

حساب الاحتمالات

I- التجارب العشوائية

1- تقديم يوجد نوع من الأحداث تقع دائما بنفس الطريقة، فمثلا إذا أطلقنا شيئا ذا وزن من يدنا نعلم مسبقا أنه سوف يسقط على الأرض، إن دراسة هذا النوع من الأحداث بعد إيجاد المعادلات و قوانينها و معطياتها الأولية المنظمة لها يمكن أن نتوقع نتيجتها النهائية .
لكن هناك نوع آخر من الأحداث التي تنتج عن نفس المعطيات ومع ذلك لا يمكن أن نتوقع نتيجتها، فمثلا إذا رمينا نردا على طاولة مستوية لا يمكن أن نعلم مسبقا الرقم الذي سيعينه النرد عندما يستقر، رغم إن المعطيات لا تتغير في كل محاولة.
إن هذه التجارب تسمى تجارب عشوائية أو اختبارات عشوائية .
إن التفكير في تجربة عشوائية ما معناه جرد جميع الإمكانيات أي جميع النتائج المحتملة و ترتيبها حسب درجة احتمال وقوعها.

2- أمثلة

* "رمي النرد في الهواء" تجربة عشوائية. هناك 6 نتائج ممكنة
* " سحب ثلاثة كرات من كيس يحتوي على 7 كرات " تجربة عشوائية .
هناك - C_7^3 نتيجة ممكنة إذا كان السحب تأنيا .
- A_7^3 نتيجة ممكنة إذا كان السحب بالتتابع وبدون إحلال.
- 7^3 نتيجة ممكنة اذا كان السحب بالتتابع وياحلال.
* " رمي قطعة نقود مرتين " تجربة عشوائية مكونة من اختبارين عشوائيين.
مجموعة النتائج الممكنة $\{FF;FP;PF;PP\}$

3- مصطلحات

a- الامكانية – كون الإمكانيات

كل نتيجة من بين النتائج الممكنة لتجربة عشوائية تسمى إمكانية .
مجموعة النتائج الممكنة لتجربة عشوائية تسمى كون الإمكانيات و نرمز له بـ Ω

أمثلة

* $\Omega = \{F;P\}$ كون الإمكانيات المرتبط بالتجربة " رمي قطعة النقود مرة واحدة ".
* $\Omega = \{1,2;3;4;5;6\}$ كون الإمكانيات المرتبط بالتجربة " رمي النرد مرة واحدة " .

b- الحدث

كل جزء من المجموعة Ω كون الإمكانيات يسمى حدثا .

أمثلة

* $A = \{PP;FF\}$ هو حدث من التجربة " رمي قطعة النقود مرتين متتاليتين "
* $\{1\}$ هو حدث من التجربة " رمي النرد مرة واحدة "
* نعتبر التجربة العشوائية " رمي النرد مرة واحدة "
" B الحصول على عدد زوجي " هو حدث في هذه التجربة $B = \{2;4;6\}$

c- تحقيق أو وقوع حدث

إذا قمنا بتجربة و كانت النتيجة تنتمي إلى الحدث A فإننا نقول إن الحدث A قد تحقق.
فمثلا إذا رمينا نردا و حصلنا على أحد الأعداد 2 أو 4 أو 6 فإن نقول إن الحدث B " الحصول على عدد زوجي " قد تحقق.

d- تحقيق الحدثين $A \cap B$ و $A \cup B$

إذا تحققتا الحدث A و الحدث B في نفس الوقت فإننا نقول إن الحدث $A \cap B$ قد تحقق.
إذا تحققتا الحدث A أو الحدث B أو هما معا فإننا نقول إن الحدث $A \cup B$ قد تحقق.

مثال

التجربة " رمي النرد مرة واحدة "
نعتبر الحدثين A " الحصول على عدد قابل للقسمة على 3 " و B " الحصول على عدد زوجي "
إذا رمينا النرد و حصلنا على 6 فإننا نقول إن الحدث $A \cap B$ قد تحقق
إذا رمينا النرد و حصلنا مثلا على أحد الأعداد 2, 3, 4, 6 فإننا نقول إن الحدث $A \cup B$ قد تحقق

e- أحداث خاصة

ليكن Ω كون الإمكانيات

أ- الحدث الأكيد

$\Omega \subset \Omega$ و بما أن نتيجة التجربة تنتمي دائما إلى كون الإمكانيات Ω أي أن Ω حدث يتحقق دائما فإن Ω يسمى الحدث الأكيد.

