

# الطب الحيوي الحسابي

## تحسين نجاعة فحوصات | للطالب

### كيف يمكن تحسين نجاعة فحوصات اكتشاف الكورونا؟

#### مبنى الوحدة

- مرحلة تمهيدية: ألغاز
- قصة حالة: حملة وطنية لاكتشاف حاملي فيروس كورونا في سلوفاكيا
- الطلاب يبحثون عن حلول
- التعرف على طريقة المصفوفة لتحسين نجاعة إيجاد الأشخاص المؤكدين للكورونا
- فعالية بحثية لفحص نجاعة الطريقة في حالات الإصابة المختلفة
- مهمة ختامية

### كيف يمكن تحسين نجاعة فحوصات اكتشاف الكورونا؟

#### نظرة على سلوفاكيا

في أكتوبر 2020، بعد موجة كبيرة من الإصابات بجائحة COVID-19، تم طرح فكرة مبتكرة في سلوفاكيا، وهي دولة صغيرة في مركز أوروبا، للتعامل مع الجائحة. في هذه المرحلة، لم تكن هناك تطعيمات لفيروس كورونا بعد.

1. شاهدوا الفيديو واكتبوا:

- أ. ماذا كانت فكرة حكومة سلوفاكيا؟ ماذا جددت بالمقارنة مع طرق التعامل الأخرى مع الجائحة حتى ذلك الحين؟
- ب. أي أسباب وردت في الفيديو لفشل النموذج السلوفاكي؟
- ج. لماذا لم يستخدم السلوفاكيون اختبارات PCR في النموذج الذي طبقوه؟
- د. هل فشل النموذج السلوفاكي فعلاً برأيكم؟

هناك من يعتقدون أن جائحة أخرى قد تحدث في المستقبل، وأنه يجب الاستعداد لها بناءً على تجربة العالم مع جائحة COVID-19. الافتراض هو أنه في المرحلة التي لا توجد فيها تطعيمات بعد للفيروس المسبب للجائحة، فإن عزل المصابين هو أمر ضروري لتسوية منحنى الإصابات. في هذه الفعالية، يجب عليكم اقتراح طريقة يمكن للدولة من خلالها إجراء فحوصات للفيروس بحسب النموذج السلوفاكي، لكن بنجاعة أكبر.



### نفكر في الأفكار أثناء اللعب

في فحص كورونا (وفي فحوصات أخرى) هناك إمكانية لفحص المجموعات التي يتم فيها خلط العينات التي أخذت من مجموعة مفحوصين. إن لم يكن هناك أي شخص إيجابي للكورونا بين المفحوصين - نحصل على نتيجة سلبية. إذا تم الحصول على نتيجة إيجابية، هذا يعني أن هناك على الأقل شخصاً واحداً مصاباً بالكورونا بين الأشخاص. لا يمكن ان نعرف من الفحص من هو الشخص المصاب، ويجب إجراء المزيد من الفحوصات. هدفنا في تكملة الفعالية هو التعرف على طريقة ناجعة لتحديد ما إذا كان هناك شخص إيجابي للكورونا، وإن كان كذلك - من هو، دون الحاجة لفحص كل المجموعة.

## الاكتشاف السريع - لعبة للاعبين

### تعليمات اللعبة

اللاعب أ يحصل على بطاقة - جدول يمثل مجموعة مفحوصين لل كورونا، كما يظهر في الرسم أ. كل رقم في الجدول يمثل شخصًا مفحوصًا. الرقم المشدّد يمثل شخصًا إيجابيًا لل كورونا.  
اللاعب ب (أو المجموعة ب) يحصل على نفس الجدول بدون الإشارة إلى الأشخاص الإيجابيين لل كورونا، ويكتب عليه معلومات تساعده في إيجاد الأشخاص الإيجابيين.  
مهمة اللاعب ب هي اكتشاف كل الأشخاص الإيجابيين في العينة الموجودة لدى اللاعب أ، بأقل عدد ممكن من الخطوات.

