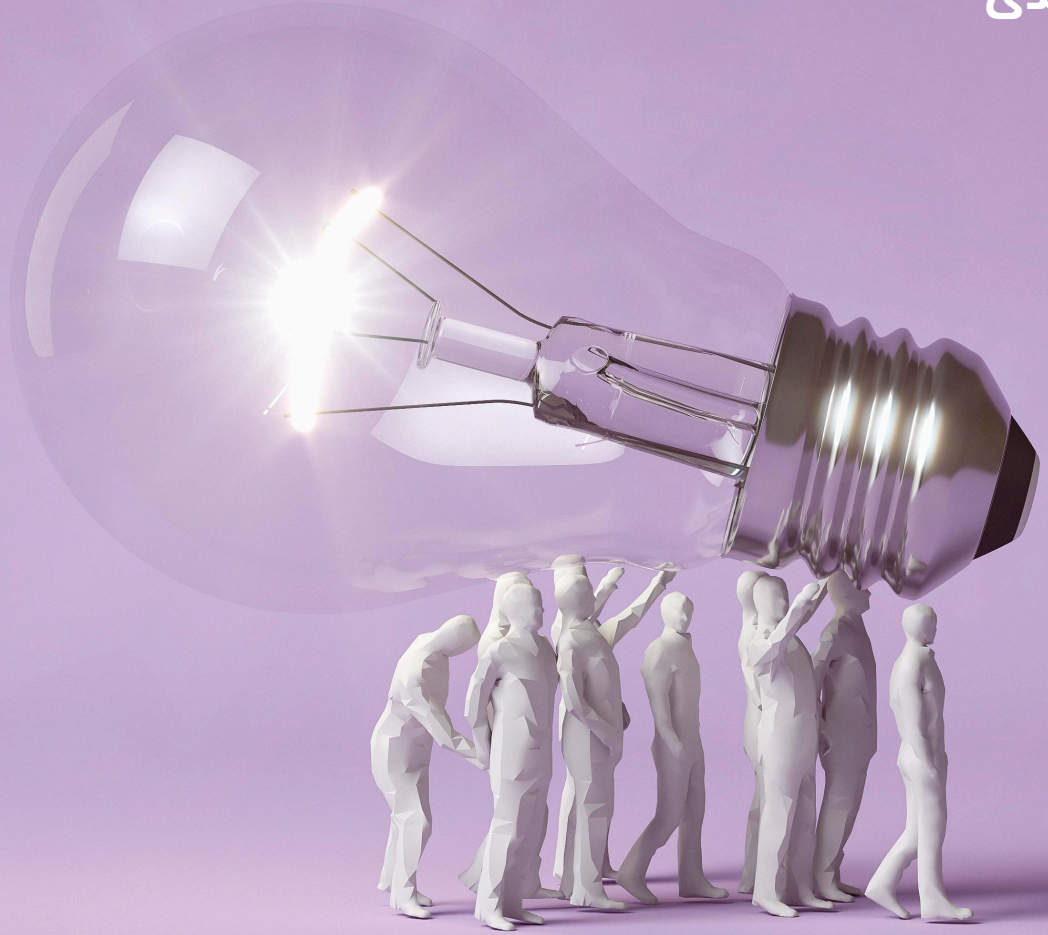


العدد 29
أغسطس 2025

www.mada.org.qa

نفاذ

من مدى



الابتكار من أجل الشمول جسر بين البحوث والمجتمع والتكنولوجيا

**القيادة الآمنة للصم
(SafeDrive4Deaf)**

دراسة متعددة الأساليب حول
الوعي الصوتي في حالات
الطوارئ واحتياجات التكنولوجيا
المساعدة للسائقين الصم
وضعاف السمع

صفحة 42

بلا حدود

ابتكار "المُرافق"
الرائد لضعاف
البصر

صفحة 22

**التفاعل العاطفي
للأطفال من ذوي
التوحد في بيئة
طيران افتراضية**

صفحة 08

ISSN 0278-9914



9 770278 991447

المحتويات

الصفحة 32

هل لديك الكثير من علامات
التبويب المفتوحة؟ استخدام
بيانات الكمبيوتر اليومية لتعزيز
التركيز عند البالغين المصابين
باضطراب فرط الحركة ونقص
الانتباه

الصفحة 42

القيادة الآمنة للصم

(SafeDrive4Deaf)

دراسة متعددة الأساليب حول
الوعي الصوتي في حالات
الطوارئ واحتياجات التكنولوجيا
المساعدة للسائقين الصم
وضعاف السمع

أحمد زين
دانيال جروسينغ

جيرمي ناجل
فينودي ويداناجاماج
ليكيث شيفاشانكار
سوبهاماي ياسو
سرينيدهي أناند
ماهيش مانوهار
تشانندان ساجي راجو
لوان فام

الصفحة 60

بناء بيئة عمرانية خالية
من العوائق
رؤية مركز مدى لقطر
مُتيسرة للجميع

مايك بارك

الصفحة 22

بلا حدود
ابتكار "المُرافق" الرائد لضعاف البصر

إيمان خنغير
محمد قللال
أمين قللال

الصفحة 08

التفاعل العاطفي للأطفال من
ذوي التوحد في بيئة طيران
افتراضية

خنساء شمناد
أشرف عثمان



نفاذ

من مدى

دعوة مفتوحة لتقديم المقالات

"نفاذ" هي مجلة متاحة للجميع تنشر مساهمات بحثية أصلية في مجال النفاذ وسهولة الاستخدام وتشكل مصدر المعلومات الرئيسي لنشر الحقائق حول أحدث الاتجاهات والابتكارات في مجال النفاذ إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتمكين الأشخاص ذوي الإعاقة والمتقدمين في السن. وتركز "نفاذ" على البحوث النظرية والمنهجية والتجريبية ذات الطبيعة التكنولوجية إضافة إلى تلك التي تتناول النفاذ العادل والمشاركة الفعالة لجميع المواطنين في مجتمع المعلومات.

المواضيع ذات الصلة

تشمل الجوانب والمواضيع المهمة التي تتم مناقشتها في "نفاذ" (على سبيل المثال لا الحصر):

- المبادئ التوجيهية للنفاذ.
- الألعاب القابلة للنفاذ.
- الواجهات القابلة للتكيف والتعديل.
- تكنولوجيا الإدخال / الإخراج البديلة والمعززة.
- تطبيقات التكنولوجيا المساعدة المتنوعة.
- البنى المعمارية التكنولوجية وأساليب التطوير وأدوات النفاذ إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
- التصميم الشامل والتعليم والتدريب على إمكانية النفاذ.
- تقييم إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام وتجربة المستخدم.
- التطبيقات والبيئات المساعدة المبتكرة وحلول النفاذ إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
- التوطين.
- تصميمات جديدة للصغار والمتقدمين في السن والأشخاص ذوي الإعاقات المختلفة.
- الحلول التكنولوجية وأجهزة ومنصات واستعارات التفاعل الجديدة.

- الحلول التكنولوجية القابلة للتخصيص الشخصي والمنتجات والخدمات الشخصية.
- عناصر البرمجة الذكية والمدن الذكية والبيئات الذكية.
- النفاذ إلى الويب.

بالإضافة إلى ما سبق، فإنه يمكن لنفاذ استضافة إصدارات خاصة ومراجعات كتب ورسائل إلى المحرر وإعلانات (مثل المؤتمرات والندوات والعروض التقديمية والمعارض والتعليم والمناهج والجوائز وبرامج البحث الجديدة) والتعليقات (على سبيل المثال حول السياسات أو التشريعات الجديدة).

نفاذ
العدد 29
7

دعوة مفتوحة لتقديم المقالات



لماذا تنشر مقالتك معنا؟

تم تسجيل "نفاذ" وفهرستها بواسطة معرّف الوثيقة الرقمي. وتحتوي جميع الإصدارات على الرقم الدولي الموحد للدوريات عبر الإنترنت والنسخ المطبوعة.

لتقديم مشاركة، يرجى زيارة:

<https://nafath.mada.org.qa/submit-your-paper/>

أو يمكنكم إرسالها مباشرة إلى المحررين عبر البريد الإلكتروني:

edge@mada.org.qa



التفاعل العاطفي للأطفال من ذوي التوحد في بيئة طيران افتراضية

خمساء شمناد

kchemnad@mada.org.qa

أشرف عثمان

aothman@mada.org.qa

مركز مدى - قطر للتكنولوجيا المساعدة،
الدوحة، قطر

الملخص - تستكشف هذه الدراسة قدرة الواقع الافتراضي على مساعدة الأطفال من ذوي التوحد على إدارة التحديات العاطفية للسفر بالطائرة بشكل أفضل. وقد شارك خمسة أطفال من ذوي التوحد في محاكاة طيران غامرة باستخدام الواقع الافتراضي وهي تجربة مصممة لمحاكاة تجربة الطيران الحقيقية. كما تم رصد الاستجابات العاطفية للأطفال قبل الجلسة وأثناءها وبعدها. وجرى جمع الأفكار المختلفة من خلال مقابلات مفصلة وملاحظات منظمة شملت الأطفال وعائلاتهم. وتُبرز النتائج إمكانيات الواقع الافتراضي كأداة فعّالة للتعليم التجريبي مما يُساعد الأطفال على الشعور بمزيد من الراحة والاستعداد العاطفي لتحمل ضغوط السفر. ورغم قيام المحاكاة بتقديم تجربة طيران واقعية إلا أن النتائج تشير إلى الحاجة إلى سيناريوهات أكثر تنوعًا وتعقيدًا لإعداد الأطفال بشكل كامل لمواجهة أحداث الحياة الواقعية غير المتوقعة. ويدعم هذا البحث بشكل عام الدور المتنامي للواقع الافتراضي كتكنولوجيا داعمة للأطفال من ذوي التوحد إذ تساعدهم على بناء استعدادهم العاطفي وثقتهم بأنفسهم في مواجهة مواقف واقعية كالسفر بالطائرة.

الكلمات المفتاحية

اضطراب طيف التوحد، الواقع الافتراضي، التكنولوجيا المساعدة..



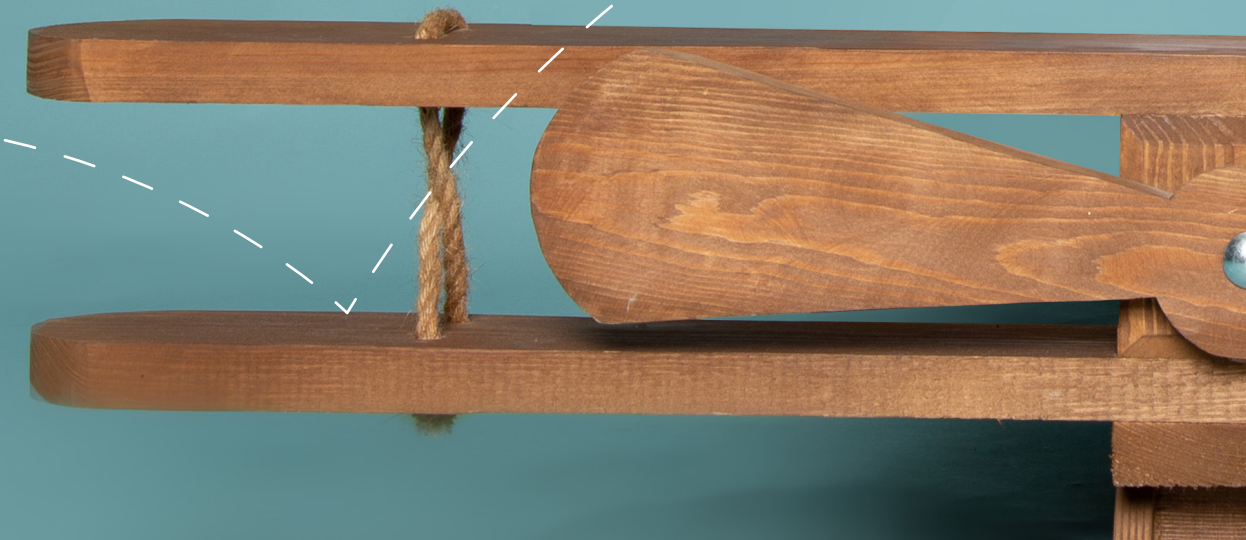
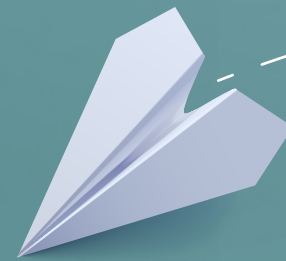
1. المقدمة

يعد اضطراب طيف التوحد (ASD) إعاقة نمائية تتميز بضعف في التواصل والتفاعل الاجتماعي وأنماط سلوكية أو اهتمامات أو أنشطة محدودة ومتكررة. وغالبًا ما يواجه الأفراد المصابون باضطراب طيف التوحد تحديات في مجال التواصل البصري وفهم المشاعر وتكوين العلاقات مع الآخرين إلى جانب سلوكيات متكررة وروتين صارم واستجابات حسية غير عادية. وتظهر أعراض التوحد عادةً في مرحلة الطفولة المبكرة وتكون متفاوتة في شدتها. إن لاضطراب طيف التوحد أساس وراثي قوي نظراً لارتفاع معدلات تكرار الإصابة بين أفراد الأسرة والاختلافات في نمو الدماغ، كما وقد تساهم العوامل البيئية أيضاً في تطوره وإن كان بدرجة أقل. ويعتمد التشخيص بشكل عام على التقييمات السلوكية حيث لا توجد اختبارات طبية قاطعة في هذا المجال. ويصيب هذا الاضطراب حوالي 1% من السكان مع ارتفاع المعدلات لدى الذكور وتكرار الإصابة بأمراض مصاحبة مثل القلق أو الإعاقة الذهنية. وبالرغم من النتائج الجيدة للتدخل المبكر إلا أن معظم الأفراد من ذوي التوحد يحتاجون إلى الدعم مدى الحياة.

تشدد الأبحاث الحالية على أن تنظيم الانفعالات (ER) يمثل تحديًا كبيرًا للأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد (ASD) مما يتسبب في صعوبات اجتماعية ومشاكل سلوكية وحالات صحية نفسية مصاحبة كالقلق والاكتئاب. وغالبًا ما يُظهر الأطفال المصابون بالتوحد اختلالًا في تنظيم الانفعالات من خلال الانهيارات العصبية أو العدوانية أو الانسحاب وهي أمور قد تستمر حتى مرحلة المراهقة والبلوغ. وتشير الدراسات إلى أن القصور في كل من الوعي العاطفي والوظائف التنفيذية يُعيق قدرة الأفراد المصابين بالتوحد على إدارة الإثارة وتكييف السلوكيات في السياقات الاجتماعية. كما تُشير الدراسات إلى أن اختلال الانفعالات لا يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمعدل الذكاء مما يؤكد الحاجة إلى تدخلات مُستهدفة عبر المستويات المعرفية المختلفة. وقد أظهرت التدخلات الحديثة مثل برنامج تعزيز الوعي العاطفي والمهارات (EASE) نتائج واعدة في تحسين تنظيم الانفعالات من خلال تعليم تقنيات اليقظة والوعي العاطفي. وعلى الرغم من التقدم المحرز إلا أنه لا تزال هناك فجوات في التقييمات القابلة للتطوير وفي تكييف العلاجات مع السمات العصبية الحيوية الفردية وخاصة لأولئك الذين لديهم سمات تجنب الطلب (-demand avoidant traits). وعلى العموم فإن تعزيز مهارات تنظيم المشاعر يعد أمرًا بالغ الأهمية لتحسين النتائج طويلة المدى لدى الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد. إن الأطفال المصابون باضطراب طيف التوحد يميلون إلى البحث عن القدرة على التنبؤ كما يميلون بشكل أكبر إلى تجنب البيئات غير المألوفة التي تخل بروتينهم المعتاد. وقد يُظهرون في مثل هذه الحالات قلقًا متزايدًا أو سلوكيات متكررة أو انهيارات عاطفية. وتعكس هذه الاستجابات نطاقاً أوسع من الصعوبات التي يواجهونها في التعامل مع البيئات الحسية والاجتماعية الجديدة بالنسبة لهم.

وقد برزت تكنولوجيا الواقع الافتراضي (VR) كأداة تدخل واعدة لمواجهة هذه التحديات. كما يتزايد الاعتراف بالواقع الافتراضي كأداة محاكاة واعدة لدعم الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد لا سيما في بناء المهارات الاجتماعية والتواصلية ومهارات الحياة اليومية. حيث يوفر الواقع الافتراضي بيئات تفاعلية غامرة حيث يمكن للأطفال المصابين بالتوحد أن يمارسوا وبأمان سلوكيات قد تكون صعبة ومربكة لهم أو صعبة المحاكاة في الحياة الواقعية مثل السفر جواً والتفاعلات الاجتماعية المختلفة أو الاستجابة الطارئة للأحداث غير المألوفة. وتشير الدراسات إلى نجاح التدخلات القائمة على الواقع الافتراضي في تعزيز الإدراك العاطفي وأداء المهام والاستعداد للمواقف الجديدة من قبل الأطفال المصابين بالتوحد. فعلى سبيل المثال تتيح أدوات الواقع الافتراضي المصممة لمجال السلامة من الحرائق أو الاستعداد للكوارث للمستخدمين المصابين بالتوحد المشاركة بشكل متكرر في مهام اتخاذ قرارات واقعية مما يحسن وعيهم بالسلامة بطريقة غير مهددة لهم. كما أثبتت تدخلات الواقع الافتراضي أنها تحسن الانتباه والتفاعل أثناء التعلم خاصة عند دمجها مع الألعاب أو الشخصيات الافتراضية. وتوفر محاكاة الواقع الافتراضي مثل بيئات الطائرات أو المطارات تجارب آمنة تخضع لتحكم كامل وقابلة للتكرار مما يساعد في تخفيف حساسية الأطفال تجاه ضغوطات السفر. ويمكن للواقع الافتراضي من خلال التعرض المتكرر لنشاط بعينه والتفاعل الموجه أن يعزز مهارات التأقلم ونقل السلوكيات المكتسبة إلى بيئات العالم الحقيقي. وتعد المطارات نقطة محورية للتدخلات القائمة على الواقع الافتراضي نظرًا لمتطلباتها الحسية والاجتماعية المعقدة. وبينما تشكل عوامل التكلفة وسهولة النفاذ عوائق أمام تطبيق هذه التكنولوجيا على نطاق واسع تؤكد الدراسات الحالية على إمكانات الواقع الافتراضي كأداة مبتكرة وفعالة في تدخلات التوحد.

وتهدف هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية استجابة الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد عاطفياً وسلوكياً لجهاز محاكاة تجربة الطيران عبر الواقع الافتراضي مع التركيز بشكل خاص على بيئة المطار. وتسعى الدراسة من خلال محاكاة تجربة السفر هذه إلى تقليل القلق وتحسين القدرة على التكيف وتعزيز استعداد الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد للسفر.



2. المنهجية

2.1 تصميم الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية استجابة الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد عاطفياً لمحاكاة تجربة الطيران عبر الواقع الافتراضي. وتهدف هذه الدراسة التي وافقت عليها هيئة المراجعة المؤسسية (Institutional Review Board) (رقم التعريف QBRI-IRB-2023-99) إلى خلق تجربة آمنة وغامرة تسمح للمشاركين بالتفاعل مع بيئة محاكاة الطيران. وقد استُخدم نهج نوعي لجمع الرؤى القيّمة والمباشرة من خلال مقابلات شبه منظمة وملاحظات منظمة واستبيانات موجزة. وقد أتاحت هذه المنهجية المرنة للباحثين فهمًا أفضل للتجربة الفريدة لكل طفل وتحديد أنماط استجابته لبيئة الواقع الافتراضي. كما تم تنفيذ اختبارات قبلية وبعديّة لقياس أي تغيرات في المشاعر أو المواقف أو مستويات الراحة قبل وبعد المحاكاة مما يوفر صورة واضحة عن تأثير التجربة على المشاركين.

2.2 تجربة المحاكاة:

خلق بيئة سفر واقعية

يهدف محاكاة تجربة السفر جواً بشكل واقعي جالس الأطفال على كرسي تشبه مقاعد الطائرات أمام شاشة عرض فيديو لمضيفه طيران تُقدم تعليمات السلامة وتُركّب بالركاب. وإضافة المزيد من الواقعية تم تشغيل مضخم صوت يصدر أصوات طائرة في الخلفية مما ساعد على خلق أجواء حسية تُحاكي تجربة الطيران الحقيقية. أما الأطفال الذين يُحبّون نظارات الواقع الافتراضي فقد أُتيحت لهم المحاكاة أيضًا بتنسيق شاشة قياسي. وقد استغرقت الجلسة بأكملها ما بين دقيقتين إلى خمس دقائق مما أتاح للأطفال فرصة كافية للتأقلم مع تجربة السفر دون الشعور بالإرهاق. كما كان للمشاركين حرية القرار باستعمال أو عدم استعمال نظارة الواقع الافتراضي مما يجعل بيئة المحاكاة قابلة للتكيف مع مستويات راحتهم الفردية. (انظر الشكل 1 للاطلاع على عرض مرئي لبيئة المحاكاة).