ب- الحدث المستحيل

$\emptyset \subset \Omega$ و بما أن \emptyset لا يحتوي على أي نتيجة , أي \emptyset لا يتحقق أبدا فإن \emptyset يسمى الحدث المستحيل.

ج- الحدث الابتدائي الحدث الابتدائي هو حدث يحتوي على إمكانية واحدة.
 $\{pp\}$ حدث ابتدائي في التجربة " رمي قطعة نقود مرتين "

ف- انسجام حدثين

نقول إن الحدثين A و B غير منسجمين إذا و فقط $A \cap B = \emptyset$

مثال

التجربة " رمي قطعة النقود ثلاث مرات متتالية " تعتبر الأحداث $A = \{FFF; PPP\}$ $B = \{FPP; PFF; PPF\}$ $C = \{FPF; PFF; FFP\}$
 A و B غير منسجمين لأن $A \cap B = \emptyset$
 B و C منسجمان $B \cap C = \{PFF\}$

و- الحدث المضاد

ليكن Ω كون الإمكانيات
 نقول إن الحدثين A و B متضادان إذا و فقط إذا كان $A \cap B = \emptyset$ و $A \cup B = \Omega$
 نكتب $\bar{A} = B$ أو $\bar{B} = A$

أمثلة

* نعتبر التجربة " رمي النرد مرة واحدة " و نسجل رقم وجهه الأعلى.

كون الإمكانيات $\Omega = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$

نعتبر الأحداث $A = \{1; 2; 4; 6\}$ $B = \{3; 5\}$ و " D عدد مضاعف ل 6 " و " C عدد فردي "

و " E عدد زوجي " و " F عدد أكبر قطعا من 6 "

لدينا $A \cap B = \emptyset$ و $A \cup B = \Omega$ و منه $\bar{A} = B$ لدينا $\bar{C} = E$

$D = \{6\}$ حدث ابتدائي .

$A \cap C \neq \emptyset$ و منه A و C حدثان منسجمان.

$E \cap B = \emptyset$ و منه E و B غير منسجمين.

F حدث مستحيل .

** نعتبر كيس يحتوي على 2 كرات بيضاء و 4 كرات حمراء . " نسحب من الصندوق تأنيا 3 كرات "

A " الحصول على كرة واحدة بيضاء فقط " B " الحصول على كرة واحدة حمراء فقط "

C " الحصول على 3 كرات بيضاء " D " الحصول على كرتين حمراويتين على الأقل "

كون الإمكانيات Ω يضم جميع الإمكانيات و عددها C_6^3

عدد إمكانيات الحدث A هو $C_2^1 C_4^2$ عدد إمكانيات الحدث B هو $C_4^1 C_2^2$

C حدث مستحيل عدد إمكانيات الحدث D هو $C_4^3 + C_2^1 C_4^2$

A و B غير منسجمين لأن لا يمكن أن نحصل على كرة واحدة حمراء فقط و كرة واحدة بيضاء فقط

في نفس الوقت (لا يمكن أن يتحققا معا في نفس الوقت $\bar{B} = D$)

II- الفضاءات الاحتمالية المنتهية

1- أنشطة

نعتبر نردا أوجهه تحمل الأرقام 1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6

نرمي النرد و نسجل الرقم المحصل عليه عندما يستقر .

نعتبر الأحداث A " الحصول على عدد زوجي " B " الحصول على مضاعف ل 3 "

C " الحصول على مضاعف ل 7 "

1- حدد A و B بتفصيل . ما هو الحدث الذي له أكبر حظ أن يتحقق ؟

2- ما هي نسبة احتمال الحصول على 1 أي تحقيق الحدث $\{1\}$ ؟

2 - احتمال على مجموعة

a- تعريف

لكن $\Omega = \{a_1; a_2; \dots; a_n\}$ مجموعة منتهية
إذا ربطنا كل عنصر a_i من Ω بعدد p_i ينتمي إلى $[0;1]$ و كان مجموع جميع الأعداد هو 1 فإننا نقول
إننا عرفنا احتمالاً p على Ω .
نقول إن احتمال الحدث الابتدائي $\{a_i\}$ هو العدد p_i نكتب $p(\{a_i\}) = p_i$.
الزوج $(\Omega; p)$ يسمى فضاء احتمالياً منتهياً

b - احتمال حدث

تعريف

احتمال حدث A هو مجموع احتمالات الأحداث الابتدائية التي توجد ضمن A نرسم له ب $p(A)$

