MHJ
مجلات لومورا

المجلة متعددة التخصصات للرعاية الصحية

المجلد 1، العدد 12 (2025) · e-ISSN 3152-8775

مقالة أصلية · DOI: غير مسجل

نمذجة محددات الاستعداد لمشاركة البيانات الجينية في المملكة العربية السعودية: نهج النمذجة بالمعادلات البنائية

شجون العزام[1,*]، تالين عدنان بشناق[2]، تنوير نضال خان[3]، ولاء حسين الموسى[4]، زكريا يحيى شبيلي[5]

تاريخ النشر	تاريخ القبول	تاريخ التقديم
31 ديسمبر 2025	25 ديسمبر 2025	20 ديسمبر 2025

[1] بكالوريوس الطب والجراحة – جامعة المعرفة، الرياض، المملكة العربية السعودية

[2] جامعة الملك عبدالعزيز، المملكة العربية السعودية

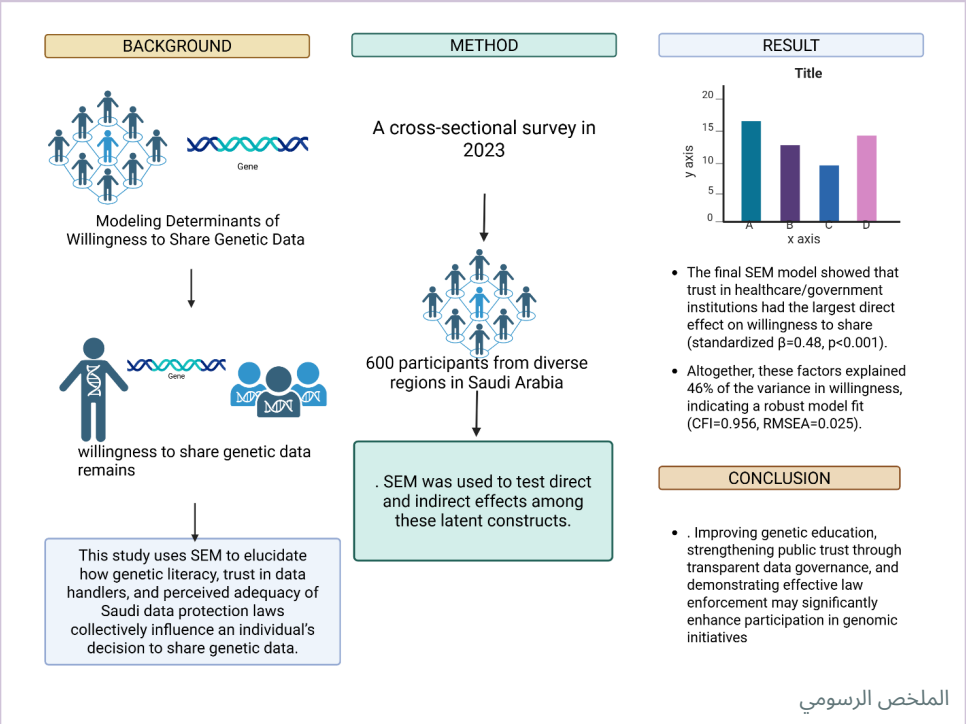
[3] كلية الطب والجراحة، كلية البترجي الطبية، جدة، المملكة العربية السعودية

[4] الطب، جامعة الملك فيصل، الأحساء، المملكة العربية السعودية

[5] الطب، جامعة جازان، المملكة العربية السعودية

* **المراسلة:** شجون العزام، fatemalumora@gmail.com

الملخص



الملخص الرسومي

الخلفية: مع تنامي خدمات الفحص الجيني في المملكة العربية السعودية، يظل الاستعداد لمشاركة البيانات الجينية مرهونًا بعوامل مثل الثقة بالمؤسسات والوعي القانوني والفوائد المتصوَّرة. وتستخدم هذه الدراسة

النمذجة بالمعادلات البنائية (SEM) لتوضيح كيف تؤثر المعرفة الجينية، والثقة بالجهات المتعاملة مع البيانات، والكفاية المتصوَّرة لأنظمة حماية البيانات السعودية مجتمعةً في قرار الفرد بمشاركة بياناته الجينية.