**ملاحظة:** يمكن للاعبين أن يلعبا بنفس الوقت في كلا الدورين، كما في لعبة الغوصات، والتنافس لمعرفة من سيكتشف أولاً.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

رسم ب

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

رسم أ

1. في كل خطوة، يسأل اللاعب ب ما إذا كان في مجموعة المفحوصين شخص إيجابي لل كورونا ويجب ب: "نعم" أو "لا".
2. كل سؤال يطرحه اللاعب ب يُعدّ. عندما يعرف اللاعب ب من هم كل الأشخاص الإيجابيين، يعلن عن ذلك.
3. إذا كان على صواب في معرفة كل الإيجابيين، ولم يخطئ بتحديد أي شخص سليم كإيجابي، يحصل على نقاط:
4. يتم عدّ الأسئلة التي طُرحت حتى معرفة كل الإيجابيين لل كورونا.
5. النقاط التي يحصل عليها اللاعب هي عدد الفحوصات التي تم توفيرها (16 ناقص عدد الأسئلة التي طُرحت حتى معرفة كل الحالات المؤكدة).
6. بعد ذلك، يتبادل اللاعبون الأدوار وبيدؤون من جديد مع بطاقة الحالات المؤكدة الجديدة التي يتم سحبها.

### الأدوات المطلوبة:

- مجموعة بطاقات للاعب أ. تحتوي كل بطاقة على جدول مكون من 16 خانة تمثل الأشخاص المفحوصين. أرقام الخانات التي تمثل المفحوصين الإيجابيين لل كورونا، مكتوبة باللون الأحمر، كما يظهر في رسم أ.
- جداول مساعدة وأدوات كتابة للاعب ب، كما يظهر في رسم ب.

3. أ. كيف تمكنتم من تقليل عدد الأسئلة من أجل معرفة الأشخاص الإيجابيين لل كورونا؟  
ب. صفوا علاقة بين الطريقة التي اتبعتموها لمعرفة الأشخاص المؤكدين وبين الطريقة الممكنة لتحسين نجاعة فحوصات كورونا.  
ج. صفوا علاقة بين اللعبة التي لعبتموها وبين حل ألغاز العملات.

## التجميع بطريقة الأسطر والأعمدة (طريقة المصفوفة)

في هذه الطريقة، يتم ترتيب العينات داخل مصفوفة مربعة.

في كل مجموعة فحوصات، تُخَلط في أنبوب واحد فحوصات لكل المفحوصين من نفس العمود، أو فحوصات لكل المفحوصين من نفس السطر. نسمي هذا الفحص "فحص مجمع".

يتم فحص العينات المجمعّة بطريقة PCR. بسبب قدرة هذا الفحص في التعرف على كمية ضئيلة من الـ DNA الفيروسي، يمكن وضع المادة المأخوذة من شخص واحد في أكثر من أنبوب واحد.

إذا كانت نتيجة الفحص المجمع لعدة مفحوصين للفيروس سلبية، هذا يعني أنه لا يوجد أي مريض بينهم، لأنه لا يوجد DNA فيروسي في الفحص. إذا كانت نتيجة الفحص المجمع إيجابية، فهذا يدل على أن هناك شخصاً واحداً على الأقل من المفحوصين إيجابي للفيروس، وبالتالي يجب اتخاذ إجراءات إضافية لمعرفة.

خلال الفعالية، سنبحث كيف وفي أي شروط يمكن استخدام طريقة الأسطر والأعمدة بنجاعة، ونحسب نسبة الفحوصات التي تم توفيرها.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

## إلى أي أنابيب سنشير في الفحص؟

في هذا المثال، تم ترتيب العينات لـ 64 شخصاً في مصفوفة مربعة.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64

الأرقام الملونة بالأحمر تمثل الأشخاص الإيجابيين للفيروس.

كل أنبوب في السطر الظاهر في أعلى الجدول يمثل فحصاً مشتركاً لكل العمود الذي تحته.

كل أنبوب في العمود الظاهر على يسار الجدول يمثل فحصاً مشتركاً لكل السطر الذي على يمينه.

4. أ. على فرض أن الفحص يجد كل مجموعة فحوصات فيها شخص واحد على الأقل إيجابي للفيروس - أي أنابيب سنظهر نتيجة إيجابية؟
- ب. فيما يلي رسمان تُظهر فيهما أنابيب التجميع نفس النتائج، على الرغم من وجود اختلافات بين المفحوصين الإيجابيين للفيروس.