ملاحظة* كل احتمال على Ω هو تطبيق من مجموعة الأحداث $P(\Omega)$ نحو $[0;1]$

$$p(\Omega) = 1 \quad p(\emptyset) = 0 \quad *$$

مثال

نرمي قطعة نقود مرتين متتاليتين
ما هو احتمال الحصول على الوجه مرتين
ما هو احتمال الحصول على الحدث A "ظهور الوجه على الأكثر مرة"

$$p(\{FF\}) = \frac{1}{4} \quad \Omega = \{FF; FP; PF; PP\}$$

$$p(A) = p(\{PF\}) + p(\{FP\}) + p(\{PP\}) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \quad A = \{PP; PF; FP\}$$

تمرين

نعتبر نرداً مغشوشاً بحيث احتمال ظهور العدد 2 هو ثلاث مرات احتمال ظهور العدد 1 , و أن الأعداد 1 و 3 و 4 و 5 و 6 لها نفس احتمال الظهور . نرمي النرد مرة واحدة.
1- أحسب احتمال كل حدث ابتدائي في هذه التجربة .
2- أحسب احتمال الحدث A "الحصول على عدد زوجي"

تمرين

يحتوي صندوق على كرتين حمراويتين مرقمتين ب 1 و 2 على التوالي و 3 كرات خضراء مرقمة ب 1 و 2 و 3 على التوالي . نسحب تانياً كرتين من الصندوق
1- حدد كون الإمكانات .
2- أحسب كل حدث ابتدائي .
3- أحسب احتمال الحصول على الحدث A "الحصول على كرة حمراء واحدة فقط"
4- أحسب احتمال الحصول على الحدث B "الحصول على كرتين مجموع رقميهما 4"

3- احتمال اتحاد و تقاطع حدثين

a - احتمال اتحاد حدثين غير منسجمين

ليكن A و B حدثين غير منسجمين

$$A \cup B = \{a_1; a_2; \dots; a_n; b_1; b_2; \dots; b_m\} \quad B = \{b_1; b_2; \dots; b_m\} \quad A = \{a_1; a_2; \dots; a_n\}$$

$$p(A \cup B) = \sum_{i=1}^n p(\{a_i\}) + \sum_{i=1}^m p(\{b_i\}) = p(A) + p(B)$$

خاصية

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) \quad \text{لكل حدثين غير منسجمين A و B}$$

b- احتمال الحدث المضاد

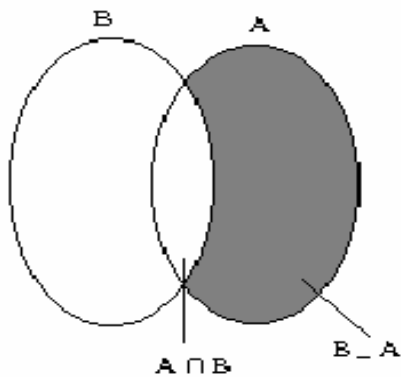
$$A \cup \bar{A} = \Omega \quad A \cap \bar{A} = \emptyset \quad \text{لدينا}$$

$$p(A \cup \bar{A}) = p(A) + p(\bar{A}) \Leftrightarrow p(\Omega) = p(A) + p(\bar{A}) \Leftrightarrow 1 = p(A) + p(\bar{A})$$

خاصية

$$p(\bar{A}) = 1 - p(A) \quad \text{لكل حدث A من } \Omega$$

c- احتمال اتحاد حدثين



$B - A = \{x \in B / x \notin A\}$ ليكن A و B حدثين من Ω

$A \cap (B - A) = \emptyset$ لدينا $A \cup B = A \cup (B - A)$

ومنه $p(A \cup B) = p(A) + p(B - A)$

ولدينا $(A \cap B) \cap (B - A) = \emptyset$ $B = (A \cap B) \cup (B - A)$

ومنه $p(B) = p(A \cap B) + p(B - A)$

أي $p(B - A) = p(B) - p(A \cap B)$

ادن $p(A \cup B) = p(A) + p(B) - p(A \cap B)$

خاصية

لكل حدثين A و B من كون الإمكانيات من Ω $p(A \cup B) = p(A) + p(B) - p(A \cap B)$

4- فرضية تساوي الاحتمالات

احتمال حدث تذكير الرمز $cardE$ يقرأ رئيسي E و هو عدد عناصر المجموعة E **خاصية**

إذا كانت جميع الأحداث الابتدائية متساوية الاحتمال فان احتمال كل حدث A هو $p(A) = \frac{cardA}{card\Omega}$ حيث Ω كون الإمكانيات.

