مجموعات من k عناصر.
حيث $x = \sqrt[n]{a}$ إذا n فردي ،أو $x = \pm\sqrt[n]{a}$ إذا n زوجي،
و

$$\left(\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} a^{\frac{k}{n}}\right) = b,$$

ونحلها من أجل y.

عندما تكون حلول x و y حقيقية، نحصل على حلول حقيقية نيتروسوفيكية، وعندما تكون حلول x و y مركبة، نحصل على حلول نيتروسوفيكية مركبة.

ليكن $a + bi + cI + diI$ **عدد مركب نيتروسوفيكي** ، حيث $a, b,$ c, d أعداد حقيقية. لنحسب الجذر التربيعي لها:

$$\left(\sqrt{a + bi + cI + diI}\right)^2 = (x + yi + zI + wiI)^2$$

$$\begin{aligned} a + bi + cI + diI & \\ &= x^2 - y^2 + z^2I^2 + w^2i^2I^2 + 2xyi + 2xzI \\ &+ 2xwiI + 2yziI + 2ywi^2I + 2zwiI^2 \\ &= x^2 - y^2 + z^2I - w^2I + 2xyi + 2xzI \\ &+ 2xwiI + 2yziI - 2ywI + 2zwiI \\ &= (x^2 - y^2) + 2xyi \\ &+ (z^2 - w^2 + 2xz - 2yw)I \\ &+ (2xw + 2yz + 2zw)iI. \end{aligned}$$

ثم نحصل على نسق جبري غير خطي بأربعة متغيرات (x, y, z, w) وأربع معادلات:

$$\begin{cases} x^2 - y^2 = a \\ 2xy = b \\ z^2 - w^2 + 2xz - 2yw = c \\ 2xw + 2yz + 2zw = d. \end{cases}$$

بطريقة أكثر عمومية، يمكننا حساب مؤشر الجذر n لعدد مركب نيتروسوفيكي:

$$(a + bi + cI + diI)^{\frac{1}{n}} = x + yi + zI + wiI,$$

حيث x, y, z, w هي متغيرات من مجموعة الأعداد الحقيقية.

من خلال رفع القوة n لكلا الجانبين ، نحصل على:

$$a + bi + cI + diI = (x + yi + zI + wiI)^n$$
$$= f_1(x, y) + f_2(x, y)i + f_3(x, y, w, z)I$$
$$+ f_4(x, y, w, z)iI,$$

حيث f_1, f_2, f_3, f_4 هي دوال حقيقية.

بحيث نحصل على نسق جبري غير خطي بأربعة متغيرات (x, y, w, z) وأربعة معادلات:

$$\begin{cases} f_1(x, y) = a \\ f_2(x, y) = b \\ f_3(x, y, w, z) = c \\ f_4(x, y, w, z) = d, \end{cases}$$

التي نحتاج إلى حلها.

بشكل مشابه، يستطيع المرء حساب **الجذر التربيعي لعدد مركب**.

ليكن $a + bi$ عدد مركب ، حيث $i = \sqrt{-1}$ و a, b أعداد حقيقية.

$\sqrt{a + bi} = x + yi$ بحيث أن $(x + yi)^2 \equiv a + bi,$

حيث x و y أعداد حقيقية،

أو $x^2 + 2xyi + y^2i^2 \equiv a + bi,$

أو $(x^2 - y^2) + (2xy)i \equiv a + bi,$

بحيث

$$\begin{cases} x^2 - y^2 = a \\ 2xy = b. \end{cases}$$

من المعادلة الأولى $x = \pm\sqrt{y^2 + a}$ يتم استبدالها في المعادلة الثانية:

$$\pm 2y\sqrt{y^2 + a} = b. \quad \text{(RE)}$$

نرفع كلا الطرفين إلى القوة الثانية فنحصل على:

$$4y^2(y^2 + a) = b^2,$$

أو

$$4y^4 + 4ay^2 - b^2 = 0.$$

ليكن $z = y^2$. عندها $4z^2 + 4az - b^2 = 0$ ، ثم

$$z = \frac{-4a \pm \sqrt{16a^2 - 4 \cdot 4(-b^2)}}{2(4)} = \frac{-4a \pm \sqrt{16a^2 + 16b^2}}{8}$$
$$= \frac{-4a \pm 4\sqrt{a^2 + b^2}}{8} = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}.$$

ثم:

$$y = \pm\sqrt{\frac{-a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}},$$

و

$$x = \frac{b}{2y} = \frac{b}{\pm 2\sqrt{\frac{-a\pm\sqrt{a^2+b^2}}{2} \cdot \frac{2}{2}}} = \frac{\pm b}{\sqrt{2a \pm 2\sqrt{a^2 + b^2}}},$$

من أجل $y \neq 0$.

بما أن (RE) هي معادلة جذرية، نحتاج إلى التحقق من كل حل غير معروف y للتأكد من أن الحل ليس غريبًا.

لأن $\sqrt{a^2 + b^2} \geq \pm a$ ، فإن الصيغة $\frac{-a+\sqrt{a^2+b^2}}{2} \geq 0$ ، لذلك هناك على الأقل قيمتين حقيقيتين لـ y.

$$y = \pm\sqrt{\frac{-a + \sqrt{a^2 + b^2}}{2}},$$

بينما $-a - \sqrt{a^2 + b^2} \leq 0$ ويكون لدينا مساواة واحدة عندما $b = 0$ مما يؤدي إلى $y = 0$.

كحالة خاصة $-\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}i$ أو $\sqrt{i} = \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot i$

يمكن أن نكتب:

$i = 0 + 1 \cdot i$ بحيث $a = 0,\ b = 1$

ونقوم باستبدالهما في x و y من الصيغ السابقة.
يمكننا التحقق من النتائج:

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot i\right)^2 = \frac{2}{4}+2\cdot\frac{2}{4}i+\frac{2}{4}i^2 = \frac{1}{2}+i-\frac{1}{2} = i,$$

و بالمثل $\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}-\frac{\sqrt{2}}{2}i\right)^2 = i$.

لنأخذ مثال آخر، ونقوم بجميع الحسابات:

$$\sqrt{3-4i} = ?$$

نرمز

$$\sqrt{3-4i} = x+yi.$$

ثم

$$3-4i \equiv (x+yi)^2 = (x^2-y^2)+(2xy)i.$$

بحيث $\begin{cases} x^2-y^2=3 \\ 2xy=-4. \end{cases}$

حل هذه المعادلة.

من المعادلة الثانية ، $y=\frac{-2}{x}$ ، ونستبدل y في الأولى:

$$x^2-\left(\frac{-2}{x}\right)^2 = 3,$$

أو

$$x^2-\frac{4}{x^2}-3 = 0,$$

أو

$$x^4-3x^2-4 = 0,$$

أو

$$(x^2-4)(x^2+1) = 0,$$

بحيث

$$x^2 - 4 = 0,$$

أو

$$x = \pm 2.$$

عندها

$$y = \frac{-2}{x} = \frac{-2}{\pm 2} = \mp 1.$$

الحلول:

$$\sqrt{3-4i} = \pm(2-i).$$

التحقق من النتيجة:

$$[\pm(2-1)]^2 = 4 - 4i + i^2 = 3 - 4i.$$

بشكل ملحوظ، سنحصل على نفس الحلول إذا أخذنا القيم المركبة لـ x و y ، لأن:

$$x^2 + 1 = 0 \quad \rightarrow \quad x = \pm\sqrt{-1} = \pm i,$$

واستبدالها في التعويض $y = \frac{-2}{x}$ ، فنحصل:

$$y = \frac{-2}{\pm i} = \frac{-2}{\pm i} \cdot \frac{i}{i} = \frac{-2i}{\pm i^2} = \frac{-2i}{\mp i} = \pm 2i.$$

عندها

$$\sqrt{3-4i} = x + yi = \pm i \pm 2i \cdot i = \pm i \pm 2(-1) = \mp 2 \pm i$$
$$= \pm(2-i).$$

واحد يعمم هذا الاجراء وواحد يحسب **مؤشر الجذر n لأي عدد مركب**:

$$\sqrt[n]{a+bi} = ?$$

نرمز بالمثل:

$$\sqrt[n]{a+bi} = x + yi,$$

ثم

$$a + bi \equiv (x + yi)^n = (yi + x)^n$$
$$= \sum_{k=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} C_n^{2k} y^{2k} i^{2k} x^{n-2k}$$
$$+ \sum_{k=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]} C_n^{2k+1} y^{2k+1} i^{2k+1} x^{n-2k-1},$$

ويحصل المرء على نسق جبري غير خطي من الدرجة n ، بمتغيرين x و y، ومعادلتين:

$$\begin{cases} \sum_{k=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} C_n^{2k} y^{2k} (-1)^k x^{n-2k} = a \\ \sum_{k=0}^{\left[\frac{n-1}{2}\right]} C_n^{2k+1} y^{2k+1} (-1)^k x^{n-2k-1} = b \end{cases}$$

التي يمكن حلها باستخدام برنامج كمبيوتر.

كحالة خاصة، لنحسب الجذر التكعيبي لعدد مركب:

$$\sqrt[3]{a + bi} = ?$$

عندها

$$\sqrt[3]{a + bi} = x + yi,$$

أو

$$a + bi \equiv (x + yi)^3 = x^3 + 3x^2yi + 3xy^2i^2 + y^3i^3$$
$$= (x^3 - 3xy^2) + (3x^2y - y^3)^i,$$

بحيث

$$\begin{cases} x^3 - 3xy^2 = a \\ 3x^2y - y^3 = b \end{cases}$$

وحل من أجل x وy .

من المعادلة الأولى:

$$y = \pm\sqrt{\frac{x^3 - a}{3x}}.$$

استبدل هذا التعويض في المعادلة الثانية:

$$\pm 3x^2\sqrt{\frac{x^3 - a}{3x}} \mp \left(\sqrt{\frac{x^3 - a}{3a}}\right)^3 - b = 0$$

وحل هذه المعادلة المستقلة من أجل x باستخدام الآلة الحاسبة، ثم أوجد y من التعويض أعلاه.

على سبيل المثال: $\sqrt[3]{i} = -i.$

كثيرات الحدود المركبة أو الحقيقية النيتروسوفيكية:

كثير الحدود الذي تكون معاملاته (على الأقل واحد منها يحوي على I) هي أعداد نيتروسوفيكية تسمى **كثيرات حدود نيتروسوفيكية.**

بالمثل قد يكون لدينا **كثيرات حدود حقيقية نيتروسوفيكية** إذا كانت معاملاتها أعداد حقيقية نيتروسوفيكية، **وكثيرات حدود مركبة نيتروسوفيكية** إذا كانت معاملاتها أعداد مركبة نيتروسوفيكية.

مثال: $P(x) = x^2 + (2 - I)x - 5 + 3I$

هو كثير حدود حقيقي نيتروسوفيكي، بينما

$$Q(x) = 3x^3 + (1+6i)x^2 + 5Ix - 4iI$$

هو كثير حدود مركب نيتروسوفيكي.

من كثيرات الحدود ، ننتقل إلى حل **معادلات كثير الحدود المركب أو الحقيقي النيتروسوفيكي.**

دعونا ننظر في معادلة كثير الحدود الحقيقي النيتروسوفيكي التالية:

$$6x^2 + (10-I)x + 3I = 0,$$

وحلها فقط باستخدام الصيغة التربيعية:

$$x = \frac{-(10-I) \pm \sqrt{(10-I)^2 - 4(6)(3I)}}{2(6)}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I^2 - 72I}}{12}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I - 72I}}{12}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 91I}}{12}$$

الآن، نحن بحاجة إلى حساب $\sqrt{100-91I}$.

لنرمز : $\sqrt{100-91I} = \alpha + \beta I$ ، حيث α, β أعداد حقيقية.

نرفع كلا الطرفين إلى القوة الثانية:

$$100 - 91I = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I^2 = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I$$

$$= \alpha^2 + (2\alpha\beta + \beta^2)I,$$

بحيث $\begin{cases} \alpha^2 = 100 \\ 2\alpha\beta + \beta^2 = -91. \end{cases}$

بالتالي

$$\alpha = \pm\sqrt{100} = \pm 10.$$

1. إذا $\alpha = 10$ ، عندها $2(10)\beta + \beta^2 = -91$
أو $\beta^2 + 20\beta + 91 = 0$.
باستخدام الصيغة التربيعية، يحصل المرء على:

$$\beta = \frac{-20 \pm \sqrt{20^2 - 4(1)91}}{2} = \frac{-20 \pm \sqrt{400 - 364}}{2} = \frac{-20 \pm 6}{2}$$
$$= \left\langle \begin{array}{l} \frac{-20 + 6}{2} = -7; \\ \frac{-20 - 6}{2} = -13. \end{array} \right.$$

2. إذا $\alpha = -10$ ، عندها $\beta^2 - 20\beta + 91 = 0$

$$\beta = \frac{20 \pm \sqrt{(-20)^2 - 4(1)91}}{2} = \frac{20 \pm \sqrt{400 - 364}}{2} = \frac{20 \pm 6}{2}$$
$$= \left\langle \begin{array}{l} \frac{20 + 6}{2} = 13; \\ \frac{20 - 6}{2} = 7. \end{array} \right.$$

الحلول الأربعة هي:

$$(\alpha, \beta) = (10, -7), (10, -13), (-10, 13), (-10, 7).$$

نعود الآن ونجد x:

$$x = \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 9 + I}}{12}.$$

لذلك، وجدنا سابقاً أن

$$\sqrt{100 - 91I} = 10 - 7I$$

أو $-10+7I$ ،أو $10-13I$ ، أو $-10+13I$.

بما أنه لدينا $\pm$ أمام الجذر ، $10-7i$ و $-10+7I$ أحصل على نفس القيم لـ x. بالمثل ، $10-13I$ و $-10+13I$.

$$x_{1,2}=\frac{-10+I\pm(10-7I)}{12}$$
$$=\left\langle\begin{array}{l}\frac{-10+I+10-7I}{12}=\frac{-6I}{12}=-\frac{1}{2}I;\\ \frac{-10+I-10+7I}{12}=\frac{-20+8I}{12}=-\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I;\end{array}\right.$$
$$x_{1,2}=\frac{-10+I\pm(10-13I)}{12}$$
$$=\left\langle\begin{array}{l}\frac{-10+I+10-13I}{12}=\frac{-12I}{12}=-I;\\ \frac{-10+I-10+13I}{12}=\frac{-20+14I}{12}=-\frac{10}{6}+\frac{7}{6}I.\end{array}\right.$$

حصلنا على أربعة حلول نيتروسوفيكية

$$\left\{-\frac{1}{2}I,-\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I,-I,-\frac{10}{6}+\frac{7}{6}I\right\}$$

من أجل كثير حدود حقيقي نيتروسوفيكي من الدرجة 2 .

العوامل النيتروسوفيكية الأولى:

$$P(x)=6x^2+(10-I)x+3I=6\left[x-\left(-\frac{1}{2}I\right)\right]\cdot\left[x-\left(-\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I\right)\right]=6\left(x+\frac{1}{2}I\right)\left(x+\frac{10}{6}-\frac{7}{5}I\right).$$

العوامل النيتروسوفيكية الثانية:

$$P(x) = 6x^2 + (10 - I)x + 3I = 6[x - (-I)] \cdot \left[x - \left(-\frac{10}{6} + \frac{7}{6}I\right)\right]$$
$$= 6\left(x + \frac{1}{2}I\right)\left(x + \frac{10}{6} - \frac{7}{5}I\right).$$

بشكل مختلف عن " كثير الحدود الكلاسيكي " ذو معاملات مركبة أوحقيقية، **كثيرات الحدود النيتروسوفيكية ليس لها عوامل فريدة!**

إذا تحققنا من كل حل، نحصل على:

$$P(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = P(x_4) = 0.$$

لنحسب:

$$\begin{aligned}
P(x_4) = P\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right) \\
&= 6 \cdot \left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right)^2 + (10 - I)\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right) + 3I \\
&= 6\left(\frac{100}{36} - \frac{140}{36}I + \frac{49}{36}I^2\right) + \left(\frac{-100}{6}\right) + \frac{70}{6}I \\
&+ \frac{10I}{6} - \frac{7}{6}I^2 + 3I \\
&= \frac{100}{6} - \frac{140 \cdot I}{6} + \frac{49 \cdot I}{6} - \frac{100}{6} + \frac{70 \cdot I}{6} + \frac{10 \cdot I}{6} \\
&- \frac{7 \cdot I}{6} + \frac{18I}{6} \\
&= \frac{-140I + 49I + 70I + 10I - 7I + 18I}{6} = \frac{0 \cdot I}{6} \\
&= \frac{0}{6} = 0.
\end{aligned}$$

إجراء آخر لعوامل معادلة كثير الحدود الحقيقي النيتروسوفيكي هو التالي.
ليكن لدينا:

$$P(x) = (A + B \cdot I)x^2 + (C + D \cdot I)x + (E + F \cdot I) = 0.$$

بفرض أن $x_1 = a_1 + b_1 I$ و $x_2 = a_2 + b_2 I$ حلان حقيقيان نيتروسوفيكيان من $P(x) = 0$.
عندها:

$$P(x) = (A + B \cdot I)[x - (a_1 + b_1 I)] \cdot [x - (a_2 + b_2 I)] \\ \equiv (A + B \cdot I)x^2 + (C + D \cdot I)x \\ + (E + F \cdot I).$$

نضرب في الجانب الأيمن الثاني ، ثم نحدد المعاملات النيتروسوفيكية ، ونحلها من أجل a_1, b_1, a_2 و b_2 .