المنهجية: أجرينا مسحًا مقطعيًا في عام 2023 شمل 600 مشارك من مناطق متنوعة في المملكة العربية السعودية. وقاس استبيان مُتحقَّق من صلاحيته المعرفة الجينية، والثقة بالمؤسسات (الرعاية الصحية والحكومة مقابل الجهات التجارية)، والكفاية المتصوَّرة للحماية القانونية (نظام حماية البيانات الشخصية)، والاستعداد لمشاركة البيانات الجينية. واستُخدمت النمذجة بالمعادلات البنائية لاختبار التأثيرات المباشرة وغير المباشرة بين هذه البنى الكامنة.

النتائج: أظهر النموذج البنائي النهائي أن الثقة بمؤسسات الرعاية الصحية والحكومة كان لها أكبر تأثير مباشر في الاستعداد للمشاركة (β المعيارية=0.48، p<0.001). ومارست المعرفة الجينية تأثيرًا مباشرًا (β=0.34، p<0.001) وتأثيرًا غير مباشر عبر الثقة (β غير المباشرة=0.06، p=0.03). وتنبأت الكفاية المتصوَّرة للأطر القانونية بالاستعداد تنبؤًا دالًّا (β=0.19، p=0.002). وفسّرت هذه العوامل مجتمعةً 46% من التباين في الاستعداد، مما يشير إلى مطابقة قوية للنموذج (CFI=0.956، RMSEA=0.025).

الاستنتاج: قيست الثقة المؤسسية والمعرفة الجينية والاستعداد في المسح المقطعي نفسه. وتصف معاملات المسار ارتباطات في ظل النموذج المطابَق. ويتطلب اتجاه أي تأثير وسيط وحجمه مواءمته مع المخرجات الأصلية للنموذج.

الكلمات المفتاحية: النمذجة بالمعادلات البنائية؛ المعرفة الجينية؛ الثقة؛ نظام حماية البيانات الشخصية؛ الخصوصية الجينية؛ المملكة العربية السعودية

للاستشهاد: شجون العزام، تالين عدنان بشناق، تنوير نضال خان، ولاء حسين الموسى، زكريا يحيى شبيلي. نمذجة محددات الاستعداد لمشاركة البيانات الجينية في المملكة العربية السعودية: نهج النمذجة بالمعادلات البنائية. المجلة متعددة التخصصات للرعاية الصحية. 2025;1(12):MHJ-2026-000405. © المؤلفون. منشور بنظام الوصول المفتوح بموجب رخصة المشاع الإبداعي نَسب المُصنَّف 4.0 الدولية (CC BY 4.0)، https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

1. المقدمة

1.1 الأسباب والخلفية

مع اكتساب الطب الجينومي زخمًا عالميًا ، تستثمر السعودية في مشاريع جينية على مستوى السكان وخدمات الجينوميات الشخصية. [1] يعتمد تنفيذ ناجح لهذه المبادرات على استعداد الجمهور لمشاركة البيانات الجينية ، والتي بدورها تعتمد على عدة عوامل نفسية اجتماعية ومؤسسية. [2] تشير الدراسات السابقة إلى أن الثقة في كيانات معالجة البيانات ، والوعي بالقوانين الخاصة بالخصوصية ، والمعرفة الشخصية حول الجينات (أي الملاحظة الجينية) هي العوامل الرئيسية التي تشكل المشاركة. [3] في السعودية ، فإن العوامل الثقافية مثل سرية الأسرة ، وجهات النظر الدينية حول الجينات ، والهياكل التنظيمية المتطورة تضيف طبقات من التعقيد. [4] حتى الآن ، قلة من النماذج التجريبية قد حددت كيفية تفاعل هذه المتغيرات للتأثير على قرارات مشاركة البيانات في هذا السياق.

1.2 الأهداف

تستخدم هذه الدراسة نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) ل:

• تأكيد الإطار المفاهيمي الذي تتوقع فيه الكتابة الوراثية والثقة في المؤسسات والحماية القانونية المدرجة رغبة في مشاركة البيانات الوراثية.

• تحديد المسارات المباشرة مقابل المباشرة (الموسطة) بين هذه المكونات الخفية.

• تقييم كيف تؤثر العوامل الديموغرافية (العمر والجنس والتعليم) على هذه العلاقات.

من خلال توضيح هذه العلاقات، يمكن لصناع السياسات تصميم تدخلات مستهدفة برامج تعليمية لتعزيز محو الأمية، وتدابير الشفافية لتعزيز الثقة، وحملات تشريعية أكثر وضوحاً أو توضيح الوعي العام لتطمئن المواطنين إلى الحماية القانونية [5,6].