الشكل 1: إعداد المحاكاة

2.3 الإجراء

تم اختيار المشاركين في الدراسة باستخدام أسلوب العينة الهادفة بالتعاون مع مركز مدى - قطر للتكنولوجيا المساعدة الذي دعا العائلات المؤهلة للمشاركة. وقد تم استقبال العائلات عند وصولهم بحفاوة وتقديم شرح واضح للدراسة والغرض منها ومدتها وإجراءات السرية وحقوقهم كأفراد مشاركون. كما تم الحصول على الموافقة من الآباء أو الأوصياء في حين أبدى الأطفال موافقتهم مؤكدين رغبتهم في المشاركة. وقبل بدء تجربة الواقع الافتراضي أجرت العائلات مقابلة قصيرة وملأت استبيانًا يغطي التفاصيل الديموغرافية وتجارب السفر السابقة مع أطفالهم. كما تم تسجيل هذه المقابلات صوتيًا لضمان دقتها بموافقة العائلة.

وقد استخدمت الدراسة أداة (Go Talk Now) وهي جهاز تواصل معزز وبديل (AAC) يوفر إخراجًا صوتيًا عند لمس الصور لمساعدة الأطفال على التعبير عن مشاعرهم قبل المحاكاة. وقد أوصى المتخصصون في المركز بهذه الأداة تحديدًا نظرًا لإلمام الأطفال بها.

ثم دخل كل طفل برفقة أحد أفراد أسرته إلى غرفة المحاكاة لتجربة الطائرة الافتراضية. وطلب منهم بعد الخروج مشاركة مشاعرهم باستخدام جهاز التواصل المعزز والبديل نفسه. وقام الباحث بمراقبة ردودهم وتسجيلها بدقة. كما أُجريت بعد التجربة مقابلة مع العائلات لتسجيل انطباعاتهم حول جهاز محاكاة الواقع الافتراضي وتأثيره.

3. النتائج

تم تحليل الملاحظات التي تم جمعها من الأطفال وعائلاتهم خلال الدراسة باستخدام نهج تحليل موضوعي استقرائي قائم على البيانات. وقد ساعدت هذه الطريقة في الكشف عن أربعة مواضيع رئيسية: الاستجابات العاطفية والتعلم التجريبي وواقعية المحاكاة واقتراحات تحسين تجربة الواقع الافتراضي.

3.1 نظرة عامة على المشاركين

شارك في الدراسة خمسة أطفال تم تشخيصهم باضطراب طيف التوحد. ولضمان السرية يتم الإشارة إلى كل مشارك برمز فريد (مثل: رقم 1، رقم 2، إلخ). ويوفر الجدول 1 ملخصًا لبيانات المشاركين الديموغرافية. وقد كان لدى ثلاثة أطفال (رقم 1، رقم 2، رقم 3) خبرة سابقة مع ألعاب الواقع الافتراضي وجميع المشاركين باستثناء رقم 2 كانوا يسافرون بالطائرة بانتظام. أما رقم 2 فقد سبق له أن طار مرة واحدة فقط عندما كان عمره تسعة أشهر. واختار الأطفال الخمسة جميعهم ارتداء نظارات الواقع الافتراضي خلال المحاكاة.

رقم المشارك	بيانات المشاركين الديموغرافية	شدة التوحد	لفظي أو غير لفظي	العمر (بالسنوات)
رقم 1	8	منخفض	لفظي	
رقم 2	13	منخفض	لفظي	
رقم 3	12	منخفض	لفظي	
رقم 4	16	متوسط	جزئيًا	
رقم 5	10	منخفض	جزئيًا	

الجدول 1. البيانات الديموغرافية



1. الإقلاع والهبوط مع المؤثرات الصوتية:

"سيكون من المفيد جدًا تجربة سيناريو أكثر تعقيدًا لتجربة الطيران بما يتضمن إقلاع الطائرة وهبوطها مع المؤثرات الصوتية ومساعدة المضيف الجوي للطفل في العثور على مقعده وتقديم تعليمات حول استخدام أحزمة الأمان." عائلة المشارك رقم 2

يُبرز هذا أهمية تعريف الأطفال بالإشارات السمعية والإجرائية أثناء السفر جواً والتي غالبًا ما تُسبب لهم القلق.

2. محاكاة مراحل السفر الصعبة

قام أحد أولياء الأمور بتحديد مراحل السفر التي تسبب درجات أعلى من التوتر مثل الصعود إلى الطائرة والفحص الأمني والانتظار في الطابور كجوانب أساسية يجب تضمينها في تجربة الواقع الافتراضي.

"إن أصعب المراحل على العائلات هي الصعود إلى الطائرة ووزن الحقائب والانتظار في الطابور. أرى أنه يجب تضمين هذه المراحل في المحاكاة." عائلة المشارك رقم 3

يمكن أن يُساعد دمج هذه اللحظات الانتقالية التي غالبًا ما تكون فوضوية في تخفيف حساسية الأطفال تجاه الضغوطات المحتملة ويهيئهم لمواجهة تحديات الحياة الواقعية.

3. توسيع نطاق تجارب المحاكاة لتشمل مجالات أخرى**غير السفر**

لقد لاحظت العائلات أنه إلى جانب السفر جواً فإن هناك إمكانات كبيرة لاستخدام الواقع الافتراضي كأداة لإعداد الأطفال لتجارب مهمة أخرى. وكان من بين الاقتراحات:

"سيكون من الرائع تطوير المزيد من سيناريوهات المحاكاة مثل زيارة طبيب الأسنان أو غيرها من التجارب المهمة." عائلة المشارك رقم 1

تُوسّع هذه الرؤية نطاق تطبيق الواقع الافتراضي ليتجاوز حدود الطيران مما يجعله أداة فعّالة لإعداد الأطفال ذوي التوحد لمختلف المواقف التي تُثير القلق أو المواقف غير المألوفة بالنسبة لهم.

حيث ساهمت التفاصيل بدءاً من ترتيبات المقاعد إلى أحزمة الأمان والنوافذ في خلق شعور بالواقعية أدى إلى تعزيز تجربة التعلم.

"بدت الغرفة تمامًا مثل مقصورة الطائرة." عائلات المشاركين رقم 4 ورقم 5

"نفس المقعد ونفس حزام الأمان ونفس النوافذ ونفس رف الحقائب الحقيقي." المشارك رقم 1

"بدت وكأنها مقصورة طائرة حقيقية." عائلة المشارك رقم 3

3.7 مساحة تعلم آمنة ومنظمة

وفرت تجربة المحاكاة بديلاً هادئاً ومنظماً ومُريحاً للحواس لبيئة الطائرات الحقيقية المُرهقة عادةً. وقد خلق هذا الأمر بيئة آمنة للمشاركين حيث يُمكن للأطفال تعلم وممارسة السلوكيات الأساسية دون ضغوط أو تقلبات السفر الفعلي.

"أعجبتني المحاكاة أكثر من الطائرة الحقيقية لأن المكان أكثر هدوءًا وتنظيماً." عائلة المشارك رقم 5

3.8 توصيات لتحسين محاكاة الواقع الافتراضي

كشفت ملاحظات أولياء الأمور عن العديد من التوصيات العملية التي تهدف إلى تعزيز فعالية تجربة محاكاة الطيران عبر الواقع الافتراضي. وتُركز هذه الاقتراحات على زيادة تعقيد وواقعية السيناريوهات لإعداد الأطفال ذوي التوحد بشكل أفضل لطيف أوسع من تجارب السفر الواقعية والتجارب الأساسية الأخرى.

وقد أكد أولياء الأمور على ضرورة تضمين ميزات أكثر دقة وديناميكية في تجربة المحاكاة بهدف استنساخ تجارب الطيران الحقيقية. حيث اقترح أحد أولياء الأمور محاكاة أحداث السفر الرئيسية مثل:

3.4 المشاركة التفاعلية من خلال الواقع الافتراضي

شجعت محاكاة الواقع الافتراضي للطائرة الاستكشاف والتفاعل النشطين مما سمح للأطفال ذوي اضطراب طيف التوحد بالتفاعل بشكل هادف مع محيطهم. حيث تفاعل المشاركون مع عناصر مختلفة مثل المقاعد وأحزمة الأمان ورفوف الأمتعة مما عزز التعلم العملي في بيئة خاضعة للرقابة. وقد لعب هذا التفاعل دورًا حيويًا في بناء الألفة والراحة في بيئة السفر.

"لقد تفاعل طفلي مع البيئة المحيطة مستكشفًا الكراسي ورف الحقائب." عائلة المشارك رقم 4

"لقد ظل طفلي طوال الوقت يستكشف البيئة المحيطة به ويتفاعل معها." عائلة المشارك رقم 5

3.5 دعم التحضير للسفر

أفادت العائلات باستمرار إلى أن محاكاة الواقع الافتراضي ساعدت أطفالهم على فهم وتوقع ما يمكن حدوثه أثناء تجربة السفر الجوي في الحياة الواقعية. حيث قامت هذه التجربة الغامرة بتعريف الأطفال على مخطط المقاعد وتعليمات السلامة وآداب الطيران العامة وكل ما يساعد في تقليل القلق بشأن التجارب غير المألوفة لهم.

"إن المحاكاة أداة مهمة جدًا لتحضير الطفل المصاب بالتوحد لتجارب جديدة مثل السفر بالطائرة." عائلة المشارك رقم 1

"الآن وبعد أن تعرض طفلي لهذه التجربة فإنه قد يكون أقل إزعاجًا أو خوفًا." المشارك رقم 2

"تساعد هذا التجربة من خلال تعريف الأطفال بالمقاعد والبيئة المحيطة وتعليمات السلامة." المشارك رقم 3

3.6 الواقعية والتجربة شبه الأصلية

يبرز هنا أمر هام آخر وهو المستوى العالي من الواقعية في المحاكاة. حيث أشار كل من الأطفال والآباء إلى مدى قرب البيئة من محاكاة مقصورة الطائرة الحقيقية.

3.2 . التفاعل العاطفي والتعلم التجريبي**1. ردود فعل الأطفال**

أبدى الأطفال ذوي اضطراب طيف التوحد خلال محاكاة الطيران الافتراضية استجابات عاطفية إيجابية باستمرار. وقد عبّر العديد منهم عن مشاعر السعادة والحماس والمتعة مما يشير إلى أن المحاكاة لم تكن مقبولة فحسب بل كانت أيضًا تفاعلية. كما أعرب بعض الأطفال عن رغبتهم في تكرار التجربة مما عزز فكرة أن البيئة الغامرة كانت مرحلة وممتعة بالنسبة لهم:

"كانت أشبه بلعبة وقد كانت ممتعة لي." المشارك رقم 1

"كنت سعيدًا وأعجبتني التجربة." المشارك رقم 2

2. ملاحظات أولياء الأمور حول مشاعر الأطفال

قدمت العائلات رؤى قيّمة حول الحالة العاطفية لأطفالهم طوال فترة المحاكاة. وأفاد العديد من أولياء الأمور أن أطفالهم بدوا سعداء ومتحمسين للمشاركة:

"كان طفلي متحمسًا جدًا خلال التجربة." المشارك رقم 1

"بدا طفلي سعيدًا بالتجربة وأعرب عن رغبته في المشاركة مرة أخرى." المشارك رقم 3

3.3 الواقع الافتراضي كأداة للتعلم التجريبي

لقد برز موضوع أساسي آخر وهو دور الواقع الافتراضي في تعزيز التعلم التجريبي وهي عملية يكتسب فيها الأطفال المعرفة من خلال التفاعل المباشر والتجربة الحسية. حيث أتاحت بيئة الطائرة عبر الواقع الافتراضي للأطفال الفرصة لاستكشاف عناصر مثل المقاعد والرفوف العلوية وهيكل المقصورة مما وفر بيئة تعليمية غامرة وملموسة. وقد دعمت هذه الممارسات العملية تحويل التجارب الجديدة إلى فهم هادف ذا مغزى.

وعلق أحد أولياء الأمور قائلاً: "كانت هذه التجربة مهمة للغاية. لقد تفاعل طفلي مع البيئة المحيطة واستكشف الكراسي ورف الحقائب. إن المحاكاة أداة رائعة لإكساب الأطفال الخبرة." - ولي أمر الطفل رقم 4



4. المناقشة

تُظهر هذه الدراسة الإمكانيات الكبيرة للواقع الافتراضي في دعم الأطفال ذوي التوحد أثناء استعدادهم لتجارب غير مألوفة ومُرهِقة لهم في كثير من الأحيان وخاصة السفر جواً. فقد مكنت تجربة محاكاة الطيران الأطفال من التفاعل مع بيئتهم والتعبير عن مشاعر إيجابية وممارسة سلوكيات يصعب عليهم عادةً ممارستها في الحياة الواقعية. ولا تقتصر النتائج هنا على إثبات التأثير العاطفي والتعليمي للواقع الافتراضي فحسب بل تُقدّم أيضًا رؤى عملية حول كيفية تصميم هذه التدخلات وتوسيع نطاقها في سياقات علاجية أو تعليمية أوسع.

لقد كانت الاستجابة العاطفية الإيجابية المستمرة التي تمت ملاحظتها لدى الأطفال إحدى النتائج الأكثر تشجيعًا. فقد أظهروا علامات فضول وفرح وراحة أثناء تفاعلهم مع بيئة المحاكاة. ويتناسب هذا التوافق العاطفي مع من يؤكدون على دور "الحضور" في الواقع الافتراضي كمحرك للتفاعل العاطفي والتعلم. ويبدو أن الطبيعة الغامرة لمحاكاة الطيران تتيح حالة تسمى "الانسياب" وهي حالة نفسية وصفها (Csikszentmihalyi) حيث يغمس الأفراد بعمق في نشاط يناسب قدراتهم بمستوى مناسب من التحديات. ولا يقتصر دور هذه التجارب على جعل التعلم ممتعًا فحسب بل يُمكنها أيضًا تنظيم مشاعر القلق وبناء المرونة العاطفية.

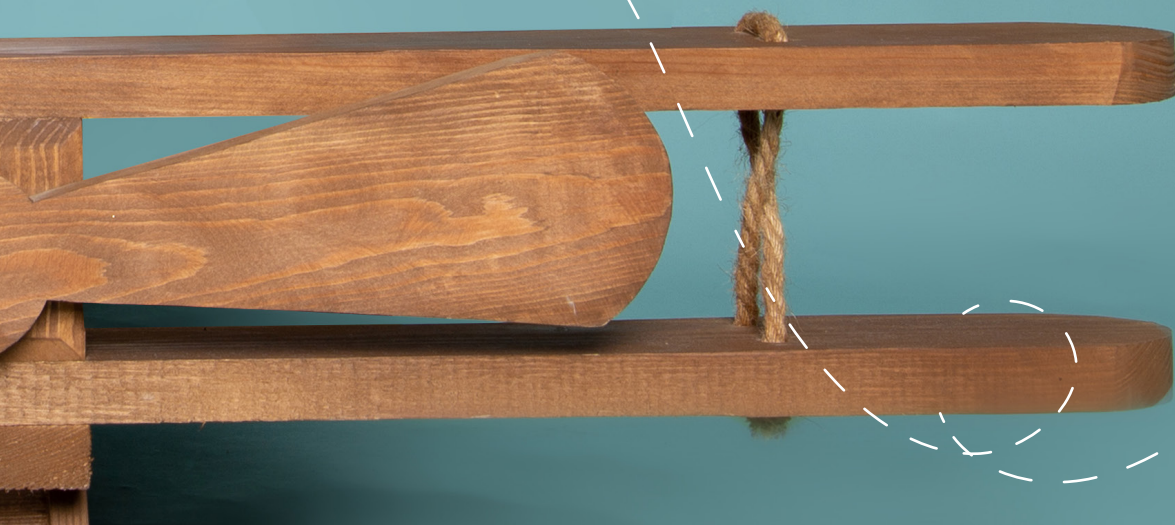
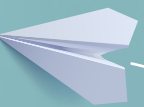
تعزز هذه النتيجة مخرجات مماثلة في مجال فئات أخرى من ذوي النمو العصبي مثل الأطفال المصابين بالشلل الدماغي. وقد أظهر بحث (Reid) أنه يمكن للواقع الافتراضي أن يزيد من المرح والتركيز بشكل كبير من خلال حالات الانسياب الغامر مما يتطابق مع ردود فعل المشاركين في التجربة. كما سمحت القدرة على التفاعل بشكل آمن ومستقل داخل البيئة الافتراضية في هذه الدراسة للأطفال المصابين بالتوحد ببناء الثقة والاستكشاف دون التعرض للضغوط المرتبطة عادة بالبيئات العامة أو المكثفة حسيًا.

إن لنتائج هذه الدراسة آثارٌ قيّمة على مجال استخدام تكنولوجيا الواقع الافتراضي وهي آثار تتجاوز تجربة السفر جواً. فمن خلال تمكين الأطفال من التعرّف على تجارب جديدة في بيئة منخفضة التوتر وخاضعة لرقابة شديدة يُمكن لتدخلات الواقع الافتراضي أن تُخفّف من القلق لديهم وتزيد من استعدادهم لخوض التجارب وتحسّن جودة الحياة بشكل عام لهم وعائلاتهم. كما يُمكن توسيع نطاق المحاكاة لتشمل تحديات واقعية أخرى مثل زيارة طبيب الأسنان أو حضور المناسبات الاجتماعية أو استخدام وسائل النقل العام مما يجعل الواقع الافتراضي أداة متعددة الاستخدامات للاستعداد للحياة اليومية. كما تُشير النتائج إلى أن الاستعداد العاطفي والتعلم التجريبي والواقعية البيئية ليست مكونات معزولة بل تعمل معًا باتساق كبير. الأمر الذي يفتح الباب أمام تطبيقات الواقع الافتراضي متعددة التخصصات التي تجمع بين العلاج السلوكي والعلاج الوظيفي وممارسات التربية الخاصة في منصة واحدة متكاملة.

على الرغم من تقديم هذه الدراسة لنتائج واعدة إلا أنها تبقى ذات نطاق محدود. حيث يحد صغر حجم العينة من إمكانية تعميم النتائج كما أن الاعتماد على النتائج التي يُبلغ عنها الآباء يُثير مسألة التحيز الذاتي. ويمكن للبيانات الفسيولوجية الموضوعية مثل معدل ضربات القلب أو المؤشرات الحيوية للتوتر أن تُقدم أدلة أقوى على التأثير العاطفي في الدراسات المستقبلية. ورغم أن الآثار المباشرة لهذه الدراسة كانت إيجابية إلا أنها لم تُقيّم النتائج طويلة المدى أو إمكانية نقل

المهارات في العالم الحقيقي بعد المحاكاة. ولا يزال من غير الواضح إلى أي مدى ستستمر هذ الفوائد أو ما إذا كانت ستصمد أمام الضغوط الفعلية للسفر جواً. وهكذا فإنه يتوجب على الأبحاث المستقبلية أن تُعالج هذه الفجوات من خلال التصاميم طويلة الأمد ومقارنات الضوابط.

وبفرض هذا النجاح الأولي على تدخلات الواقع الافتراضي المستقبلية استكشاف سيناريوهات أكثر تعقيدًا وواقعية مثل الإقلاع والهبوط والانتظار في طوابير أو التفاعل مع طاقم الطائرة لمحاكاة تجربة السفر الكاملة بشكل أفضل. كما أن هناك فوائد أوسع نطاقاً قد تنتج عن توسيع نطاق استخدام الواقع الافتراضي في مجالات أخرى من الحياة (مثل المواعيد الطبية والانتقالات المدرسية والتجمعات الاجتماعية). كما أن هناك إمكانية لتحسين أنظمة الواقع الافتراضي باستخدام عناصر حسية تكيفية مثل المشاهد الصوتية والتغذية الراجعة اللمسية والتتبع العاطفي الفوري باستخدام الذكاء الاصطناعي أو المستشعرات البيومترية. ولا تقتصر هذه التحسينات على تعميق التجربة الغامرة فهي تزود الممارسين أيضًا بملاحظات مباشرة حول ردود فعل الأطفال أثناء المحاكاة. وستكون هذه البيانات بالغة الأهمية لتصميم التدخلات ودعم استراتيجيات علاجية أكثر تخصيصًا.