البرهان ليكن $\Omega = \{a_1; a_2; \dots; a_n\}$ $card\Omega = n$ حدث حيث $cardA = k$

بما أن جميع الأحداث الابتدائية متساوية الاحتمالات فان $p(\{a_i\}) = \frac{1}{n}$ $\forall i \quad 1 \leq i \leq n$

و بما أن $p(A)$ تساوي مجموع احتمالات الأحداث الابتدائية التي ضمن A و عددها k فان

$$p(A) = k \times \frac{1}{n} = \frac{k}{n} = \frac{cardA}{card\Omega}$$

ملاحظة

إن فرضية تساوي احتمالات الأحداث الابتدائية يمكن أن تذكر صراحة في نص التمرين كما يمكن أن تفهم من خلال شروط التجربة .

تمرين

يحتوي صندوق على 4 كرات بيضاء و 5 حمراء و 6 صفراء . نسحب ثلاث كرات من الصندوق نعتبر الأحداث A " الحصول على ثلاث كرات صفراء "

B " الحصول على ثلاث كرات لها نفس اللون "

C " الحصول على ثلاث كرات مختلفة اللون "

D " الحصول على الأقل على كرة صفراء "

1- أحسب احتمال كل حدث من الأحداث A و B و C و D إذا كان السحب تأنيا .

2- نفس السؤال إذا كان السحب بالتتابع و بدون إحلال.

3- نفس السؤال إذا كان السحب بالتتابع و بإحلال.

الحل

1- ليكن Ω كون الإمكانيات $card\Omega = C_{15}^3 = 455$

$p(B) = \frac{34}{455}$ $cardB = C_6^3 + C_5^3 + C_4^3 = 34$ $p(A) = \frac{20}{455} = \frac{4}{99}$ $cardA = C_6^3 = 20$

$p(C) = 1 - p(B) = 1 - \frac{34}{455}$ C هو الحدث المضاد ل B

ليكن F " الحصول على ثلاث كرات لا تضم أي كرة صفراء "

$p(F) = \frac{84}{455}$ $cardF = C_9^3 = 84$

$p(D) = 1 - p(F) = 1 - \frac{84}{455}$ F حدث مضاد للحدث D

ليكن A و B حدثين من فضاء احتمالي حيث $p(A) = \frac{1}{3}$ $p(B) = \frac{1}{4}$ $p(A \cap B) = \frac{1}{6}$

1- بين أن $\overline{A \cap B} = \overline{A \cup B}$

2- أحسب $p(A \cup B)$ $p(\overline{A \cap B})$

نعتبر نردا أوجهه الستة مرقمة من 1 إلى 6 , نرمي النرد ثلاث مرات متتالية فنحصل على عدد مكون من ثلاثة أرقام . أحسب احتمال الأحداث

" A " الحصول على عدد رقم مئاته هو 2 "

" B " الحصول على عدد مكون من أرقام مزدوجة "

" C " الحصول على عدد مكون من أرقام مختلفة مثنى مثنى "

III- الاحتمال الشرطي

1- الاحتمال الشرطي

a- أنشطة تضم إحدى الثانويات 500 تلميذ موزعين حسب الجدول التالي :

المجموع	ع تجريبية	الأدب	الشعبة الجنس
260	120	140	إناث
240	180	60	ذكور
500	300	200	المجموع

نختار عشوائيا تلميذا من بين 500 تلميذ

1- أحسب احتمال الأحداث التالية

" G " اختيار ذكر " F " اختيار أنثى " E " اختيار فرد من ع تجريبية "

" L " اختيار فرد من الأدب " $G \cap E$ " اختيار تلميذ ذكر من ع تجريبية "

2- إذا كان تلميذ ذكرا فما هو احتمال لكي يكون من شعبة ع تجريبية ؟

الحل

$$1- \text{card}(\Omega) = 500 \quad p(G) = \frac{204}{500} \quad p(F) = \frac{260}{500} \quad p(E) = \frac{300}{500} \quad p(L) = \frac{200}{500} \quad p(G \cap E) = \frac{180}{500}$$

2- إذا كان تلميذ ذكرا فاحتمال لكي يكون من شعبة ع تجريبية هو $\frac{180}{240}$

لأنه يوجد 180 تلميذ ذكر في ع تجريبية من بين 240 ذكر .