مشاكل البحث:

1. بشكل عام، كم عدد الحلول النيتروسوفيكية لدى معادلة كثير الحدود الحقيقي النيتروسوفيكي من الدرجة $n \geq 1$؟
حتى الآن، نعلم أن المعادلة من الدرجة 1 ليس لها أي حل (في حال القسمة النيتروسوفيكية غير محددة) أو حل واحد (في حال القسمة النيتروسوفيكية معرفة بشكل جيد).
2. كم عدد العوامل المختلفة الممكنة، مع عوامل من الدرجة الأولى، من أجل كثير حدود حقيقي نيتروسوفيكي من الدرجة n؟
حصلنا على عاملين مختلفين لكثيرحدود معين من الدرجة 2.
3. أربعة مشاكل متشابهة لمعادلات كثير الحدود المركب النيتروسوفيكي و كثيرات الحدود المركبة النيتروسوفيكية من الدرجة $n \geq 1$.

الأعداد العشوائية النيتروسوفيكية

يمكن أيضاً توليد **أعداد عشوائية نيتروسوفيكية** باستخدام مجموعة من المجموعات بدلاً من الأعداد الكلاسيكية. على سبيل المثال ، بفرض أنه لدينا 100 كرة ، تم كتابة الفترة [a,b] على كل كرة ، حيث

$$a, b \in \{1, 2, 3, \dots, 100\}$$

و $a \leq b$.

عندما $a = b$ نحصل على عدد كلاسيكي $a = [a, a]$ ، بينما من أجل $a < b$ نحصل على مجموعة $[a, b]$.

ثم يقوم شخص باستخراج كرة بشكل عشوائي، ويسجل فترتها، ثم يعيدها مرة أخرى إلى المجموعة. وهكذا، فنحصل على متتالية عشوائية من الفترات بدلاً من متتالية عشوائية من الاعداد الكلاسيكية.

مثال مع بيانات نيتروسوفيكية

ليكن لدينا المشاهدات الأربع التالية:

$$6, [2, 5], 30, [18, 24].$$

المشاهدات الثانية والرابعة غير واضحة ، أي $[2, 5]$ تعني عدداً في هذه الفترة ، لكننا لا نعرف أي واحد ؛ وبالمثل من أجل $[18, 24]$. لذلك لدينا اثنين من اللاتحديد.

من أجل التوحيد ، لنعيد كتابة جميع المشاهدات على أنها فترات:

$$[6, 6], [2, 5], [30, 30], [18, 24].$$

يمكن أن تكون كل مشاهدة مجموعة جزئية ، وليس بالضرورة عدد كلاسيكي للفترة (مغلقة ، مفتوحة، نصف مغلقة - نصف مفتوحة).

حساب **الوسيط**:

$$\frac{[2, 5] + [30, 30]}{2} = \frac{[2 + 30, 5 + 30]}{2} = \frac{[32, 35]}{2} = \left[\frac{32}{2}, \frac{35}{2}\right] = [16, 17.5].$$

إذاً الوسيط هو عدد بين 16 و 17.5 .

حساب **المتوسط**:

$$\frac{[6, 6] + [2, 5] + [30, 30] + [18, 24]}{4} = \frac{[6 + 2 + 30 + 18, 6 + 5 + 30 + 24]}{4} = \frac{[56, 65]}{4} = \left[\frac{56}{4}, \frac{65}{4}\right] = [14, 16.25].$$

إذاً المتوسط هو عدد بين 14 و 16.25 .

حساب **الانحرافات وتربيعها:**

a. $[6,6]-[14,16.2]=[6-16.2,6-14]=[10.2,-8];$

$[10.2,-8]^2=[-10.2,-8]\cdot[-10.2,-8]$

$=[(-8)(-8),(-10.2)\cdot(-10.2)]$

$=[64,104.04].$

b. $[2,5]-[14,16.25]=[2-16.25,5-14]=$

$[-14.25,-9];$

$[-14.25\ \ -9]^2=[(-9)^2,(-14.25)^2]=[81,203.0625];$

c. $[30,30]-[14,16.2]=[30-16.2,30-14]=$

$[13.8,16];$

$[13.8,16]^2=[13.8^2,16^2]=[190.44,256];$

d. $[18,24]-[14,16.2]=[18-16.2,24-14]=$

$[1.8,10];$

$[1.2,10]^2=[1.8^2,10^2]=[3.24,100].$

حساب **الانحراف المعياري:**

$$\sqrt{\frac{[64,104.04]+[81,203.0625]+[190.44,256]+[3.24,100]}{4}}$$

$$=$$

$$=\sqrt{\left[\frac{64+81+190.44+3.24}{4},\frac{104.04+203.0625+256+100}{4}\right]}=$$

$$=\sqrt{[84.67,165.775625}=$$

$$\left[\sqrt{84.67},\sqrt{165.775625}\right]\simeq[9.20163,12.8754].$$

اللاتحديد المتعلق بحجم العينة

لنفترض أنه لدينا المشاهدات الخمس التالية:

$$17, 12, 5, 8, 9,$$

بالتأكيد أحدها خاطئ، لكن لا نعلم أي واحد. ماذا تفعل لتقريب الحسابات؟

لنعيد أولاً ترتيب المشاهدات بشكل متزايد:

$$5, 8, 9, 12, 17$$

ثم ندرس جميع الاحتمالات.

Sample Number	*Wrong Observations*	*Correct Observations*	*Median*	*Mean*	*Deviations*	*Squared Deviations*	*Standard Deviation*
1		8 9 12 17			−3.5 −2.5 0.5 5.5	12.25 6.25 0.25 30.25	
	5		10.5	11.5			3.5
2		5 9 12 17			−5.75 −1.75 1.25 6,25	33.0625 3.0625 1.5625 39.0625	
	8		10.5	10.75			4.38035
3		5 8 12 17			−5.5 −2.5 1,5 6,5	30.25 6.25 2.25 42.25	
	9		10.0	10.5			4.5
4		5 8 9 17			−4.75 −1,75 −0,75 7,25	22.5625 3.0625 0.5625 52.5625	
	12		8.5	9.75			4.43706
5		5 8 9 12			−3,5 −0,5 0,5 3,5	12.25 0.25 0.25 12.25	
	17		8.5	8.5			2.5

الآن نجمع بين النتائج الخمسة.

a. أسلوب الفترة:

الوسيط ينتمي إلى الفترة $[8.5, 10.5]$،

المتوسط ينتمي إلى الفترة $[8.5, 11.5]$،

الانحراف المعياري ينتمي إلى الفترة $[2.5, 4.43706]$.

b. أسلوب المعدل:

$$\text{الوسيط} = \frac{10.5 + 10.5 + 10.0 + 8.5 + 8.5}{5} = 9.6;$$
$$\text{المتوسط} = \frac{11.5 + 10.75 + 10.5 + 9.75 + 8.5}{5} = 10.2;$$
$$\text{الانحراف المعياري} = \frac{3.5 + 4.38035 + 4.5 + 4.43706 + 2.5}{5}$$
$$\simeq 3.86348.$$

c. أسلوب معدل الوزن:

يقوم المرء بتعيين وزن لكل عينة. وزن العينة يمثل فرصة أن تكون العينة المعنية هي العينة الصحيحة، بعد تجاهل المشاهدات الخاطئة.

بشكل عام، الأوزان $w_1, w_2, \dots, w_n \in [0, 1]$ بحيث:

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1.$$

في الحالة عندما يتم تحديد أوزان العينة من معايير مختلفة عن بعضها البعض فإن مجموع الأوزان ليس 1 ، المشاهدات هي $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$ ، فإن معدل الوزن هو:

$$\frac{w_1 a_1 + w_2 a_2 + \cdots + w_n a_n}{w_1 + w_2 + \cdots + w_n}.$$

في مثالنا، إذا $w_1 = 0.4, w_2 = 0.1, w_3 = 0.3, w_4 = 0.2, w_5 = 0.7$
عندها:

وسيط المعدل الموزون
$$= \frac{0.4(10.5) + 0.1(10.5) + 0.3(10.0) + 0.2(8.5) + 0.7(8.5)}{0.4 + 0.1 + 0.3 + 0.2 + 0.7}$$
$$\simeq 9.35294;$$

متوسط المعدل الموزون
$$= \frac{0.4(11.5) + 0.1(10.75) + 0.3(10.5) + 0.2(9.75) + 0.7(8.5)}{0.4 + 0.1 + 0.3 + 0.2 + 0.7}$$
$$\simeq 9.83824$$

انحراف المعدل الموزون
$$= \frac{0.4(3.5) + 0.1(4.38035) + 0.3(4.5) + 0.2(4.43706) + 0.7(2.5)}{0.4 + 0.1 + 0.3 + 0.2 + 0.7}$$
$$\simeq 3.42673.$$

وفقًا لأوزان العينة، هناك فرصة أكبر أن تكون العينة الصحيحة هي الخامسة.

لذلك، ستميل المقاييس الإحصائية المجمعة لجميع العينات إلى الاقتراب من المقاييس الإحصائية للعينة الخامسة.

يمكن تعميم هذا المثال على n من المشاهدات، حيث k مشاهدة من بينها خاطئة، حيث $n \geq 2$ و $1 \leq k \leq n - 1$.

باستخدام برنامج كمبيوتر، يدرس أحدهم كل من العينات C_n^{n-k} الناتجة بعد تجاهل k من المشاهدات الخاطئة ، حيث C_n^{n-k} تعني توافيق من n عنصر المأخوذة من مجموعة من n-k عنصر. كل عينة لها حجم n-k. من أجل كل عينة يتم حساب الوسيط، المتوسط، الانحرافات، والانحرافات المعيارية، وبالطبع المقاييس الإحصائية الأخرى التي يتطلبها حل مسألة نيتروسوفيكية.

ثم نجمع نتائج C_n^{n-k} باستخدام أسلوب الفترة أو أسلوب المعدل أو أسلوب المعدل الموزون أو إجراءات أخرى قد يصممها القارئ بناءً على المسألة.

التوزيع ثنائي الحدين النيتروسوفيكي

تم توسيع توزيع ثنائي الحدين الكلاسيكي نيتروسوفيكياً. الذي يعني أن هناك بعض اللاتحديد المتعلق بالتجربة الاحتمالية.

بفرض أن كل تجربة يمكن أن تؤدي إلى نتيجة موسومة بالنجاح (S)، أو نتيجة مقابلة موسومة بالفشل (F)، أو بعض اللاتحديد (I).

على سبيل المثال: رمي قطعة نقدية على سطح غير منتظم يحوي شقوق، يمكن أن تسقط العملة داخل شق على حافتها، وبالتالي لا يحصل المرء على رأس(صورة) ولا كتابة، نحصل على لاتحديد.

نجري عددًا ثابتًا من الاختبارات الصغيرة (التي نسميها التجارب). تكون نتائج التجارب مستقلة. في كل تجربة، فرصة الحصول على S هي نفسها؛ فرصة الحصول على F، أو الحصول على I.

يعرّف **المتغير العشوائي الثنائي النيتروسوفيكي** x بأنه عدد مرات النجاح عندما نجري التجربة $n \geq 1$ مرة.

ويسمى أيضاً التوزيع الاحتمالي النيتروسوفيكي لـ x بالتوزيع الاحتمالي الثنائي النيتروسوفيكي.

من أجل n تجربة، إنه من المهم الطريقة التي يعرف من خلالها اللاتحديد.

أولاً، من الواضح أن الحصول على اللاتحديد في كل تجربة يعني لاتحديد لمجموعة كاملة من التجارب n. ثانيًا، عدم الحصول على اللاتحديد في أي تجربة يعني لايوجد لاتحديد لمجموعة كاملة من التجارب n.

لكن ماذا عن الحصول على اللاتحديد في بعض التجارب، والتحديد (أي النجاح أو الفشل) في تجارب آخرى؟

هذه مجموعة التجارب n غير المحددة جزئيًا والمحددة جزئيًا تعتمد على المسألة التي يحتاج المرء إلى حلها وعلى وجهة نظر الخبير.

يمكن تعريف **عتبة اللاتحديد:**
th = عدد التجارب التي نتيجتها هي اللاتحديد.
حيث $th \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$
عندما العتبة $< th$ تنتمي الحالات إلى الجزء غير المحدد ، بينما من أجل العتبة $\leq th$ فإنها ستنتمي إلى الجزء المحدد.

ليكن *P(S)* = فرصة النجاح في تجربة معينة،
و *P(F)*= فرصة الفشل في تجربة معينة، بحيث كل من S وF مختلف عن اللاتحديد.
ليكن *P(I)*= فرصة اللاتحديد في تجربة معينة.

من أجل $x \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$
NP (n عدد مرات النجاح x من بين التجارب) =(T_x, I_x, F_x)

مع:

$$T_x = \frac{n!}{x!\,(n-x)!} \cdot P(S)^x \cdot \sum_{k=0}^{th} C_{n-x}^{k}\, P(I)^k P(F)^{n-x-k}$$
$$= \frac{n!}{x!\,(n-x)!} \cdot P(S)^x$$
$$\cdot \sum_{k=0}^{th} \frac{(n-x)!}{(n-x-k)!} P(I)^k P(F)^{n-x-k}$$
$$= \frac{n!}{x!} \cdot P(S)^x \cdot \sum_{k=0}^{th} \frac{P(I)^k P(F)^{n-x-k}}{k!\,(n-x-k)!}.$$

بالمثل:

$$F_x = \sum_{\substack{y=0\\ y\neq x}}^{n} T_y = \sum_{\substack{y=0\\ y\neq x}}^{n} \frac{n!}{y!} \cdot P(S)^y \cdot \left[\sum_{k=0}^{th} \frac{P(I)^k \cdot P(F)^{n-y-k}}{k!\,(n-y-k)!}\right],$$

و:

$$I_x = \sum_{z=th+1}^{n} \frac{n!}{z!\,(n-z)!} \cdot P(I)^z \cdot \left[\sum_{k=0}^{n-z} C_{n-z}^{k} P(S)^k \cdot P(F)^{n-z-k}\right]$$
$$= \sum_{z=th+1}^{n} \frac{n!}{z!\,(n-z)!} \cdot P(I)^z \cdot \left[\sum_{k=0}^{n-z} \frac{(n-z)!}{k!\,(n-z-k)!} P(S)^k \cdot P(F)^{n-z-k}\right]$$
$$= \sum_{z=th+1}^{n} \frac{n!}{z!} \cdot P(I)^z \cdot \left[\sum_{k=0}^{n-z} \frac{P(S)^k \cdot P(F)^{n-z-k}}{k!\,(n-z-k)!}\right],$$

حيث C_u^v تعني توافيق من u عنصر مأخوذة من مجموعات من v عنصر:

$$C_u^v = \frac{u!}{v!\,(u-v)!}$$

وأيضاً $u!$ هي u عاملي ، $u! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \ldots \cdot u$

أيضاً:

$T_x =$ فرصة النجاح x، و $n-x$ هي فرصة الفشل و اللاتحديد لكن بحيث يكون عدد اللاتحديدات أقل أو يساوي عتبة اللاتحديد.

$F_x =$ فرصة النجاح y، مع $y \neq x$ و $n-y$ هي فرصة الفشل واللاتحديد لكن بحيث يكون عدد اللاتحديدات أقل أو يساوي عتبة اللاتحديد.

و $I_x =$ فرصة اللاتحديد z ، حيث z أكبر تماماً من عتبة اللاتحديد.

$$T_x + I_x + F_x = (P(S) + P(I) + P(F))^n.$$

في أغلب التطبيقات:

$$P(S) + P(I) + P(F) = 1,$$

وهذه الحالة تدعى **الاحتمال التام**.

لكن من أجل **الاحتمال غير التام** (يوجد هناك معلومات مفقودة) يكون:

$$0 \leq P(S) + P(I) + P(F) < 1.$$

بينما في **الاحتمال المتناقض** (الذي فيه معلومات متناقضة) يكون:

$$1 < P(S) + P(I) + P(F) \leq 3.$$

مثال:

من بين الساعات المباعة في متجر، 80% منها لها شاشة عرض رقمية و10% شاشة عرض تناظرية. هناك عدد من الساعات المباعة التي لا يملك صاحب المتجر أي دليل حول نوع شاشة عرضها، ويسأل مساعده عنهم. دون معرفة تقديرات المدير السابقة، يقدر المساعد أن النوع غير المعروف من الساعات هو 20%.