5. الخاتمة

تُسلط هذه الدراسة الضوء على الإمكانيات الواعدة للواقع الافتراضي كأداة تعليمية وتأهيلية للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد وتحديداً من خلال الاستخدام المبتكر لجهاز محاكاة طيران واقعي. فقد قدمت هذه الدراسة رؤى قيّمة حول الاستجابة العاطفية والسلوكية للأطفال من خلال جعلهم يخوضون التجربة في بيئة سفر واقعية. وبرزت أربعة محاور رئيسية في الدراسة: التفاعل العاطفي والتعلم التجريبي وواقعية المحاكاة والتغذية الراجعة البناءة للتحسين المستقبلي. كما كشفت الدراسة أن الواقع الافتراضي قادر على إثارة ردود فعل عاطفية إيجابية وتوفير مساحة آمنة وممتعة للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد للتعلم والاستكشاف. وتدعم هذه النتائج فكرة أن التجارب الغامرة مثل محاكاة الطيران باستخدام الواقع الافتراضي يمكن أن تعزز التفاعل العميق بما يتوافق مع مبادئ نظرية الانسياب وتحسّن عملية التعلم. كما تعكس المشاركة النشطة للأطفال أثناء المحاكاة مبادئ نموذج (Kolb) للتعلم التجريبي مؤكدة على فعالية الواقع الافتراضي في خلق فرص تعلم عملية وهادفة. ويُقوّم هذا البحث حجة دامغة لدمج الواقع الافتراضي في الاستراتيجيات التعليمية المُصممة للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد. كما أن اقتراحات المشاركين لتضمين سيناريوهات أكثر تعقيداً وتنوعاً تشير إلى ظهور اتجاهات مستقبلية لتحسين تطبيقات الواقع الافتراضي مما قد يزيد من إمكانية تطبيق المهارات المكتسبة في البيئات الافتراضية وتعميمها في العالم الحقيقي.



المراجع

11. Z. Zhao, D. Shi, X. Qi, Y. Shan, and X. Liu, 'Family travel among people with autism: challenges and support needs', Int. J. Contemp. Hosp. Manag., 2023, doi: 10.1108/ijchm-10-2022-1229.
12. D. Sedgley, A. Pritchard, N. Morgan, and P. Hanna, 'Tourism and autism: Journeys of mixed emotions', Ann. Tour. Res., vol. 66, pp. 14–25, 2017, doi: 10.1016/J.ANALS.2017.05.009.
13. M. C. Chiscano, 'Autism Spectrum Disorder (ASD) and the Family Inclusive Airport Design Experience', Int. J. Environ. Res. Public. Health, vol. 18, 2021, doi: 10.3390/ijerph18137206.
14. B. Pfeiffer, A. P. Davidson, E. Brusilovskiy, C. Feeley, M. Kinnealey, and M. Salzer, 'Effectiveness of a peer-mediated travel training intervention for adults with autism spectrum disorders', J. Transp. Health, 2024, doi: 10.1016/j.jth.2024.101781.
15. L. D. Berkovits, A. Eisenhower, and J. Blacher, 'Emotion Regulation in Young Children with Autism Spectrum Disorders', J. Autism Dev. Disord., vol. 47, pp. 68–79, 2016, doi: 10.1007/s10803-016-2922-2.
16. D. Zecevic, 'EMOTION REGULATION IN AUTISM SPECTRUM DISORDER: EFFECTS ON ANXIETY AND DEPRESSION- A SCOPING REVIEW', Multidiscip. Pristupi U Edukac. Rehabil., 2023, doi: 10.59519/mper5205.
17. C. M. Conner, A. T. Wieckowski, T. N. Day, and C. Mazefsky, 'Emotion Development in Autism', Oxf. Handb. Emot. Dev., 2022, doi: 10.1093/oxfordhb/9780198855903.013.11.
18. J. M. Lim, 'Emotion regulation and intervention in adults with autism spectrum disorder: a synthesis of the literature', Adv. Autism, 2019, doi: 10.1108/aia-12-2018-0050.
19. C. M. Conner, S. White, K. B. Beck, J. Golt, I. C. Smith, and C. Mazefsky, 'Improving emotion regulation ability in autism: The Emotional Awareness and Skills Enhancement (EASE) program', Autism, vol. 23, pp. 1273–1287, 2018, doi: 10.1177/1362361318810709.
1. P. Joon, A. Kumar, and M. Parle, 'What is autism?', Pharmacol. Rep., vol. 73, pp. 1255–1264, 2021, doi: 10.1007/s43440-021-00244-0.
2. R. Barnett, 'Autism', The Lancet, vol. 387, 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)30530-X.
3. C. Lord, M. Elsabbagh, G. Baird, and J. Veenstra-VanderWeele, 'Autism spectrum disorder', The Lancet, vol. 392, pp. 508–520, 2018, doi: 10.1016/S0140-6736(18)31129-2.
4. J. McPartland and K. Law, 'Autism Spectrum Disorder.', Am. Fam. Physician, vol. 94, 12, p. Online, 2019, doi: 10.1016/B978-0-12-397045-9.00230-5.
5. M. Nadeem et al., 'Autism - A Comprehensive Array of Prominent Signs and Symptoms.', Curr. Pharm. Des., 2021, doi: 10.2174/1381612827666210120095829.
6. C. Lord et al., 'Autism spectrum disorder', Nat. Rev. Dis. Primer, vol. 6, pp. 1–23, 2020, doi: 10.1038/s41572-019-0138-4.
7. M. H. Black et al., 'Considerations of the built environment for autistic individuals: A review of the literature', Autism, vol. 26, pp. 1904–1915, 2022, doi: 10.1177/13623613221102753.
8. R. A. Qutub, Z. Luo, C. Vasilikou, T. Tavasoli, E. Essah, and H. Marcham, 'Impacts of school environment quality on autistic pupil's behaviours – A systematic review', Build. Environ., 2024, doi: 10.1016/j.buildenv.2024.111981.
9. G. Williams, J. Corbyn, and A. Hart, 'Improving the Sensory Environments of Mental Health in-patient Facilities for Autistic Children and Young People', Child Care Pract., vol. 29, pp. 35–53, 2023, doi: 10.1080/13575279.2022.2126437.
10. R. Dempsey, O. Healy, E. Lundy, J. Banks, and M. Lawler, 'Air travel experiences of autistic children/young people', vol. 2, p. 100026, 2021, doi: 10.1016/J.ANNALE.2021.100026.

33. D. Reid, 'The influence of virtual reality on playfulness in children with cerebral palsy: a pilot study', *Occup. Ther. Int.*, vol. 11, no. 3, pp. 131–144, 2004, doi: 10.1002/oti.202.
34. P. Lindner et al., 'Creating state of the art, next-generation Virtual Reality exposure therapies for anxiety disorders using consumer hardware platforms: design considerations and future directions', *Cogn. Behav. Ther.*, vol. 46, no. 5, pp. 404–420, Sep. 2017, doi: 10.1080/16506073.2017.1280843.
35. A. Y. Kolb and D. A. Kolb, 'Experiential Learning Theory', in *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, Springer, Boston, MA, 2012, pp. 1215–1219. doi: 10.1007/978-1-4419-1428-6_227.
36. M. R. Kandalaft, N. Didehbani, D. C. Krawczyk, T. T. Allen, and S. B. Chapman, 'Virtual Reality Social Cognition Training for Young Adults with High-Functioning Autism', *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 43, no. 1, pp. 34–44, Jan. 2013, doi: 10.1007/s10803-012-1544-6.
37. Naomi Josman, Hadass Milika Ben-Chaim, Shula Friedrich, and Patrice L Weiss, 'Effectiveness of virtual reality for teaching street-crossing skills to children and adolescents with autism', *Int. J. Disabil. Hum. Dev.*, vol. 7, no. 1, pp. 49–56, Jan. 2008, doi: 10.1515/IJDHD.2008.7.1.49.
38. J. Parong and R. E. Mayer, 'Learning science in immersive virtual reality', *J. Educ. Psychol.*, vol. 110, no. 6, pp. 785–797, 2018, doi: 10.1037/edu0000241.
28. C. R. Ramachandiran, N. Jomhari, S. Thi-yagaraja, and M. Maria, 'Virtual Reality Based Behavioural Learning for Autistic Children', *Electron. J. E-Learn.*, vol. 13, pp. 357–365, 2015.
29. Í. A. P. de Moraes et al., 'Motor learning and transfer between real and virtual environments in young people with autism spectrum disorder: A prospective randomized cross over controlled trial', *Autism Res.*, vol. 13, 2020, doi: 10.1002/aur.2208.
30. E. Sokolowska, B. Sokołowska, S. J. Chrapusta, and D. Sulejczak, 'Virtual environments as a novel and promising approach in (neuro)diagnosis and (neuro)therapy: a perspective on the example of autism spectrum disorder', *Front. Neurosci.*, vol. 18, 2025, doi: 10.3389/fnins.2024.1461142.
31. T. A. Mikropoulos and A. Natsis, 'Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009)', *Comput. Educ.*, vol. 56, no. 3, pp. 769–780, Apr. 2011, doi: 10.1016/j.compedu.2010.10.020.
32. J. Nakamura and M. Csikszentmihalyi, 'Flow Theory and Research', in *The Oxford Handbook of Positive Psychology*, S. J. Lopez and C. R. Snyder, Eds., Oxford University Press, 2009, p. 0. doi: 10.1093/oxfordhb/9780195187243.013.0018.

26. R. Fino, M. J. Lin, A. R. Caballero, and F. F. Balahadia, 'Disaster Awareness Simulation for Children with Autism Spectrum Disorder Using Android Virtual Reality', *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 9, pp. 59–62, 2017.
27. S. Vidhusha, B. Divya, K. Anandan, R. Narayanan, and D. Yaamini, 'Cognitive Attention in Autism using Virtual Reality Learning Tool', 2019 IEEE 18th Int. Conf. Cogn. Inform. Cogn. Comput. ICCIC, pp. 159–165, 2019, doi: 10.1109/IC-CICC46617.2019.9146086.
20. N. Greaves, 'Emotion regulation difficulties and differences in autism including demand-avoidant presentations—A clinical review of research and models, and a proposed conceptual formulation: Neural-preferencing locus of control (NP-LOC)', *JCPP Adv.*, 2024, doi: 10.1002/jcv2.12270.
21. J. Nešis, 'Attuning the world: Ambient smart environments for autistic persons', *Phenomenol. Cogn. Sci.*, 2024, doi: 10.1007/s11097-024-10021-y.
22. M. Zhang, H. Ding, M. Naumceska, and Y. Zhang, 'Virtual Reality Technology as an Educational and Intervention Tool for Children with Autism Spectrum Disorder: Current Perspectives and Future Directions', *Behav. Sci.*, vol. 12, 2022, doi: 10.3390/bs12050138.
23. N.-C. Kuo and Y. Wang, '[Recent advances in the virtual reality technology for treating children with autism spectrum disorder]', *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi Chin. J. Contemp. Pediatr.*, vol. 26 4, pp. 414–419, 2024, doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2310142.
24. A. Al-Saddi, D. Al-Thani, and A. Othman, 'Identifying Emotions of Children with Autism During a Virtual Reality Simulation of an Airplane', 2023 10th Int. Conf. Behav. Soc. Comput. BESC, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1109/BESC59560.2023.10386659.
25. T. NithyaShree and A. Selvarani, 'Virtual Reality based System for Training and Monitoring Fire Safety Awareness for Children with Autism Spectrum Disorder', 2020, doi: 10.1109/ICDCS48716.2020.243541.



الكلمات المفتاحية

ضعف البصر، مُساعدة الملاحة، جهاز قابل للارتداء، حل الذكاء الاصطناعي المُدمج، تفسير المشهد.

الملخص - دفعت التطورات التكنولوجية الحديثة نحو ابتكار حلول جديدة لمساعدة ضعاف البصر على الملاحة. ورغم ذلك فلا تزال هناك تحديات في مجال تطبيق حلول الملاحة الذاتية من حيث الدقة والتكلفة والاعتماد على توفر الاتصال بالإنترنت. وتقدم هذه الورقة البحثية جهاز "المُرافق" وهو جهاز ذكي مبتكر قابل للارتداء تم تصميمه بدقة عالية وهو مزود بأداة ذكاء اصطناعي مدمجة بالكامل لتحليل وتفسير المشاهد الداخلية. ويحول الجهاز صور البيئات الداخلية إلى رؤى عملية يقوم بصياغتها على شكل رسائل شفوية تنقل مباشرة عبر تقنية البلوتوث إلى المستخدم بلغته ولهجته المفضلة. وتفصل هذه الورقة البحثية تعقيدات برمجيات "المُرافق" وأجهزته وتصميمه مُجسدة التكامل الاستثنائي للذكاء الاصطناعي المُدمج في الجهاز. ثم يتم إجراء تحليل دقيق للمقارنة بين "المُرافق" والحلول الحالية مع تسليط الضوء على براعته في اختراق القيود السائدة في السوق.

بلا حدود

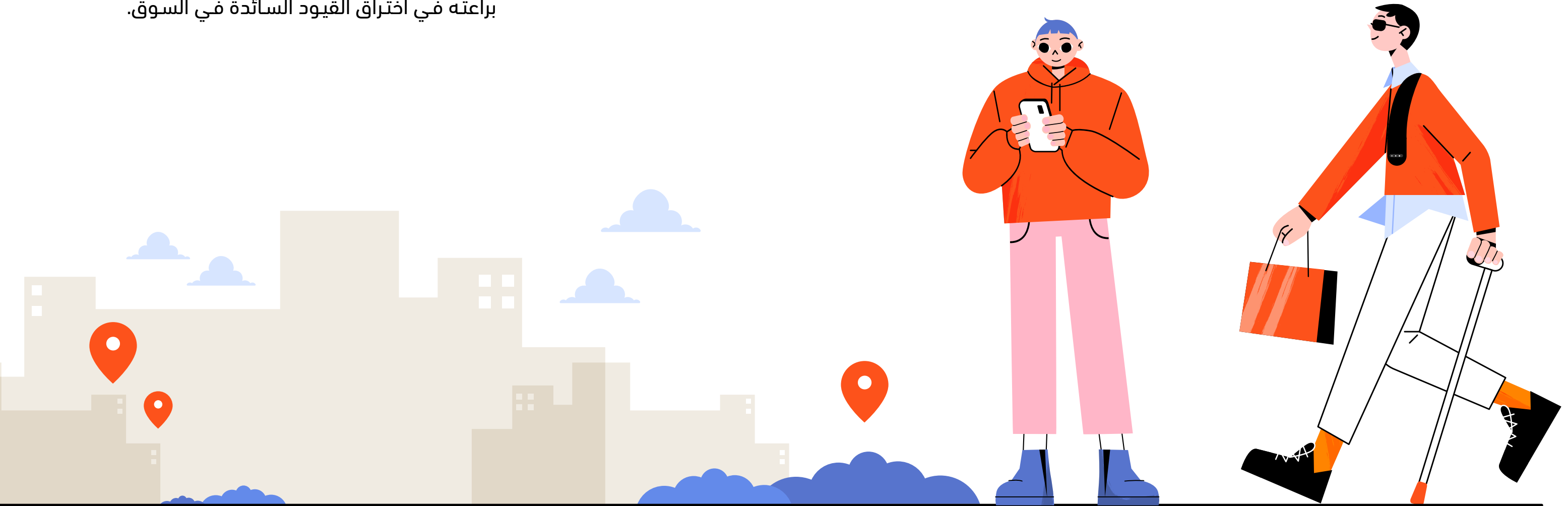
ابتكار "المُرافق" الرائد
لضعاف البصر

إيمان خنفيّر، محمد قلال،
أمين قلال

صفاقس الجديدة، تونس
مختبر ENIS، CEM وISBS، جامعة صفاقس،
تونس
khanfir.kallel@gmail.com
صفاقس، وتكنولوجيا المساعدة
الذكاء، صفاقس، تونس
amin.kallel@gmail.com

محمد قلال

تكنولوجيا المساعدة الذكي، صفاقس،
تونس
medkallelmed@gmail.com
صفاقس، 3027، تونس



1. المقدمة

لقد شهد مجال مساعدة ضعاف البصر على التنقل على السنوات الأخيرة ظهور حلول تكنولوجية متنوعة مثل مستشعرات ليدار (Lidar) وأنظمة التعرف على الصوت وخوارزميات معالجة الصور. إلا أن تطبيق هذه الحلول التكنولوجية في مجال الملاحة الذاتية لضعاف البصر يطرح تحديات كبيرة تتعلق بالدقة والتكلفة وسهولة الاستخدام. كما يجد اعتماد معظم الأنظمة الحالية على توفر الاتصال بالإنترنت من وظائفها في المناطق التي تفتقر إلى هذا الاتصال.

تقدم هذه الورقة البحثية جهاز "المُرافق" وهو ابتكار رائد: إنه جهاز ذكي قابل للارتداء وهو مصمم لاكتشاف العوائق ودرجات السلالم والتعرف عليها. ويتميز جهاز "المُرافق" بدعمه لتعدد اللغات وسهولة استخدامه التي لا تتطلب تدريباً خاصاً فضلاً عن قدرته على العمل دون اتصال بالإنترنت مما يعزز الأداء ويضمن خصوصية المستخدم.

نستهل ورقتنا باستعراض موجز للمشهد التكنولوجي الحالي في مجال مساعدة ضعاف البصر على التنقل. ثم نقدم وصفاً شاملاً لجهاز "المُرافق" وهو حلنا المبتكر الذي يشمل ميزات البرمجيات والأجهزة والتصميم. يلي ذلك تقديم تحليل مقارنة دقيق بين نظام "المُرافق" والحلول الأخرى المتاحة في السوق. وتُسلط الورقة أخيراً الضوء على الدور المحوري لنظام "المُرافق" في إحداث ثورة في التكنولوجيا المساعدة الملاحة للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية.

2. أحدث الحلول التكنولوجية في مجال الملاحة للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية

يعاني حوالي 253 مليون شخص حول العالم من ضعف البصر وفقاً لإحصاءات منظمة الصحة العالمية لعام 2021 ومن بينهم 36 مليون كفيف و217 مليون من ضعاف البصر. وتبرز هذه الإحصاءات الحاجة الملحة إلى حلول التكنولوجيا المساعدة الفعّالة وسهلة النفاذ لتحسين جودة حياة الأشخاص ضعاف البصر.

2.1. تطور الحلول المُساعدة

لقد شهد العقد الماضي طفرةً كبيرة في مجال تطوير الحلول المُساعدة المُخصصة لمساعدة الأشخاص ضعاف البصر في التنقل عبر البيئات الداخلية والخارجية. وقد ركزت الجهود على تعزيز إدراك المستخدم لما حوله أثناء التنقل وتحسين جودة حياته بشكل عام. وقد تم إجراء عدة دراسات استقصائية مثل تلك التي أجراها [1، 2] والتي قدمت تقييماً دقيقاً للأجهزة المُساعدة القابلة للارتداء والمحمولة للمكفوفين وضعاف البصر مُسلطة الضوء على نقاط القوة والضعف.

2.2. الأجهزة الحسية/القائمة على الكاميرا

على الرغم من إمكانياتها الواعدة إلا أن الأجهزة البديلة الحسية وتلك التي تستخدم الكاميرات لم تشهد انتشاراً واسعاً في مجتمع ضعاف البصر. ولا يزال هناك تحديات عديدة لا سيما من حيث عدم القدرة على تطوير خرائط معرفية شاملة للبيئات المختلفة مما يعيق التنقل السلس ويعرقل استخدام هذه الحلول في الحياة اليومية [3، 4]. كما شكلت محدودية الدقة في البنى المقترحة عقبات متنوعة [5].

2.3. المنصات المحمولة والحلول السحابية

شهدت السنوات الأخيرة انتشاراً واسعاً للأبحاث المُخصصة لاستبدال الرؤية البشرية بالمستشعرات الحسية مستفيدة في كثير من الأحيان من المنصات المحمولة وموارد الحوسبة السحابية لتخديم مجموعة واسعة من التطبيقات المساعدة. إلا أن الاعتماد على الاتصال بالإنترنت وحصر الاختبارات في بيئات مختبرية مُتحكم بها قد حدّا من انتشار استخدام هذه الحلول في المجتمع [6].

2.4. تكنولوجيا هجينة لتحسين التنقل

وبهدف سد الفجوة بين التكنولوجيا المساعدة الحالية وفهم المحتوى الدلالي على المستوى البشري فقد تم اقتراح تهجين حلول التكنولوجيا ودمج الرؤية الحاسوبية مع قدرات التعرف على الصوت المدمجة في الأجهزة القابلة للارتداء. ويهدف هذا التكامل إلى توفير جهاز مساعد متعدد الاستخدامات يعمل بدون استخدام اليدين ويكون مقبول من كل جوانبه لمجتمع ضعاف البصر [7، 8].

2.5. تكنولوجيا تحديد المسارات في المدن الذكية

تؤكد مبادئ التصميم الشامل في المدن الذكية على أهمية تكنولوجيا تحديد المسارات المُيسرة لذوي الإعاقة. ويهدف الاستفادة من حلول الملاحة الداخلية والخارجية فقد أخذت الأماكن العامة بما في ذلك مراكز النقل ومراكز الترفيه والمعالم السياحية تتكيف مع هذه الحلول بشكل متزايد لضمان الشمولية وسهولة الوصول [9، 10].