قمنا بفحص مجموعات من الفحوصات بطريقة المصفوفة - ماذا يمكننا أن نتعلم من ذلك، وماذا علينا أن نفعل أيضاً؟

في الأمثلة التالية، سنعرض حالات يمكن فيها للفحص أن يحدد بشكل قطعي ما إذا كان هناك أشخاص إيجابيين للفيروس من بين 64 شخصاً مفحوصاً، ومن هم هؤلاء الأشخاص، مقابل الحالات التي نحتاج فيها لإجراء فحوصات إضافية لإكمال العملية.

5. أ. أمعنوا النظر في مجموعات المفحوصين في السؤال السابق. في أي منها يمكن لفحوصات التجميع أن تحدّد بشكل قطعي من هم الأشخاص الإيجابيين للفيروس؟

ب. في الرسوم التالية، تظهر نتائج الفحوصات التي تم الحصول عليها في أنابيب التجميع في مصفوفة تحتوي على 64 عينة شخصية. الأنبوب الأحمر يرمز إلى سطر أو عمود اكتشفنا فيه بواسطة الفحص المشترك وجود شخص واحد على الأقل إيجابي للفيروس.

في كل واحد من الرسوم التالية:

علّموا بقلم تظليل كل العينات للأشخاص السلبيين لل كورونا بالتأكد.

أشيروا بإشارة "+" إلى كل العينات للأشخاص الإيجابيين لل كورونا بالتأكد.

أشيروا بـ "؟" إلى كل العينات التي لا يمكننا فيها أن نحدد حالة المفحوص بواسطة المعطيات الموجودة، ويجب علينا إعادة الفحص.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

1

ج. في كل واحد من الرسوم التالية، حدّدوا:

هل يمكن تحديد عدد الإيجابيين لل كورونا بشكل قطعي من 64 مفحوصاً؟

إذا كانت الإجابة نعم - من هم؟

إذا كانت الإجابة لا - أي فحوصات إضافية يجب إجراؤها لمعرفة كل الإيجابيين لل كورونا بالتأكد؟

رمز: يمكنكم أن تعلّموا أو تلوّنوا في البداية كل المفحوصين السلبيين لل كورونا بالتأكد.









1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70









1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

## نقطة أخرى للتفكير

د. أحد الرسمين التاليين يصف نتيجة لا يمكن الحصول عليها في الفحص بطريقة التجميع. حدّدوا الرسم وشرحوا لماذا يصف حالة غير موجودة في الواقع.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56
	57	58	59	60	61	62	63	64

2

















	1	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56
	57	58	59	60	61	62	63	64

1

ه. هل الفحص بطريقة التجميع، والذي حصلنا فيه على أن كل المجموعات إيجابية، يشير إلى أن جميع المفحوصين إيجابيون لل كورونا (على فرض بأنه لم تقع أخطاء في الفحص)؟ إن كان كذلك - اشرحوا السبب. وإن لم يكن كذلك - أعطوا مثلاً لجدول عينات فيه نتائج كل المجموعات إيجابية، ومع ذلك بعض المفحوصين فقط إيجابيون لل كورونا.

## خطة توفير

في العينة التي أمامكم، الأرقام الملونة بالأحمر تمثل أشخاصًا إيجابيين لل كورونا.

								
1	2	3	4	5	6	7	8	
	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56
	57	58	59	60	61	62	63	64

6. أجبوا عن الأسئلة على فرض أن الفحص يجد كل مجموعة فحوصات فيها شخص واحد على الأقل إيجابي لل كورونا.
  - أ. أي عينات جماعية ستظهر نتيجة إيجابية؟
  - ب. هل يمكننا النتيجة من معرفة الأشخاص الإيجابيين لل كورونا بشكل قطعي، أم أن هناك حاجة لإجراء فحوصات إضافية؟
  - ج. ما هو عدد الفحوصات المطلوبة إلى أن تتم معرفة كل الأشخاص الإيجابيين لل كورونا بشكل قطعي في هذه العينة؟
  - د. ما هي نسبة الفحوصات التي تم توفيرها؟

في الرسوم التالية، تظهر مجموعات من المفحوصين لل كورونا في مصفوفة مكونة من 10 أسطر × 10 أعمدة. تم إنشاء العينات بواسطة برنامج حاسوب يحاكي عينات عشوائية وفقاً لنسبة الإيجابيين في مجموعة سكانية.