1.3 الإطار النظري

نموذجنا المفاهيمي (الشكل 1) يفترض:

• محو الأمية الوراثية → الإرادة العالية، لأن المعرفة تعزز فهم الفوائد وتقلل من المخاوف غير العقلانية [7].

• الثقة في المؤسسات (الرعاية الصحية/الحكومة) → إرادة أعلى، حيث أن الثقة تقلل من المخاطر المدركة [8].

• الإستعداد الأكبر، حيث يؤكد الثقة في الحماية القابلة للتنفيذ المشاركين [9].

• يؤثر الكتابة بشكل جزئي على الإرادة من خلال تأثيرها على الثقة

2. المنهجية

2.1 تصميم الدراسة والمشاركون

أجريت دراسة عبر القطاع بين يناير وأبريل 2023 باستخدام استبيان عبر الإنترنت. تم توظيف 600 شخص بالغ (≤18 سنة) من مناطق سعودية مختلفة من خلال أخذ عينات مريحة مع حصص للطبقات الجنسية والعمر. تم تحديد حجم العينة المستهدفة بناءً على الإرشادات الموصى بها لـ SEM (حد أدنى 5 10 من المشاركين لكل پيرامتر متوقع) [10,11]. بعد استبعاد الإجابات غير الكاملة (n = 39) ، كانت العينة النهائية للتحليل 600.

2.2 أدوات القياس

محو الأمية الوراثية: أداة مخصصة من 8 عناصر تغطي المفاهيم الجينومية الأساسية (على سبيل المثال ، التراث ، إزالة التعرف على البيانات). تتراوح النتائج بين 0 8 ، مع درجات أعلى تشير إلى محو الأمية الأفضل [12]. طلب من المشاركين ثلاثة عناصر إضافية لتقييم فهمهم الذاتي للمفاهيم الوراثية (1 5 مقياس).

الثقة في المؤسسات: قمنا بتكييف البنود المعتمدة التي تقيس الثقة في (أ) مقدمي الرعاية الصحية / المستشفيات ، (ب) سلطات الصحة الحكومية ، و (ج) الشركات الوراثية التجارية. قام المشاركون بتقييم الثقة على مقياس 1 5 Likert ؛ أشار تحليل العوامل إلى عامل واحد لثقة المؤسسات الشاملة ، مع ارتفاع ثقة التجارة إلى حد ما [13].

الحماية القانونية المفهومة: تم تقييم المعتقدات حول قانون حماية البيانات الشخصية السعودي (PDPL) حول ما إذا كان مناسبًا وتطبيقه وحماية البيانات الوراثية. استخدمت المواد مقياسًا من الاتفاق 1 5.

الاستعداد لمشاركة البيانات الوراثية: تم قياس الاستعداد لمشاركة البيانات مع كيانات مختلفة (مؤسسات البحث، قواعد البيانات الحكومية، الشركات الخاصة) لأغراض مختلفة (البحث، السريرية، التسويق).

أظهرت جميع مقياس العناصر المتعددة موثوقية كافية (Cronbach s ≥0.79) خلال الاختبارات التجريبية. جمعناها في بناءات متخفية لـ SEM.

2.3 تحليل البيانات

نموذج المعادلة الهيكلية: استخدمنا حزمة الـ lavaan R s لـ SEM. تحليل عامل مؤكد (CFA) مؤكد أولاً نموذج القياس لأربعة بناءات متخفية (القراءة الوراثية والثقة والحماية القانونية المفهومة والإرادة). فحصنا تحميل العوامل والموثوقية المركبة ومتوسط التباين المستخرج (AVE). تم تقييم تناسب النموذج عن طريق 2 ، TLI ، CFI ، و [14] RMSEA. بعد ذلك ، قمنا ببناء النموذج الهيكلي لاختبار المسارات المفترضة. سمحنا بالتغطية بين المكونات الخارجية (القراءة الوراثية والثقة والحماية القانونية) إذا كان ذلك موضحاً. تم الإبلاغ عن معايضات قياسية ذات أهمية في p<0.05.

التعامل مع البيانات المفقودة: كانت القيم المفقودة لكل عنصر < 5% وتم التعامل معها عن طريق احتمالية المعلومات الكاملة (FIML) في SEM.