ليكن لدينا متغير عشوائي نيتروسوفيكي:
x= عدد الساعات التي لها شاشة عرض تناظرية من بين الساعات الخمسة المشترات التالية.
لذلك:

$$P(F) = P(\text{عرض رقمي}) = 0.8,$$
$$P(S) = P(\text{عرض تناظري}) = 0.1,$$
$$P(I) = P(\text{اللاتحديد}) = 0.2.$$

لقد حصلنا على احتمال نيتروسوفيكي متناقض لأن المعلومات تأتي من مصادر مختلفة وتقدر بشكل مستقل. لدينا تناقض بين تقديرات المدير ومساعده لأنه

$$0.8 + 0.1 + 0.2 = 1.1 > 1.$$

لدينا توزيع ثنائي نيتروسوفيكي. لنفترض أن عتبة اللاتحديد هي 2.
نعرف المتغير العشوائي X كالتالي:
x= عدد الساعات التي لها شاشة عرض تناظرية من بين الساعات الخمس التالية التي سيتم شراؤها .

$$T_x = \frac{5!}{x!}(0.1)^x \cdot \sum_{k=0}^{2} \frac{(0.2)^k (0.8)^{5-x-k}}{k!\,(5-x-k)!},$$

حيث: $x = 0, 1, 2, 3, 4, 5.$

فرصة أن تكون ساعتان تناظرية، أي أن x = 2 هي:

$$T_2 = \frac{5!}{2!}(0.1)^2 \cdot \left[\frac{(0.2)^0 \cdot (0.8)^3}{0!\,3!} + \frac{(0.2)^1 (0.8)^2}{1!\,2!} + \frac{(0.2)^2 (0.8)^1}{2!\,1!}\right] = 0.0992.$$

$$
\begin{aligned}
I_2 = \sum_{z=2+1}^{5} \frac{5!}{z!} \cdot (0.2)^z \cdot \left[\sum_{k=0}^{5-z} \frac{(0.1)^k (0.8)^{5-z-k}}{k!\,(5-z-k)!}\right] \\
= \frac{5!}{3!}(0.2)^3 \\
\cdot \left[\sum_{k=0}^{2} \frac{(0.1)^k (0.8)^{2-k}}{k!\,(2-k)!}\right] (forz = 3) \\
+ \frac{5!}{4!}(0.2)^4 \cdot \left[\sum_{k=0}^{1} \frac{(0.1)^k (0.8)^{1-k}}{k!\,(1-k)!}\right] (forz = 4) + \\
\frac{5!}{5!}(0.2)^5 \cdot \left[\sum_{k=0}^{0} \frac{(0.1)^k (0.8)^{1-k}}{k!\,(-k)!}\right] (forz = 5) \\
= 20 \cdot (0.2)^3 \cdot \left[\frac{(0.1)^0 (0.8)^2}{0!\,2!} + \frac{(0.1)^1 (0.8)^1}{1!\,1!} + \frac{(0.1)^2 (0.8)^0}{2!\,0!}\right] \\
+ 5 \cdot (0.2)^4 \cdot \left[\frac{(0.1)^0 (0.8)^1}{0!\,1!} + \frac{(0.1)^1 (0.8)^0}{1!\,0!}\right] \\
+ 1 \cdot (0.2)^5 \cdot \left[\frac{(0.1)^0 (0.8)^0}{0!\,0!}\right] = 0.07232.
\end{aligned}
$$

يمكن حساب F_2 بسهولة (بدلاً من استخدام صيغته التوافقية) على النحو التالي:

$$
\begin{aligned}
F_2 &= (P(S) + P(I) + P(F))^5 - T_2 - I_2 \\
&= (0.1 + 0.2 + 0.8)^5 - 0.0992 - 0.07232 \\
&= 1.43899.
\end{aligned}
$$

إذا قمنا بمعايرة المتجه:

$(T_2, I_2, F_2) = (0.0992, 0.07232, 1.43899)$

عن طريق قسمة كل مكون من مكونات المتجه على المجموع الكلي

$0.0992 + 0.07232 + 1.43899 = 1.61051,$

نحصل على:

$$(T_2, I_2, F_2) = (0.061595, 0.044905, 0.893500).$$

بالنسبة إلى الاحتمالات غير التامة والمتناقضة، لا يهم إذا قمنا بالمعايرة في البداية أو في النهاية، فسوف نحصل على نفس النتيجة.

*

ملاحظة:

بما أن المكون الثالث (فرصة اللاتحديد) أضيف إلى التوزيع الثنائي، فإن التوزيع الثنائي النيتروسوفيكي يشبه في الواقع جمع التوزيع ثلاثي الحدود الكلاسيكي:

$$(p_1 + i + p_2)^n$$

حيث p_1 و p_2 هي احتمالات وقوع الحدثين المتنافيين (E_1 و E_2) على التوالي ، في حين أن «i» هو فرصة الحصول على اللاتحديد.

نرمز إلى $A(\alpha, \beta, \gamma)$ ، α احتمال الحصول على الاحداث E_1 ، β أحداث لاتحديد و γ أحداث E_2 ،حيث $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq n$ و $\alpha + \beta + \gamma = n,$ ، كنتيجة للتجارب n المستقلة.

بالطبع، كما هو الحال في التوزيع الثلاثي الكلاسيكي، لدينا:

$$A(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{n!}{\alpha!\,\beta!\,\gamma!} \cdot p_1^{\alpha} i^{\beta} p_2^{\gamma}$$

مع $\mathrm{n} = \alpha + \beta + \gamma$.

نحن بحاجة إلى تحديد ما يعنيه اللاتحديد في n تجربة. ليكن th عتبة اللاتحديد. من أجل $th + 1$ أو أكثر من اللاتحديد ، فإننا نعتبرها غير محددة ، في الحالات الأخرى لدينا التحديد.

عندها من أجل $x \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$,

NP (تماماً E أحداث x, تجربة n من بين)=(T_x, I_x, F_x),

حيث:

$$T_x = \sum_{0 \le \beta \le th} A(x, \beta, n - x - \beta)$$

$$I_x = \sum_{\substack{th+1 \le \beta \le n \\ 0 \le \alpha \le n - th}} A(\alpha, \beta, n - \alpha - \beta)$$

$$F_x = \sum_{\substack{0 \le \alpha \le n,\ \alpha \ne x \\ 0 \le \beta \le th}} A(\alpha, \beta, n - \alpha - \beta)$$

التوزيع المتعدد الحدود النيتروسوفيكي

تم تعميم التوزيع الثنائي النيتروسوفيكي السابق للحالة عندما يوجد في كل تجربة $r\ (\geq 2)$ نتائج ممكنة وبعض اللاتحديد.

لنفترض أن جميع النتائج الممكنة هي

$$E_1, E_2, \dots, E_r$$

مع الفرص المقابلة لحدوث ذلك

$$P_1, P_2, \dots, P_r$$

وبعض اللاتحديد I، مع الفرصة المقابلة لحدوثه i.

عندها لدينا التمديد متعدد الحدود:

$$(P_1 + P_2 + \cdots + P_r + i)^n$$

من أجل n تجربة.

بشكل مشابه نرمز إلى $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{r,}\beta)$ احتمال الحصول على: α_1 أحداث E_1 تماماً، α_2 أحداث E_2 ،.......، α_r أحداث E_r ، β أحداث لاتحديد،

حيث $0 \leq \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r, \beta \leq n$

و $\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_r + \beta = n,$

كنتائج n تجربة مستقلة، عندها

$$A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r, \beta) = \frac{n!}{\alpha_1!\ \alpha_2!\ \dots\ \alpha_r!\ \beta} \cdot P_1^{\alpha_1} \cdot P_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot P_r^{\alpha_r} \cdot i^{\beta}.$$

نأخذ بالاعتبار نفس th كعتبة لاتحديد.
ليكن X_j متغيرعشوائي يرمز لعدد مرات وقوع الاحداث E_j ، من أجل أي $j \in \{1, 2, \dots, r\},$ ، في n تجربة مستقلة.

لذلك لدينا **توزيع متعدد الحدود**.
عندها الاحتمال النيتروسوفيكي للحصول على x_1 أحداث E_1 تماماً، x_2 أحداث E_2 ، .... ، x_r أحداث E_r، في n تجربة ،هو:

$$\left(T_{x_1, x_2, \dots, x_r},\ I_{x_1, x_2, \dots, x_r}, F_{x_1, x_2, \dots, x_r}\right),$$

حيث:

$$T_{x_1, x_2, \dots, x_r} = \sum_{0 \le \beta \le th} A(x_1,\ x_2, \dots, x_r, \beta)$$

$$I_{x_1, x_2, \dots, x_r} = \sum_{\substack{th+1 \le \beta \le n \\ 0 \le \alpha_j \le n-th,\ \text{ for } j \in \{1,2,\dots,r\}}} A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r, \beta)$$

$$F_{x_1, x_2, \dots, x_r} = \sum_{\substack{0 \le \beta \le th \\ (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r) \in \{1,2,\dots,n\}^r \setminus (x_1, x_2, \dots, x_r)}} A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r, \beta).$$

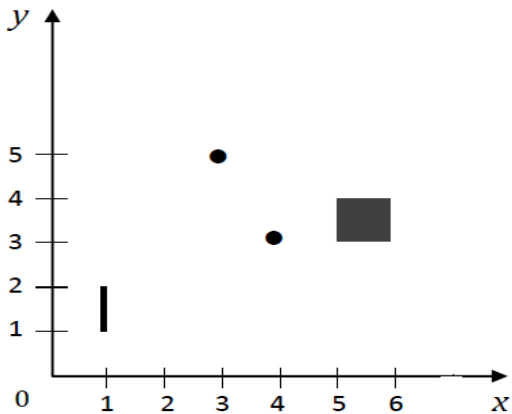
مخطط التبعثر النيتروسوفيكي

مخطط التبعثر النيتروسوفيكي هو صورة للنقاط (x, y)، بحيث هناك نقطة على الأقل لم يتم تحديدها بشكل جيد.

على سبيل المثال النقطة $(3, 5)$ محددة بشكل جيد، بينما النقاط $([2, 4), 7)$ أو $(-6, [0, 1])$ أو$(\{-2, -4\}, 3)$ أو $([1, 2], [5, 7])$ غير دقيقة.

مثال، لنأخذ عينة حجمها $n = 4$ كما في البيانات المرافقة:

	Neutrosophic Observation			
	1	**2**	**3**	**4**
x	2	4	[5, 6]	3
y	[1, 2]	3	[3, 4]	5



مخطط التبعثر النيتروسوفيكي 2D

إلى جانب النقاط في مخطط التبعثر الكلاسيكي لدى **مخطط التبعثر النيتروسوفيكي ثنائي المتغير**، أيضا قطعة من خطوط أو أجزاء من قطع من الخطوط، أو أسطح، أو أجزاء من الأسطح (الأشياء الهندسية ذات الأبعاد 1 أو 2).

بشكل عام، **مخطط التبعثر النيتروسوفيكي *n*-متغير** يتكون من *n-1* متغيرات مستقلة ومتغير تابع واحد، يتكون من كائنات هندسية بأبعاد 0, 1, 2,..., or n .

متغير الإجابة أو التابع النيتروسوفيكي هو متغير تابع يملك بعض اللاتحديد.

بالمثل، **متغير التوقع** أو **المستقل النيتروسوفيكي** هو متغير يملك بعض اللاتحديد.

الدالة النيتروسوفيكية:

$$f_N(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

هي دالة تعتمد على المتغيرات $x_1, x_2, \dots, x_n$ بحيث يكون للدالة معامل واحد غير محدد على الأقل ، أو على الأقل واحد من متغيراتها المستقلة $x_1, x_2, \dots, x_n$ له قيمة غير محددة أو غير معروفة.

يمكن أن يكون المعامل غير المحدد أو القيمة غير المحددة مجموعة جزئية مكونة من عنصرين أو أكثر.

الرسم البياني للدالة النيتروسوفيكية بشكل عام له بعد أعلى من الرسم البياني للدالة الكلاسيكية المقابلة (التي تم إزالة لاتحديدها).

على سبيل المثال، الدالة الكلاسيكية $f(x, y) = 0$ تمثل منحنى في فضاء ثنائي البعد ، بينما الدالة النيتروسوفيكية $f_N(x, y) = 0$ يمكن أن تكون سطحاً.

تمثل الدالة الكلاسيكية $f(x, y, z) = 0$ سطحاً في فضاء ثلاثي البعد، بينما الدالة النيتروسوفيكية $f_N(x, y, z) = 0$ يمكن أن تمثل سطح أكبر أو مجسم.

وبشكل عام الدالة الكلاسيكية

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0$$

هو كائن هندسي من البعد d في فضاء من n بعد، الدالة النيتروسوفيكية

$$f_N(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0$$

هو كائن هندسي أكبر (كحجم) من البعد d، أو كائن هندسي من بعد> d.

تصبح دراسة الدالة النيتروسوفيكية أكثر صعوبة عندما يكون على سبيل المثال معامل الدالة أو قيمة أحد المتغيرات المستقلة غير معروفة تمامًا.

يمكن توسيع معظم الصيغ الإحصائية الكلاسيكية نيتروسوفيكياً من خلال استبدال العمليات على الاعداد الكلاسيكية بالعمليات على المجموعات، كما في أدناه.

ليكن S_1 و S_2 مجموعتين من الاعداد.

عندها:

$$S_1 + S_2 = \{x_1 + x_2 | x_1 \in S_1,\ x_2 \in S_2\}$$ (إضافة مجموعة)

$$S_1 - S_2 = \{x_1 - x_2 | x_1 \in S_1,\ x_2 \in S_2\}$$ (طرح مجموعة)

$$S_1 \cdot S_2 = \{x_1 \cdot x_2 | x_1 \in S_1, x_2 \in S_2\}$$ (ضرب مجموعة)

$$a \cdot S_1 = S_1 \cdot a = \{a \cdot x_1 | x_1 \in S_1\}$$ (الضرب العددي)

$$a + S_1 = S_1 + a = \{a + x_1 | x_1 \in S_1\}$$ (إضافة مجموعة عددية)

$$a - S_1 = \{a - x_1 | x_1 \in S_1\}$$ (طرح مجموعة عددية)

$$S_1 - a = \{x_1 - a | x_1 \in S_1\}$$ (طرح مجموعة عددية)

$$\frac{S_1}{S_2} = \left\{\frac{x_1}{x_2}\middle| x_1 \in S_1, x_2 \in S_2, x_2 \neq 0 \right\}$$ (تقسيم مجموعة)

$$S_1^n = \{x_1^n | x_1 \in S_1\}$$ (قوة مجموعة)

$$\frac{S_1}{a} = \left\{\frac{x_1}{a}\middle| x_1 \in S_1, a \neq 0\right\}$$ (قسمة مجموعة عددية)

$$\frac{a}{S_1} = \left\{\frac{a}{x_1}\middle| x_1 \in S_1, x_1 \neq 0\right\}$$ (قسمة مجموعة عددية)

$$\sqrt[n]{S_1} = \{\sqrt[n]{x_1} | x_1 \in S_1\}$$ (مؤشر الجذر n لمجموعة)

كتعميم لدينا:

$$\sum_{i=1}^{m} S_i = \{\textstyle\sum_{i=1}^{m} x_i \,| x_i \in S_i \text{for all} i = 1, 2, \dots, m\}.$$

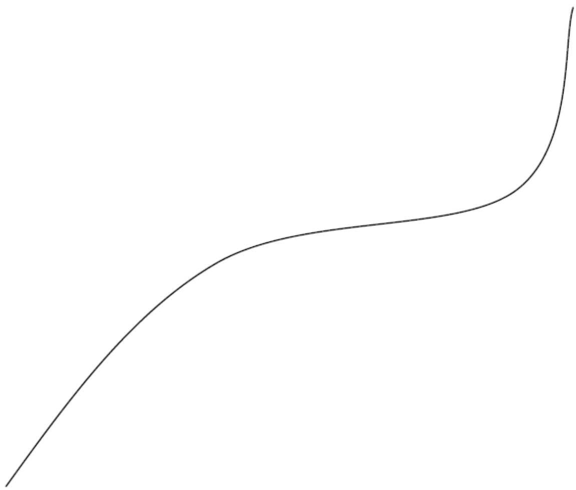
بالمثل:

$$\prod_{i=1}^{m} S_i = \{\textstyle\prod_{i=1}^{m} x_i \,| x_i \in S_i \text{for all} i = 1, 2, \dots, m\}.$$

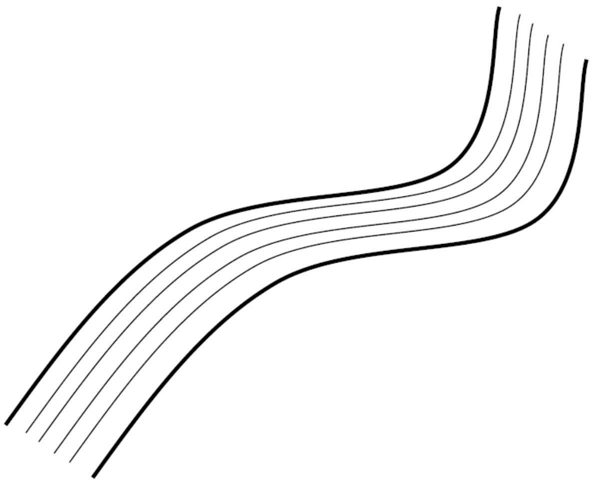
الانحدار النيتروسوفيكي

الانحدار النيتروسوفيكي هو تحليل الارتباط بين متغير مستقل واحد أو أكثر ومتغير تابع يعبر عنه بواسطة قيم نيتروسوفيكية. عادة يتم صياغة هذا الارتباط كمعادلة أو صيغة نيتروسوفيكية، والتي تمكن من التنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع.