2.6. التحديات التي تواجه الأجهزة المساعدة القابلة للارتداء

لطالما واجهت الأجهزة المساعدة القابلة للارتداء تحديات متعددة الأوجه مما أعاق انتشارها بين الأشخاص ضعاف البصر. وقد شكلت الإجراءات التشغيلية المعقدة والتكاليف المرتفعة ومحدودية الفعالية في العالم الحقيقي عوائق كبيرة أمام انتشار استخدامها في الحياة اليومية [1، 12]. كما أعاقَت العوامل الاجتماعية والنفسية بما في ذلك التردد في تبني التكنولوجيا الجديدة، قبول المستخدمين لها.

إن من أبرز التحديات التي تواجه الحلول الحالية اعتمادها على الاتصال بالإنترنت. حيث يقيد هذا الاعتماد حرية المستخدم وخصوصيته إذ قد لا يكون الاتصال الدائم بالإنترنت مُتاحاً أو مُفضّلاً لديه عند التنقل بين بيئات مُختلفة. وبالإضافة إلى القيود العملية التي فرضها هذا الأمر فقد أثار أيضًا مخاوفاً بشأن خصوصية المستخدمين واستقلاليتهم مما قد يُعيق التبني السلس لهذه الحلول في الحياة اليومية.

3. "المُرافق": جهاز قابل للارتداء مزود بحلول الذكاء الاصطناعي المتكاملة للمكفوفين

يُعدّ نظام "المُرافق" حلاً رائداً مُصمماً للتغلب على التحديات التي يواجهها أكثر من 253 مليون شخص من ذوي الإعاقة البصرية حول العالم. ففي حين لا يزال معظمهم يعتمدون على العصي البيضاء إلا أنهم يظلون عُرضةً للاضطرابات وحوادث السلالم وفقدان الاتجاه. وفي الوقت نفسه تواجه أقلية ممن لديهم إمكانية الوصول إلى التكنولوجيا وخاصة الهواتف الذكية تعقيدات في مجال سهولة الاستخدام حيث يكون مطلوباً منهم إتقان العمل على البرنامج والاتصال بالإنترنت. ولسد هذه الثغرات، يُقدّم "المُرافق" حلاً شاملاً وآمناً. يستخدم نظامنا كاميرا زمن الرحلة (TOF) لالتقاط البيئة المحيطة في الوقت الفعلي مع توظيف الذكاء الاصطناعي المُصمّم خصيصاً لاكتشاف مختلف العوائق. ثم يتم نقل المعلومات المهمة إلى المستخدمين بلغتهم ولهجتهم المُفضّلة. وتكمن الميزة الرئيسية لنظام "المُرافق" في القدرة على تشغيله دون اتصال بالإنترنت مما يضمن سلامة المستخدم واستقلاليته حتى في المناطق التي لا تتوفر فيها شبكة الانترنت. كما أنه يتميز بسهولة الاستخدام ولا يتطلب معرفة تقنية مسبقة فما عليك سوى التشغيل والاستماع.



3.1. "المُرافق": جهاز ذكي رائد قابل للارتداء

إن "المُرافق" هو جهاز ذكي قابل للارتداء مزود بذكاء اصطناعي متخصص لتحليل وتفسير المشاهد المحيطة بالأشخاص ذوي الإعاقة البصرية. ويعالج هذا الجهاز معلومات حيوية وينقلها شفهيًا إلى المستخدم عبر سماعة أذن بتقنية البلوتوث. ويتميز "المُرافق" بقدرته على اكتشاف المكونات والتعرف عليها في البيئات الداخلية والخارجية. كما يوفر الجهاز خيار العمل دون الحاجة للاتصال بالإنترنت مما يضمن خصوصية المستخدم وأداءً أفضل للنظام ووظائفه في أي مكان كما يوفر خدماته بلغات متعددة بالإضافة إلى سهولة استخدامه حيث لا يتطلب تشغيله تدريبًا مسبقًا.

وقد تم تزويد الجهاز بكاميرا زمن الرحلة (TOF) وسماعة أذن بتقنية البلوتوث وببطارية قابلة لإعادة الشحن (انظر الشكل 1). كما يتميز "المُرافق" بوزن خفيف وأبعاد مريحة للمستخدم.

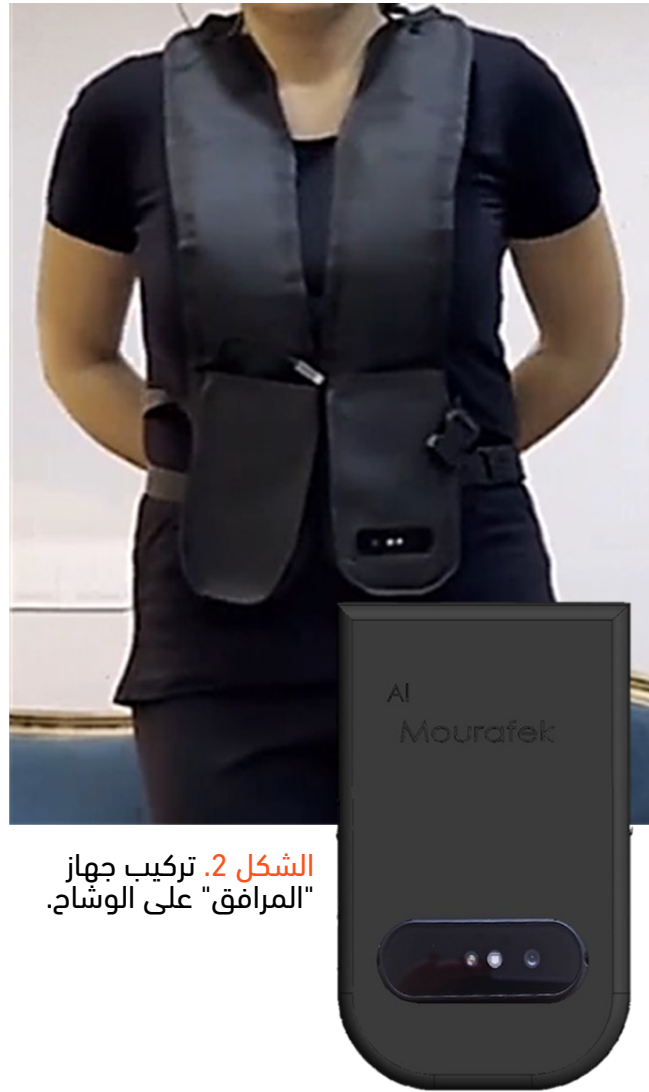
1. زر التشغيل
2. الكاميرا
3. زر القائمة
4. زر رفع الصوت
5. زر خفض الصوت
6. موصل الطاقة USB-C
7. موصل HDMI
8. البطارية الخارجية
9. سماعات البلوتوث



الشكل 1. جهاز "المُرافق" الأساسي.

3.2. ملحقات توفر تجربة مستخدم مُحسّنة

صُمم جهاز "المُرافق" ليوفر تجربة استخدام بسيطة ومرنة وسهلة دون استخدام اليدين. حيث يُمكن ارتداء الجهاز بشكل سري كقلادة أو تعليقه على إكسسوارات مثل الوشاح (انظر الشكل 2). ولا يتطلب الجهاز أي تدخل جسدي أثناء الاستخدام مما يسمح للمستخدم بالتركيز التام على حركاته. كما يُمكن تفعيل واجهة المستخدم بضغط زر بسيطة ويتم بعدها إرسال الملاحظات الصوتية عبر سماعة أذن تعمل بتقنية البلوتوث.



الشكل 2. تركيب جهاز "المُرافق" على الوشاح.

3.3. اتباع نهج تطوير يركز على المستخدم

يعتمد جهازنا بشكل كبير على خوارزمياتنا المبتكرة التي أثبتت ثورتها من خلال العديد من الأوراق البحثية التي نشرناها [13-19]. وتلعب خوارزمياتنا دورًا كبيرًا في منحنا ميزة تنافسية كبيرة إذ تُمكننا من اكتشاف جميع أنواع العوائق بكفاءة وسرعة وخاصة صعود ونزول السلالم والعوائق المُعلّقة التي غالبًا ما تُشكّل خطرًا جسيمًا حتى مع الحول المُتاحة حاليًا.

ويعتمد النهج المُبتكر المُتبّع في جهازنا على استخدام كاميرا زمن الرحلة (TOF) لالتقاط المشاهد المحيطة في الوقت الفعلي لمصلحة الأشخاص ذوي الإعاقة البصرية. ويستفيد نظامنا من تقنيات مُعالجة الصور المُتقدّمة والذكاء الاصطناعي (AI) لتحليل وتفسير البيانات البصرية وبيانات العمق.

يتم التقاط المشهد المحيط بالكامل باستخدام كاميرا زمن الرحلة (TOF) بمجال رؤية 86°*68° ومدى 6 أمتار مما يوفر نوعين من الصور: صورة بالأشعة تحت الحمراء (IR) وصورة عمق (Depth). ثم تعمل خوارزميات الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق على تقسيم المشهد وتحديد عناصره المختلفة على التوالي مثل العوائق والمسارات المفتوحة والأجسام وغيرها. وفي الواقع يخضع كل نوع من الصور لمعالجة متوازية محددة كما هو موضح في الشكل 3.

يُعدّ تطبيق "المُرافق" أداة فريدة قادرة على إجراء تحليل فوري للمشاهد الملتقطة دون الحاجة للاتصال بالإنترنت مما يوفر خدمات أساسية لضعاف البصر بما في ذلك اكتشاف العوائق ووصف المشاهد المحيطة. فهو لا يضمن سلامتهم فحسب بل يرسّخ مكانته كرفيق حقيقي للمستخدم تتجاوز مهمته مجرد كشف العوائق إلى تقديم المساعدة الشاملة.



4. الخاتمة

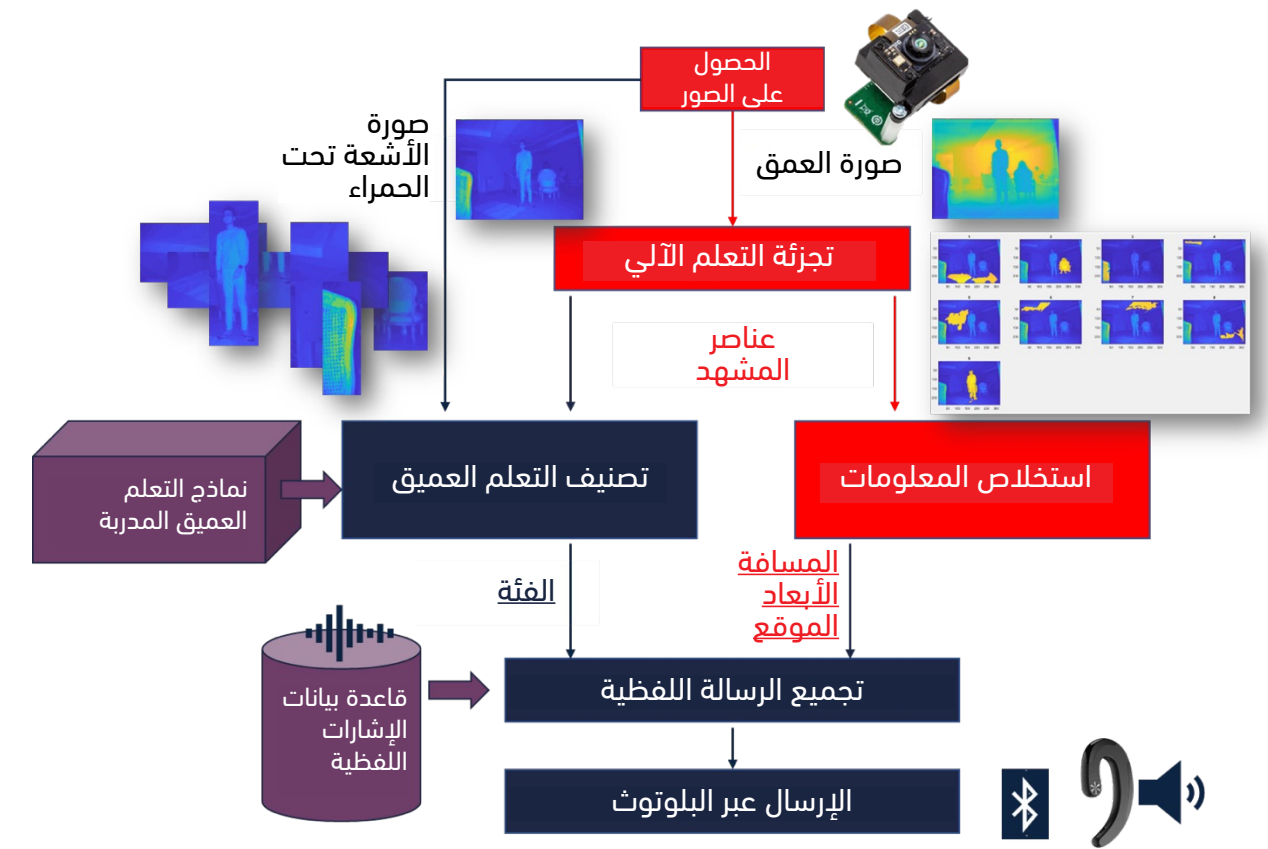
شكر وتقدير

يتقدم المؤلفون بجزيل الشكر لمركز (ICUBE) و (Novation City) على دعمهما القيم في المراحل الأولى من تطوير النموذج الأولي لجهاز "المُرافق". كما يتقدمون بشكر خاص لبرنامج مدى للابتكار 2023 الذي مكّننا تمويله وتوجيهه من تطوير أحدث نسخة من النموذج الأولي بنجاح مما أتاح التحقق من صحة الحل المقترح في سيناريوهات واقعية.

في إطار سعيها للتغلب على التحديات التي تواجهها الوسائل الحالية لمساعدة الأشخاص ضعاف البصر على الملاحة قدمت هذه الدراسة جهاز "المُرافق" وهو جهاز نوعي قابل للارتداء مزود بذكاء اصطناعي متقدم وتقنية كاميرا زمن الرحلة (TOF). كما أن قدرة "المُرافق" على العمل دون وجود اتصال بالإنترنت تعزز السلامة والخصوصية وتوفر تحليل فوري للمشاهد مع مساعدة بلغات متعددة.

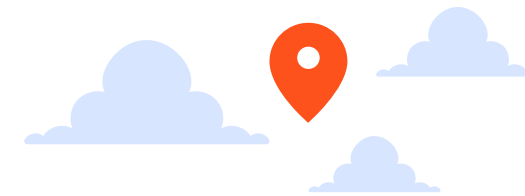
ولا تقتصر ميزات هذا الجهاز المبتكر المصمم من خلال نهج يركز على المستخدم على تجاوز محدودية وسائل المساعدة الحالية حيث يقدم الجهاز للمستخدم أيضًا قابلية التكيف من خلال إمكانية ارتدائه على الأوشحة أو دمجها في ملحقات العصا البيضاء.

يُجسد "المُرافق" من خلال توظيفه لأحدث العلوم واستخدامه للتصميم الموجه للمستخدم مستقبل التكنولوجيا المساعدة الذي يعد بمزيد من الاستقلالية والإدماج المجتمعي وجودة حياة أفضل للأشخاص ضعاف البصر على نطاق عالمي. وتشير التطورات العلمية إلى تحول جذري في مجال وسائل المساعدة على الملاحة مما يُبشر بعصر من التمكين وسهولة الوصول للملايين من الأشخاص.

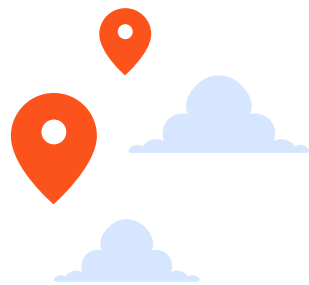


الشكل 3. مخطط انسيابي لمنهج الرؤية الحاسوبية لدينا لفهم وتفسير المشاهد المطلوبة في الوقت الفعلي.

لقد جاء تطوير وتصميم منتجنا نتيجة دراسة شاملة لاحتياجات الأفراد ضعاف البصر مما يضمن أن يظل "المُرافق" بمثابة الرفيق المثالي لضعاف البصر على الدوام.



14. Charfi, A., Ammar Bouhamed, S., Bossé, E., Khanfir Kallel, I., Bouchaala, W., Solaiman, B. And Derbel, N. (2020) Possibilistic Similarity Measures for Data Science and Machine Learning Applications, IEEE Access 8: 49198-49211.
15. S. Ammar Bouhamed, I. Khanfir Kallel, R. R. Yager, É. Bossé and B. Solaiman, (2020) An intelligent quality-based approach to fusing multi-source possibilistic information", Information Fusion, Volume 55C, 2020, Pages 68-90.
16. I. Khanfir Kallel, S. Almouahed, B. Alsahwa and B. Solaiman, (2019) The use of contextual spatial knowledge for Low-quality Image Segmentation", Multimedia Tools and Applications, 78: 9645.
17. J. Frikha Elleuch, D. Sellami and I. Khanfir Kallel, (2016) Indoor/ outdoor navigation system based on possibilistic traversable area segmentation for visually impaired people", Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis 15(1), pp.60-76.
18. J. Frikha Eleuch, I. Khanfir Kallel, D. Sellami Masmoudi, (2013) New ground plane segmentation method for electronic cane", Journal of Image and Graphics, (JIG), Vol. 1, No. 2, pp. 72-75.
19. S. Ammar Bouhamed, I. Khanfir Kallel, D. Sellami Masmoudi. (2013) New electronic white cane for stair case detection and recognition using ultrasonic sensor", International Journal of Advanced Computer Science and Applications, (IJACSA), Vol. 4, No. 6, pp. 243-256.



المراجع

1. Ruxandra, T., Bogdan, M., and Titus, Z. (2018) Wearable assistive devices for visually impaired: a state-of-the-art survey. Pattern Recognition Letters 2018
2. Khan, S., Nazir, S. and Khan, H. (2021). Analysis of Navigation Assistants for Blind and Visually Impaired People: A Systematic Review. IEEE Access. 9. 10.1109/ACCESS.2021.3052415.
3. S. A. Cheraghi, V. Namboodiri, and L. Walker, ``GuideBeacon: Beaconbased indoor wayfinding for the blind, visually impaired, and disoriented," in Proc. IEEE Int. Conf. Pervas. Comput. Commun. (PerCom), Mar. 2017, pp. 121-130.
4. J. Ma and J. Zheng, (2017) High precision blind navigation system based on haptic and spatial cognition, in Proc. 2nd Int. Conf. Image, Vis. Comput. (ICIVC), Jun. 2017, pp. 956-959.
5. J. P. Gomes, J. P. Sousa, C. R. Cunha, and E. P. Morais, (2018) An indoor navigation architecture using variable data sources for blind and visually impaired persons, in Proc. 13th Iberian Conf. Inf. Syst. Technol. (CISTI), Jun. 2018, pp. 1-5.
6. M. Nakajima and S. Haruyama, (2012) Indoor navigation system for visually impaired people using visible light communication and compensated geomagnetic sensing, in Proc. 1st IEEE Int. Conf. Commun. China (ICCC), Aug. 2012, pp. 524-529.
7. G. Yang and J. Saniie, ``Indoor navigation for visually impaired using AR markers," in Proc. IEEE Int. Conf. Electro Inf. Technol. (EIT), May 2017, pp. 1-5.
8. C. Manlises, A. Yumang, M. Marcelo, A. Adriano, and J. Reyes, ``Indoor navigation system based on computer vision using CAMShift and D* algorithm for visually impaired," in Proc. 6th IEEE Int. Conf. Control Syst., Comput. Eng. (ICCSCE), 2016, pp. 481-484.
9. van der Bie, J., Ben Allouch, S., and Jaschinski, C. (2019). Communicating Multimodal Wayfinding Messages for Visually Impaired People via Wearables, in Proceedings of the 21st International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (New York City, NY: Association for Computing Machinery), 1-7.
10. Shahbaz, A., (2023) Wayfinding and indoor navigation for persons with visual impairments: an overview of support innovations by Mada, (2023), Nafath-Issue 22, CC BY-NC 4.0.
11. T. H. Riehle, S. M. Anderson, P. A. Lichter, W. E. Whalen, and N. A. Giudice, (2013) Indoor inertial waypoint navigation for the blind, in Proc. 35th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. (EMBC), Jul. 2013, pp. 5187-5190.
12. U. Yayan, F. Inan, F. Guner, U. G. Partal, A. Kale, and A. Yazici, (2015) Indoor mobile navigation software for blind people," in Proc. 23rd Signal Process. Commun. Appl. Conf. (SIU), May 2015, pp. 666-669.
13. Medhioub, M., Khanfir Kallel, I., Ammar Bouhamed, S., Derbel, N., Solaiman, B. and Kanoun, O. (2021), Electronic embedded system for stair recognition based on possibilistic modeling of ultrasonic signal, IEEE Sensors Journal, Volume: 21, Issue: 5, pp: 5787 - 5797 March1, 1 2021.