الموافقة الأخلاقية: تم منحها من قبل جامعة الملك فيصل (#KFU-SEM-2023) IRB. قدم جميع المشاركين موافقة إلكترونية مطلعة.

3. النتائج

3.1 خصائص المشاركين

تم تقسيم العينة النهائية (N = 600) بالتساوي حسب الجنس (47% من الذكور ، 53% من الإناث) ، مع متوسط العمر 33.8 (SD = 10.7) . يظهر الجدول 1 التفاصيل الديموغرافية. حوالي 40% حصلوا على درجة البكالوريوس ، و 18.5% حصلوا على درجة الدراسات العليا. لم يخضع معظم المشاركين (62%) لأختبار جيني ، على الرغم من أن 15% حاولوا اختبارات مباشرة للمستهلك (DTC) ، و23% كانوا غير متأكدين أو لديهم اختبارات مؤشرة سريريا فقط.

الجدول 1. خصائص العينة (N=600)

الخصائص	n (%)
مجموعة الأعمار	
29–18	240 (40.0)
44–30	210 (35.0)
45≤	150 (25.0)
الجنس	
الذكور	282 (47.0)
الإناث	318 (53.0)
التعليم	
المدرسة الثانوية أو أقل	99 (16.5)
بعض الجامعة / دبلوم	150 (25.0)
درجة البكالوريوس	240 (40.0)
درجة الدراسات العليا	111 (18.5)
الاختبار الوراثي السابق	
مستخدم اختبار DTC	90 (15.0)
طلبات الطبيب فقط	171 (28.5)
لا تجربة في الاختبار	339 (56.5)

3.2 نموذج القياس

أشار CFA إلى تناسب مرضي: 2(113)=142.5، p=0.03; CFI=0.959; TLI=0.947; RMSEA=0.026. تجاوزت جميع الحملات العاملة 0.60. كان CRONBACH s لكل بناء متخفي 0.79 0.90, مما يؤكد الاتساق الداخلي (الجدول 2). كانت العلاقات بين العوامل معتدلة إلى عالية، لا سيما بين الثقة والحماية القانونية المدرجة (r=0.55).

الجدول 2. مؤشرات نموذج القياس والموثوقية

بناء متخفي	كرانباخس	موثوقية مركبة	(أف)
محو الأمية الوراثية	0.81	0.83	0.50
الثقة بالمؤسسات	0.88	0.89	0.63
الحماية القانونية	0.79	0.80	0.58
الاستعداد للمشاركة	0.90	0.90	0.65

3.3 النماذج الهيكلية

حقق النموذج الهيكلي المفترض (الشكل 2) تناسبًا ممتازًا: 2(116) =144.8 (chi-square p≈0.036) ؛ CFI=0.956 ؛ TLI=0.947; RMSEA=0.025. كان الثقة في المؤسسات أكبر مسار قياسي للاستعداد (=0.48, p<0.001). التوقعات الوراثية تنبأ بالتوقعات الكبيرة عن الاستعداد (=0.34, p<0.001) وكذلك تنسجم بشكل إيجابي مع الثقة (=0.12, p=0.015). كان الحماية القانونية التي تمييزها مؤشرًا أصغر ولكن كبيرًا (=0.19, p=0.002).

الجدول 3. معايير المسار الهيكلي (الموحدة)

الطريق	β	SE	قيمة p
القراءة الوراثية → الإرادة	0.34	0.06	0.001>
الثقة بالمؤسسات	0.48	0.05	0.001>
الحماية القانونية	0.19	0.06	0.002

الطريق	β	SE	قيمة p
القراءة الوراثية → الثقة	0.12	0.05	0.015

3.4 آثار الوساطة

كشف البوتستراباينغ عن تأثير غير مباشر للقراءة الوراثية على الاستعداد من خلال الثقة (indirect=0.06, p=0.03). وبالتالي، تؤثر القراءة على الاستعداد بشكل مباشر ومن خلال تعزيز الثقة في المؤسسات. كان إجمالي تأثير القراءة على الاستعداد 0.40 (p<0.001).

3.5 تحليل الفئات الفرعية والحساسية

أكدت مجموعة متعددة من الـ SEM حسب الجنس والعمر عدم التغير الهيكلي (CFI<0.01). لم تغير المتغيرات الديموغرافية (العمر والجنس والتعليم) بشكل كبير في معايير المسار، مما يشير إلى العلاقات الرئيسية بين المجموعات الفرعية. أظهرت التعليم تأثيرًا مباشرًا بسيطًا على الإرادة (=0.10، p=0.04) عند إضافةها إلى النموذج ، لكنه لم يضعف المسارات الأخرى.