الرسم البياني لهذا الارتباط، بدلاً من منحنى في الاحصاء الكلاسيكي، على سبيل المثال:



هو منحنى نيتروسوفيكي (يمكننا تسميته "منحنى سميك" أو "منحنى الشريط")، مثل:



لأنه في نظرية النيتروسوفيك يتم التعامل مع اللاتحديد والتقريب.

كما في الإحصاء الكلاسيكي، قد يكون الانحدار النيتروسوفيكي خطي (إذا كان الارتباط خطيًا بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة)، أو غير خطي (إذا كان الارتباط غير خطي). من بين الانحدار غير الخطي النيتروسوفيكي من الدرجة الثانية، نذكر الانحدارات القطعية الزائد والناقص والمكافئ.

خطوط المربعات الصغرى النيتروسوفيكية

خطوط المربعات الصغرى النيتروسوفيكية تقارب البيانات ثنائية المتغير النيتروسوفيكية

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots , (x_n, y_n)$$

لها نفس الصيغة كما في الإحصاء الكلاسيكي

$$\hat{y} = a + by$$

حيث الانحدار

$$b = \frac{\sum xy - [(\sum x)(\sum y)/n]}{\sum x^2 - [(\sum x)^2/n]}$$

ولدينا

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

حيث $\bar{x}$ هو المتوسط الحسابي النيتروسوفيكي لـ x ،
و $\bar{y}$ هو المتوسط الحسابي النيتروسوفيكي لـ y.
يستخدم المرء علامة القبعة ^ فوق y من أجل التأكيد على أن $\hat{y}$ هو تنبؤ لـ y.

الاختلاف الوحيد عن طريقة المربعات الصغرى الكلاسيكية هوأنه في نظرية النيتروسوفيك نتعامل مع مجموعات بدلاً من الأرقام.

لذلك، في البيانات، بعض قيم x أو y غير دقيقة، يتم التعبير عنها بواسطة مجموعات. والنتيجة هي أن «a» أو «b» قد ينتج عنها مجموعات بدلاً من أرقام.

لنرى مثالاً:

Neutrosophic Observation Number	x	y	x^2	xy	y^2	Neutrosophic Predicted Value $\hat{y}i$	Neutrosophic Residual $yi, \hat{y}i$
1	2	[1, 3]	4	[2, 6]	[1, 9]	(-21.3587, 18.7955)	(-17.7985, 24.3587)
2	[4, 5]	6	[16, 25]	[24, 30]	36	(-20.5014, 38.5603)	(-32.5603, 26.5014)
3	1	2	1	2	4	(-21.7871,12.2073)	(-10.2073, 23.7871)
4	(6, 7)	(10, 13)	(36, 49)	(60, 91)	(100, 169)	(-19.6443, 51.7367)	(-41.7367, 32.6443)
5	8	{14, 15}	64	{112, 120}	{196, 225}	(-18.7871, 58.325)	(-44.325, 33.7871)
6	3	5	9	15	25	(-20.93, 25.3838)	(-20.3838, 25.93)
Sum	(24, 26)	(38, 44)	(130, 152)	(215, 264)	(362, 468)		
	↑	↑	↑	↑	↑		
	$\sum x$	$\sum y$	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$		

جدول عينة النيتروسوفيك

مثال على الحساب مع مجموعات:

$$\sum y = [1,3] + 6 + 2 + (10,13) + 5 + \{14,15\}$$
$$= (1 + 6 + 2 + 10 + 5, 3 + 6 + 2 + 13 + 5)$$
$$+ \{14,15\} = (24,29) + \{14,15\}$$
$$= \{(24,29) + 14, (24,29) + 15\}$$
$$= \{(38,43), (39,44)\} = (38,44).$$

بحيث:

$$b = \frac{(215,264) - [(24,26) \cdot \frac{(38,44)}{6}]}{(130,152) - [\frac{(24,26)^2}{6}]}$$
$$= \frac{(215,264) - [\frac{912,1144}{6}]}{(130,152) - [\frac{576,676}{6}]}$$
$$\simeq \frac{(215,264) - (152,191)}{(130,152) - (96,113)} = \frac{(24,112)}{(17,56)}$$
$$= \left(\frac{24}{56}, \frac{112}{17}\right) \simeq (0.42857, 6.58824).$$

بما أن

$$\bar{x} = \frac{(24,26)}{6} \simeq (4, 4.33333)$$

و

$$\bar{y} = \frac{(38,44)}{6} = \left(\frac{38}{6}, \frac{44}{6}\right) \simeq (6.33333, 7.33333)$$

نحصل

$$a = (6.33333, 7.33333) - (0.42857, 6.58824) \cdot (4, 4.33333) = (6.33333, 7.33333) - (1.71428, 28.549) = (-22.2157, 5.61905).$$

وبالتالي، فإن خط المربعات الصغرى النيتروسوفيكي هو:

$$\hat{y} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824)x.$$

لنرسم بيانياً هذا "الخط"، وهو في الواقع سطح هندسي بين خطين.

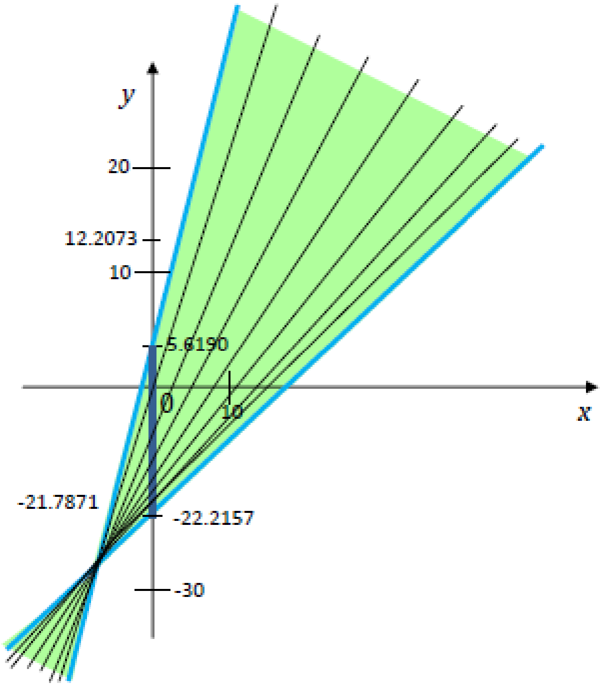
إذا $x = 0$ يكون:

$$\hat{y} = (-22.2157, \quad 5.61905)$$

إذا $x = 1$ يكون:

$$, \hat{y} = (-22.2157 + 0.42857, \quad 5.61905 + 6.58824) = (-21.7871, \quad 12.2073).$$

نرسم هذه النقاط النيتروسوفيكية، والتي هي في الواقع أجزاء من الخط.



يتم حساب القيم المتوقعة النيتروسوفيكية على النحو التالي

$$\hat{y}i = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824)x_i,$$

من أجل $i = 1, 2, \dots, 6.$

بالتالي:

$$\widehat{y_1} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 2$$
$$= (-22.2157 + 0.4285 \cdot 2, 5.61905$$
$$+ 6.58824 \cdot 2) = (-21.3587, 18.7955).$$

$$\widehat{y_2} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot [4, 5]$$
$$= (-22.2157 + 0.42857 \cdot 4,$$
$$5.61905 + 6.58824 \cdot 5)$$
$$= (-20.5014, 38.5603).$$

$$\widehat{y_3} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 1$$
$$= (-22.2157 + 0.42857, 5.61905$$
$$+ 6.58824 \cdot 1) = (-21.7871, 12.2073).$$
$$\widehat{y_4} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot (6, 7)$$
$$= (-22.2157 + 0.42857 \cdot 6, 5.61905$$
$$+ 6.58824 \cdot 7) = (-19.6443, 51.7367).$$
$$\widehat{y_5} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot (8)$$
$$= (-22.2157 + 0.42857 \cdot 8, 5.61905$$
$$+ 6.58824 \cdot 8) = (-18.7871, 58.325).$$
$$\widehat{y_6} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 3$$
$$= (-22.2157 + 0.42857 \cdot 3, 5.61905$$
$$+ 6.58824 \cdot 3) = (-20.93, 25.3838).$$

يتم حساب **البواقي النيتروسوفيكية** بالطريقة نفسها كما في الإحصاء الكلاسيكي:

$$y_1 - \widehat{y_1}, y_2 - \widehat{y_2}, \dots, y_n - \widehat{y_n}$$

حيث y_i هي القيم الحقيقية للمتغير y، و $\widehat{y_i}$ هي القيم المتوقعة على التوالي.

البواقي النيتروسوفيكية هي:

$$y_1 - \widehat{y_1} = [1, 3] — [(22.2157, 5.61905)$$
$$+ (0.42857, 6.58824) \cdot 2]$$
$$= [1, 3] - (21.3587, 18.7955)$$
$$= (1 - 18.7955, 3 - (-21.3587))$$
$$= (-17.7955, 24.3587).$$
$$y_2 - \widehat{y_2} = 6 - [(-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824)$$
$$\cdot [4, 5]) = 6 - (-20.5014, 38.5603)$$
$$= (-32.5603, 26.5014)$$

$$y_3 - \widehat{y_3} = 2 — [(-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 1] = 2 — (-21.7871, 12.2073) = (-10.2073, 23.7871).$$

$y_4 - \widehat{y_4} = (10, 13) - [(-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot (6, 7)] = (10, 13) - (-19.6443, 51.7367) = (-41.7367, 32.6443).$

$y_5 - \widehat{y_5} = \{14, 15\} - [(-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 8] = \{14, 15\} - (18.7871, 58.325) = (-44.325, 33.7871).$

$$y_6 - \widehat{y_6} = 5 - [(-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot 3] = 5 - (-20.93, 25.3838) = (-20.3838, 25.93).$$

من الجدير بالملاحظة أن كل قيمة حقيقية تنتمي أو متضمنة في فترة القيمة المتوقعة:

$$y_1 = [1, 3] \subset (-21.3587, 18.3955);$$
$$y_2 = 6 \in (-20.5014, 38.5603);$$
$$y_3 = 2 \in (-21.7871, 12.2073);$$
$$y_4 = (10, 13) \subset (-19.6643, 51.7367);$$
$$y_5 = \{14, 15\} \subset (-18.7871, 58.325);$$
$$y_6 = 5 \in (-20.93, 25.3838).$$

تحويل البيانات النيتروسوفيكية:

a. فكرة أخرى لحل هذه المسألة سيكون بتحويل البيانات النيتروسوفيكية إلى بيانات كلاسيكية، إما بأخذ نقطة المنتصف من كل مجموعة، أو متوسط مجموعة منفصلة من النموذج {...}. أو أخذ مقادير تقريبية صغيرة تتمحور حول منتصف كل مجموعة. أو أخذ القيم الدنيا للمجموعات وبالتالي بناء بيانات كلاسيكية متعددة. ثم يحسب المرء خط

المربعات الصغرى لكل البيانات. بعد ذلك يقوم بعمل متوسط النتائج، أو يأخذ في الاعتبار الفترة الدنيا / العليا للنتائج.

b. أو بتحويل خط المربعات الصغرى النيتروسوفيكي إلى خط المربعات الصغرى الكلاسيكي عن طريق استبدال تمثيلات المجموعة للمعاملات «a» و «b» بنقطة الوسط المقابلة لها، أو (حسب التطبيق) بنقاط داخلية أخرى من المجموعتين. في مثالنا السابق

$$\hat{y} = (-22.2157, 5.61905) + (0.42857, 6.58824) \cdot x$$

يصبح

$$\hat{y} = -8 + 3.5x,$$

حيث -8 قريبة من نقطة المنتصف $(-22.2157, 5.61905)$ ، و 3.5 قريبة من نقطة المنتصف $(0.42857, 6.58824)$.

a. يمكن أخذ نقاط المنتصف للقيم المتوقعة النيتروسوفيكية والبواقي النيتروسوفيكية، أو البيانات النيتروسوفيكية الابتدائية، أو مقادير تقريبية أصغر متمركزة في نقاط المتنصف، أو القيم الدنيا والقيم العليا بشكل منفصل والحصول على بيانات كلاسيكية متعددة وحساب الخصائص الإحصائية المطلوبة لكل منها، ثم حساب متوسط النتائج.

لنحسب نقاط المنتصف للقيم المتوقعة النيتروسوفيكية والبواقي النيتروسوفيكية:

نقطة منتصف البواقي النيتروسوفيكية	نقطة منتصف القيمة المتوقعة النيتروسوفيكية
3.2801	-1.2816
-3.0295	9.0295
6.7899	-4.7899
-4.5462	16.0467
-5.2690	19.7690
2.7731	2.2269

معامل التحديد النيتروسوفيكي

تحسب **مجموع مربعات البواقي النيتروسوفيكية**، نرمز لها $NSSResid$، بالشكل الآتي:

$$NSSResid = \sum (y - \hat{y})^2 = \sum y^2 - a \sum y - b \sum xy$$

و**المجموع الكلي النيتروسوفيكي للمربعات**، نرمز له بـ

$$NSSTo = \sum (y - \bar{y})^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}.$$

معامل التحديد النيتروسوفيكي ، نرمز له بـ r_N^2، هو:

$$r_N^2 = 1 - \frac{NSSResid}{NSSTo},$$

ويمثل نسبة التباين في y، عند اعتبار العلاقة خطية بين المتغيرات x و y.

$$\begin{aligned} NSSResid &= 3.2801^2 + (3.0295)^2 + 6.7899^2 \\ &\quad + (-4.5462)^2 + (-5.2690)^2 + (2.7731)^2 \\ &= 122.16; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NSSTo = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} &= (362, 468) - \frac{(38, 44)^2}{6} \\ &= (362, 468) - \left(\frac{38^2}{6}, \frac{44^2}{6}\right) \\ &= (362, 468) - (40.1111, 53.7778) \\ &= (362 - 53.7778, 468 - 40.1111) \\ &= (308.222, 427.889). \end{aligned}$$

بحيث

$$r_N^2 = 1 - \frac{122 \cdot 16}{(308.222, 327.889)} = 1 - \left(\frac{122 \cdot 16}{327.889}, \frac{122.16}{308.222}\right)$$
$$= 1 - (0.3726, 0.3963)$$
$$= (1 - 0.3963, 1 - 0.3726)$$
$$= (0.6037, 0.6274).$$

إذاً، يتم تفسير ما بين ٪60.37 و٪62.74 من اختلاف العينة بالعلاقة الخطية التقريبية النيتروسوفيكية بين x وy .

معامل الارتباط النيتروسوفيكي أو معامل الارتباط العزومي النيتروسوفيكي r_N (توسيع معامل ارتباط بيرسون من البيانات الكلاسيكية إلى البيانات النيتروسوفيكية)، له نفس الصيغة كما في الإحصاء الكلاسيكي، لكننا نعمل مع مجموعات بدلاً من الأرقام:

$$r_N = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

أو

$$r_N = \frac{S_{xy}}{S_x S_y},$$

حيث S_{xy} هو التباين المشترك النيتروسوفيكي لقيم x و y ، و S_x, S_y هي الانحرافات المعيارية لعينة نيتروسوفيكية.