هل لديك الكثير من علامات التبويب المفتوحة؟ استخدام بيانات الكمبيوتر اليومية لتعزيز التركيز عند البالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه

جيرمي ناجل

1. جامعة ومعهد ملبورن الملكي
للتكنولوجيا و Focus Bear
jeremy@focusbear.io

فينودي ويدانا جاجام
ليكيث شيفاشانكار
سوبهاماي پاسو
سرنيدهي أناند
ماهيش مانوهار
تشانان ساجي راجو
لوان فام

جامعة ومعهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا
ملبورن، أستراليا

هل لديك الكثير من علامات التبويب المفتوحة؟ استخدام بيانات
الكمبيوتر اليومية لتعزيز التركيز عند البالغين المصابين باضطراب
فرط الحركة ونقص الانتباه



هل لديك الكثير من علامات التبولب المفتوحة ؟ استخدام بيانات الكمبيوتر اليومية لتعزيز التركيز عند البالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه

ملخص - غالبًا ما يواجه البالغون المصابون باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه صعوبة في الحفاظ على التركيز في البيئات الرقمية حيث تتنافس علامات التبولب والتطبيقات المتعددة على تشتيت انتباههم. وعلى الرغم من إمكانية قياس الانتباه في البيئات السريرية إلا أن هناك حاجة إلى أدوات عملية تعمل في السياقات اليومية. وتبحث دراسة إثبات المفهوم هذه فيما إذا كان من الممكن استخدام أنماط استخدام الكمبيوتر البسيطة لتقدير الانتباه في الوقت الفعلي مثل معدل تبديل علامات التبولب ووقت الخمول وأهمية النشاط للمهمة المقصودة. وقد حقق نموذج تعلم الآلة المدرب على هذه الميزات قيمة R^2 تبلغ 0.77 على معيار التحقق من الصحة ضمن مجموعة بيانات محاكاة صغيرة مما يشير إلى إمكانات هذا النهج في مجال التنبؤ بالانتباه الآني. ويتمتع هذا النهج بالقدرة على تنوير أدوات أكثر تكيفًا وسهولة في النفاذ لدعم التركيز والتنظيم الذاتي للبالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه. ومن أجل الإثبات الأولي للمفهوم تتطلب هذه النتائج التحقق من صحتها في بيئات واقعية صالحة بيئيًا مع توفير عينات أكبر وأكثر تنوعًا.

الكلمات المفتاحية - اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، تقدير الانتباه، المراقبة السلبية، التكنولوجيا المساعدة، التفاعل بين الإنسان والحاسوب، التعلم الآلي، التنوع العصبي.



هل لديك الكثير من علامات التبولب المفتوحة ؟ استخدام بيانات الكمبيوتر اليومية لتعزيز التركيز عند البالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه

الطريقة	في الوقت الفعلي؟	صالح بيئيًا؟	ليس هناك حاجة لأجهزة إضافية؟	تطفي بالحد الأدنى؟	قابل للقياس؟
تخطيط كهربية الدماغ	✓	✗	✗	✗	✗
تتبع حركة العين	✓	✗	✗	✗	✗
(لا يمكن تحديد ما إذا كان الشخص يقوم بشيء مفيد خارج نطاق الشاشة)					
الاستبيانات الذاتية	✗	✗	✓	✓	✓
تحليل استخدام التطبيق	✓	✗	✓	✓	✓
(لا يمكن تحديد ما إذا كان استخدام التطبيق يتماشى مع أهداف المستخدم)					
(Focus Bear) لاستخدام الكمبيوتر + تحليل الذكاء الاصطناعي	✓	✓	✓	✓	✓

الجدول 1. مقارنة بين طرق قياس الانتباه

تستكشف هذه الدراسة نهجًا أكثر سهولةً وفعاليةً من الناحية البيئية. من خلال تحليل بيانات الاستخدام الطبيعي للكمبيوتر مثل عدد مرات تبديل الشخص لعلامات التبولب ومدة عدم نشاطه وما إذا كان نشاطه يتوافق مع هدف التركيز المُعلن للمستخدم. فنحن نهدف هنا إلى تقدير الانتباه آنيًا أما هدفنا العام فهو قياس الانتباه بدقة عالية وبشكل مستمر دون الحاجة إلى أجهزة متخصصة.

ويمكن أن تسمح هذه البيانات للأفراد بمراقبة أنماط انتباههم على مدار أيام أو أسابيع مما يُساعدهم على معرفة مدى تأثير استراتيجيات مثل الأدوية أو التدريب أو التدخلات السلوكية. كما يُمكن أن تُساعد هذه البيانات الباحثين والأطباء على فهم التجربة اليومية لاضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه بشكل أفضل مما يفتح الباب أمام الفرصة لتقديم رعاية أكثر تخصيصًا واستجابة.

استخدمنا في هذه الدراسة التجريبية بيانات جُمعت من خلال تطبيق (Focus Bear) وهو تطبيق تكنولوجيا مساعدة مصمم لدعم الانتباه وبناء الروتين للمستخدمين ذوي التنوع العصبي. حيث يتتبع التطبيق نشاط الكمبيوتر بشكل سلبي (مثل تبديل علامات التبولب ووقت الخمول ومواءمة هدف التركيز) بهدف تحقيق جلسات عمل أكثر تركيزًا. وقد دربنا نموذج تعلم آلي لتقدير الانتباه الآني باستخدام هذه المقاييس بعد التحقق من صحتها من خلال تسجيلات مُصنفة لمشاركين يُمثلون سيناريوهات تركيز وتشتت انتباه واقعية. وتعرض هذه الورقة المنهجية والنتائج والآثار المترتبة على كل من طول التكنولوجيا المساعدة والبحوث السريرية. وهنا ينبغي تفسير هذه النتائج بحذر باعتبار أن هذه الدراسة هي دراسة تجريبية باستخدام بيانات محاكاة. في حين يعتبر مسار النمذجة مسارًا واعدًا إلا أن قابليته للتعميم وفائدته في العالم الحقيقي لا يزالان قيد الاختبار في بيئات صالحة بيئيًا تضم مشاركين متنوعين.

2. المنهجية

2.1. تصميم الدراسة

صُممت هذه الدراسة كدراسة تجريبية لاستكشاف إمكانية تقدير الانتباه الآني باستخدام بيانات الاستخدام اليومي للكمبيوتر. وكان الهدف هو التحقق من جدوى نظام بسيط وسهل الاستخدام لتتبع الانتباه دون الحاجة إلى أجهزة متخصصة.

2.2. المشاركون

شارك في الدراسة ستة طلاب دراسات عليا في علوم البيانات من جامعة المعهد الملكي للتكنولوجيا في ملبورن كجزء من مشروع تخرج. وجميع المشاركين هم أعضاء في فريق البحث ومؤلفون مشاركون في هذه الدراسة. وقد كان المشاركون على دراية بأهداف الدراسة وقاموا عمداً بتجسيد طيف متنوع من حالات الانتباه مما أدى إلى تحيز محتمل في السلوك والتصنيف. وعلى الرغم من أن هذه العينة لا تمثل مجموعة سريية إلا أنها كانت مناسبة للتحقق من جدوى النظام وتحسين عملية تصنيف البيانات ونمذجتها.

2.3. الإجراءات

أكمل كل مشارك جلسة مدتها 20 - 30 دقيقة في بيئة مخبرية يتم التحكم بها. وبدلاً من العمل بشكل طبيعي فقد طلب منهم تمثيل مجموعة من سيناريوهات الانتباه المصممة لمحاكاة تقلبات التركيز في الحياة الواقعية. وشملت هذه السيناريوهات فترات من العمل المركز على هدف محدد (مثل "مراجعة الواجب" أو "كتابة تقرير المختبر") بالإضافة إلى مشتتات متعمدة للانتباه مثل التحقق من هواتفهم أثناء فتح مستند وتحويل ملاحظات مكتوبة بخط اليد بعيداً عن الشاشة وتصفح مواقع ويب غير ذات صلة (مثل قراءة الأخبار بدلاً من الدراسة) والابتعاد جسدياً عن الكمبيوتر لمحاكاة فترات الراحة (مثل الذهاب إلى دورة المياه). حيث سمح هذا النهج للباحثين بإنشاء مجموعة بيانات متنوعة بحالات تركيز عالية ومنخفضة محددة بوضوح لتدريب النموذج.

كما تم حذف جميع تسجيلات الفيديو بعد استخراج الإطارات المطلوبة منها للحفاظ على الخصوصية.

تدريب مجموعة البيانات والنموذج

- احتوت مجموعة البيانات النهائية على 1340 لقطة مدة كل منها ثلاث ثوانٍ وتحتوي كل منها على:
- خصائص الإدخال: عدد علامات التبويب وسرعة التبديل بين علامات التبويب ووقت الخمول وأهمية المهمة.
 - الهدف: درجة انتباه مُستقاة من التصنيف القائم على الفيديو.

- تم تطبيع البيانات وإدخالها في سلسلة من نماذج الانحدار وتقييمها باستخدام التحقق المتقاطع ذي العشرة أضعاف. وقد شملت النماذج المستخدمة:
- نموذج الانحدار الخطي (Linear Regression)
 - خوارزمية الغابة العشوائية (Random Forest)
 - تصنيف تعزيز التدرج (Gradient Boosting)
 - مصنف الأشجار الإضافية (Extra Trees Regressor)

3. النتائج

احتوت مجموعة البيانات على 1340 لقطة مُصنّفة لجميع المشاركين. تطابقت كل لقطة مع فاصل زمني مدته 3 ثوانٍ وكانت مرتبطة بمقاييس التطبيق المستخدم ودرجة الانتباه المُستمدة من تحليل إطارات الفيديو.

وقد قمنا بتقييم أربعة نماذج انحدار باستخدام التحقق المتبادل بعشرة أضعاف. وهنا تفوق مصنف (Extra Trees Regressor) باستمرار على النماذج الأخرى محققاً متوسط R^2 قدره 0.77 مما يشير إلى وجود علاقة قوية بين مقاييس الاستخدام ودرجات الانتباه حتى ضمن عينة صغيرة ومحددة.



الشكل 1. تشتت الانتباه عن الشاشة مع انخفاض الانتباه الواعي لمحطة العمل



الشكل 2. انتباه كبير إلى الشاشة ومحطة العمل أثناء القيام بالمهام النشطة.

تم حساب درجة الانتباه الإجمالية على النحو التالي:
الانتباه = درجة الشاشة × درجة محطة العمل

تمت مراجعة 10% من الإطارات المُصنّفة يدوياً بشكل عشوائي لضمان منطقيتها واتساقها الداخلي. وقد أشار هذا الفحص اليدوي إلى صحة ظاهرية عالية لنهج التصنيف القائم على (GPT) على الرغم من أننا لم نُقيّم رسمياً ثبات وموثوقية تقييم المُقيّمين. وقد اعتُبرت هذه الطريقة كافية للنماذج الأولية في المرحلة المبكرة نظراً للطبيعة الاستكشافية لهذه الدراسة والقيود الناتجة عن محدودية الموارد.

النموذج	أفضل المعلمات	R ² درجة	متوسط الخطأ المطلق (MAE)	جذر متوسط مربع الخطأ (RMSE)
0.1236	0.0597	0.7997	max_depth=20, min_samples_ split=5, n_estimators=100	الأشجار الإضافية (Extra Trees)
0.1281	0.0644	0.7826	max_depth=10, min_samples_ split=5, n_estimators=200	الغابة العشوائية (Random Forest)
0.1293	0.0644	0.7769	learning_rate=0.1, max_ depth=5, n_estimators=100	تعزيز التدرج (Gradient Boosting)
0.1402	0.0634	0.7380	max_depth=10, min_samples_ split=2	شجرة القرار (Decision Tree)
0.1857	0.1288	0.5478	C=10, gamma='scale'	انحدار المتجه الداعم (SVR)
0.1985	0.1521	0.4850	poly_features__degree = 2	الانحدار متعدد الحدود (Polynomial Regression)
0.2504	0.2156	0.1809	—	الانحدار الخطي (Linear Regression)

الجدول 2. مقارنة أداء نماذج الانحدار للتنبؤ بمقاييس الانتباه

وقد كانت ميزات الإدخال الأكثر إفادة هي:

- **درجة محاذاة التركيز** – حيث تنبأت الصلة الدلالية الأعلى بالهدف المطلوب بارتفاع مستوى الانتباه.
- **وقت الخمول** - ارتبط الخمول المطول بالانخفاض في تركيز الانتباه.
- **متوسط مدة علامات التبويب** - غالبًا ما يشير التبديل السريع بين علامات التبويب إلى انخفاض التركيز.
- **عدد علامات التبويب** – ارتبط وجود عدد أكبر من علامات التبويب المفتوحة بتركيز الانتباه بشكل أضعف ولكنه يبقى ذا دلالة سلبية.

تم إجراء مراجعة يدوية لعينة من الإطارات المُعلّمة باستخدام (GPT) وتبلغ (10%) وقد أظهرت توافقًا كبيرًا مع التفسير البشري مما يدعم صحة نهج التصنيف المستخدم.

على طريقة النواة (Kernel). وكما يمكن استنتاجه من بيانات الاستخدام السلبي فإن هذا الأمر يشير إلى أن الانتباه يتضمن تفاعلات غير خطية وتبعيات هرمية للخصائص. فعلى سبيل المثال، قد يدل تبديل علامات التبويب على تشتيت الانتباه فقط عندما تكون محاذاة التركيز منخفضة في نفس الوقت، وقد واجهت النماذج الخطية صعوبة في رصد هذه العلاقة.

وقد حقق النموذج الأفضل أداءً وهو نموذج الأشجار الإضافية (Extra Trees Regressor) أعلى درجة R² وأقل معدلات خطأ ويرجع ذلك على الأرجح إلى قدرته على التعامل مع التداخل الخطي وتفاعلات الخصائص المعقدة والعلامات المشوشة. ومن المثير للاهتمام أنه تفوق على (XGBoost) على الرغم من كونهما طريقتين جماعيتين وعلى الرغم من ضبط المعلمات الفائقة بعناية لكل منهما. ونحن نعتقد أن هذا يعود إلى قدرة نموذج الأشجار الإضافية على تحديد الضوضاء والتنوع الكبير لخصائصه مما يساعد على منع الإفراط في التجهيز في مجموعات البيانات الأصغر والأكثر تشويشًا. وعلى النقيض من ذلك فربما كان هيكل التعزيز المتسلسل في (XGBoost) أكثر حساسية للبيانات في درجات الانتباه المحددة من قبل الذكاء الاصطناعي.

وقد كان أداء خوارزميتي انحدار المتجه الداعم (SVR) والانحدار متعدد الحدود (Polynomial Regression) ضعيفًا نظرًا لمحدودية قدرتهما على نمذجة العلاقات غير الخطية وميلهما إلى الإفراط في التجهيز أو عدم التجهيز مع العينات الصغيرة عالية التباين.

ويُرجّح أن تتأثر هذه النتائج بحجم مجموعة البيانات المتواضع (حوالي 1300 عينة) حيث أنها قد تتغير مع بيانات تدريب أكبر وأكثر تنوعًا. ونتوقع في الأعمال المستقبلية أن تتحسن أساليب التعزيز في الأداء النسبي مع زيادة نسبة تحديد الضوضاء وزيادة التعلم من الأخطاء المتبقية.

4.3. الآثار المترتبة على اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه وإمكانية النفاذ

غالبًا ما يواجه البالغون المصابون باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه صعوبة في تنظيم انتباههم في البيئات الرقمية وغالبًا ما تكون أدوات القياس الحالية (مثل المقابلات السريرية والتقارير الذاتية والفحوصات المخبرية) غير عملية للاستخدام اليومي. وهنا يأتي دور نظامنا الذي يقدم بديلًا أكثر شمولًا وصديقًا للبيئة وهو طريقة لمراقبة التركيز والانتباه باستخدام البيانات التي ينتجها معظم المستخدمين أثناء العمل.

أما من منظور إمكانية النفاذ فإن هذا النهج يتماشى مع مبادئ التصميم الشامل. فهو لا يتطلب أي معدات متخصصة أو تدخل من المستخدمين مما يجعله مناسبًا تمامًا للمستخدمين ذوي التنوع العصبي الذين قد يجدون أدوات تتبع الانتباه الأخرى مزعجة أو مرهقة أو غير موثوقة.

ويمكن استخدام هذا النوع من تتبع الانتباه السلبي عالي الدقة في نهاية المطاف في المجالات التالية:

- تقييم فعالية تدخلات اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه يوميًا.
- تحديد فترات العمل المثالية بناءً على النمط الزمني والحمل المعرفي.
- اكتشاف انخفاض الانتباه الناتج عن التعب أو المرض أو الضغوط البيئية.
- تقديم ملاحظات فورية لمساعدة المستخدمين على إدارة تشتت الانتباه.



4.4. القيود

وباعتبارها دراسة إثبات للمفهوم فقد كانت هذه الدراسة محدودةً من عدة جوانب مهمة:

- كان جميع المشاركين أعضاءً في فريق البحث الذي يقلد حالات الانتباه.
- كانت الجلسات قصيرة (حوالي 25 دقيقة) ولا تمثل جلسات التركيز في العالم الواقعي.
- لم يُشارك في هذه المرحلة أيُّ مشارك مُشخص باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه.
- تم استمداد تصنيفات الانتباه من تصنيف (GPT-4.1) والذي على الرغم من كفاءته قد يؤدي أحياناً إلى تصنيفات خاطئة.
- شملت مقاييس الانتباه بياناتٍ من أجهزة كمبيوتر ماك فقط. ومن المفترض أن تعمل الإصدارات المستقبلية على الهواتف المحمولة أيضاً لتسجيل استخدام مختلف الأجهزة بشكل شامل.

4.5. الخطوات التالية: التحقق البيئي في عينة سريرية

ستشمل المرحلة التالية من هذا البحث التحقق البيئي مع مجموعة أوسع من المشاركين تشمل البالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه وغير المصابين به. وستشمل هذه الدراسة ما يلي:

- استقطاب 100 طالب جامعي تتراوح أعمارهم بين 18 و30 عامًا.
- استخدام أدوات مقياس التقرير الذاتي لاضطراب وفرط الحركة ونقص الانتباه لدى البالغين (ASRS) لمقارنة أنماط الانتباه.
- مطالبة المشاركين باستخدام تطبيق (Focus Bear) لمدة 4 أسابيع حيث سيتم خلالها جمع مقاييس الاستخدام ودرجات الانتباه المتوقعة من النموذج بشكل سلبي عبر أجهزة الكمبيوتر والهواتف.
- جمع المتغيرات المصاحبة مثل ساعات النوم واستخدام الأدوية وعيب الدراسة والمعرفة التكنولوجية.

5. الخاتمة

تُظهر هذه الدراسة التجريبية إمكانية تقييم الانتباه في الوقت الفعلي باستخدام بيانات الاستخدام السلبي للكمبيوتر دون الاعتماد على أدوات تدخلية أو تقارير ذاتية. وقد حققنا أداءً تنبؤيًا قويًا في مجال اكتشاف التغيرات في تركيز الانتباه وذلك من خلال نمذجة خصائص معينة مثل تعدد علامات التبولب ووقت الخمول وأهمية المهام المطلوبة.

ويُمثل هذا الأمر بالنسبة للبالغين المصابين باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه خطوة مهمة نحو أدوات أكثر سهولةً وشخصيةً لمراقبة التركيز ودعم الإنتاجية. ويتمشى هذا النهج مع مبادئ التصميم الشامل مُوفرًا طريقةً للتكيف مع سير العمل الطبيعي للمستخدمين بدلًا من الطلب منهم أن يغيروا سلوكهم.

ومن هنا فإن المرحلة التالية ستشمل التحقق من صحة النموذج في دراسة أوسع نطاقًا وصالحة بيئيًا بمشاركة طلاب الجامعات بمن فيهم المصابون باضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه. وسيسمح لنا هذا الأمر بتقييم إمكانية التعميم وتتبع التغيرات اليومية في التركيز واستكشاف ما إذا كانت هذه التكنولوجيا قادرة على توجيه استراتيجيات التدخل والدعم بشكل هادف.