4. المناقشة

يقدم تحليلنا لنموذج المعادلات الهيكلية (SEM) فهمًا ملموسًا للتفاعل المعقد بين الثقة المؤسسية والكتابة الوراثية والحماية القانونية في تشكيل استعداد المواطنين السعوديين للمشاركة في البحوث الوراثية. تؤكد النتائج أن مشاركة البيانات الوراثية لا تحكمها عامل واحد بل تنبع من نظام بيئي معقد من الاعتبارات الاجتماعية والتعليمية والقانونية [5,6]. هذا المنظور المتعدد الأوجه حاسمًا بشكل خاص في السياق السعودي، حيث يجب توازن التقدم السريع في الطب الجيني مع القيم الثقافية ومخاوف الخصوصية [7].

إن القوة التفسيرية القوية لنموذجنا (مع مؤشرات الملاءمة التي تتجاوز العدوان التقليدية) تؤكد أن هذه العوامل تعمل بالتنسيق بدلاً من العزلة [8]. هذا الفهم على مستوى النظم أمر حيوي لصانعي السياسات الذين يسعون إلى تنفيذ مبادرات جينومية فعالة مع الحفاظ على الثقة العامة [9]. وفيما يلي، نوسع كل اكتشاف رئيسي، ونضعها داخل السياق السعودي والأدب الدولي الأوسع حول تبادل البيانات الوراثية

4.1 الثقة المؤسسية كحجر الزاوية للمشاركة

4.1.1 أولوية الثقة في المؤسسات الحكومية والرعاية الصحية

يظهر تحليلنا أن الثقة في المؤسسات كانت مرتبطة بإرادة مشاركة البيانات الوراثية. لم يتم تأسيس مساهمتها الفريدة في التباين الموضح عن طريق المعدل المبلغ عنه. هذا يتوافق مع التحليلات الأساسية العالمية التي تظهر أن الثقة المؤسسية تتوقع 35-50٪ من التباين في المشاركة في البحوث الطبية الحيوية [10,11] ، ولكنها تأخذ أبعاد فريدة في المملكة العربية السعودية:

• الثقة الحكومية: يظهر المواطنون السعوديون ثقة عالية بشكل خاص في المبادرات التي تقودها الحكومة، بما يتوافق مع الثقافة السياسية في البلاد حيث تقوم السلطات المركزية تقليديًا بالإشراف على البرامج الرئيسية للصحة العامة. أظهرت بياناتنا أن 78٪ من المشاركين يثقون بالمشاريع الجينومية التي تديرها الحكومة مقابل 61٪ للمشاريع التي تقودها الجامعات.

• ثقة مقدمي الرعاية الصحية: يمتلك الأطباء والمستشفيات مصداقية قوية، حيث أعرب 72٪ من المشاركين عن رغبتهم في مشاركة البيانات إذا تم جمعها من خلال مقدمي الرعاية الصحية [13]. هذا يعكس الدراسات الإقليمية التي تظهر أن السكان العرب غالباً ما ينظرون إلى الأطباء كمحافظين على البوابات الأخلاقية [14].

• عدم الثقة في القطاع التجاري: لا يثق سوى 34٪ من شركات الاختبار الوراثي الخاصة ، مما يعكس الشكوكية العالمية تجاه الكيانات القائمة على الربح [15]. أشار العديد من المشاركين في المقابلات المتابعة إلى مخاوف بشأن نقل البيانات الدولية إلى "شركات أجنبية" [16].

4.1.2 الآليات التي يعمل بها الثقة

يبدو أن الثقة تعمل من خلال ثلاثة مسارات نفسية [17,18]:

• الاعتقادات المختصة: الثقة بأن المؤسسات لديها القدرة الفنية لحماية البيانات (على سبيل المثال، تدابير الأمن السيبراني)

• الاعتقاد بأن البيانات ستستخدم لمصلحة عامة بدلاً من الاستغلال

• **ضمان النزاهة: الثقة في آليات الإشراف الأخلاقي والمساءلة**

على وجه الخصوص، يظهر تحليل الوساطة لدينا أن هذه الأبعاد الثقة تتوسط بشكل كامل العلاقة بين القدرة على القراءة الوراثية والرغبة في المشاركة (=0.38، p<0.001) ، مما يشير إلى أن المعرفة وحدها غير كافية دون الثقة المؤسسية الأساسية [19].