لنأخذ المثال من الجدول السابق لعينة نيتروسوفيكية من الحجم 6.

$$r_N = \frac{6\cdot(215,264)-(24,26)\cdot(38,44)}{\sqrt{6\cdot(130,152)-(24,26)^2\cdot[6\cdot(362,368)-(38,44)^2]}}$$
$$= \frac{(6\cdot 215, 6\cdot 264)-(24\cdot 38, 26\cdot 44)}{\sqrt{[(6\cdot 130, 6\cdot 152)-(24^2,26^2)]\cdot[(6\cdot 362, 6\cdot 468)-(38^2,44^2)]}}$$
$$= \frac{(1290,1584)-(912,1144)}{\sqrt{[(780,912)-(576,676)]\cdot[(2172,2808)-(1444,1936)]}}$$
$$= \frac{(1290-1144, 1584-912)}{\sqrt{(780-676, 912-576)\cdot(2172-1936, 2808-1444)}}$$
$$= \frac{(146,672)}{\sqrt{(104,336)\cdot(236,1364)}} = \frac{(146,672)}{\sqrt{(104\cdot 336, 336\cdot 1364}}$$
$$= \frac{(146,672)}{(\sqrt{34944},\sqrt{458304})} \simeq \frac{(146,672)}{(186.933,676.982)}$$
$$= \left(\frac{146}{676.982},\frac{672}{186.933}\right) \simeq (0.2157, 3.5949) \equiv (0.2157, 1].$$

بشكل عام r_N هو مجموعة جزئية من الفترة $[-1,1]$. إذا كان r_N هو مجموعة جزئية من $[0,1]$ ونقاطها (x_i, y_i) من أجل $i = 1,2,\dots,n,$ تقع تقريباً بالقرب من خط مستقيم من انحدار موجب، بينما عندما تكون r_N مجموعة جزئية متمركزة أو شبه مركزية عند 0 (أو r_N النصف تقريباً في $[0,1]$ وما يقارب النصف في $[-1,0]$) عندها لا يوجد تقريب خطي فعلي ولكن قد يكون ارتباطًا غير خطي بين النقاط.

الأعداد العشوائية النيتروسوفيكية هي سلسلة من الأعداد وحالات اللاتحديد التي تحدث بشكل عشوائي مع احتمال متساوٍ.

وقوع عدد أو لاتحديد ليس دليلاً على الأرقام أو اللاتحديد الذي يليه، ولا هو توقع من الأرقام أو اللاتحديدات التي تسبقه.

باستخدام إحدى عشر كرة مرقمة من 0 إلى 9 وكرة أخرى تم محو رقمها (لا يستطيع أحد قراءته، نرمز لها I)، ثم سحب الكرة بشكل متكرر وإعادتها إلى الصندوق.

نولد التسلسل عشوائياً:

$$2, 9, 9, I, 0, 7, 6, 2, 1, 1, I, 8 \ldots,$$

حيث I = اللاتحديد.

يمكن تمكين أجهزة الكمبيوتر لتوليد أرقام عشوائية نيتروسوفيكية باستخدام نفس الخوارزميات الكلاسيكية للأرقام العشوائية الكلاسيكية، ولكن إضافة حالة واحدة أو أكثر من اللاتحديد مع فرصة متساوية لحدوث كل منها.

بغرض التعميم، اقترحنا **الأعداد العشوائية الموزونة النيتروسوفيكية**

حيث يكون لكل عدد x_j فرصة مختلفة للحدوث p_j ، ولكل لاتحديد I_j فرصة مختلفة للحدوث r_j .

هناك أيضاً حالات يجب أن تكون فيها الأعداد في مجموعة معطاة، مثلاً، كل عدد يجب أن يحوي K من الأرقام.

التوزيع الطبيعي النيتروسوفيكي

التوزيع الطبيعي النيتروسوفيكي للمتغير المستمر X هو توزيع طبيعي كلاسيكي لـ x ، لكن بحيث أن متوسطه μ أو انحرافه المعياري σ (أو التباين σ^2)، أو كليهما ، غير دقيق.

على سبيل المثال، μ أو σ أو كلاهما يمكن أن يكون مجموعة مكونة من عنصرين أو أكثر. أكثر هذه التوزيعات شيوعاً عندما μ أو σ أو كلاهما عبارة عن فترات.

صيغة دالة التكرار النيتروسوفيكية هي نفسها، باستثناء، كما هو موضح في المقدمة، نستبدال μ بـ μ_N و σ بـ σ_N:

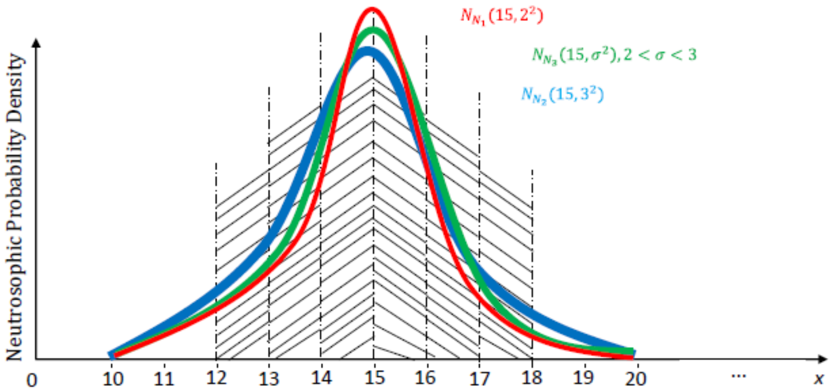
$$X_N \sim N_N(\mu_N, \sigma_N^2) = \frac{1}{\sigma_N\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{(x-\mu_N)^2}{2\sigma_N^2}\right),$$

حيث X_N تعني في الواقع أن المتغير X قد يكون نيتروسوفيكياً (أي لديه بعض اللاتحديد) ، وبالمثل N_N (.,.) يعني أن التوزيع الطبيعي N (.,.) قد يكون نيتروسوفيكياً (أي وجود بعض اللاتحديد).

بدلاً من منحنى واحد على شكل جرس، قد يكون لدينا منحنيان أو أكثر على شكل جرس يحتويان على مناطق مشتركة وغير مشتركة بينهما ويعلو المحور x.

كل واحد متماثل فيما يتعلق بالخط العمودي الذي يمر عبر المتوسط (x = μ).

كمثال أول نيتروسوفيكي للتوزيع الطبيعي، ليكن لدينا توزيع طبيعي مع $\mu = 15$ و $\sigma = [2, 3]$ ، بالتالي فإن الانحراف المعياري غير محدد.



في إطار انحراف معياري واحد للمتوسط يترجم في المثال الأول بواسطة:

$$\mu \pm \sigma = 15 \pm [2,3] = [15-3, 15+3] = [12, 18],$$

أو تقريباً $68\ \%$ من القيم تقع بين $x \in [12, 18]$.

في إطار انحرافين معياريين للمتوسط يترجم بواسطة:

$$\mu \pm 2\sigma = 15 \pm 2 \cdot [2,3] = 15 \pm [4,6] = [15-6, 15+6] = [9, 21],$$

أو تقريباً $95{,}4\%$ من القيم تقع بين $x \in [9, 21]$.

يمكننا أيضًا حساب الفترة الأخيرة على النحو التالي:

$$[12,18] \pm \sigma = [12,18] \pm [2,3] = [12-3, 18+3]$$
$$= [9,21].$$

من أجل ثلاثة انحرافات معيارية:

$$\mu \pm 3\sigma = 15 \pm 3 \cdot [2,3] = 15 \pm [6,9] = [15-9, 15+9]$$
$$= [6,24],$$

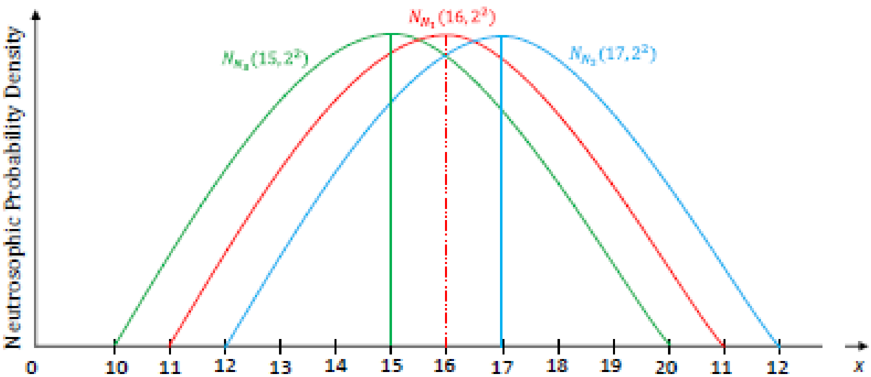
أو يمكننا حسابها كالتالي

$$[9,21] \pm [2,3] = [9-3, 21+3] = [6,24],$$

وحوالي % 97،7 من القيم تقع بين $x \in [6,24]$.

تمثل المنطقة بين المنحنى الأدنى والأعلى لكل جزء مساحة (اللاتحديد) للرسم البياني.
يمكن اعتبار التوزيع الطبيعي النيتروسوفيكي كمنحنى على شكل جرس بحواف ثقيلة.
يسمى المتغير العشوائي X الذي له توزيع طبيعي نيتروسوفيكي متغير طبيعي نيتروسوفيكي.

مثال نيتروسوفيكي ثاني للتوزيع الطبيعي حيث $\mu = [15,17]$ و $\sigma = 2$،
وهنا μ غير محدد.



مناقشة مماثلة من أجل المثال الثاني:

في إطار انحراف معياري واحد، أي

$$\mu \pm \sigma = [15, 17] \pm 2 = [15 - 2, 17 + 2] = [13, 19],$$

تقريباً 68% من القيم تقع بين $x \in [13, 19]$.

في إطار انحرافين معياريين، أي

$$\mu \pm 2\sigma = [15, 17] \pm 2 \cdot 2 = [15, 17] \pm 4 = [15 - 4, 17 + 4] = [11, 21],$$

أو نحسبها كالتالي

$$[13, 19] \pm \sigma = [13, 19] \pm 2 = [13 - 2, 19 + 2] = [11, 21].$$

وفي إطار ثلاثة انحرافات معيارية، أي

$$\mu \pm 3\sigma = [15, 17] \pm 3 \cdot 2 = [15, 17] \pm 6 = [15 - 6, 17 + 6] = [9, 23],$$

أو نحسبها كالتالي

$$[11, 21] \pm 2 = [11 - 2, 21 + 2] \pm 2 = [9, 23],$$

حوالي 97.7% من القيم تقع بين $x \in [9, 23]$.

المثال النيتروسوفيكي الثالث للتوزيع الطبيعي مع $\mu = [15, 17]$ و$\sigma = [2, 3]$ ، بالتالي لاتحديد مزدوج، يجمع الرسم البياني الثاني السابق مع الرسم البياني الأول.

بطبيعة الحال، فإن الغموض يصبح أوسع**!**

مع $\mu = [15, 17]$ و $\sigma = [2, 3]$ ، نحصل على:

في إطار انحراف معياري واحد للمتوسط، أي

$$\mu \pm \sigma = [15, 17] \pm [2, 3] = [15 - 3, 17 + 3] = [12, 20],$$

حوالي 68% من القيم تقع بين $x \in [12, 20]$.

في إطار انحرافين معياريين للمتوسط، أي

$$\mu \pm 2\sigma = [15, 17] \pm 2 \cdot [2, 3] = [15, 17] \pm [4, 6] = [15 - 6, 17 + 6] = [9, 23],$$

أو نحسبها كالتالي

$$[12,\ 20] \pm [2,3] = [12-3, 20+3] = [9,23],$$

حوالي 95.4% من القيم تقع بين $x \in [9,23]$.

وفي إطار ثلاثة انحرافات معيارية للمتوسط، أي

$$\mu \pm 36 = [15,17] \pm 3 \cdot [2,3] = [15,17] \pm [6,9]$$
$$= [15-9, 17+9] = [6,26],$$

أو نحسبها كالتالي

$$[9,23] \pm [2,3] = [9-3, 23+3] = [6,26],$$

حوالي 97.7% من القيم تقع بين $x \in [6,26]$.

النيتروسوفيك للتوزيعات الأخرى:

بنفس الطريقة، باستبدال معلمة توزيع واحدة أو أكثر بمجموعة، يمكننا توسيع التوزيعات الكلاسيكية، مثل: التوزيع الطبيعي المعياري، التوزيع الطبيعي ثنائي المتغير، التوزيع المنتظم، توزيع العينة، التوزيع الهندسي، التوزيع فوق الهندسي، توزيع بواسون، توزيع كاي تربيع، التوزيع الأسي، التوزيع التكراراي، توزيع باريتو، توزيع ستيودنت، ...الخ. إلى نسختها النيتروسوفيكية المقابلة.

قد تحتوي المجموعة التي تحل محل المعلمة الكلاسيكية على عنصرين أو أكثر، أو قد تكون فارغة (الحالة الأخيرة تعني أن المعلمة غير معروفة).

الفرضية النيتروسوفيكية

الفرضية النيتروسوفيكية هي عبارة عن تعبير حول القيم النيتروسوفيكية لخصائص المجتمع المتعددة أو الفردية.

الفرق بين الفرضية (الإحصاءات) الكلاسيكية والفرضية النيتروسوفيكية هو أن المتغيرات التي تصف خصائص المجتمع في الإحصاء النيتروسوفيكي هي نيتروسوفيكية (أي أنها تحتوي على بعض القيم غير المحددة، أو عدة قيم غير معروفة، أو عدد غير دقيق من المصطلحات إذا كان المتغير منفصل)، أو بالنسبة للقيم التي نقارنها على الأقل واحدة من خصائص المجتمع هي نيتروسوفيكية (أي قيمة غير محددة أو غير واضحة أو غامضة).

على غرار الإحصاء الكلاسيكي، فإن **الفرضية الصفرية النيتروسوفيكية**، التي نرمز لها بـ NH_0 ، هي العبارة التي يفترض أنها صحيحة في البداية.

في حين أن **الفرضية البديلة النيتروسوفيكية** التي نرمز لها بـ NH_a هي الفرضية الأخرى.

عند إجراء اختبار NH_0 مقابل NH_a ، هناك استنتاجان محتملان: رفض NH_0 (إذا كانت أدلة العينة تشير بقوة إلى أن NH_0 خاطئة) ، أو فشل في رفض NH_0 (إذا كانت العينة لا تدعم دليل صارم ضد NH_0).

أمثلة:

$$NH_0: \mu \in [90, 100]$$
$$NH_a: \mu < 90$$
$$NH_a: \mu > 100$$
$$NH_a: \mu \notin [90, 100],$$

حيث تمثل μ متوسط معدل الذكاء الكلاسيكي لجميع الأطفال المولودين منذ 1 يناير 2001.

$$NH_0: \pi = 0.2 \text{ or } 0.3$$
$$NH_a: \pi < 0.2$$
$$NH_a: \pi > 0.3$$
$$NH_a: \pi \in (0.2, 0.3)$$
$$NH_a: \mu \notin \{0.2, 0.3\},$$

حيث تمثل π النسبة الكلاسيكية لجميع سيارات فورد التي تحتاج إلى إصلاح أثناء السنة الأولى من الضمان.

$$NH_0: p < 0.1 \text{ or} p > 0.9$$
$$NH_a: p = 0.1$$
$$NH_a: p = 0.9$$
$$NH_0: p > 0.1 \text{ and } p < 0.9$$
$$NH_a: p \in [0.1, 0.9],$$

حيث تمثل p النسبة الكلاسيكية للقيم المتطرفة في البشر فيما يتعلق بطولهم ، أي النسبة المئوية للأشخاص الذين يقل طولهم عن 150 سم ، أو النسبة المئوية للأشخاص الذين يزيد طولهم عن 190 سم..

القيم المتطرفة النيتروسوفيكية هي قيم غير عادية بشكل ملحوظ في البيانات النيتروسوفيكية؛ يمكن أن تكون قيمًا كلاسيكية أو قيمًا نيتروسوفيكية.

$$NH_0: [\mu_{\min}, \mu_{\max}] > [0.45, 0.55],$$

وهو ما يعادل

$$\mu_{\min} > 0.45$$

و

$$\mu_{\max} > 0.55$$

حيث تمثل μ متوسط النسبة المئوية النيتروسوفيكي لجميع الأجهزة الإلكترونية التي يتم استهلاكها بعد ثلاث سنوات من تصنيعها؛ $[\mu_{\min}, \mu_{\max}]$ هي قيمة نيتروسوفيكية (تقريب حاد).

$$NH_a: \mu_{\min} = 0.45$$
$$NH_a: \mu_{\max} = 0.55$$
$$NH_a: \mu_{\min} < 0.45$$
$$NH_a: \mu_{\max} < 0.55$$
$$NH_a: \mu_{\min} < 0.45 \text{ or} \mu_{\max} < 0.45.$$

$$NH_0: \mu = 7.0$$
$$NH_a: \mu < 7.0$$
$$NH_a: \mu > 7.0$$
$$NH_a: \mu \neq 7.0$$

أجرت مؤسسة صناعية مسحًا تقريبيًا لبيعها، تم اجراء المسح من قبل مراقبين مستقلين على عينات مختلفة من نفس الحجم. النتائج التي توصلوا إليها قريبة، لكنها مختلفة. قرر مالك المؤسسة الصناعية تجميع كلتا النتيجتين معًا، مع أخذ الفترة

$[min, max]$ أو $[inf, sup]$ لكل فترة، من أجل رؤية تقلبات المبيعات. وبالتالي، فإن المتغير x الذي يصف المسح هو متغير نيتروسوفيكي:

Period	Sold Quantity (in thousands)
2001	[4, 6]
2002	[7, 8]
2003	5.5 or 6.0
2004	(8.0, 8.8)
2005	7.5

الفرضية الصفرية بأن متوسط المبيعات السنوية $\mu = 7.0$ في النمط الكلاسيكي، لكن المتغير x الذي μ يشير إليه هو نيتروسوفيكي. لذلك لا يزال لدينا فرضية نيتروسوفيكية.