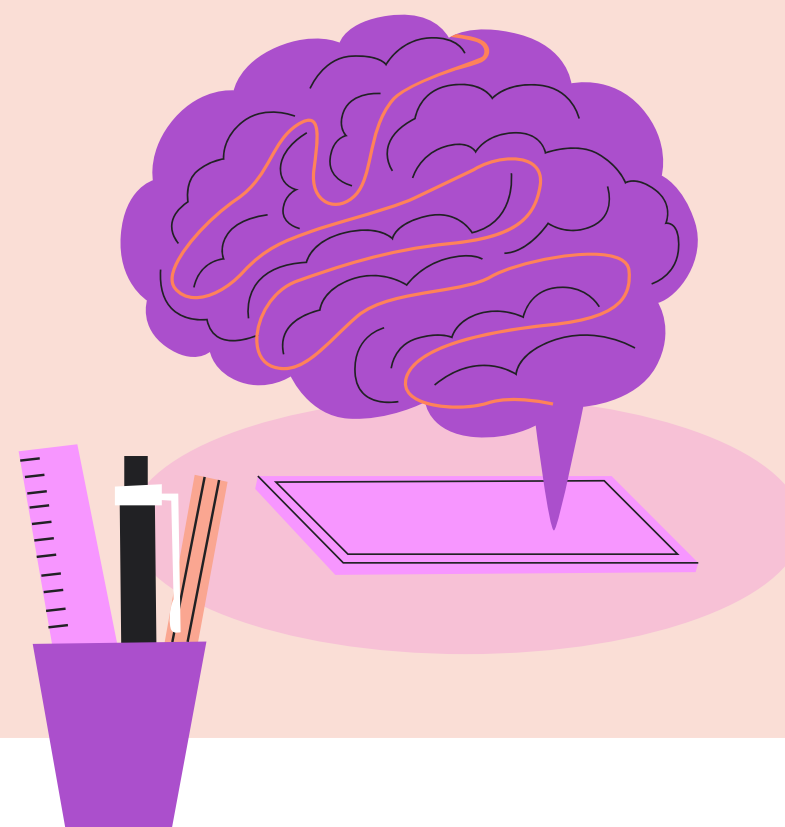
ونحن نأمل من خلال ذلك أن تساهم في إيجاد طرق بديلة لتقييم الانتباه التقليدية بحيث يكون بديلًا قابلاً للتطوير وملائمًا للأشخاص ذوي التنوع العصبي بحيث يكون فعالاً ليس فقط في المختبرات بل في الحياة العملية أيضًا.

تضارب المصالح

إن جيرمي ناجل هو مؤسس (Focus Bear) صاحبة الأداة البرمجية المستخدمة في هذه الدراسة. ويُصرّح جميع المؤلفين الآخرين بعدم وجود تضارب مصالح من جهتهم.

المراجع

1. G. Mark, S. Iqbal, and M. Czerwinski, "How blocking distractions affects workplace focus and productivity," in Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers, in UbiComp '17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Sep. 2017, pp. 928–934. doi: 10.1145/3123024.3124558.
2. C. E. Sihoe, U. Mueller, and S. Liu, "Perceived smartphone addiction predicts ADHD symptomatology in middle school adolescents: A longitudinal study," Comput. Hum. Behav. Rep., vol. 12, p. 100335, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.chbr.2023.100335.
3. S. Kocyigit, H. S. Guzel, B. Acikel, and M. Cetinkaya, "Comparison of Smartphone Addiction Level, Temperament and Character and Parental Attitudes of Adolescents with and without Attention Deficit Hyperactivity Disorder," Int. J. Ment. Health Addict., vol. 19, no. 4, pp. 1372–1384, Aug. 2021, doi: 10.1007/s11469-021-00494-2.
4. V. Levantini et al., "EYES Are The Window to the Mind: Eye-Tracking Technology as a Novel Approach to Study Clinical Characteristics of ADHD," Psychiatry Res., vol. 290, p. 113135, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.psychres.2020.113135.
5. [5] N. V. Valtakari, I. T. C. Hooge, C. Viktorsson, P. Nyström, T. Falck-Ytter, and R. S. Hessels, "Eye tracking in human interaction: Possibilities and limitations," Behav. Res. Methods, vol. 53, no. 4, pp. 1592–1608, Aug. 2021, doi: 10.3758/s13428-020-01517-x.
6. [6] J. A. Suhr, C. Cook, and B. Morgan, "Assessing Functional Impairment in ADHD: Concerns for Validity of Self-Report," Psychol. Inj. Law, vol. 10, no. 2, pp. 151–160, Jun. 2017, doi: 10.1007/s12207-017-9292-8.
7. [7] "Focus Bear | Productivity and routine app for AuDHDers" Accessed: Jun. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.focusbear.io>



القيادة الآمنة للصم (SafeDrive4Deaf):

دراسة متعددة الأساليب حول
الوعي الصوتي في حالات الطوارئ
 واحتياجات التكنولوجيا المساعدة
 للسائقين الصم وضعاف السمع

أحمد زين

ahmed.zayen@fore-group.eu

دانيال جروسينغ

daniel.groessing@fore-group.eu

مجموعة (FoRe)

الملخص - غالبًا ما يواجه السائقون الصم وضعاف السمع صعوبات في التقاط صوت صفارات سيارات الطوارئ وغيرها من الإشارات السمعية المهمة أثناء القيادة مما يشكل خطراً على السلامة الشخصية والعامة. وتستكشف هذه الدراسة هذه التحديات وتُقيّم التأثير المحتمل لجهاز التكنولوجيا المساعدة (SafeDrive4Deaf) المصمم لتعزيز الوعي الظرفي من خلال التنبيهات البصرية والاتجاهية. فقد قمنا باستخدام نهج متعدد الأساليب لجمع البيانات من 25 سائقاً أصمّاً وضعيف السمع تتراوح أعمارهم بين 25 و61 عامًا بما في ذلك 15 مشاركاً من تونس و10 من ألمانيا. وقد أكمل المشاركون استبيانات منظمة ومقابلات شبه منظمة تغطي البيانات الديموجرافية وتجربة القيادة ومدى الراحة في استخدام التكنولوجيا والتقاط أصوات الطوارئ. وقد أبلغ جميع المشاركين عن صعوبات في اكتشاف سيارات الطوارئ بغض النظر عن خبرتهم في القيادة والتي تراوحت بين 5 و40 عامًا كما عبروا عن حاجتهم إلى أنظمة تنبيه مطورة. وبينما أفاد 52% من السائقين بأنهم قد شعروا براحة تامة في استخدام التكنولوجيا فقد أشار 40% منهم إلى عدم ارتياحهم للقيام بذلك مما يُبرز الحاجة إلى تصميم شامل وسهل الاستخدام لهذه التكنولوجيا. وتؤكد النتائج على ضرورة طول القيادة المساعدة مثل (SafeDrive4Deaf) التي تُعنى بالسلامة وسهولة النفاذ من خلال نهج مُراعي للمجتمع. وتدعم هذه النتائج التطوير المُستمر والاختبار التجريبي للتحقق من فعالية الجهاز في ظروف القيادة الواقعية.

الكلمات المفتاحية - السائقون الصم، اكتشاف مركبات الطوارئ، التكنولوجيا المُساعدة، السلامة على الطرق، النفاذ الرقمي، التصميم الشامل.



1. المقدمة

لا تزال السلامة المرورية تشكل مصدر قلق بالغ في جميع أنحاء العالم مع التحديات التي يواجهها السائقون ذوو الإعاقات الحسية (Chemnad & Othman, 2024). رغم أن الأفراد الصم وضعاف السمع يشكلون نسبة كبيرة من السائقين إلا أن تحدياتهم واحتياجاتهم الفريدة في مجال سلامة السيارات لم تحظَ باهتمام بحثي كافٍ. حيث توجد تحديات كبيرة أمام هذه الفئة تشمل القدرة على اكتشاف مركبات الطوارئ والاستجابة لإشارات التحذير السمعية والتعامل مع مواقف المرور المعقدة (Lopez et al., 2025).

لقد شهدت السنوات الأخيرة تسارعاً في مجال تطوير حلول التكنولوجيا المساعدة لتطبيقات السيارات وكان هذا التسارع مدفوعاً بالتقدم المحرز في مجال تكنولوجيا الاستشعار والذكاء الاصطناعي والتفاعل بين الإنسان والحاسوب. ومع ذلك فإن العديد من الحلول الحالية تركز بشكل أساسي على مساعدة السائق بشكل عام بدلاً من تلبية الاحتياجات الخاصة للسائقين الصم وضعاف السمع. وقد شكلت هذه الفجوة في مجال تطوير التكنولوجيا المساعدة المستهدفة حافزاً لتطوير نظام القيادة الآمنة للصم (SafeDrive4Deaf) وهو نظام تنبيه متخصص مصمم لتعزيز السلامة المرورية للسائقين الصم (Beha, 2022).

وتهدف هذه الدراسة إلى تحليل شامل للتحديات التي يواجهها السائقون الصم وضعاف السمع وتقييم أنماط استخدامهم الحالية للتكنولوجيا وتقييم الأثر المحتمل ومتطلبات التصميم لجهاز التكنولوجيا المساعدة (SafeDrive4Deaf) المدعوم من قبل برنامج مدى للابتكار (Al Thani et al., 2019). ومن خلال استخدامنا لنهج متعدد الأساليب يجمع بين المسوحات الكمية والمقابلات النوعية فإننا نسعى إلى تقديم توصيات قائمة على الأدلة لتحسين السلامة على الطرق وإمكانية النفاذ لهذه الفئة المهمشة.

2. الخلفية ومراجعة الأدبيات

2.1. التحديات التي يواجهها السائقون الصم

يواجه السائقون الصم وضعاف السمع العديد من التحديات الفريدة التي تميز تجربة قيادتهم عن السائقين الآخرين:

قيود الوعي الحسي

يعتمد السائقون الصم بشكل كبير على المدخلات البصرية للوعي بالمواقف التي تصادفهم وغالباً ما يغفلون عن الإشارات السمعية المهمة مثل أبواق المركبات وصافرات الإنذار والأصوات البيئية التي تشير إلى مخاطر محتملة أو حالات طارئة تتطلب رد فعل فوري. ويمكن أن يسهم هذا الاعتماد البصري المتزايد في زيادة العبء المعرفي لا سيما في سيناريوهات المرور المعقدة مما قد يزيد من أوقات الاستجابة ومخاطر الحوادث (Engelman, 2012). وتستطيع سياسة السلامة العامة معالجة هذه القيود من خلال فرض تعديلات على البنية التحتية مثل التنبيهات البصرية المدمجة مع أنظمة صفارات الإنذار مما يعزز الوعي بمختلف المواقف من خلال إشارات ضوئية متزامنة مع صفارات الإنذار عند التقاطعات والمناطق عالية الخطورة.

عوائق التواصل

يمكن أن تُشكل عمليات التفاعل مع السائقين الآخرين والمشاة وأفراد إنفاذ القانون تحديات تواصلية كبيرة لا سيما في حالات الطوارئ أو الحالات العاجلة التي تتطلب تواصلاً لفظياً سريعاً. ويمكن أن يتسبب سوء الفهم الناتج عن هذه الفجوات في التواصل في جعل المواجهات الروتينية تتطور إلى حوادث خطيرة (Miranda et al., 2022). وهنا فإنه من الممكن التقليل من هذه المخاطر بشكل كبير من خلال السياسات التي تشجع على بروتوكولات موحدة للتواصل غير اللفظي وتدريب أفراد إنفاذ القانون على تقنيات تفاعل فعّالة مع السائقين الصم.

اكتشاف مركبات الطوارئ

يُمثل اكتشاف مركبات الطوارئ تحديًا بالغ الأهمية حيث لا يستطيع السائقون الصم الاعتماد على الإشارات السمعية التقليدية مثل صفارات الإنذار. كما يمكن أن يؤثر التنبيه المتأخر والاستجابة اللاحقة على عمليات الطوارئ مما يُشكل مخاطر كبيرة على السلامة العامة (Choudhury & Nandi, 2023). ويمكن أن تُخفف تعديلات البنية التحتية من هذه التحديات بشكل كبير مثل توفير أنظمة التنبيه المرئية مثل الأضواء الوامضة المُتزامنة مع صفارات الإنذار في تقاطعات المرور أو توفير أنظمة ردود الفعل للمسبة في المركبات لتنبيه السائقين لمركبات الطوارئ القريبة. كما يمكن تعزيز فعالية جهود الاستجابة للطوارئ وتوفير بيئات قيادة أكثر أماناً للأفراد الصم وضعاف السمع من خلال السياسات التي تدعو إلى توفير الإلزامي لأنظمة التنبيه الطارئة البصرية والمسبة في البنية التحتية لحركة المرور في المناطق الحضرية.

2.2. حلول التكنولوجيا المساعدة الحالية

لقد شهدت صناعة السيارات تطورات ملحوظة يأتي على رأسها الكبح التلقائي في حالات الطوارئ واكتشاف النقاط العمياء وتحذيرات تغيير المسار وأنظمة تثبيت السرعة التكيفية. ومع ذلك فإن اعتماد العديد من هذه التقنيات على التنبيهات السمعية يُقلل من فائدتها للسائقين الصم. وتبرز هذه الفجوة الحاجة الملحة لممارسات تصميم شاملة تركز على توفير التغذية الراجعة البصرية والمسبة. كما يُمكن للوائح السلامة العامة تعزيز الابتكار من خلال تحفيز المُصنعين على تطوير واعتماد أنظمة تغذية راجعة متعددة الوسائط مما يضمن استفادة السائقين الصم وضعاف السمع من هذه التكنولوجيا على حد سواء مما يُعزز السلامة الشاملة على الطرق.

3. المنهجية

3.1. تصميم الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة نهجاً مُختلطاً يجمع بين المسوحات الكمية والمقابلات النوعية للحصول على فهم شامل وعميق لتجارب القيادة لدى الصم وضعاف السمع. وقد صُمم هذا البحث خصيصاً لتلبية احتياجات وتفضيلات التواصل الفريدة لدى الفئة المستهدفة.

3.2. المشاركون

تألّفت عينة الدراسة من 25 سائقاً من الصم وضعاف السمع تتراوح أعمارهم بين 25 و 61 عامًا بمتوسط عمر 41 عامًا. وقد تم اختيار المشاركون من بلدين هما تونس (15، 60٪) وألمانيا (10، 40٪) وقد استوفى جميعهم معايير المشاركة المتمثلة في تعريف أنفسهم بأنهم صم أو ضعاف السمع ولديهم خبرة قيادة منتظمة ورخصة قيادة سارية المفعول. ومن الجدير بالذكر أن 100٪ من المشاركين أكدوا امتلاكهم لرخص قيادة سارية المفعول.

3.3. استبيانات منظمة كطريقة لجمع البيانات

تم طرح استبيانات منظمة على جميع المشاركين وقد شملت مجموعة من المجالات بما في ذلك البيانات الديموغرافية (العمر، الجنسية، بلد الإقامة) وحالة رخصة القيادة وسنوات الخبرة وبيئات القيادة المفضلة ومعدل تكرار القيادة ومستوى الراحة عند استخدام التكنولوجيا والاستخدام الحالي للأجهزة المساعدة. كما استكشف الاستبيان تجارب المشاركين في مجال الوعي الصوتي في حالات الطوارئ واستراتيجيات التأقلم التي يستخدمونها بالإضافة إلى تحديات القيادة المحددة ومخاوف السلامة. وطلب من المشاركين تقديم ملاحظاتهم حول مفهوم جهاز (SafeDrive4Deaf) المقترح. وقد أجريت مقابلات شبه منظمة للمتابعة مع مشاركين مختارين بهدف إثراء البيانات الكمية. حيث وفرت هذه المقابلات فهماً أعمق لإجابات كل مشارك على حدة مما سمح له بشرح تجاربه الشخصية في القيادة وتقديم معلومات أكثر تفصيلاً حول احتياجاته وتفضيلاته التكنولوجية.

3.4. تحليل البيانات

تم استخدام نهج تحليلي شامل لتفسير البيانات المُجمعة من خلال الاستبيانات والمقابلات. وقد تضمن التحليل الكمي استخدام الإحصاءات الوصفية لتلخيص المعلومات الديموجرافية ومستويات الراحة عند استخدام التكنولوجيا وأنماط القيادة. أما البيانات النوعية التي تم الحصول عليها من إجابات الاستبيانات المفتوحة ونصوص المقابلات فقد تم تحليلها موضوعيًا باستخدام الترميز الاستقرائي لتحديد المشكلات والتفضيلات والأفكار المتكررة. كما تم تصنيف الملاحظات بشكل منهجي حسب المواضيع الرئيسية بما في ذلك تحديات القيادة ومستويات الراحة عند استخدام التكنولوجيا والميزات المطلوبة للأجهزة المساعدة. وتم أيضاً إجراء تحليل متبادل لدمج الاتجاهات الكمية مع السرديات النوعية مما أتاح فهماً شاملاً لاحتياجات المشاركين وتجاربهم. وأخيراً تم تنفيذ عملية تحقق من آراء المشاركين من خلال تدقيق ملاحظاتهم مما يضمن دقة الأفكار الناشئة وأثرها المباشر على تصميم جهاز (SafeDrive4Deaf).

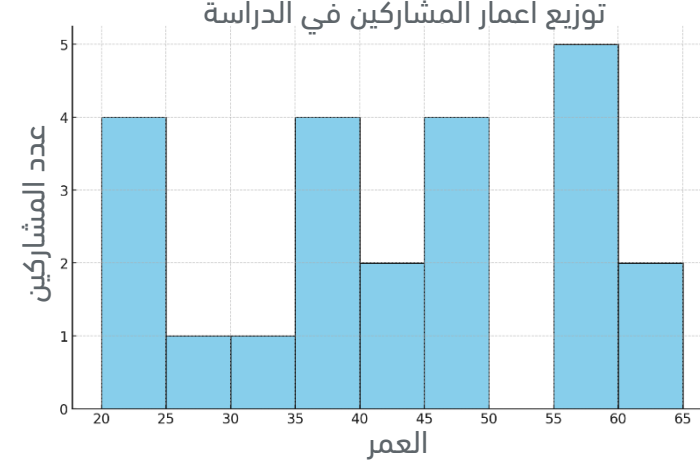
4. النتائج

4.1. الخصائص الديموجرافية للمشاركين

التوزيع العمري

شارك في الدراسة مجموعة متنوعة من 25 فرداً من الصم بهدف تقديم مجموعة واسعة من الرؤى حول تجارب القيادة لدى الصم وضعاف السمع. حيث قدّم المشاركون الذين تتراوح أعمارهم بين 25 و61 عامًا منظوراً يغطي أجيال مختلفة حول القيادة كأفراد صم.

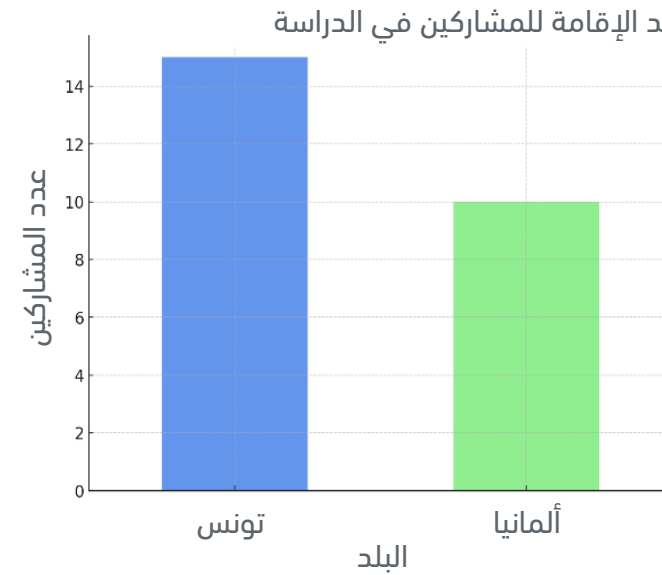
ويبلغ متوسط عمر المشاركين في الدراسة 41 عامًا مما يعني أن نصف المشاركين أصغر من 41 عامًا والنصف الآخر أكبر سنًا مما يوفر عينة متوازنة من تجارب القيادة المختلفة حسب العمر ضمن مجتمع الصم وضعاف السمع.



الشكل 1. توزيع الأعمار

بلد الإقامة

شملت الدراسة 15 مشاركًا من تونس و10 من ألمانيا، مما وقّر تمثيلًا متوازنًا من سياقين جغرافيين وثقافيين مختلفين. قدّم هذا التوزيع رؤى متنوعة حول تجارب القيادة والتحديات التي تواجهها واحتياجات التكنولوجيا المساعدة لمجتمعات الصم وضعاف السمع في كلتا المنطقتين مما أغنى نتائج الدراسة من خلال توفير منظورات ثقافية متداخلة.