$\frac{180}{240}$ هو احتمال الحصول على تلميذ من ع تجريبية علما أنه ذكر نرمل له ب $p_G(E)$ أو $p(E/G)$

يقراً احتمال الحدث E علما أن الحدث محققا نكتب $p_G(E) = \frac{180}{240}$

$$p_G(E) = \frac{\text{card}(G \cap E)}{\text{card}(G)} = \frac{\frac{\text{card}(G \cap E)}{\text{card}(\Omega)}}{\frac{\text{card}(G)}{\text{card}(\Omega)}} = \frac{p(G \cap E)}{p(G)} \quad \text{لدينا} \quad \text{ملاحظة}$$

b- تعريف

ليكن A و B حدثين من فضاء احتمالي منته حيث $p(A) \neq 0$

احتمال الحدث B علما أن الحدث A محققا هو $p_A(B) = p(B/A) = \frac{p(A \cap B)}{p(A)}$

ملاحظة إذا كان لجميع الأحداث الابتدائية نفس الاحتمال فإن $p_A(B) = \frac{\text{card}(A \cap B)}{\text{card}(A)}$

c- صيغة الاحتمالات المركبة خاصة

إذا كان A و B حدثان احتمالهما غير منعدمين فإن $p(A \cap B) = p(A)p_B(A) = p(B)p_A(B)$

تمرين

يحتوي كيس على 5 كرات سوداء مرقمة بـ 1, 1, 1, 1, 2 و ثلاث كرات بيضاء مرقمة بـ 1, 1, 2. نسحب بالتتابع و بدون إحلال كرتين أحسب احتمال الحدثين I "الحصول على كرتين سوداويتين مجموع رقميهما 2" J "الحصول على كرتين سوداويتين علما أن مجموع رقميهما 2"

الحل

ليكن Ω كون الإمكانات $\text{card}\Omega = A_8^2$ لكي تكون الكرتين سوداويتين مجموعهما 2 يجب أن تسحب من 4 كرات سوداء تحمل الرقم 1

$$p(I) = \frac{A_4^2}{A_8^2} \quad \text{card}I = A_4^2$$

* نعتبر A "الحصول على كرتين سوداويتين" B "الحصول على كرتين مجموعهما 2"

$$p(J) = p_B(A) = \frac{p(A \cap B)}{p(B)} = \frac{p(I)}{p(B)} = \frac{\frac{A_4^2}{A_8^2}}{\frac{A_6^2}{A_8^2}} = \frac{A_4^2}{A_6^2} \quad \text{card}B = A_6^2 \quad \text{card}A = A_5^2$$

طريقة ثانية بما أن الأحداث الابتدائية لها نفس الاحتمالات فإن $p(J) = \frac{\text{card}(A \cap B)}{\text{card}B} = \frac{A_4^2}{A_6^2}$

2- الاحتمالات الكلية

a- تجزيت مجموعة

تعريف

نقول إن الأحداث A_1, A_2, \dots, A_n تجزينا للفضاء Ω اذا تحقق الشرطان التاليان :

$$\forall (i, j) \quad i \neq j \quad 1 \leq i \leq n \quad 1 \leq j \leq n \quad A_i \cap A_j = \emptyset$$

$$A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n = \Omega$$

b- خاصية الاحتمالات الكلية

خاصية

ليكن A_1, A_2, \dots, A_n تجزينا للفضاء Ω . نعتبر B حدثا من Ω

$$p(B) = p(A_1)p_{A_1}(B) + p(A_2)p_{A_2}(B) + \dots + p(A_n)p_{A_n}(B)$$

البرهان

$$B = B \cap \Omega = B \cap (A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n) = (B \cap A_1) \cup (B \cap A_2) \cup \dots \cup (B \cap A_n)$$

بما أن A_1, A_2, \dots, A_n غير منسجمة مثنى مثنى فإن $(A_1 \cap B), (A_2 \cap B), \dots, (A_n \cap B)$