أخطاء اختبار الفرضية النيتروسوفيكية:

من الصعب أو حتى المستحيل إجراء تعداد لعدد كبير من السكان. لهذا السبب علينا استخدام العينات .الاستدلال الذي نصوغه من خصائص عينة نيتروسوفيكية إلى خصائص المجتمع عرضة للخطأ.

على غرار الإحصاء الكلاسيكي، هناك نوعان من الأخطاء:

1. الخطأ النيتروسوفيكي من النوع الأول، وهو خطأ رفض NH_0 عندما يكون NH_0 صحيحًا.
2. الخطأ النيتروسوفيكي من النوع الثاني، وهو عكس الخطأ السابق، أي خطأ عدم رفض NH_0 عندما يكون NH_0 خطأ.

بغض النظر عن الاختبار الذي نقوم به، هناك بعض الفرص أن يحدث خطأ نيتروسوفيكي من النوع الأول، وهناك بعض الفرص أن يحدث خطأ نيتروسوفيكي من النوع الثاني أيضًا.

على سبيل المثال، رفض الفرضية $H_0: \mu = 7.0$ عندما تكون صحيحة

في أحد الأمثلة السابقة، قرر صاحب المؤسسة الصناعية أن يقوم بإجراء تعديلات إضافية وإنفاق الأموال عند عدم الحاجة إليها حقًا.

عند قبول $H_0: \mu = 7.0$ عندما تكون خاطئة ، سيضر بالبيع المستقبلي.

نرمز إلى احتمالات الخطأ النيتروسوفيكي من النوع الأول وخطأ النوع الثاني بـ α_N (مستوى الأهمية) وβ_N على التوالي.

التعامل مع الاحتمالات النيتروسوفيكية، يمكن أن تكون α_N و β_N مجموعات جزئية من الفترة [0, 1]. يكون إجراء الاختبار مثالي $\alpha_N = \beta_N \equiv 0$ ، أو α_N و β_N كفترات صغيرة قريبة من الصفر.

على سبيل المثال، إذا كان $\alpha_N = [0.07, 0.10]$ عند إجراء اختبار يتم بعينات مختلفة ، مرارًا وتكرارًا ، يتم رفض الفرضية الصحيحة H_0 حوالي 7 أو 8 أو 9 أو 10 مرات في مائة.

إذا كان $\beta_N = [0.07, 0.10]$ ، عندها يتم قبول الفرضية الخاطئة H_0 حوالي 10-7 مرات في المائة.

مثال:

تزعم شركة تصنيع سيارات أن ما بين 80٪ و90٪ من سيارتها لا تحتاج إلى إصلاح خلال أول سنتين من القيادة. من أجل التحقق من الادعاء، تحصل وكالة المستهلك على عينة عشوائية من 50 مشترٍ وتستجوبهم فيما إذا كانت سياراتهم بحاجة إلى الإصلاح خلال أول سنتين من القيادة أم لا. ليكن p يشير إلى نسبة العينة من الاستجابات التي تشير إلى عدم الإصلاح، وليكن π يشير إلى النسبة الصحيحة لعدم الإصلاح (تسمى النجاحات). الفرضيات النيتروسوفيكية المناسبة هي:

$$NH_0 : \pi \in [0.8, 0.9] \text{ versus } NH_a : \pi < 0.8$$

للتحقق مما إذا كانت أدلة العينة تشير إلى أن $\pi < 0.9$.

الخطأ النيتروسوفيكي من النوع الأول هو اعتبار ادعاء الشركة المصنعة للسيارة وهمياً (أي $\pi < 0.8$) بينما هو في الواقع صحيح.

والخطأ النيتروسوفيكي من النوع الثاني إذا فشلت وكالة المستهلك في الكشف عن ادعاء الشركة المصنعة غير الصحيح.

لتجنب العواقب الوخيمة تقرر وكالة المستهلك احتمال الخطأ من النوع الأول من [0.01،0.05] ولكن لا يمكن تحمل خطأ أكبر. لذلك يتم استخدام $\alpha = [0.01, 0.05]$ لتطوير إجراء الاختبار.

نتذكر، من الإحصاء الكلاسيكي، أن التوزيع الطبيعي المعياري الكلاسيكي للمتغير العشوائي z هو توزيع طبيعي مع قيمة المتوسط

$$\mu = 0$$

وانحراف معياري

$$\sigma = 1.$$

يسمى المنحني المقابل لها **منحني طبيعي معياري** أو **منحني z** .

تحصر **القيمة الحرجة z** المنطقة ذات الذيل السفلي أو الذيل العلوي، أو المنطقة المركزية تحت المنحني z.

جدول القيم الحرجة z الأكثر استخدامًا في الإحصاء الكلاسيكي:

Critical value, *z*	**Area to the right of *z***	**Area to the left of −*z***	**Area between −*z* and *z***
1.28	.10	.10	.80
1.645	.05	.05	.90
1.96	.025	.025	.95
2.33	.01	.01	.98
2.58	.005	.005	.99
3.09	.001	.001	.998
3.29	.0005	.0005	.999

يمكن معايرة المتغير العشوائي x الموزع طبيعياً كالتالي

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

حيث μ = قيمة متوسط x.

و σ = الانحراف المعياري لـ x.

إذا كانت **الفرضية الصفرية النيتروسوفيكية** حول المتغير x هي:

$$NH_0: \mu \in [a, b],$$

حيث $[a, b]$ ، مع $a \leq b$ ، هي الفترة المفترضة ، فإن **إحصاء الاختبار النيتروسوفيكي** هو:

$$z = \frac{\bar{x} - [a.b]}{s/\sqrt{n}}$$

حيث $\bar{x}$ هو متوسط العينة ،

s هو الانحراف المعياري للعينة،

و n هو حجم العينة، مع $n > 30$.

المتغير z له تقريبًا توزيع طبيعي معياري نيتروسوفيكي.

في الإحصاء النيتروسوفيكي، $\bar{x}$ و s وحتى n يمكن أن تكون عبارة عن مجموعات (ليس بالضرورة أرقام كلاسيكية).

الفرضيات البديلة:

$H_a: \mu > b$ ، رفض H_0 إذا كانت القيمة الحرجة $\min z > z$ (اختبار ذا الذيل الأعلى)،

$H_a: \mu < a$ ، رفض H_0 إذا كانت القيمة الحرجة $\max z < -z$ (اختبار ذا الذيل الأدنى)،

$H_a: \mu \notin [a, b]$ ، رفض H_0 إذا : القيمة الحرجة $\min z > z$ أو القيمة الحرجة $\max z < -z$ (اختبار ثنائي الذيل).

مثال:

ليكن لدينا درجات القلق من الامتحان لعينة من طلاب الكلية الأمريكية كما يلي:

$$n = 64 \ , \ \bar{x} = [48.0, 50.0] \ , \quad s = 25.$$

ثم μ = المتوسط الحقيقي للقلق من الامتحان.

$$H_0: \mu \in [40.0, 41.0]$$
$$H_a: \mu > 41.0.$$

إحصاء الاختبار النيتروسوفيكي هو:

$$z = \frac{[48.0, 50.0] - [40.0, 41.0]}{25/\sqrt{64}} = \frac{[48.0 - 41.0, 50.0 - 40.0]}{25/8}$$
$$= \frac{[7.0, 10.0]}{25/8} = \frac{8 \cdot [7.0, 10.0]}{25} = \frac{[56.0, 80.0]}{25}$$
$$= \left[\frac{56.0}{25}, \frac{80.0}{25}\right] = [2.24, 3.20].$$

من أجل $\alpha = 0.10$ ، تكون القيمة الحرجة z ذات الذيل الواحد المقابلة من الجدول السابق هي 1.28. وبالتالي تم رفض H_0 لأن

$$z = [2.24, 3.20] > 1.28$$

في الختام، متوسط درجات القلق من الامتحان أعلى من 41.0.

مستوى الأهمية النتيروسوفيكي

قد يكون **مستوى الأهمية النيتروسوفيكي α** مجموعة، وليس بالضرورة عدداً واضحًا كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي.
على سبيل المثال ، $\alpha_4 = [0.01, 0.10]$ هو مستوى أهمية نيتروسوفيكي α ، حيث تتغير α في الفترة $[0.01, 0.10]$.

يتم تعريف **قيمة P النيتروسوفيكية** بنفس الطريقة كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي: أصغر مستوى من الأهمية يمكن عنده رفض الفرضية الصفرية H_0.

الفرق بين قيمة P الكلاسيكية وقيمة P النيتروسوفيكية هو أن قيمة P النيتروسوفيكية ليست رقمًا واضحًا كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي، لكنها مجموعة (في العديد من التطبيقات تكون عبارة عن فترة).

قيمة P النيتروسوفيكية = p(z > z القيمةالحرجة، عندما تكون H_0 صحيحة)

حيث $P(\cdot)$ يعني الاحتمال الكلاسيكي محسوباً بافتراض أن H_0 صحيح ، احتمال تحقق أن قيمة إحصاء الاختبار تكون أكثر تطرفًا مما تم الحصول عليه بالفعل.
بفرض أن أحدًا قد قام بحساب قيمة P النيتروسوفيكية عند مستوى أهمية معين α ، حيث α عدد موجب واضح.

1. إذا كان $max\{$قيمة P النيتروسوفيكية$\} \le \alpha$ ، عندها نرفض H_0 عند المستوى α .
2. إذا كان $min\{$قيمة P النيتروسوفيكية$\} > \alpha$ ، عندها لا نرفض H_0 عند المستوى α .

3. إذا كان

$$\boldsymbol{min}\{\text{قيمة } \boldsymbol{P} \text{ النيتروسوفيكية}\} < \boldsymbol{\alpha} < \boldsymbol{max}\{\text{قيمة } \boldsymbol{P} \text{ النيتروسوفيكية}\}$$

عندها يوجد لاتحديد. وبالتالي

$$\frac{\alpha - min\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\}}{max\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\} - min\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\}}$$

هي فرصة رفض H_0 عند المستوى α .

و

$$\frac{max\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\} - \alpha}{max\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\} - min\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\}}$$

هي فرصة عدم رفض H_0 عند المستوى α .

لتكن α_N مجموعة

4. إذا كان $max\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\} \leq min\{\alpha_N\}$ ، عندها نرفض H_0 عند المستوى α_N .
5. إذا كان $min\{\text{قيمة } P \text{ النيتروسوفيكية}\} > max\{\alpha_N\}$ ، عندها لا نرفض H_0 عند المستوى α_N .
6. إذا تقاطعت المجموعتان قيمة P النيتروسوفيكية ومستوى الأهمية النيتروسوفيكي α_N ، عندها يكون لدينا لاتحديد. ويمكن أن نحسب فرصة رفض H_0 عند المستوى α_N ، وفرصة عدم رفض H_0 عند المستوى α_N .

في الاحصاء الكلاسيكي، يتم حساب قيمة p بالنظر إلى جدول الاحتمالات الطبيعي المعياري.

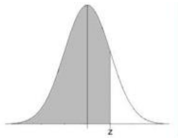
a. قيمة P هي المساحة الواقعة تحت المنحنى z على يمين z المحسوب ، لاختبار z ذي الذيل الأعلى.

b. قيمة P هي المساحة الواقعة تحت المنحنى z على يسار z المحسوب ، لاختبار z ذي الذيل الأدنى.

c. قيمة P هي ضعف المساحة المحصورة في الذيل الموافق لـ z المحسوب، لاختبار z ثنائي الذيل.

لندرج من الإحصاء الكلاسيكي جدول الاحتمال التراكمي الطبيعي المعياري [لقيم z الموجبة فقط، لأن هذا المطلوب في المثال أدناه]:

Standard Normal Cumulative Probability Table



Cumulative probabilities for POSITIVE z-values are shown in the following table:

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

في المثال السابق:

$H_a: \mu > 41.0$ مقابل $H_0: \mu \epsilon [40.0, 41.0]$

وجدنا $z = [2.24, 3.20]$ النيتروسوفيكي. لدينا اختبار z ذي الذيل الأعلى.

من جدول الاحتمالات الطبيعي المعياري أعلاه ، المساحة الواقعة تحت المنحني z إلى اليمين من $z_1 = 2.24$ هي $1 - 0.9875 = 0.0125$ بينما من أجل

$z_2 = 3.20$ هي $1 - 0.9993 = 0.0007$.

وبالتالي، قيمة p النيتروسوفيكية = $[0.0007, 0.0125]$.

عند مستوى الأهمية $\alpha_1 = 0.10$ ، نرفض H_0 لأن
$$max[0.0007, 0.0125] = 0.0125 < 0.10.$$

عند مستوى الأهمية $\alpha_2 = 0.0005$ ، لا نرفض الفرضية H_0 لأن
$$max[0.0007, 0.0125] = 0.0125 > 0.0005.$$

عند مستوى الأهمية $\alpha_3 = 0.01$، لدينا لاتحديد لأن
$$0.01 \in [0.0007, 0.0125]$$

بالتالي:

فرصة رفض H_0 عند المستوى $\alpha_3 = 0.01$ هو
$$\frac{0.01 - 0.0007}{0.0125 - 0.0007} = \frac{0.0093}{0.0118} \backsimeq 79\%$$

وفرصة عدم رفض H_0 عند المستوى $\alpha_3 = 0.01$ هو
$$\frac{0.0125 - 0.01}{0.0125 - 0.07} = \frac{0.0025}{0.0118} \backsimeq 21\%.$$

فترة الثقة النيتروسوفيكية

يتم تعريف **فترة الثقة النيتروسوفيكية** لخصائص المجتمع، على نحو مشابه للإحصاء الكلاسيكي، على أنه فترة من القيم النيتروسوفيكية المعقولة للخاصية.
يتم حصر القيمة النيتروسوفيكية للخاصية داخل فترة مع درجة مختارة من الثقة.

يرتبط **مستوى الثقة** بكل فترة ثقة نيتروسوفيكية، كما في الإحصاء الكلاسيكي. يخبرنا مقدار الثقة التي لدينا في الإجراء المستخدم في بناء فترة الثقة النيتروسوفيكية.

يتم تمديد الصيغ الكلاسيكية لفترة الثقة من متغيرات كلاسيكية إلى متغيرات نيتروسوفيكية (أي المتغيرات التي قيمها مجموعات):

1. عندما تكون القيمة النيتروسوفيكية للانحراف المعياري للمجتمع σ معروفة، **فإن فترة الثقة النيتروسوفيكية لعينة كبيرة لمتوسط المجتمع μ هو:**

$$\bar{x} \pm (z\text{critical value}) \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

حيث $\bar{x}$ هو المتوسط النيتروسوفيكي للعينة الكبيرة ، وn هو الحجم النيتروسوفيكي للعينة الكبيرة .
لذلك من الممكن أن تكون $\bar{x}$ ، σ ، و / أو n مجموعات بدلاً من أرقام كلاسيكية.

2. عندما تكون القيمة النيتروسوفيكية للانحراف المعياري للمجتمع σ غير معروفة (كما هو الحال في معظم التطبيقات العملية)، ويتجاوز حجم العينة 30، يستخدم المرء الانحراف المعياري للعينة s بدلاً من σ لحساب **فترة الثقة النيتروسوفيكية لمتوسط المجتمع μ:**

$$\bar{x} \pm (z\text{critical value}) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

من أجل كلتا الصيغتين، تتوافق القيمة z الحرجة 1.645 مع مستوى الثقة 90٪، والقيمة z الحرجة 1.96 تتوافق مع مستوى الثقة 95٪، والقيمة z الحرجة 58.2 تتوافق مع مستوى الثقة 99٪، بشكل مشابه لما في الإحصاء الكلاسيكي.

لا يشير مستوى الثقة، مثلاً، 90٪ إلى احتمال أن متوسط المجتمع μ محصور في فترة، ولكن إلى النسبة المئوية لجميع العينات الناجحة المحتملة (أي العينات التي يتم فيها تضمين μ في فترة الثقة).

مثال.

يفقد العديد من الأفراد الرؤية جزئيًا بسبب التعرض للغبار.