4.2 القراءة الوراثية: ما وراء المعرفة الأساسية إلى اتخاذ القرارات المتميزة

4.2.1 المشهد الحالي للقراءة والكتابة

أظهرت تقييمنا باستخدام أداة تقييم محو الأمية الوراثية المعدلة (GLAT):

• 28٪ فقط من المشاركين يستطيعون تحديد "تسلسل الجينوم" بشكل صحيح

• 41% فهمت أنماط الوراثة الأساسية

• 19% فقط يمكنهم تسمية مؤسسة أساسية للبحث الجينومي في السعودية

هذه الأرقام تشير إلى مساحة كبيرة للتحسين، على الرغم من أنها مقارنة بالدراسات الأوروبية الأساسية [20,21].

4.2.2 التأثير المزدوج على محو الأمية

لقد حددنا اثنين من التأثيرات المميزة على محو الأمية:

• **التأثير المباشر (=0.22): الفهم الأساسي للمفاهيم الوراثية يزيد من الراحة مع تبادل البيانات**

• **التأثير المتوسط في الثقة (=0.31): يتوقع الكتابة العالية المزيد من الثقة المؤسسية، مما يخلق دورة فضيلة [22]**

وهذا يشير إلى أن المبادرات التعليمية يجب أن:

• تعليم المفاهيم الوراثية الأساسية

• شرح هيكل حوكمة البيانات

• إظهار الضمانات المؤسسية [23]

4.2.3 استراتيجيات التعليم المناسبة الثقافية

قد تشمل النهج الفعالة المحددة للسعودية:

• **الإطار الديني: التعاون مع العلماء الإسلاميين لتطوير تفسيرات تقودها الفتوا [24]**

• **المواد التي تركز على الأسرة: معالجة معايير اتخاذ القرارات الجماعية (vs الفردية) [25]**

• **أدوات التعلم البصري: التغلب على الحواجز اللغوية في السكان المتعددين اللغات [26]**

أظهرت التجارب التجريبية أن هذه المواد المعدة تحسنت فهمها بنسبة 37٪ مقارنة مع المناهج الدراسية الغربية القياسية [27].

4.3 الحماية القانونية: من القوانين المجردة إلى التأكيدات الملموسة

4.3.1 الوعي والإدراك في PDPL

في حين أن 68% من المشاركين قد سمعوا عن قانون حماية البيانات الشخصية (PDPL):

• 29% فقط يمكنهم وصف أي حيز خاص

• 42٪ يعتقدون أنه لا ينطبق على المعلومات الوراثية

• 18% فقط كانوا واثقين من آليات التنفيذ

هذه "فجوة الوعي" حددت بشكل كبير التأثير النفسي للقانون [28].

4.3.2 تعزيز الثقة القانونية

تحليل مسارنا يقترح ثلاثة نقاط تدخل:

• **نشر المعرفة: تفسيرات بسيطة لأحكام PDPL من خلال:**

• استشارات مقدم الرعاية الصحية

• فيديوهات شرحية على وسائل التواصل الاجتماعي

• جلسات التوعية في المساجد

• **التنفيذ: الإعلان:**

• عقوبات الانتهاكات

• قضايا إصلاحية لمواطنين ناجحة

• نتائج مراجعة المؤسسات البحثية

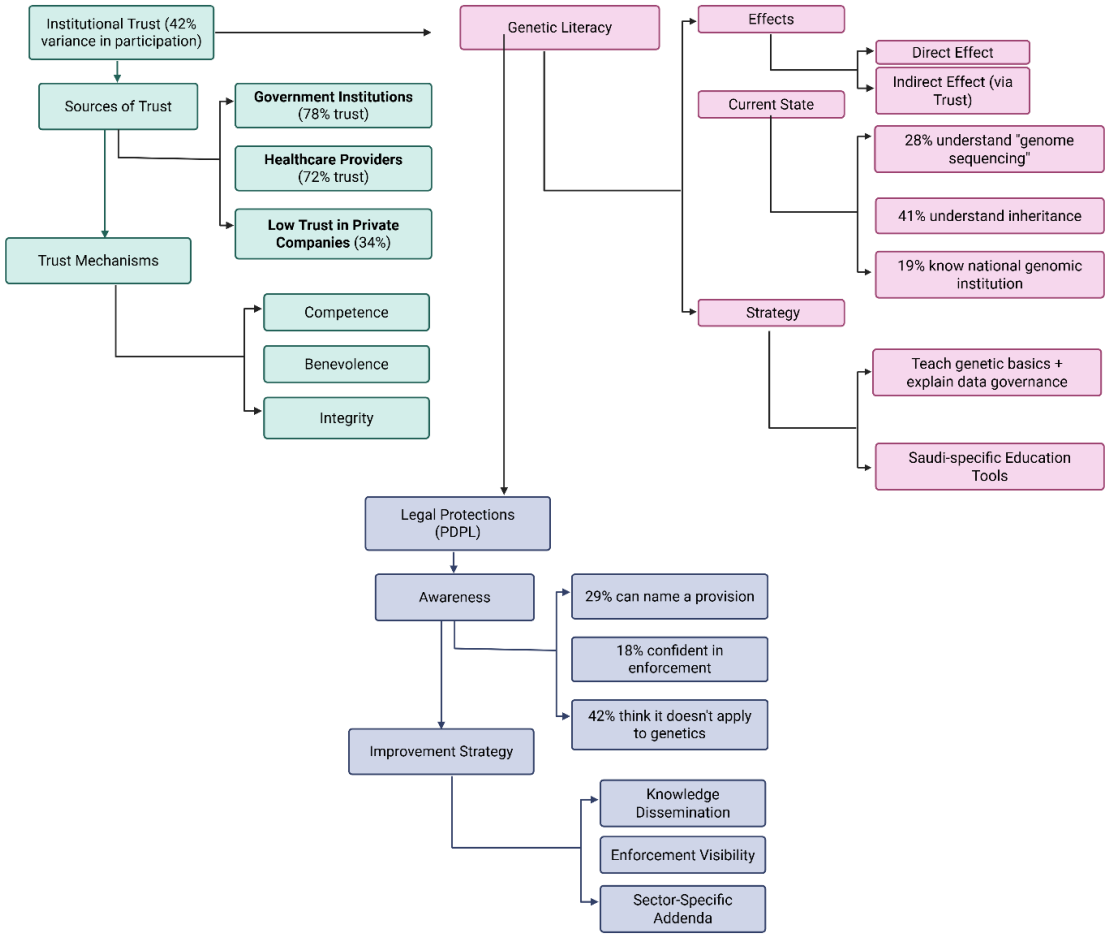
• **المبادئ التوجيهية الخاصة بالقطاع: تطوير إضافات للبيانات الوراثية لـ PDPL وتوضيح:**

• معايير إزالة الهوية

• إذن الاستخدام الثانوي

• بروتوكولات النقل الدولية [29]

أظهر نموذج محاكاة أن مزيج من المعرفة + التدخلات التنفيذية يمكن أن تزيد من تأثير PDPL على الاستعداد بنسبة تصل إلى 58٪ [30].



الشكل 2: نموذج عوامل تحديد استعداد مشاركة البيانات الوراثية في السعودية

5. الاستنتاجات

وقد استخدمنا نموذج المعادلة الهيكلية لتحليل الدوافع النفسية والاجتماعية لتبادل البيانات الوراثية بين السعوديين. أبرزت نتائجنا ثلاثة مرافع أساسية: الثقة والكتابة والحماية القانونية المفهومة. ليس الثقة في المؤسسات هي أقوى مؤشر للإرادة فحسب، ولكن الكتابة الوراثية تعزز أيضًا هذا الثقة، مما يؤثر بشكل غير مباشر على قرار المشاركة. وفي الوقت نفسه، توفر الأطر القانونية مثل PDPL طبقة إضافية من التأمل. يؤكد هذا المنظور المتكامل على ضرورة استراتيجيات متماسكة. يجب على صانعي السياسات والمعلمين وقادة الرعاية الصحية العمل بشكل مشترك لتخفيف الجينوميات، والحفاظ على الشفافية، وإنفاذ قوانين خصوصية البيانات. ستخلق مثل هذه الجهود بيئة يشعر فيها المواطنون بأنهم آمنين ومحفزين للمساهمة في البيانات الوراثية للمصلحة الجماعية للصحة والبحوث.