غير منسجمة مثنى مثنى. ومنه

$$p(B) = p(B \cap A_1) + p(B \cap A_2) + \dots + p(B \cap A_n)$$

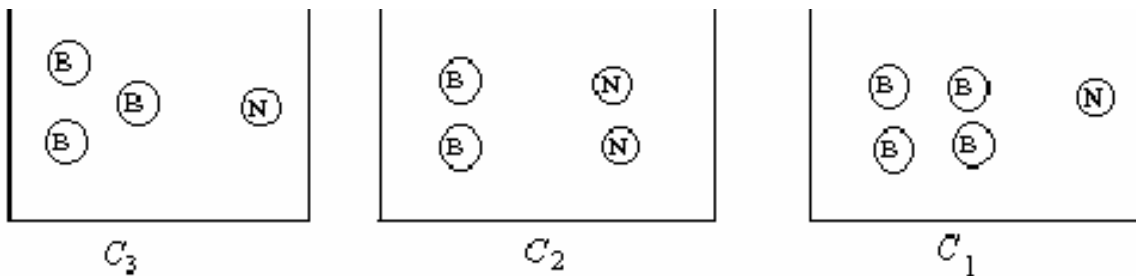
$$p(B) = p(A_1)p_{A_1}(B) + p(A_2)p_{A_2}(B) + \dots + p(A_n)p_{A_n}(B)$$

تمرين نعتبر ثلاث صناديق. يحتوي الصندوق الأول على 4 كرات بيضاء وكرات سوداء و الصندوق الثاني على

كرتين بيضاويتين و كرتين سوداويتين و الصندوق الثالث على 3 كرات بيضاء و كرة سوداء.

نختار عشوائيا صندوقا من بين الصناديق الثلاث ثم نسحب منه كرة واحدة.

لنحسب احتمال الحصول على كرة بيضاء.



نعتبر الأحداث C_i "اختيار الصندوق i " $1 \leq i \leq 3$ "سحب كرة بيضاء" B لدينا C_1 و C_2 و C_3 غير منسجمة متنى متنى . واتحادهم هو Ω ومنه C_1 و C_2 و C_3 تكون تجزئاً لـ Ω

بما أن للصناديق نفس الاحتمال فان $p(C_1) = p(C_2) = p(C_3) = \frac{1}{3}$

احتمال الحصول على كرة بيضاء من صندوق C_1 هي $p_{C_1}(B) = \frac{4}{5}$

احتمال الحصول على كرة بيضاء من صندوق C_2 هي $p_{C_2}(B) = \frac{2}{4}$

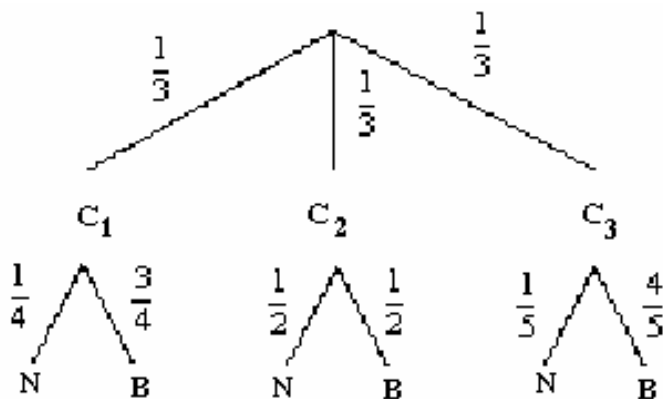
احتمال الحصول على كرة بيضاء من صندوق C_3 هي $p_{C_3}(B) = \frac{3}{4}$

بما أن C_1 و C_2 و C_3 تجزئاً كلياً لـ Ω فان حسب خاصية الاحتمالات الكلية

$$p(B) = p(C_1)p_{C_1}(B) + p(C_2)p_{C_2}(B) + p(C_3)p_{C_3}(B)$$

$$p(B) = \frac{1}{3} \times \frac{4}{5} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{41}{60}$$

ملاحظة يمكن تلخيص جميع نتائج تجربة في هذه الشجرة



$$p_{C_3}(B) = \frac{1}{4} \quad p_{C_1}(B) = \frac{4}{5} \quad \text{مثلاً}$$

$$p(N) = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} = \frac{19}{60} \quad \text{من خلال الشجرة نستنتج}$$

تمارين ينتج معمل مصابيح كهربائية بواسطة ثلاث آلات A و B و C بحيث

❖ الآلة A تضمن 20% من الإنتاج و 5% من المصابيح المصنوعة غير صالحة

❖ الآلة B تضمن 30% من الإنتاج و 4% من المصابيح المصنوعة غير صالحة

❖ الآلة C تضمن 50% من الإنتاج و 1% من المصابيح المصنوعة غير صالحة

نختار عشوائياً مصباحاً كهربائياً .