في دراسة شملت 60 شخصًا (عينة)، تعرضوا باستمرار للغبار في أماكن عملهم في البناء، فقدوا في المتوسط 18٪ -20٪ من دقة رؤيتهم، مع انحراف معياري للعينة بنسبة 4٪ -5٪.

يرغب الباحث في الدراسة بفترة ثقة 90٪ لـ μ. بالتالي:

$$\bar{x} = [18, 20]$$

$$z\ \text{القيمة الحرجة} = 1.645$$

$$s = [4, 5]$$

$$n = 60.$$

لذلك ، فإن فترة الثقة النيتروسوفيكية لمتوسط المجتمع μ هي:

$$[18, 20] \pm (1.645) \cdot \frac{[4, 5]}{\sqrt{60}}$$
$$= [18, 20] \pm \left[\frac{1.645(4)}{\sqrt{60}}, \frac{1.645(5)}{\sqrt{60}}\right]$$
$$\backsimeq [18, 20] \pm [0.85, 1.06].$$

لنقسم إلى قسمين:

$$[18, 20] + [0.85, 1.06] = [18 + 0.85, 20 + 1.06]$$
$$= [18.85, 21.06],$$

و

$$[18, 20] - [0.85, 1.06] = [18 - 1.06, 20 - 0.85]$$
$$= [16.94, 19.15].$$

من خلال الدمج بين هاتين الحالتين نحصل على فترة الثقة النيتروسوفيكية:

$$[16.94, 21.06].$$

حجم العينة النيتروسوفيكي لتقدير متوسط المجتمع µ ، ضمن المقدار B ، مع ثقة c٪ ،هو:

$$n_N = \left[\frac{(z \text{ القيمة الحرجة})\cdot\sigma}{B}\right],$$

حيث يجب أن تتوافق القيمة الحرجة z مع ثقة c٪ ،

σ هو الانحراف المعياري للمجتمع ،

و n_N هو حجم العينة النيتروسوفيكي الناتج ، بالتالي n_N قد يكون مجموعة (بشكل خاص فترة).

للتأكد من ذلك ، يمكننا أخذ حجم العينة كـ $\lceil max\{n_N\}\rceil$، حيث ⌈ ⌉ تعني أعلى جزء صحيح.

لنرى **مثال**.

يرغب قسم الأعمال في تقدير التكلفة السنوية لمستلزمات المكاتب لكلية في جامعة نيو مكسيكو لتكون في حدود 40 دولارًا من متوسط المجتمع الحقيقي. يريد قسم الأعمال ثقة 95٪ في دقة النتائج.

ما هو حجم العينة؟

لأن σ غير معروف ، يمكن تقريبه كـ

$$\sigma \approx \frac{\text{range}}{4}$$

كما في الاحصاء الكلاسيكي.

المدى هو الفرق بين أعلى وأدنى التكاليف.

المبلغ الذي أنفق على اللوازم المكتبية يتراوح بين 500 $- 550 $ إلى 100 $- 150 $. عندها

$$\begin{aligned}\sigma \approx \frac{[500, 550] - [100, 150]}{4} &= \frac{[500 - 150, 550 - 100]}{4} \\ &= \frac{[350, 450]}{4} = \left[\frac{350}{4}, \frac{450}{4}\right] \\ &= [87.50, 137.50].\end{aligned}$$

علاوة على ذلك ، B = 40 ، القيمة الحرجة z هي 1.96 ، و:

$$\begin{aligned}n_N = \left[\frac{1.96[87.50, 137.50]}{40}\right]^2 &= \left[\frac{1.96(87.50)}{40}, \frac{1.96(137.50)}{40}\right]^2 \\ &= [4.2875, 6.7375]^2 = [4.2875^2, 6.7375^2] \\ &\simeq [18.38, 45.39].\end{aligned}$$

الآن

$$\lceil \max[18.38, 45.39] \rceil = \lceil 45.39 \rceil = 46.$$

لذلك يجب أن يكون حجم العينة 46.

فترة الثقة النيتروسوفيكية لعينة كبيرة للنسبة في المجتمع

باستخدام الإحصاء الكلاسيكي يمكن أن نعرف (بنفس الطريقة) **فترة الثقة النيتروسوفيكية لعينة كبيرة للنسبة في المجتمع π:**

$$p \pm (z \text{ القيمة الحرجة}) \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

أو الحالة عندما $\min\{np\} \geq 5$ و $\min\{n \cdot (1-p)\} \geq 5$

حيث

p = نسبة العينة = عدد أفراد العينة الذين يملكون الصفة ذات الأهمية مقسومًا على حجم العينة .

n = حجم العينة ؛

$$\pi = \text{نسبةالمجتمع} = \frac{\text{عدد أفراد المجتمع الذين يملكون الصفة ذات الاهمية}}{\text{إجمالي عدد أفراد المجتمع}}$$

مع الفرق عن الإحصاء الكلاسيكي أنه في الإحصاء النيتروسوفيكي ، المعلمات p و n قد تكون مجموعات بدلاً من أرقام كلاسيكية، وقد تكون القيمة الحرجة z مجموعة أيضًا (على سبيل المثال قد تكون [1.645, 1.96] ، أي مستوى ثقة بنسبة [90 ، 95]٪).

إحصاء العينة النيتروسوفيكية p ، من أجل $min\{n\}$ كبيرة بشكل كاف ، له توزيع العينة النيتروسوفيكية (المنحني الطبيعي) الذي يقارب متوسط المجتمع π وانحرافه المعياري $\sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}$.

لنرى **مثال**.

يتم إجراء مسح على عينة من 200 إلى 220 زبون لدى تاجر سيارات يطرح السؤال التالي: "هل ستكون على استعداد للمتاجرة في سيارتك القديمة عند شراء سيارة جديدة؟" كان عدد نعم 150.

يجب أن يكون مستوى الثقة 99٪. إذا كانت π تشير إلى نسبة جميع المستهلكين الذين يتاجرون في سياراتهم القديمة ، يمكن للمرء أن يعتبر p تقديراً للنقطة π:

$$p = \frac{150}{\{200,\ 201, \dots, 220\}} \backsimeq \left[\frac{150}{220}, \frac{150}{200}\right] \backsimeq [0.68, 0.75].$$

حجم العينة $\{200, 201, \dots, 220\}$ يعني أن المساح لم يكن متأكدًا من حوالي 20 شخصًا إذا كانوا زبائن لتاجر السيارات هذا أم لا. لذا ، حجم العينة غير محدد (تقريبًا المجموعة $\{200, 201, \dots, 220\}$) ،
القيمة الحرجة z = 2.58 .

$$\begin{aligned} min\{np\} &= min\{\{200, 201, \dots, 220\} \cdot [0.68, 0.75]\} \\ &= 200(0.68) = 136 > 5; \\ min\{n(1-p)\} &= min\{\{200, 201, \dots 220\} \\ &\quad \cdot (1 - [0.68, 0.75])\} \\ &= 200 \cdot min([1 - 0.75, 1 - 0.68]) \\ &= 200 \cdot min([0.25, 0.32]) = 200(0.25) \\ &= 50 > 5. \end{aligned}$$

فترة الثقة النيتروسوفيكية للعينة الكبيرة لـ π هو:

$$[0.68, 0.75] \pm 2.58 \cdot \sqrt{\frac{[0.68, 0.75] \cdot (1 - [0.68, 0.75])}{\{200, 201, \dots, 220\}}}$$
$$= [0.68, 0.75] \pm 2.58$$
$$\cdot \sqrt{\frac{[0.68, 0.75] \cdot [0.25, 0.32]}{\{200, 201, \dots, 220\}}}$$
$$= [0.68, 0.75] \pm 2.58$$
$$\cdot \sqrt{\left[\frac{0.68(0.25)}{220}, \frac{0.75(0.32)}{200}\right]}$$
$$= [0.68, 0.75] \pm 2.58$$
$$\cdot \sqrt{[0.000773, 0.001200]}$$
$$= [0.68, 0.75] \pm 2.58$$
$$\cdot \sqrt{0.000773}, \sqrt{0.001200}$$
$$= [0.68, 0.75] \pm 2.58$$
$$\cdot [0.027803, 0.034641]$$
$$= [0.68, 0.75] \pm [0.071732, 0.089374].$$

نقسمها إلى قسمين:

$$[0.68, 0.75] + [0.71732, 0.089374]$$
$$= [0.751732, 0.839374],$$

و

$$[0.68, 0.75] - [0.071732, 0.089374]$$
$$= [0.68 - 0.089374, 0.75 - 0.071732]$$
$$= [0.590626, 0.678268].$$

من خلال الدمج بين كلتا النتيجتين في الشكل المحافظ ، نحصل على:

$$[0.590626, 0.839374].$$

الصيغة لاختيار حجم العينة النيتروسوفيكية هي نفسها كما في الإحصاء الكلاسيكي ، ولكن باستخدام مجموعات بدلاً من أرقام كلاسيكية:

$$n = \pi(1-\pi) \cdot \left[\frac{\text{zcritical value}}{B}\right]^2$$

حيث B= خطأ محدد مقيد.

إذا كان π لا يمكن تقديرها باستخدام معلومات نيتروسوفيكية سابقة، فإننا نستخدم π = 0.5 والذي يعطي قيمة عينة كبيرة بتحفظ (أي n أكبر من أي قيمة أخرى لـ π).

نظرية النهاية المركزية النيتروسوفيكية

يمكن تطبيق نظرية النهاية المركزية النيتروسوفيكية ، والتي هي امتداد لنظرية النهاية المركزية الكلاسيكية ، إذا كان $min\{n\}$ يتجاوز 30 ، حيث n هو حجم العينة النيتروسوفيكية (أي قد تكون مجموعة).
تنص نظرية النهاية المركزية النيتروسوفيكية على أن توزيع العينة النيتروسوفيك لـ $\bar{x}$ يقترب من المنحني الطبيعي النيتروسوفيكي عندما تكون $min\{n\}$ كبيرة بما فيه الكفاية ، بغض النظر عن كيفية توزيع المجتمع.

بطبيعة الحال، إذا كان توزيع المجتمع طبيعيًا، فقد يكون $min\{n\}$ أقل من 30 ، ويكون توزيع العينة النيتروسوفيك لـ $\bar{x}$ طبيعيًا أيضًا من أجل أي حجم عينة نيتروسوفيكي n.
ولكن، إذا لم يكن توزيع المجتمع طبيعيًا ، فيجب أن يكون $min\{n\}$ أكبر من 30 ، ويكون توزيع العينة النيتروسوفيك لـ $\bar{x}$ هو فقط تقريب للمنحني الطبيعي: كلما كان $min\{n\}$ أكبر كان التقارب أفضل.
وقد مكنت النتيجة الأخيرة الإحصائيين النيتروسوفيكيين من استنتاج متوسط المجتمع، لتطوير عينة كبيرة بطريقة نيتروسوفيكية حتى عندما يتعامل المرء مع شكل غير معروف لتوزيع المجتمع.

باستخدام الرموز المماثلة:

$n =$ حجم العينة النيتروسوفيكية العشوائية،

$\bar{x} =$ المتوسط النيتروسوفيكي لحجم العينة،

$\mu =$ متوسط المجتمع،

$\sigma =$ الانحراف المعياري للمجتمع،

$\mu_{\bar{x}} =$ المتوسط النيتروسوفيكي لتوزيع $\bar{x}$

و

$\sigma_{\bar{x}} =$ الانحراف المعياري النيتروسوفيكي لتوزيع $\bar{x}$

لدينا، كما هو الحال في الإحصاء الكلاسيكي:

$$\mu_{\bar{x}} = \mu,$$
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{و}$$

لا تطبق نظرية النهاية المركزية النيتروسوفيكية ، كما في الإحصاء الكلاسيكي، عندما يكون $min\{n\}$ صغيرًا وشكل توزيع المجتمع غير معروف.

لنقدم **فترة الثقة t مع عينة صغيرة نيتروسوفيكية لمتوسط المجتمع الطبيعي،** والذي هو مجرد نيتروسوفيك لفترة الثقة t من عينة واحدة كلاسيكية لمتوسط المجتمع μ:

$$\bar{x} \pm (t \text{ القيم الحرجة }) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

حيث بالمثل:

$\bar{x} =$ متوسط العينة النيتروسوفيكية،

$s =$ الانحراف المعياري للعينة النيتروسوفيكية،

$n =$ حجم العينة النيتروسوفيكية،

و

القيمة الحرجة t تعتمد على

$min\{n\} - 1$ درجةالحرية(df).

قد تكون $n, s, \bar{x}$ مجموعات بدلاً من أرقام كلاسيكية.

من أجل $min\{n\}$ صغير ، تكون فترة الثقة النيتروسوفيكية t لمتوسط المجتمع μ مناسبًا عندما يكون توزيع المجتمع طبيعي أو طبيعي تقريبًا. خلاف ذلك، يجب استخدام طريقة أخرى.

وبطبيعة الحال، ينتشر **توزيع t النيتروسوفيكي** أكثر من المنحنى الطبيعي المعياري النيتروسوفيكي (z)، لأن استخدام s، بدلاً من انحراف المجتمع σ ، ينتج عنه تغير إضافي.

تتميز توزيعات t النيتروسوفيكية عن بعضها البعض **بدرجة الحرية** ، التي يمكن أن تكون عددًا صحيحًا موجبًا أكبر أو يساوي 1 ، أو مجموعة من الأعداد الصحيحة الموجبة أكبر أو تساوي 1 ،

فمثلا:

$$\{n, n+1, \ldots, n+m\}.$$

كلما كان $min\{n\}$ أعلى ، كلما اقترب توزيع t النيتروسوفيكي من المنحني z النيتروسوفيكي. من أجل $min\{n\} > 120$ يمكن استخدام القيمة الحرجة z .

يكون منحنى t النيتروسوفيكي، لعدد ثابت من درجات الحرية، بشكل عام على شكل جرس ويتركز عند الصفر بطريقة نمط النيتروسوفيك.

مثال:

تم فحص عينة عشوائية صغيرة من 18 عاملا، في السكك الحديدية، بخصوص الأوزان التي يستطيع هؤلاء العمال رفعها في مكان عملهم. وكان متوسط العينة النيتروسوفيكية الذي وجد $\bar{x}$ بين 8 كغ و 10 كغ ، مع انحراف معياري s بين 3-4 كغ.

لنفترض أن مستوى الثقة 95٪ مطلوب لحصر متوسط المجتمع μ. بالتالي:

$$\bar{x} = [8, 10](\text{فترة})$$
$$s = [3,4](\text{فترة})$$
$$n = 18,$$

وبالتالي حجم العينة صغير ، الذي يتطلب قيمة حرجة t نيتروسوفيكية على أساس $18 - 1 = 17\ df$.

من الجدول الإحصائي الكلاسيكي أدناه للقيم الحرجة t، نجد أنه بالنسبة لمستوى الثقة 95٪ و 17 df،
القيمة الحرجة t المقابلة = 2.11.

t Table

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	**0.50**	**0.25**	**0.20**	**0.15**	**0.10**	**0.05**	**0.025**	**0.01**	**0.005**	**0.001**	**0.0005**
two-tails	**1.00**	**0.50**	**0.40**	**0.30**	**0.20**	**0.10**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.002**	**0.001**
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
						Confidence Level					

نطبق الصيغة السابقة:

$$\bar{x} \pm \left(t \text{ القيمة الحرجة}\right) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = [8, 10] \pm 2.11 \frac{[3, 4]}{\sqrt{18}}$$
$$= [8, 10] \pm \left[\frac{2.11(3)}{\sqrt{18}}, \frac{2.11(4)}{\sqrt{18}}\right]$$
$$\simeq [8, 10] \pm [1.492, 1.989].$$

نقسّم الحساب إلى احتمالين:

$$[8, 10] + [1.492, 1.989] = [8 + 1.492, 10 + 1.989]$$
$$= [9.492, 11.989],$$

و

$$[8, 10] - [1.492, 1.989] = [8 - 1.989, 10 - 1.492]$$
$$= [6.011, 8.508].$$

الآن نقوم بدمج كلتا النتيجتين بطريقة محافظة، فنحصل على فترة الثقة t النيتروسوفيكية لمتوسط المجتمع لرفع الأوزان: [6.011،11.989] كغ.

المراجع

1. Florentin Smarandache, **Introduction to Neutrosophic Measure, Neutrosophic Integral, and Neutrosophic Probability**, Sitech-Education Publisher, Craiova – Columbus, 2013.

2. **Neutrosophy. / Neutrosophic Probability, Set, and Logic**, by F. Smarandache, Amer. Res. Press, Rehoboth, USA, 105 p., 1998;

3. David Nelson, **The Penguin Dictionary of Statistics**, Penguin Books, London, 2004.

4. Graham Upton & Ian Cook, **Oxford Dictionary of Statistics**, Oxford University Press Inc., New York, 2006.

نبذة عن المؤلف

الأستاذ الدكتور فلورنتن سمارانداكه هو أستاذ الرياضيات بجامعة نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأميركية، حاصل على الماجستير في الرياضيات وعلوم الحاسب من جامعة كرايوفا، رومانيا، والدكتوراه في الرياضيات من جامعة ولاية كيشينيف، وما بعد الدكتوراه في الرياضيات التطبيقية من جامعة أوكاياما للعلوم، اليابان.