الأمثلة التي أمامنا تحاكي حالة فيها نسبة الإيجابيين لل كورونا في المجموعة السكانية هي 3%.

7. لكل واحدة من العينات:

- أ. ضعوا علامة + فوق كل عمود يُظهر فيه فحص المجموعة (الفحص المختلط) للمفحوصين في هذا العمود نتيجة إيجابية لل كورونا.  
 ب. بعد فحص كل المجموعات في الأعمدة، هل هناك حاجة لفحص مجموعات إضافية؟  
 ج. إن لم يكن كذلك - اشرحوا السبب.  
 إذا كان كذلك - ضعوا إشارة + بجانب كل سطر يُظهر فيه فحص المجموعة للمفحوصين في هذا السطر نتيجة إيجابية لل كورونا.  
 بعد فحص المجموعات في كل الأعمدة وكل الأسطر، هل هناك حاجة لإجراء فحوصات إضافية؟  
 إن لم يكن كذلك - اشرحوا السبب.  
 إذا كان كذلك، حدّدوا عدد الفحوصات الإضافية التي يجب إجراؤها لمعرفة كل الإيجابيين لل كورونا من بين 100 مفحوص في العينة.  
 د. أكملوا الجدول التالي واحسبوا نسبة الفحوصات التي تم توفيرها بفضل استخدام طريقة المصفوفة.

رقم العينة	عدد المفحوصين في المصفوفة	الأعمدة المفحوصة	تنبيهات في الأعمدة	الأسطر المفحوصة	تنبيهات في الأسطر	عدد الفحوصات لمزيد من التحقق	مجموع عدد الفحوصات	التوفير بالنسبة المئوية
1	100	10	2	10	2	4	24	76% (76 من بين 100)
المجموع								$\frac{(500-126) \times 100}{500} = 74.8\%$

عينة رقم 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	أ
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ب
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ج
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	د
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	هـ
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	و
+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	ز
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ح
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ط

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ي
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

عينة رقم 2

	A	B	C	D	E <sup>+</sup>	F <sup>+</sup>	G <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	I	J	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	أ
+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	ب
	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	ج
+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	د
	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	هـ
+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	و
+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	ز
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ح
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ط
+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	ي

عينة رقم 3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	أ
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ب
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ج
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	د
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	هـ
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	و
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ز
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ح
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ط
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ي

عينة رقم 4

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	أ
-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	ب
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ج
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	د
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	هـ
-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	و
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ز



-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	ح
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ط
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ي

عينة رقم 5

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	أ
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ب
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ج
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	د
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	هـ
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	و
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ز
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ح
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ط
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ي

نستعين بالحاسوب لتقييم مدى نجاعة الطريقة مع عدد كبير من مجموعات المفحوصين.

افتحوا ورقة [الإكسل](#).

اختراروا علامة التبويب "عينات تجميع الفحوصات 10×10".

في خانة نسبة الإيجابيين للفيروس في المجموعة، اختاروا 3% وانقرروا عليها.

ستحصلون على عينة إضافية من المفحوصين، وتحتها جدول مثل الجدول الذي قمتم بملئه.

انسخوا السطر إلى جدولكم.

كرروا العملية 20 مرة. للحصول على عينة جديدة، اختاروا 3% مرة أخرى وانقرروا.

في النهاية، احسبوا التوفير المتراكم بالنسبة المئوية نسبة المرضى في المجموعة (اختراروا من القائمة)

- أ.  
ب.  
ج.  
د.  
هـ.  
و.  
ز.  
ح.  
ط.  
ي.