1- ما هو احتمال

- a- لكي يكون المصباح غير صالح و مصنوع بـ A
 b- لكي يكون المصباح غير صالح و مصنوع بـ B
 c- لكي يكون المصباح غير صالح و مصنوع بـ C

2- استنتج الاحتمال لكي يكون المصباح غير صالح

(لاحظ أن $\frac{20}{100} = 20\%$ هو الاحتمال لكي يكون المصباح مصنوعا بـ A و 5% هو الاحتمال لكي يكون

المصباح غير صالح علما أنه مصنوعا بـ A)

3- أحسب احتمال لكي يكون المصباح مصنوعا بـ A علما أنه غير صالح .

الحل

a-1 A " مصنوع بـ A " I " غير صالح "

$$p(A \cap I) = p(A)p_A(I) = \frac{20}{100} \times \frac{5}{100} = \frac{1}{10}$$

$$p(B \cap I) = p(B)p_I(B) = \frac{30}{100} \times \frac{4}{100} = \frac{12}{1000} \quad \text{" مصنوع بـ B " B -b}$$

$$p(C \cap I) = p(C)p_I(C) = \frac{50}{100} \times \frac{1}{100} = \frac{5}{1000} \quad \text{" مصنوع بـ C " C -c}$$

$$p(I) = p(A)p_A(I) + p(B)p_B(I) + p(C)p_C(I) = \dots \quad \text{-d}$$

$$p_I(A) = \frac{p(A \cap I)}{p(I)} \quad \text{-2}$$

IV- الاستقلالية

1- الأحداث المستقلة

نشاط يحتوي كيس على 4 كرات حمراء و كرتين خضراويتين . نسحب بالتتابع كرتين من الكيس
 نعتبر الحدثين R_1 " الكرة الأولى حمراء " و R_2 " الكرة الثانية حمراء "

أحسب $p(R_2)$ و $p_{R_1}(R_2)$ ثم قارنهما في الحالتين التاليتين

1- السحب بإحلال

2- السحب بدون إحلال

1- $p_{R_1}(R_2) = p(R_2)$ أي $p(R_1 \cap R_2) = p(R_1) \times p(R_2)$ نقول إن R_1 و R_2 مستقلان .

2- $p_{R_1}(R_2) \neq p(R_2)$ نقول إن R_1 و R_2 غير مستقلين.

تعريف

نقول إن الحدثين A و B مستقلان إذا و فقط إذا كان $p(A \cap B) = p(A) \times p(B)$

تمرين نرمي نردا مرتين متتاليتين . نعتبر الأحداث A " الحصول على العدد في الرمية الأولى "

B " الحصول على عددين مجموعهما 7 " C " الحصول على عددين زوجيين "

هل A و B مستقلان ؟ هل A و C مستقلان ؟

2- استقلالية الاختبارات العشوائية

نعلم أن بعض التجارب العشوائية تتكون من اختبار واحد أو عدة اختبارات عشوائية فمثلا

أ- " رمي قطعة النقود n مرة متتالية " تجربة عشوائية تتكون من n اختبار " رمي قطعة النقود "

ب- " رمي النرد n مرة متتالية " تجربة عشوائية تتكون من n اختبار " رمي النرد "

ت- " سحب n كرة من بين m كرة بالتتابع و بإحلال " تجربة عشوائية تتكون من n اختبار " سحب كرة "