يعتبر العالم فلورنتن مؤسس " النيتروسوفيك" منذ عام 1995 (وهو تعميم الديالكتيك)، كما أسس المنطق النيتروسوفيكي، المجموعة النيتروسوفيكية، الاحتمال والإحصاء النيتروسوفيكي.

يُعرف المنطق النيتروسوفيكي بأنه فرع جديد من الفلسفة يدرس أصل وطبيعة ومجال اللاتحديد فضلاً عن تفاعل كل الأطياف التصورية الأخرى في قضية ما، وبهذا يتمثل النيتروسوفيك في دراسة الفكر المحايد.

عمل الدكتور فلورنتن لسنوات عدة ومازال في مجالات علمية عديدة وأخرى اقتصادية وفلسفية واجتماعية، حيث نشر المئات من البحوث حول الفيزياء النيتروسوفية منها في الفيزياء المفرطة اللمعية (السرعة تكون أسرع من الضوء) والفيزياء اللحظية، والمفارقات الكمومية، وفيزياء اللامادة، والنظرية المطلقة

للنسبية، الانزياح الأحمر والانزياح الأزرق (يصف حركة الكائنات كالمجرات والنجوم في الفضاء الذي يحدث بسبب الانكسار، أو بسبب توسع الكون أو بسبب نظرية دوبلر.

عمل الدكتور فلورنتن بجدارة في مجالات أخرى ففي الرياضيات أدخل تعريف الاحتمال والاحصاء النيتروسوفيكي، نظرية الاعداد، الهندسة النيتروسوفيكية، التبولوجيا النيتروسوفية، نظرية البيان النيتروسوفي وفي علوم الحاسب كالذكاء الاصطناعي والانشطار المعلوماتي. كما له عدد من البحوث في علوم الاقتصاد وعلوم الاجتماع والفلسفة، وكان له بصمة في مجال الشعر والادب والفن.

الفلسفة النيتروسوفية لكونها فرع جديد من الفلسفة تناول الفيلسوف سماراندكه قانون التضمين متعدد الأوساط.

(<A>; <neut1A>, <neut2A>, …; <antiA>)، وكذلك متعدد الفضاء، والبنى المتعددة، ودرجة الاستقلال $(0 \leq t+i+f \leq 3)$ والاعتماد بين مركبات النيتروسوفيك $((0 \leq t+i+f \leq 1 , 0 \leq t+i+f \leq 2))$ ، ومجموعة نيتروسوفية مكررة،ومجموعة نيتروسوفية مكررة متناهية الصغر، مجموعة متجانسة، هياكل ثلاثية وثنائية ورباعية نيتروسوفية، ونظرية DSmT.

وكذلك مراجعة الكثير من المجلات العالمية وكتب عديدة، إذ قدم الفيلسوف الكثير من البحوث والمحاضرات في العديد من المؤتمرات الدولية حول العالم.

انظر إلى http://fs.unm.edu/FlorentinSmarandache.htm

نبذة عن المترجم

- دكتوراه في الإحصاء الرياضي والبرمجة من جامعة حلب/سوريا.
- عضو هيئة تعليمية في قسم الإحصاء الرياضي–كلية العلوم - جامعة البعث/سوريا.
- عضو المجمع النيتروسوفيكي العالمي بأمريكا / جامعة نيومكسيكو.
- نائب رئيس المجمع النيتروسوفيكي للأقطار العربية وأفريقيا.
- عضو الموسوعة الأمريكية للباحثين في مجال النيتروسوفيك.
- عضو هيئة تحرير في المجلة الدولية لعلوم النيتروسوفيك /أميركا.

International Journal of Neutrosophic Science (IJNS)

- عضو فريق المشروع القومي العربي لدعم الباحثين في مجالات العلوم النيتروسوفيكية.
- عضو فريق الترجمة العربي (مصر-سوريا- العراق- المغرب- ليبيا).

- **عضو هيئة تحكيم للمجلات والكتب الدولية.**
- **حائزة على شهادة التميز في تحكيم ومراجعة الأبحاث من المجلة الدولية لعلوم النيتروسوفيك**
- **أول باحثة سورية تقوم بإدخال منطق النيتروسوفيك " فلسفة الفكر المحايد" إلى سورية والدول العربية، من خلال وضع أسس احتمالات النيتروسوفيك والتوزيعات الاحتمالية النيتروسوفيكية واتخاذ القرار النيتروسوفيكي من خلال أطروحة الدكتوراه بعنوان"صياغة الاحتمال الكلاسيكي وبعض التوزيعات الاحتمالية وفق منطق النيتروسوفيك وتأثير ذلك على اتخاذ القرار". تمت مناقشتها بتاريخ 2019/3/12 في جامعة حلب. بالتعاون مع مؤسس نظرية النيتروسوفيك الكلاسيكي البروفيسور المصري أحمد سلامة بجامعة بور سعيد والبروفيسور الأمريكي فلورنتن سمارانداكه "رئيس جامعة نيومكسيكو في تلك الفترة" مؤسس المنطق.**
- **المشاركة في العديد من المؤتمرات الدولية في مصر.**
- **نشر العديد من الأبحاث في مجلات عربية وأجنبية ذات تصنيف في مجال النيتروسوفيك.**
- **المشاركة في نشر فصول كتب بدور نشر أوربية وأمريكية.**

Introduction to Neutrosophic Statistics

Authorship

Prof. Florentin Smarandache

University of New Mexico, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, USA.

fsmarandache@gmail.com

Translator

Dr. Rafif Alhabib

University of Albaath, College of Sciences, Mathematical Statistics Department, Syria.

Rafif.alhabib85@gmail.com

Peer - reviewerrs

** Prof. Dr. Ahmed Abdel-Khaleq Salama, Department of Mathematics and Computer Science - Faculty of Science - Port Said University – Egypt.* drsalama44@gmail.com

** Dr. Said Broumi, Faculty of Science Ben M'Sik. University Hassan II Casablanca Morocco.* broumisaid78@gmail.com

** Dr. Kawther Fawzi Hamza Al-Hassan, Department of Mathematics - College of Education for Pure Sciences - University of Babylon – Iraq.* k.sultani@yahoo.com

ISBN 978-1-59973-658-7

9 781599 736587 >

الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الخالق أحمد سلامة

(A. A. Salama)

مصر – جامعة بورسعيد – كلية العلوم –قسم الرياضيات وعلوم الحاسب

رئيس المجمع العالمي لأنظمة النيتروسوفيك (الأقطار العربية)

بقرار من المركز الرئيسي من جامعة نيومكسيكو- أمريكا

<u>نبذة عن الإنجازات:</u>

#جائزة أعظم باحث ف إفريقيا للعلوم والتكنولوجيا من المعهد الأكاديمي للأبحاث تكساس أمريكا 2017 بترشيح من جامعة نيوميكسيكو- أمريكا 2017. وحائز على العديد من الجوائز الدولية (سفير الإبداع والعلم 2019)

حاصل على درجة DSc في العلوم من أمريكا وعضو الموسوعة الأمريكية كأنشط باحث عربي في مجالات الرياضيات وعلوم الحاسب وأنظمة المعلومات النيتروسوفيكية.

#صاحب نظرية النيتروسوفيك كريسسب والعديد من التطبيقات في جميع علوم المعرفة والنظم وأول من وضع أسس للرياضيات النيتروسوفيكية والفراغات التوبولوجية و أنظمة المعلومات وتطبيقات متعددة في علوم الحاسب وعلم النفس وتم نشر أكثر من 160 بحث علمي و 300 مقالة علمية وتربوية في دوريات ومجلات دولية في مجال الرياضيات وعلوم الحاسب ونظم المعلومات والاحصاء وقام بالمشاركة بنشر أكثر من 20 فصول - كتب - بأمريكا وأوروبا

#صاحب أول فكرة لإصدار مجلة علمية Neutrosophic Sets and Systems محكمة في علوم النيتروسوفيك مع البروفيسور فلورنتن سمارنداكة - جامعة نيوميكسيكو بموافقة مكتبة الكونجرس بأمريكا 2013 تم إصدار منها 33 إصدار ودخولها المحركات العلمية الدولية بمعاملات التآثير العالمية وقد ساهم في ترجمة الكتب العلمية الدولية بأمريكا) بدور نشر أوربية (والمشاركة في تآليف كتب علمية متنوعة منشورة دوليا ودور نشر أوربية والمشاركة بخطط لمشاريع بحثية مع فريق عمل دولي

#شهادة أفضل البحوث من أعداد المجلة الأمريكية 2018 من المؤسسة الدولية لعلوم النيتروسوفيك بأمريكا – 2014 أفضل البحوث في اليابان وكوريا

#إختياره أفضل عالم عربي في الرياضيات من رعاة المبدعين العرب بلندن 2015

#إختياره عضو ورئيس مختبر الرياضيات وعلوم الحاسب وعضو تحرير المجلة العلمية روسيا "Mariinskaya Academy" 2020

#خطابات تزكية من هيئات دولية من جامعة نيوميكسيكو والمعهد الأكاديمي للأبحاث بتكساس وكمبردج 2017

#الإشراف والتحكيم لأكثر من 150-رسائل والأبحاث و الماجستير والدكتوراه وعضو هيئة التحكيم بالجامعات الهندية والعربية والأوروبية.

#عضو ومحكم بمجلات دولية في الرياضيات وعلوم الحاسب (الهند- اليابان - كوريا - إنجلترا - أمريكا)

عضو فعال لأكبر المنصات العلمية الدولية للتدريب والمؤتمرات لأكثر من 153 دولة

.عضو محكم لإختيار أفضل البحوث المنشورة في المؤسسة الدولية لعلوم النيتروسوفيك بالعراق 2018

#عضو ومتحدث رئيسي بالمؤتمرات الدولية (الهند – أمريكا – روسيا – تركيا – كوريا – اليابان – أفريقيا) ومستشار العديد من الهيئات الدولية وعضو اللجان العلمية والهيئات التحكيمية والمؤتمرات الدولية للعلوم والتكنولوجيا

https://www.youtube.com/user/drahmedsalama/videos?view_as=subscriber&fbclid=IwAR0FITFX2YSIRRwNnvrsNuT6G07caqqTsB9x1j5ckREW9JXuOyq03phb0hI

الأستاذ الدكتور/ ابرومي سعيد

رئيس فرع المجمع العالمي لأنظمة النيتروسوفيك بالمملكة المغربية بقرار من المركز الرئيسي من جامعة نيوميكسيكو- أمريكا

(Neutrosophic Science International Association)

نبذة عن الإنجازات:

- عضو هيئة التحرير بالمجلة الدولية العلمية المحكمة **Neutrosophic Sets and Systems**
- مدير تحرير المجلة الدولية العلمية **International Journal of**
- **Neutrosophic Science (IJNS)**
- نشر أكثر من **200** مقالة علمية بدوريات ومجلات دولية في مجال الرياضيات وعلوم الحاسب ونظم المعلومات.
- عضو ومحكم بمجلات دولية في الرياضيات وعلوم الحاسب.
- المشاركة بنشر فصول كتب بدور نشر أوربية وأمريكية.
- المشاركة بخطط لمشاريع بحثية حول النيتروسوفيك مع فريق عمل دولي.
- عضو هيئة التحكيم بإحدى الجامعات الهندية لمشاريع أطاريح نيل شهادة الدكتوراه حول موضوع النيتروسوفيك وتطبيقاته.
- عضو محكم لإختيار أفضل البحوث المنشورة في المؤسسة الدولية لعلوم النيتروسوفيك بالعراق.
- شهادة أفضل البحوث من أعداد المجلة الأمريكية 2018 من المؤسسة الدولية لعلوم النيتروسوفيك بأمريكا **(Neutrosophic Science International Association)**
- إصدار كتاب جديد حول نظرية الرسم البياني النيتروسوفيك والخوارزميات (**https://www.igi-global.com/book/neutrosophic-graph-theory-algorithms/232296**)

أ.م. كوثر فوزي حمزة الحسن

مكان العمل: قسم الرياضيات – كلية التربية للعلوم الصرفة –جامعة بابل - العراق

نبذة عن الإنجازات:

- عملت كتدريسية منذ 2006 وحتى الآن.
- شاركت كعضو في كثير من اللجان العلمية والثقافية والسمنرات
- نشرت عدة بحوث في الاجراءات البيزينية لمنهج الاختيار والترتيب
- قمت بترجمة كتاب " مقدمة إلى القياس النيوتروسوفك، والتكامل النيوتروسوفك والاحتمال النيوتروسوفك" مع فريق عمل.
- شاركت ببحوث في مؤتمرات محلية ودولية (تركيا).
- نشرت بحوث في مجلات علمية وعالمية ذات تصنيف.
- عضو في جمعية الخوارزمية للرياضيات – في العراق
- عضو في أول منصة علمية دولية للباحثين والخبراء والعلماء الناطقين باللغة العربية وهي منصة "أريد". وحصلت على جائزة وسام ناشط في فعاليات أريد ووسم باحث مبادر
- عضو في الموسوعة العلمية العالمية النيونروسوفية للعلماء في المنطق النيتروسوفي.
- أهتماماتي البحثية: - الاحتمال والاحصاء الرياضي، تقريب الاجراء البيزيني، منهج الاختيار والترتيب، الموثوقية، المنطق النيتروسوفي.
- قيمت عدد من البحوث في مؤتمرات ومجلات علمية.
- حاصلة على الكثير شهادات تقديرية محلية ودولية.
- حاصلة على عدد من كتب شكر من عميد الكلية ورئيس الجامعة ومن وزيرالتعليم العالي.

اهداء الكتاب

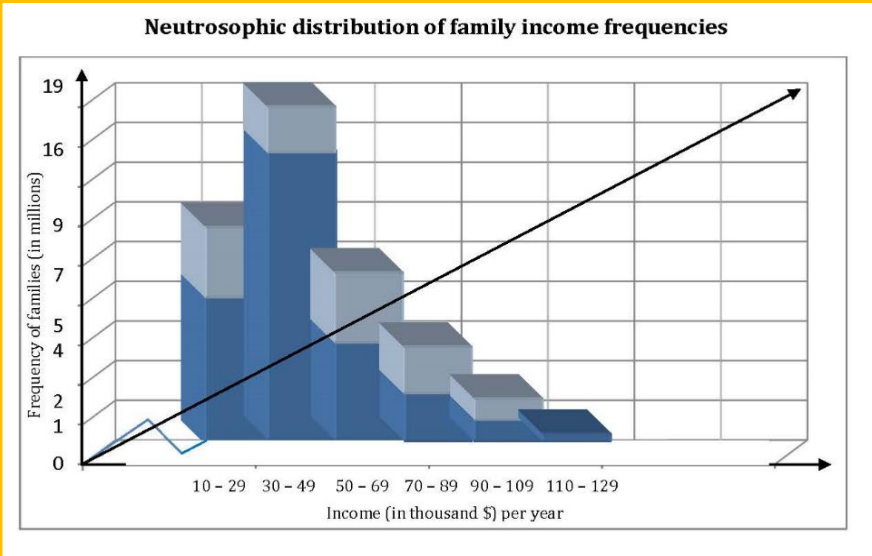
إلى كل طلاب وباحثي العلم والمعرفة في وطننا العربي بمختلف اختصاصاتهم

الشكر

عظيم الشكر إلى البروفيسور فلورنتن سمارانداكه عراب العلم والنيتروسوفيك

والشكر الكبير للأساتذة المحكمين الذين أثروا الكتاب بملاحظاتهم القيّمة

د. رفيف فيصل الحبيب



الإحصاء النيتروسوفيكي يعني التحليل الإحصائي لمجتمع أو عينة تحوي بيانات غير محددة (غير دقيقة، غامضة، مبهمة، غير مكتملة، غير معروفة). على سبيل المثال، قد يكون حجم المجتمع أو العينة غير محدد بدقة بسبب بعض الأفراد الذين ينتمون جزئيًا إلى المجتمع أو العينة، وأيضاً لا ينتمون إليه جزئيًا، أو الأفراد الذين تبعيتهم غير معروفة تمامًا. أيضاً، هناك أفراد عينة أو مجتمع قد تكون بياناتهم غير محددة.

في هذا الكتاب، قمنا بتطوير فكرة عام 1995 حول الإحصاء النيتروسوفيكي. حيث نقدم أمثلة عملية مختلفة. ومن الممكن تعريف الإحصاء النيتروسوفيكي بطرق عديدة، لأن هناك أنواعًا مختلفة من اللاتحديد، اعتمادًا على المسألة المطلوب حلها.

ISBN 978-1-59973-658-7