تركيز المعطيات

التوفير بالنسبة المئوية	مجموع الفحوصات	عدد الفحوصات للتحقق	عدد التنبيهات في الأسطر	عدد الأسطر المفحوصة	عدد التنبيهات في الأعمدة	عدد الأعمدة المفحوصة	نسبة المرضى	المفحوصون	تجميع
76%	24	4	2	10	2	10	3	100	1

אחוז חולים באוכלוסייה (בחרו מהרשימה)

3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

א  
ב  
ג  
ד  
ה  
ו  
ז  
ח  
ט  
י

ריכוז נתונים

איגום	נבדקים	אחוז חולים	מספר עמודות נבדקות	מספר התראות בעמודות	מספר שורות נבדקות	מספר התראות בשורות	מספר בדיקות לבירור	סה"ב בדיקות באחוזים	חיסכון
1	100	3	10	2	10	2	4	24	76%

... מדגמי איגום בדיקות 10x10 | התראות איגום בדיקות 10x10 | ⊕

رقم العينة	عدد المفحوصين في المصفوفة	الأعمدة المفحوصة	تنبيهات في الأعمدة	الأسطر المفحوصة	تنبيهات في الأسطر	عدد الفحوصات لمزيد من التحقق	مجموع عدد الفحوصات	التوفير بالنسبة المئوية
1	100	10	2	10	2	4	24	76% (76 من بين 100)
2	100							
3	100							
4	100							
5	100							
6	100							
7	100							
8	100							
9	100							
10	100							
11	100							
12	100							
13	100							
14	100							
15	100							
16	100							
17	100							
18	100							
19	100							
20	100							
21	100							
22	100							
23	100							
24	100							
25	100							
المجموع	2,500							

## كيف تتغير نجاعة الطريقة عند تغير نسبة الإصابة بالمرض؟ - فعالية بحثية

في بداية الفعالية، صادفنا حالات مختلفة كان يجب علينا فيها تحسين نجاعة فحوصات الكورونا. تعرفنا على طريقة للحصول على معلومات عن عدد كبير من المفحوصين، دون فحص كل عينة على حدة. في هذا القسم، سنجري فعالية بحثية تساعدنا على إعطاء معلومات لصنّاع القرار، في حالات إصابة مختلفة، لتساعدهم في اتخاذ قراراتهم.

توزّعوا إلى مجموعات، بحيث تختار كل مجموعة نسبة إصابة مختلفة، وركزوا المعطيات في جدول.

نسبة الإصابة بالمرض: _____								
رقم العينة	عدد المفحوصين في المصفوفة	الأعمدة المفحوصة	تنبيهات في الأعمدة	الأسطر المفحوصة	تنبيهات في الأسطر	عدد الفحوصات لمزيد من التحقق	مجمّل عدد الفحوصات	التوفير بالنسبة المئوية
1	100							
2	100							
3	100							
4	100							
5	100							
6	100							
7	100							
8	100							
9	100							
10	100							
11	100							
12	100							
13	100							
14	100							
15	100							
16	100							
17	100							
18	100							
19	100							
20	100							
21	100							
22	100							
23	100							
24	100							
25	100							
المجموع	2,500							

## نتعلم من تجربتنا لنستعد للجائحة القادمة

المعرفة التي اكتسبتموها خلال الفعالية عن تجميع الفحوصات، يمكن أن تساعد سلطات الحكم على التعامل بنجاعة أكبر مع الإصابات في الجائحة القادمة.

**الفيديو التالي** يعرض مقابلة مع مطورين إسرائيليّين يعملون على تطوير فحوصات للـكورونا، ويفكرون في المستقبل.

اقترحوا طريقة يمكن للدولة من خلالها إجراء فحوصات للفيروس بحسب النموذج السلوكي، لكن بنجاعة أكبر. كعلماء يدركون مدى تعقيد الواقع خلال الجائحة، عليكم أن توضّحوا ما يلي لصناع القرار:

أ. ما هي مراحل النموذج الذي تقترحونه؟

ب. لماذا سيكون النموذج أكثر نجاعة من النموذج الذي تم تطبيقه في سلوفاكيا؟

ج. على أي نوع من الفحوصات سيعتمد النموذج؟

د. ما هي قيود النموذج: في أي حالات من انتشار الجائحة، يكون النموذج الذي تقترحونه ملائمًا، ومتى سيكون أقل ملاءمةً برأيكم؟

يمكن أن تقدّموا توصيتكم على شكل فيديو، عرض تقديمي، أو أي طريقة إبداعية تختارونها لكسب انتباه صناع القرار للنموذج الذي تقترحونه.

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16