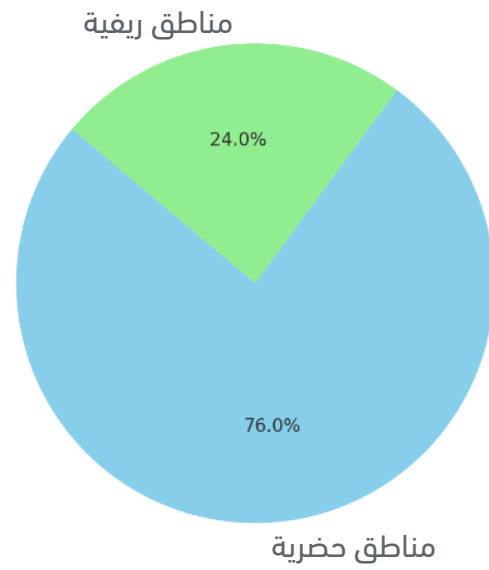


الشكل 2. بلد الإقامة

بيئة القيادة

أفاد 19 من أصل 25 مشاركاً أنهم يقودون سياراتهم بشكل رئيسي في المناطق الحضرية بينما كان 6 منهم يقيمون في المناطق الريفية. ويوضح كون أغلبية السائقين يقودون في المناطق الحضرية التحديات الخاصة في مختلف السياقات مثل التنقل وسط حركة المرور الكثيفة ومواجهة مركبات الطوارئ بشكل متكرر وهي عوامل تؤكد الحاجة إلى أدوات مطورة للوعي الظرفي. وقد كان جميع المشاركين يحملون رخص قيادة سارية المفعول مما يؤكد مشاركتهم النشطة في أنشطة القيادة الاعتيادية.

بيئة القيادة الاعتيادية للمشاركين

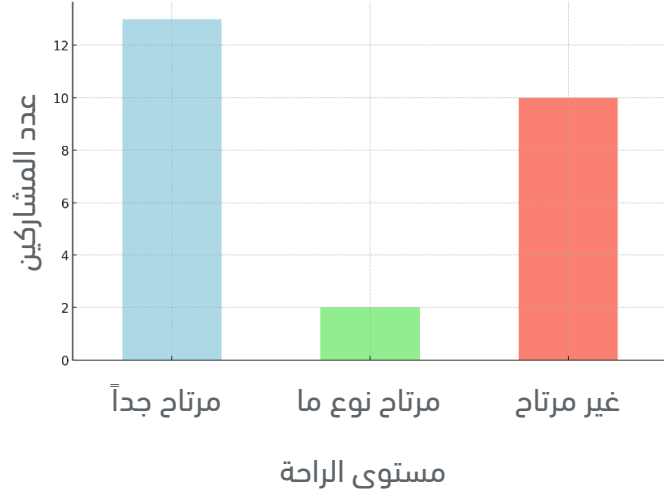


الشكل 3. بيئة القيادة الاعتيادية للمشاركين

مستوى الراحة عند استخدام التكنولوجيا

عبر المشاركون عن مستويات متفاوتة من الراحة عند استخدام التكنولوجيا الجديدة: فقد أفاد 13 مشاركاً بأنهم مرتاحون جدًا بينما أفاد 10 مشاركين بأنهم غير مرتاحين بينما شعر مشاركان براحة نسبية. ويبرز هذا الأمر أهمية ضمان تصميم جهاز (SafeDrive4Deaf) ليكون سهل الاستخدام للغاية وقابل للنفذ بحيث يراعي المستخدمين من ذوي المستويات المختلفة من المعرفة والثقة بالتكنولوجيا.

مستوى راحة المشاركين عند استخدام التكنولوجيا الجديدة



الشكل 4. مستوى الراحة عند استخدام التكنولوجيا

4.2. النتائج الرئيسية

التحليل الموضوعي

استخدم التحليل الموضوعي الذي أُجري في هذه الدراسة نهج الترميز الاستقرائي لتحديد وتصنيف الميزات والتحسينات المطلوبة في وسائل مساعدة السائقين الصم وضعاف السمع بشكل منهجي. وشملت المواضيع الرئيسية التي برزت في هذا السياق التنبيهات البصرية لاكتشاف مركبات الطوارئ والتعرف على إشارات المرور وتوجيه السائق وميزات التحويل السمعي إلى بصري أو لمسي مثل تحويل تنبيهات صفارات الإنذار إلى بصرية وصوت البوق إلى منبه لمسي وآليات التغذية الراجعة اللمسية المدمجة في المقاعد أو عجلات القيادة والتكامل السلس مع أنظمة المركبات الحالية عبر توافق الهواتف الذكية وأنظمة المعلومات والترفيه. كما تم تسليط الضوء على مواضيع مهمة أخرى مثل سهولة الاستخدام من خلال واجهات مبسطة ومتطلبات إعداد بسيطة وسهولة الحمل التي توفرها الأجهزة القابلة للارتداء وقابلية النقل بين المركبات وتحسينات إمكانية النفاذ بما في ذلك دعم الملاحة بلغة الإشارة والقدرة على تحمل التكاليف من خلال حوافز التأمين أو الأسعار المدعومة. كما برزت الموثوقية والمتانة كجوانب أساسية بما في ذلك التنبيهات القابلة للتعديل والإعدادات الشخصية والإدارة الفعالة للطاقة والتصميم المقاوم للعوامل الجوية. وقد ساهم هذا الإطار الموضوعي الشامل بشكل مباشر في ضمان التطوير المستمر وتحسين التكنولوجيا المساعدة لنظام (SafeDrive4Deaf) (الشكل 7).

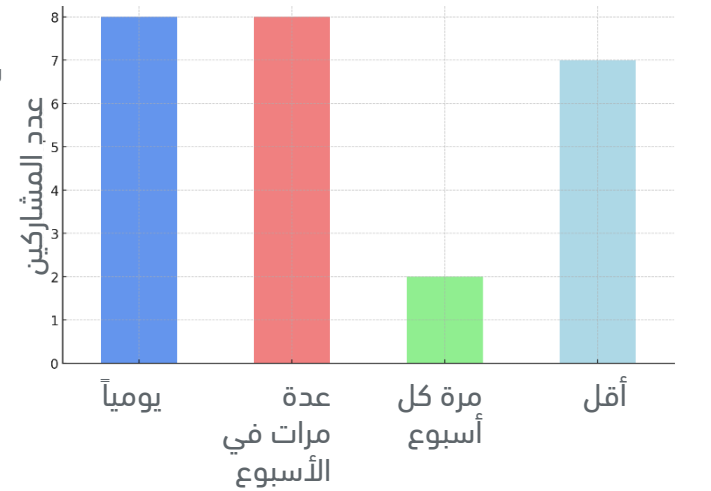


الشكل 7. التحليل الموضوعي

معدل ممارسة القيادة

تباينت معدلات ممارسة القيادة بين المشاركين بشكل كبير حيث أفاد 8 أشخاص أنهم يمارسون القيادة يومياً و8 آخرون عدة مرات أسبوعياً واثنان يقودان مرة كل أسبوع و7 أقل من ذلك. ويُبرز هذا التنوع في عادات القيادة ضرورة أن يكون جهاز (SafeDrive4Deaf) قابلاً للتكيف وفعالاً في مختلف أنماط الاستخدام مما يضمن تلبية احتياجات السائقين الذين يمارسون القيادة بشكل متكرر وأولئك الأقل ممارسة للقيادة من مجتمع الصم وضعاف السمع.

معدل ممارسة المشاركين للقيادة



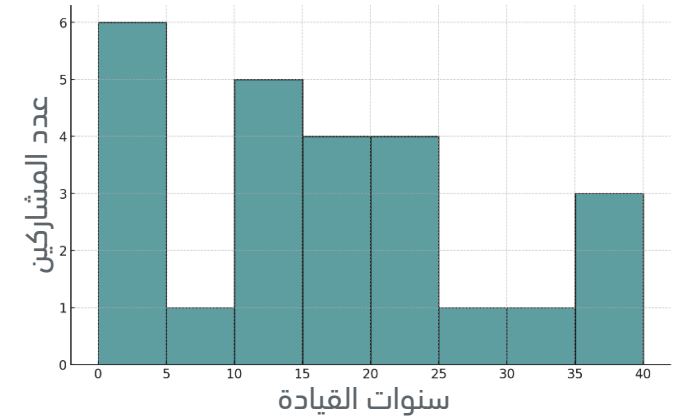
المعدل الزمني

الشكل 5. معدل ممارسة القيادة

سنوات الخبرة في القيادة

امتلك المشاركون في الدراسة خبرة قيادة واسعة تراوحت بين 5 و40 عامًا مما يعكس مجموعة متنوعة ذات رؤى واحتياجات متباينة. حيث تمتع عدد كبير من المشاركين بخبرة قيادة تزيد عن 20 عامًا مما قدّم وجهات نظر قيّمة حول الواقع طويل الأمد لقيادة الأشخاص الصم أو ضعاف السمع. كما وفر إشراك السائقين الجدد الذين تتراوح خبرتهم بين 5 و10 سنوات ضماناً بأن ترصد الدراسة أيضاً التحديات الفريدة ومنحنيات التعلم التي يواجهها الحاصلون على رخص القيادة حديثاً مما ساهم في فهم شامل لتجارب القيادة في المجتمع.

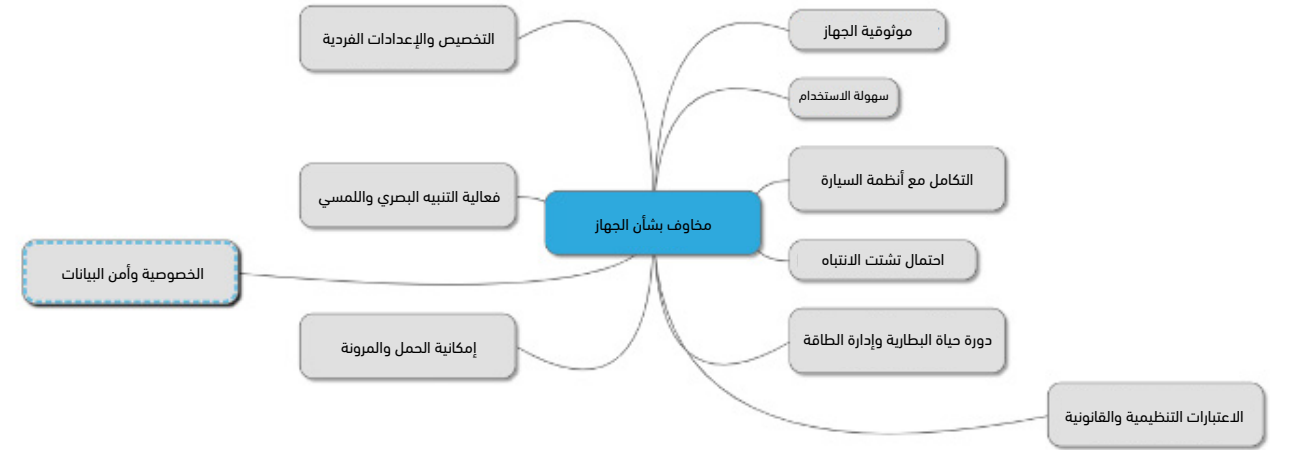
سنوات خبرة المشاركين في القيادة



الشكل 6. سنوات الخبرة في القيادة

التحديات الرئيسية

طرح المشاركون العديد من المخاوف الأمنية الحرجة التي تؤثر على تجربة قيادتهم كأشخاص صم أو ضعاف سمع. وقد أفاد جميع المشاركين (100%) بصعوبات في رصد مركبات الطوارئ القريبة مما يُبرز وجود تحدٍّ عام في مجال الوعي الصوتي في حالات الطوارئ. كما واجه الكثيرون عقبات كبيرة في إدراك الإشارات السمعية الأساسية الأخرى مثل أبواق السيارات وصفارات الإنذار نظرًا لقيود أنظمة سلامة المركبات الحالية التي تعتمد بشكل أساسي على التنبيهات الصوتية. بالإضافة إلى ذلك ذُكرت عوائق التواصل بشكل متكرر لا سيما أثناء التفاعل مع جهات إنفاذ القانون والسائقين الآخرين والمشاة مما يؤدي غالبًا إلى مواقف مُرهقة أو غامضة. وقد أدى الاعتماد على الإشارات البصرية للتوجيه والوعي إلى زيادة العبء المعرفي بشكل كبير مما تطلب يقظة دائمة والقدرة على أداء مهام متعددة. كما فاقمت الوصمة الاجتماعية هذه التحديات حيث أثرت المفاهيم الخاطئة الشائعة حول قدرات السائقين الصم سلبيًا على ثقتهم بأنفسهم وشعورهم بالاستقلالية. وتؤكد هذه النتائج الحاجة الملحة إلى تكنولوجيا شاملة ومتعددة الحواس لدعم القيادة مثل (SafeDrive4Deaf).



الشكل 8. ملخص المخاوف بشأن الجهاز

الاستخدام الحالي للتكنولوجيا المساعدة

أفاد المشاركون بتنوع استخداماتهم لحلول التكنولوجيا المساعدة الحالية بما في ذلك:

أ. أفاد المشاركون باستخدامهم المنتظم للعديد من تقنيات المركبات الشائعة التي تدعم سلامة القيادة وراحتها. وشملت هذه التقنيات أنظمة الكبح التلقائي في حالات الطوارئ واكتشاف النقاط العمياء وأنظمة الملاحة المزودة بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ومساعدة ركن السيارة ومثبت السرعة. كما يشير الإلمام بهذه الحلول التكنولوجية إلى استعداد العديد من السائقين لاستخدام أنظمة مساعدة إضافية مثل (SafeDrive4Deaf) خاصة عندما تتوافق مع عادات القيادة الحالية وتعزز السلامة دون زيادة العبء المعرفي على المستخدم.

ب. أبرز المشاركون العديد من الثغرات التقنية الحرجة التي تؤثر على سلامتهم وتجربتهم في القيادة وذلك على الرغم من استخدام حلول تكنولوجية قياسية مختلفة للمركبات. وتشمل هذه الثغرات القدرات المحدودة للتنبيهات البصرية للإشارات السمعية المهمة وغياب أنظمة التغذية الراجعة اللمسية لتعزيز الوعي بالموقف الحالي وضعف تصميم إمكانية النفاذ بشكل عام في الأنظمة الحالية. وكان من أبرز المخاوف عدم كفاية قدرة التكنولوجيا الحالية على اكتشاف وتنبيه السائقين باقتراب مركبات الطوارئ منهم. كما رأى العديد من المشاركين أن واجهات المستخدم الحالية معقدة للغاية مما يشكل تحديات لمن لديهم مستويات أقل من الراحة عند استخدام التكنولوجيا. وتؤكد هذه الفجوات على الحاجة إلى حلول شاملة ومرنة ومتعددة الحواس مثل جهاز (SafeDrive4Deaf).

ملاحظات حول جهاز (SafeDrive4Deaf)

قدّم المشاركون ملاحظات إيجابية حول مفهوم جهاز (SafeDrive4Deaf) معربين عن اهتمامهم الكبير بأنظمة التنبيه البصرية واللمسية المصممة خصيصًا لتعزيز اكتشاف مركبات الطوارئ. وكان هناك تقدير واسع لنهج التصميم الذي يركز على المستخدم وإدراك كبير لفوائد السلامة المُحتملة التي يُمكن أن يُقدّمها الجهاز. كما أيد العديد من المشاركين فكرة دمج النظام مع تقنيات المركبات الحالية لضمان سلاسة الأداء. وقد قدّم المشاركون أيضًا اقتراحات بناءة لتطوير الجهاز شملت تبسيط واجهة المستخدم لاستيعاب المستويات المُختلفة من الراحة عند استخدام التكنولوجيا وتمكين إعدادات تنبيه قابلة للتخصيص تناسب التفضيلات الفردية وتعزيز التكامل مع تطبيقات الهواتف الذكية لزيادة سهولة النفاذ. كما كان هناك اهتمام بتطوير نظام تغذية راجعة متعدد الوسائط يجمع بين الإشارات البصرية واللمسية والمُحسّنة بالإضافة إلى دعوات لاستراتيجيات تنفيذ فعّالة من حيث التكلفة لضمان إمكانية النفاذ والنطاق الواسع للاستخدام.

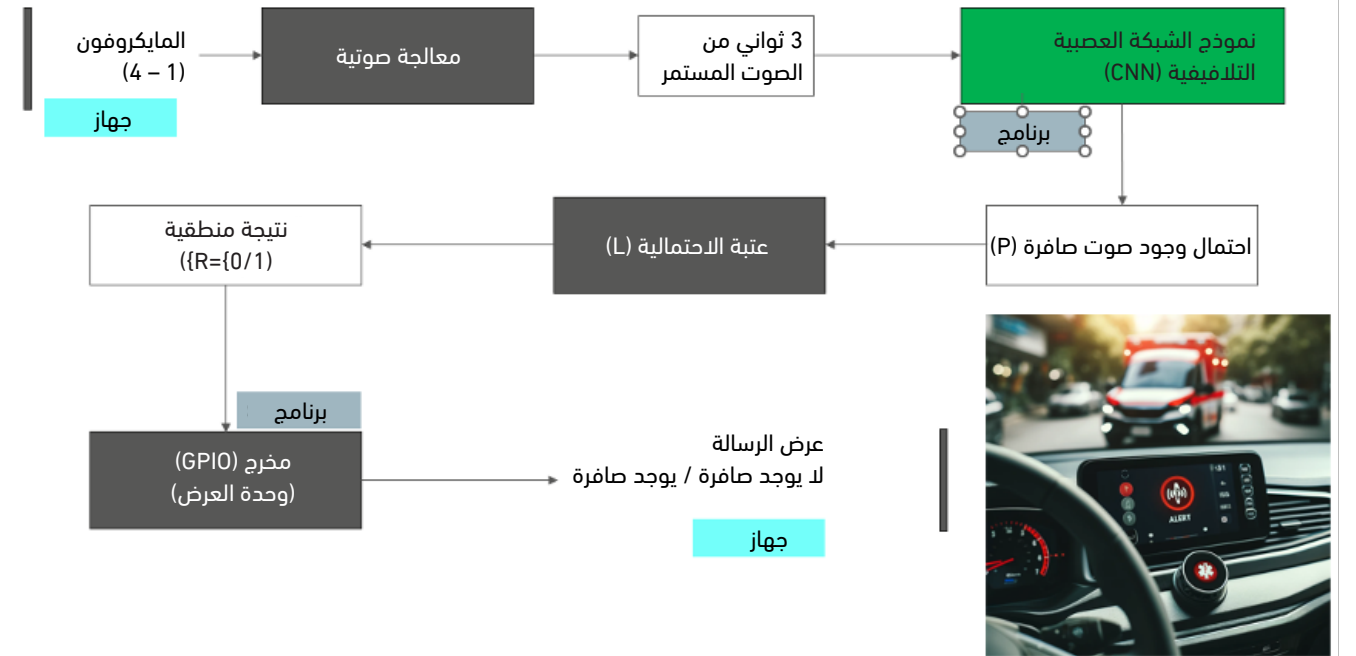
5. الابتكار: القيادة الآمنة للصم (SafeDrive4Deaf)

5.1 بنية النظام

إن جهاز (SafeDrive4Deaf) هو ملحق للسيارة متصل بمنفذ (USB) يقوم بمراقبة البيئة المحيطة. ويوفر هذا الجهاز معلومات بصرية بمجرد تمييزه للإشارات الصوتية مثل صفارات سيارات الطوارئ وأبواق القطارات وأبواق السيارات أو تنبيهات السيارات القياسية.

- التمثيل الواسع: بما يضمن أن تكون نتائج المشروع ذات صلة للمستخدمين ومفيدة لمجتمع الصم ككل وليس فقط لفئة معينة منه.
- تعزيز موثوقية النتائج: إن تنوع المشاركين يزيد من درجة موثوقية نتائج المشروع وقابليتها للتعميم.
- يوظف البحث مجموعة واسعة من الخبرات ويراعي الاختلافات في عادات القيادة واستخدام التكنولوجيا واحتياجات النفاذ للصم.
- ضمان ممارسات البحث الأخلاقية: يدعم لبحث المعايير الأخلاقية من خلال ضمان استفادة جميع شرائح المجتمع منه.

يوظف تصميم جهاز (SafeDrive4Deaf) الأجهزة والبرامج معًا لاكتشاف صفارات الإنذار بدقة وتنبيه السائقين الصم. ويبدأ النظام عمله من خلال وضع أربع ميكروفونات حول السيارة لالتقاط إشارات الصوت المحيطة والتي تتم معالجتها بعد ذلك من خلال وحدة معالجة صوتية. ويتم توفير بيانات صوتية مستمرة لمدة 3 ثوانٍ مما يغذي البيانات إلى نموذج الشبكة العصبية التلافيفية (CNN). ثم يحلل نموذج التعلم العميق هذا الصوت لتحديد احتمالية وجود صفارة إنذار. وتتم مقارنة ناتج الاحتمالية مع عتبة محددة مسبقًا لتوليد نتيجة منطقية ("1" للكشف عن صفارة إنذار، "0" لعدم وجود صفارة إنذار). ويرسل البرنامج في حالة اكتشاف صفارة إنذار أمرًا إلى مخرج (GPIO) والذي بدوره يقوم بعرض رسالة مرئية على وحدة العرض وينبه السائق بإشارة "تم اكتشاف صفارة إنذار". ويضمن هذا النهج المتكامل اكتشاف صفارات الإنذار في الوقت الفعلي ويوفر تغذية راجعة بصرية فورية للمستخدم مما يعزز الوعي الظرفي وسلامة السائقين الصم على الطريق.