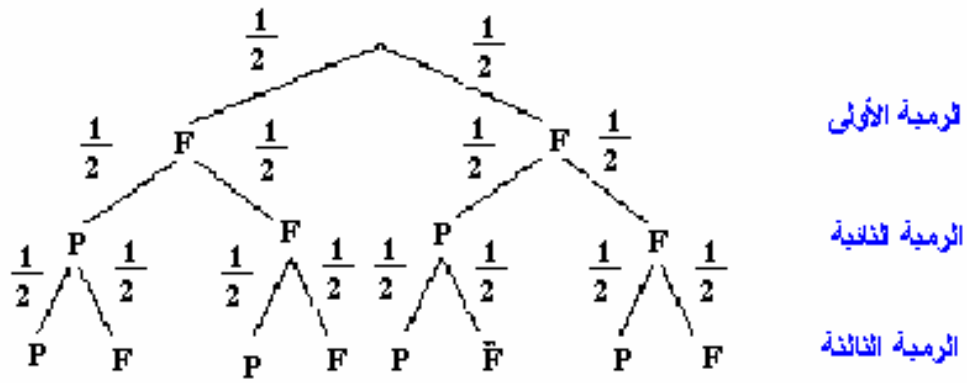
ث- " سحب n كرة من بين m كرة بالتتابع و بدون إحلال " تجربة عشوائية تتكون من n اختبار " سحب كرة "

نلاحظ أنه في بعض التجارب لا تؤثر نتائج اختبار على اختبار الموالي مثلا كتجارب الأمثلة أ- ب - ت
 و أنه في بعض التجارب تؤثر نتائج اختبار على اختبار الموالي مثلا - ث.

إذا كانت نتائج اختبار ما لا تؤثر على الاختبار الموالي نقول إن التجربة تتكون من اختبارات عشوائية مستقلة

حالة خاصة (الاختبارات المتكررة)

مثال 1 نرمي قطعة نقود ثلاث مرات متتالية . أحسب احتمال الحدث A " ظهور الوجه F مرتين بالضبط "



$$A = \{FFP; FPF; PFF\}$$

$$p(A) = p(FFP) + p(FPF) + p(PFF)$$

$$p(A) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 3 \left(\frac{1}{2} \right)^3 = C_3^2 \left(\frac{1}{2} \right)^3$$

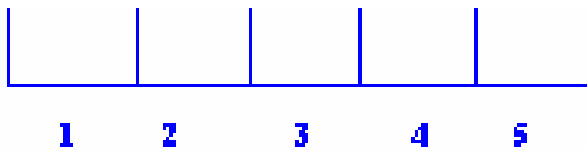
مثال 2

نرمي نردا خمس مرات متتالية . لنحسب احتمال الحصول على رقم قابل للقسمة على 3 ثلاث مرات بالضبط .

تتكون هذه التجربة من تكرار الاختيار " رمي النرد " خمس مرات .
في هذا الاختبار نعتبر الحدث A " الحصول على رقم قابل للقسمة على 3 "

$$A = \{3; 6\} \quad p(A) = \frac{1}{3}$$

عندما نرمي النرد اما نحصل على الحدث A و اما على الحدث \bar{A} و هكذا يمكن أن نمثل هذه التجربة كما يلي :



حيث تشغل الخانات الخمس بـ A أو \bar{A} .

نعتبر B " الحصول على رقم قابل للقسمة على 3 ثلاث مرات " النتائج التي تنتمي الى B هي النتائج الذي يحتمل فيها الحدث A ثلاث مرات من بين 5 أمكنة .
ومن عدد النتائج التي تنتمي الى B هي C_5^3 .

$$p(\bar{A}) = \frac{2}{3} \quad \text{لأن} \quad \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \quad \text{هو} \quad B \quad \text{الى} \quad \text{تنتمي} \quad \text{الى} \quad B$$

$$p(B) = C_5^3 \left(\frac{1}{3} \right)^3 \times \left(\frac{2}{3} \right)^2 = C_5^3 \left(\frac{1}{3} \right)^3 \times \left(\frac{2}{3} \right)^{5-3} \quad \text{فان}$$

خاصية

ليكن A حدثا احتمالته p في اختبار عشوائي .
اذا أعيد هذا الاختبار n مرة فان احتمال وقوع الحدث A k مرة بالضبط $k \leq n$ هو

$$C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

تمرين الاحتمال لكي يصيب رام الهدف هو $\frac{2}{3}$, قام الرامي بعشر محاولات .

ما هو الاحتمال لكي يصيب الهدف 6 مرات بالضبط ؟
تمرين يحتوي كيس على 5 كرات بيضاء و 12 كرة سوداء و 3 كرات حمراء .
نسحب 8 كرات بالتتابع و باحلال .

أحسب احتمال الحصول على 6 كرات بيضاء بالضبط .