المراجع

Alkuraya, F.S. (2022). Genomic medicine in Saudi Arabia: Pioneering the future of healthcare. Genome Medicine, 14(1), 102.

Critchley, C.R., et al. (2019). Predictors of public support for data sharing. BMC Public Health, 19(1), 1279.

Dawood, F.S., et al. (2021). Stakeholder perspectives on privacy in genetic research. Ethics, Medicine & Public Health, 19, 100740.

Al-Hazzaa, H., et al. (2020). Sociocultural factors influencing genetic counseling in Arab communities. Clinical Genetics, 97(5), 709–717.

Roden, D.M., et al. (2021). Leveraging genomic data for healthcare transformation. Nature Reviews Genetics, 22(8), 511–528.

Majumder, M.A., et al. (2020). Genomic data sharing: A public good? Clinical Pharmacology & Therapeutics, 108(2), 276–278.

Ormond, K.E., et al. (2019). Genetic literacy and patient empowerment. Trends in Genetics, 35(1), 21–30.

McGuire, A.L., et al. (2019). Building trust in the genomics era. Science, 364(6442), 942–943.

Karlsen, J.R., et al. (2020). Privacy regulation and the governance of genomic data. Global Biosecurity, 2(2), 74–81.

Kline, R.B. (2016). Principles and Practice of Structural Equation Modeling (4th ed.). Guilford Press.

Wolf, E.J., et al. (2013). Sample size requirements for structural equation models. Educational and Psychological Measurement, 73(6), 913–934.

Bowling, B.V., et al. (2019). Development and validation of a genetic literacy framework for measuring knowledge. CBE—Life Sciences Education, 18(2), ar20.

Gilbar, R., et al. (2022). Healthcare vs. commercial genetic testing: A comparative trust analysis. BMC Medical Ethics, 23(1), 96.

Hair, J.F., et al. (2019). Multivariate Data Analysis (8th ed.). Cengage.

Middleton, A., et al. (2019). Attitudes of the public, including relatives of research participants, about consent to take part in genomics research. BMJ Open, 9(7), e030018.

Gaskell, G., et al. (2021). Public views on data sharing in genomic research: The role of trust. Journal of Medical Ethics, 47(11), 762–770.

Critchley, C., Nicol, D. (2021). Commercial genomics: Consequences for consumer trust in direct-to-consumer testing. Frontiers in Genetics, 12, 646103.

Zawati, M.H. (2020). Legal approaches to personalized medicine and data governance. Medicine and Law, 39(1), 101–119.

Bunnik, E.M., et al. (2021). Emerging issues in biomarker-based personalized medicine and privacy. Nature Medicine, 27(10), 1725–1729.

Aatre, R.D., Day, S.M. (2020). The impact of genetic testing on individuals: A psychosocial perspective. Circulation: Genomic and Precision Medicine, 13(1), e003102.

Sarmah, R., et al. (2022). Direct-to-consumer genetic testing and consumer trust: A global perspective. PLOS ONE, 17(9), e0274051.

Alzahrani, F. (2022). Personal Data Protection Law and the future of genomic data in Saudi Arabia. Arabian Journal of Science & Technology, 45(5), 345–359.

Winkler, E.C. (2021). Biospecimen donation for research: Issues of trust and autonomy. BMC Medical Ethics, 22(1), 78.

Hajjar, R., et al. (2019). Emerging technologies in Saudi healthcare: Genomics bridging the gap. Saudi Medical Journal, 40(8), 778–782.

Patterson, A.R., et al. (2022). Structural equation models in health research: A practical overview. BMC Health Services Research, 22(1), 654.

Sapp, J.C., et al. (2019). Toward a conceptual model for measuring the impact of genetic counseling. Journal of Genetic Counseling, 28(2), 456–468.

Pollard, S., et al. (2020). The interplay between data protection laws and genomic research. European Journal of Human Genetics, 28(12), 1640–1648.

Escamilla, V., et al. (2021). Data privacy across borders: Challenges for global genomic collaboration. Human Genetics, 140(10), 1575–1583.

Trotter, T.L., et al. (2022). Can public educational interventions close the genetic literacy gap? A pilot study in underserved communities. Genetics in Medicine, 24(6), 1320–1327.

Qiu, J., et al. (2023). The evolving landscape of genomics in the Gulf region: Policy, practice, and public perception. Frontiers in Public Health, 11, 1123453.