الشكل 9. بنية النظام

5.2. دقة الخوارزمية

تعتمد فعالية جهاز (SafeDrive4Deaf) بشكل كبير على دقة خوارزمية كشف الصوت المصممة لاكتشاف صفارات الإنذار وسط الضوضاء الخلفية. ويُعد أداء الخوارزمية عاملاً حاسماً في ضمان موثوقية التنبيهات وتعزيز سلامة السائقين الصم. ويوضح هذا القسم إجراءات الاختبار ومعايير التقييم ونتائج دقة الخوارزمية في سيناريوهات واقعية مختلفة.

منهجية الاختبار

تم اختبار النظام لتقييم دقة خوارزمية اكتشاف الأصوات باستخدام مجموعة من العينات الصوتية التي تمثل ظروفًا بيئية مختلفة، وتضمنت هذه العينات:

- **العيونة رقم 1:** صفارة إنذار خافتة ممزوجة ببعض الضوضاء البيضاء.
- **العيونة رقم 2:** صفارة إنذار في بيئة حضرية صاخبة مع أصوات حركة مرور.
- **العيونة رقم 3:** صفارة إنذار مع ضوضاء خلفية تشمل أصوات محركات السيارات والراديو.

- **العيونة رقم 4:** ضوضاء خلفية تشمل أصوات أنشطة البناء مثل الحفر (بدون صفارة إنذار).

- **العيونة رقم 5:** مستويات عالية من الضوضاء الحضرية بما في ذلك أبواق السيارات وأصوات الشوارع العامة (بدون صفارة إنذار).

- **العيونة رقم 6:** كلام بشري مصحوب بضوضاء سيارة (بدون صفارة إنذار).

وقد تم تقييم كل سيناريو من خلال تشغيل الصوت في بيئة خاضعة للتحكم تم تركيب جهاز (SafeDrive4Deaf) فيها. وقامت الخوارزمية بمعالجة المدخلات وخرجت بنتيجة منطقية تُشير إلى ما إذا تم رصد صفارة إنذار أم لا.

مقاييس التقييم

تم قياس دقة الخوارزمية باستخدام المقاييس الرئيسية التالية:

1. **معدل النتائج الإيجابية الحقيقية (الحساسية):** نسبة أحداث صفارات الإنذار الفعلية التي تم اكتشافها بشكل صحيح بواسطة الخوارزمية. حيث يشير معدل الحساسية المرتفع إلى أن الخوارزمية تكتشف صفارات الإنذار بفعالية في ظروف مختلفة.
2. **معدل النتائج السلبية الحقيقية (الخصوصية):** نسبة الأحداث غير المتعلقة بصفارات الإنذار التي تم اكتشافها بشكل صحيح. حيث تضمن الخصوصية العالية عدم إصدار الخوارزمية إنذارات خاطئة.
3. **معدل النتائج الإيجابية الكاذبة (FPR):** نسبة الأحداث غير المتعلقة بصفارات الإنذار التي تم تصنيفها بشكل خاطئ على أنها صفارات إنذار. ويُعد انخفاض معدل النتائج الإيجابية الكاذبة أمرًا بالغ الأهمية لتجنب تشتيت انتباه السائق.
4. **معدل النتائج السلبية الكاذبة (FNR):** نسبة أحداث صفارات الإنذار الفعلية التي لم تكتشفها الخوارزمية. ويُعد انخفاض معدل النتائج السلبية الكاذبة ضروريًا للحفاظ على سلامة السائقين الصم.

النتائج

كُشف اختبار خوارزمية اكتشاف الأصوات في (SafeDrive4Deaf) عن النتائج التالية:

- **السيناريو 1:** عند وجود صفارة إنذار خافتة مع ضوضاء بيضاء: حققت الخوارزمية معدل حساسية مرتفعًا بلغ 95% ونجحت في اكتشاف صفارة الإنذار في معظم الحالات على الرغم من انخفاض مستوى الصوت وتداخل الضوضاء الخلفية.

- **السيناريو 2:** عند وجود صفارة الإنذار في بيئة حضرية صاخبة: حافظت الخوارزمية على معدل حساسية بلغ 92% مما يُظهر أداةً قويًا حتى مع تداخل الأصوات المتعددة.

- **السيناريو 3:** عند خلط صفارة الإنذار مع ضوضاء محرك السيارة والراديو: حققت الخوارزمية معدل حساسية بلغ 88%. ولوحظت بعض التحديات في تمييز نغمات صفارة الإنذار عن الترددات المماثلة في الخلفية.

- **السيناريو 4:** بالنسبة لضوضاء الخلفية مثل أعمال الحفر دون وجود صفارة إنذار: أظهرت الخوارزمية دقة عالية بلغت 97% مما أدى إلى تحديد عدم وجود صفارة إنذار بشكل صحيح وتجنب النتائج الإيجابية الخاطئة.

- **سيناريو 5:** في سيناريوهات الضوضاء الحضرية الشديدة وعدم وجود صفارات الإنذار: ظلت الدقة مرتفعة بمعدل 94% مما عزز قدرة الخوارزمية على تصفية الأصوات غير ذات الصلة.

- **السيناريو 6:** عند التعرض للكلام البشري مع ضوضاء السيارات: حققت الخوارزمية دقة 96% حيث اكتشفت بدقة عدم وجود صفارات الإنذار.

القيادة الآمنة للصم (SafeDrive4Deaf)

دراسة متعددة الأساليب حول الوعي الصوتي في حالات الطوارئ واحتياجات التكنولوجيا المساعدة للسائقين الصم وضعاف السمع

نفاذ

القيادة الآمنة للصم (SafeDrive4Deaf)

دراسة متعددة الأساليب حول الوعي الصوتي في حالات الطوارئ واحتياجات التكنولوجيا المساعدة للسائقين الصم وضعاف السمع

مناقشة نتائج دقة الخوارزمية

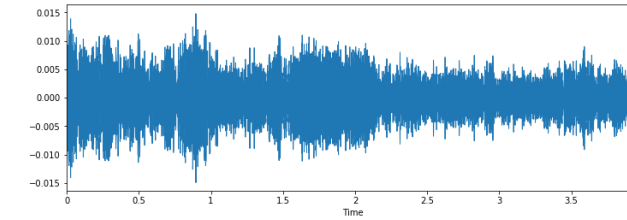
تشير النتائج إلى أن خوارزمية (SafeDrive4Deaf) تعمل بدقة عالية في بيئات متنوعة وأنها توازن بفعالية بين الحساسية والخصوصية لضمان الاكتشاف الموثوق لصفارات الإنذار. وفي حين أن الخوارزمية قد قدمت أداءً قويًا في معظم السيناريوهات إلا أنها واجهت تحديات متوسطة في بعض الظروف مثل تمييز صفارات الإنذار عن ترددات مماثلة في ضوضاء الخلفية.

وبهدف تحسين الدقة بشكل أكبر فإنه يمكن للتحديثات المستقبلية أن تشمل ما يلي:

- **تقنيات التعلم الآلي المتقدمة:** قد يكون من الممكن تحسين القدرة على تمييز الأنماط الصوتية المعقدة من خلال استخدام نماذج أكثر تطورًا مثل الشبكات العصبية العميقة أو أساليب المجموعات.
- **التعلم والتكيف المستمران:** قد يُحسّن تطبيق نظام يتعلم باستمرار من البيانات الجديدة وملاحظات المستخدمين قدرات اكتشاف الأصوات بمرور الوقت.
- **استخدام أجهزة استشعار إضافية:** قد يكون من الممكن توفير تقييم أكثر شمولًا للبيئة المحيطة من خلال دمج بيانات الصوت المكتشفة مع مُدخلات من أجهزة استشعار أخرى مثل الكاميرات أو مقاييس التسارع.

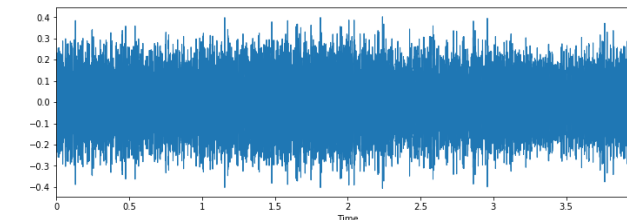
وعلى العموم فإن خوارزمية (SafeDrive4Deaf) تُوفر حلاً موثوقًا لاكتشاف صفارات الإنذار في ظروف واقعية. حيث يضمن النظام من خلال تحقيق مستويات عالية من الحساسية والدقة أن يتلقى السائقين الصم تنبيهات دقيقة وفي الوقت المناسب مما يعزز وعيهم وسلامتهم على الطريق. ويمكن لمزيد من التحسينات على الخوارزمية أن تركز على هذا الأساس المتين لمعالجة التحديات المتبقية ومواصلة تحسين الأداء.

probability not siren: 0.014714837
probability siren: 0.9852852



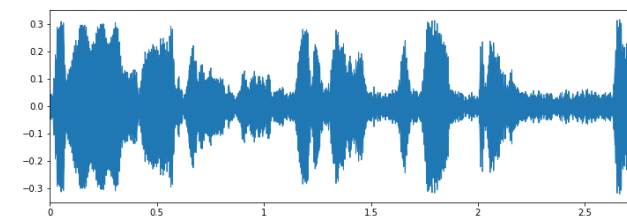
الشكل 10. العينة رقم 1: صفارة إنذار ناعمة مع بعض الضوضاء البيضاء

probability not siren: 0.010631013
probability siren: 0.989369



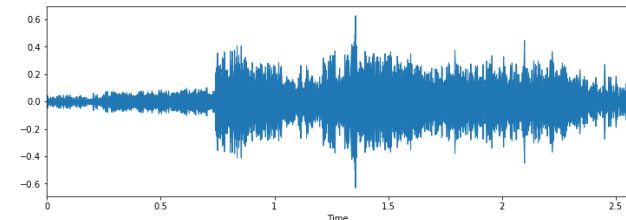
الشكل 11. العينة رقم 2: صفارة الإنذار في بيئة حضرية صاخبة

probability not siren: 0.04361024
probability siren: 0.9563897



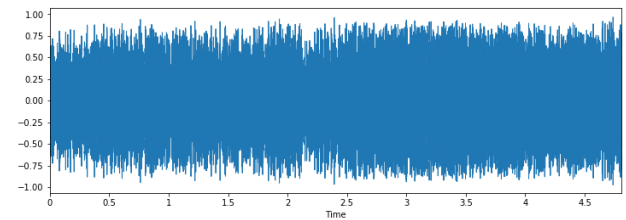
الشكل 12. العينة رقم 3: صفارة إنذار مع ضوضاء خلفية من السيارة والراديو

probability not siren: 0.9933709
probability siren: 0.006629094



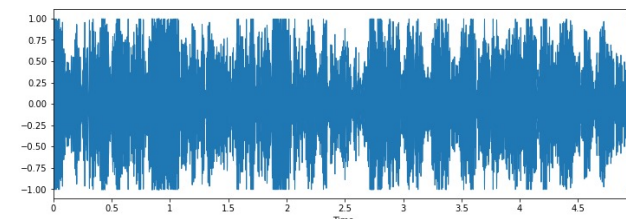
الشكل 13. العينة رقم 4: أصوات عمليات الحفر (بدون صفارة إنذار)

probability not siren: 0.77474236
probability siren: 0.22525765



الشكل 14. العينة رقم 5: الكثير من الضوضاء الحضرية (لا توجد صفارات إنذار)

probability not siren: 0.9962915
probability siren: 0.003708468



الشكل 15. العينة رقم 6: كلام مع ضوضاء السيارة (بدون صفارة إنذار)

5.3. نظرة عامة على الجهاز

يُمثل الحد الأدنى من المنتج القابل للتطبيق (MVP) لجهاز (safedrive4deaf) تنويجًا لأبحاث مكثفة وتكرارات لعملية التصميم واختبارات تهدف إلى تقديم حل عملي وموثوق للسائقين الصم. ويقدم هذا القسم نظرة عامة على الحد الأدنى من المنتج القابل للتطبيق مع تسليط الضوء على الميزات والوظائف الرئيسية وعناصر التصميم التي تجعل المنتج جاهزًا للطرح في السوق. وتشمل هذه الميزات:

- **الاكتشاف الفوري لصفارات الإنذار:** يراقب الجهاز البيئة المحيطة باستمرار باستخدام نموذج الشبكة العصبية التلافيفية (CNN) بحثًا عن صفارات الطوارئ. وتعالج الخوارزمية المدخلات الصوتية من أربع ميكروفونات موزعة بشكل استراتيجي مما يضمن الكشف الدقيق والفوري عن الأصوات.
- **تحليل الصوت الاتجاهي:** يحدد النظام اتجاه صفارات الإنذار الواردة مما يوفر للسائقين وعيًا مكانيًا بمصدر الصوت وهو أمر بالغ الأهمية لاتخاذ قرارات قيادة مدروسة.
- **نظام التنبيه البصري:** توفر وحدة عرض عالية الدقة مثبتة على لوحة القيادة تنبيهات بصرية على شكل إشارات لرموز ملونة. حيث يشير اللون الأحمر إلى وجود تهديد وشيك أو صفارة إنذار قريبة بينما يشير اللون الأصفر إلى صفارة إنذار بعيدة مما يسمح للسائقين بتقييم خطورة الموقف بسرعة.
- **تنبيهات قابلة للتخصيص:** يمكن للسائقين تخصيص إعدادات التنبيه بما في ذلك شدة الرؤية وأنظمة الألوان وحدود اكتشاف الأصوات بما يناسب تفضيلاتهم مما يعزز سهولة الاستخدام في مختلف ظروف القيادة.
- **تركيب سهل:** صُمم الجهاز ليتم تركيبه بسهولة باستخدام منافذ (USB) القياسية وأنظمة التركيب الاعتيادية في المركبة مما يجعله متوافقًا مع مجموعة واسعة من طرازات المركبات دون الحاجة إلى أدوات أو تعديلات متخصصة.
- **مكونات متينة ومقاومة للعوامل الجوية:** صُممت الميكروفونات ووحدات المعالجة المصنوعة من مواد عالية الجودة لتحمل مختلف الظروف الجوية بما في ذلك المطر والغيار ودرجات الحرارة القصوى مما يضمن تشغيلًا موثوقًا به في بيئات متنوعة.

6. المناقشة

الآثار المترتبة على السلامة المرورية

تكشف نتائج هذه الدراسة عن آثار هامة على سلامة السائقين الصم وضعاف السمع. حيث يمثل التحدي الشامل المتمثل في اكتشاف مركبات الطوارئ (وفق ما أفاد 100% من المشاركين) فجوة خطيرة في مجال السلامة وهي تتطلب اهتمامًا فوريًا. وتتوافق هذه النتيجة مع أبحاث سابقة تشير إلى أنه يمكن للإعاقات الحسية أن تسبب نقاط ضعف فريدة في أنظمة النقل.

ويشير تنوع خبرات القيادة بين المشاركين (40-5 عامًا) إلى استمرار هذه التحديات بغض النظر عن خبرتهم في القيادة مما يدل على عدم تلبية البنية التحتية الحالية للطرق وتصميم المركبات لاحتياجات السائقين الصم بشكل كافٍ. وتظهر النسبة العالية من سائقي المدن (76%) في عيّنتنا التحديات الخاصة في بيئات المرور المعقدة حيث يكون هناك إشارات سمعية متعددة في وقت واحد.

الابتكار من خلال التصميم المشترك المجتمعي

تتجلى إحدى الميزات المبتكرة لهذا البحث في نهجه الذي يركز على المجتمع من حيث التصميم المشترك وخاصة حلقة التغذية الراجعة التكرارية للمشاركين. فقد ساهم المشاركون بفعالية في إثراء عملية تطوير النظام من خلال تحديد متطلباتهم المحددة وأساليب التفاعل المفضلة لديهم واعتبارات سهولة الاستخدام العملية. وقد عززت منهجية التصميم المشترك هذه روح المشاركة والمسؤولية لدى المستخدمين مما ساهم في مواءمة تطوير المنتج مباشرة مع احتياجات المجتمع الحقيقية بدلاً من الاعتماد على الافتراضات النظرية فحسب. ويضمن هذا التصميم التشاركي عدم اقتصار فعالية التكنولوجيا الناتجة مثل نظام (SafeDrive4Deaf) على ومستوى النظري فحسب بل جعل المنتج ذا صلة عملية ومقبول على نطاق واسع وقابلة للاستخدام فعليًا في سيناريوهات العالم الحقيقي.

اعتماد التكنولوجيا واعتبارات التصميم

تؤكد نتائج التوزيع ثنائي النمط لمستويات الراحة عند استخدام التكنولوجيا (52% مرتاحون جدًا مقابل 40% غير مرتاحين) على أهمية مبادئ التصميم الشاملة. حيث يجب على أي حل للتكنولوجيا المساعدة أن يناسب جميع المستخدمين على اختلاف قدراتهم التكنولوجية. وتشير هذه النتيجة إلى أن اتباع أسلوب "نهج واحد يناسب الجميع" قد يفشل في خدمة شريحة كبيرة من الفئة المستهدفة.

وتشير التعليقات على (SafeDrive4Deaf) إلى وجود دعم قوي من المجتمع للتكنولوجيا المساعدة الموجهة شريطة أن يتم تصميمها باستخدام مدخلات حقيقية من المستخدمين وأن تخضع لعمليات تحسين متكررة. ويعكس التركيز على أنظمة التغذية الراجعة البصرية واللمسية فهم المجتمع العملي لاحتياجاتهم وأساليب التفاعل المفضلة لديهم.

آثار أوسع على إمكانية النفاذ

تتجاوز التحديات التي تناولتها هذه الدراسة مخاوف السلامة الفردية لتشمل مسائل أوسع نطاقًا تتعلق بالمساواة والنفاذ إلى المواصلات. وتشير عوائق التواصل التي تم الإبلاغ عنها مع جهات إنفاذ القانون ومستخدمي الطرق الآخرين إلى وجود مسائل منهجية تتطلب حلولًا منسقة تشمل التكنولوجيا والسياسات والتوعية العامة.

كما يشير انتشار الوصمة الاجتماعية والمفاهيم الخاطئة حول قدرات السائقين الصم إلى الحاجة إلى إطلاق حملات توعية عامة إلى جانب توفير الحلول التكنولوجية. ويجب أن تعالج مختلف التدخلات الفعالة التحديات العملية والعوائق الاجتماعية التي يواجهها السائقون الصم وضعاف السمع.

قيود الدراسة

ينبغي مراعاة العديد من القيود عند تفسير نتائج هذه الدراسة. فرغم أن حجم العينة البالغ 25 مشاركًا كان كافيًا للبحث الاستكشافي إلا أنه يحد من إمكانية تعميم النتائج الكمية. وقد لا يعكس التركيز الجغرافي في تونس وألمانيا تجارب السائقين الصم في سياقات ثقافية وتنظيمية أخرى.

كما يقدم التصميم المقطعي لمحة عامة عن التجارب الحالية ولكنه لا يستطيع رصد كيفية تطور الاحتياجات والتحديات مع تغير التكنولوجيا والبنية التحتية للطرق. وهنا يأتي دور الدراسات الطولية التي توفر رؤى قيمة حول فعالية التكنولوجيا المساعدة على المدى الطويل.

FoRe GROUP

مدخل الطاقة / USB 5v
وحدة لوحة المعلومات

4 ميكروفونات إدخال

وحدة
الميكروفون
الداخلية/
الخارجية

FoRe GROUP

وحدة الميكروفون
الداخلية / الخارجية

4 ميكروفونات إدخال

صورة السيارة مع الإشارات

شريط رسالة التنبيه

حالة وإعدادات
الميكروفونات الأربعة

الشكل 17.

شاشة وميزات
الاتصال لجهاز
(SafeDrive4Deaf)



الشكل 18. إعدادات (SafeDrive4Deaf) في السيارة

7. الاستنتاجات والتوصيات

تقدم نتائج هذه الدراسة العديد من الرؤى والأفكار الرئيسية الحاسمة لتعزيز السلامة المرورية للسائقين الصم وضعاف السمع. وقد شكلت مسألة اكتشاف مركبات الطوارئ تحدياً عالمياً هاماً مما يُبرز الحاجة الملحة للتدخل التكنولوجي. ويوجد اهتمام واضح من قبل مجتمع السائقين الصم باستخدام التكنولوجيا المساعدة ولكن هذه الحلول يجب أن تُراعي مجموعة واسعة من مستويات الراحة التكنولوجية. ويجب أن يُعطي التصميم الفعال الأولوية لآليات التغذية الراجعة البصرية واللمسية وواجهات المستخدم المرنة وسهولة الاستخدام والتكامل السلس مع أنظمة المركبات الحالية. كما أن اتباع نهج يركز على المجتمع - قائم على المشاركة المستمرة والتطوير المتكرر - يعدّ أمراً أساسياً لضمان تلبية هذه الحلول لاحتياجات المستخدمين وسهولة استخدامها من قبلهم. وتتجاوز عملية معالجة التحديات التي يواجهها السائقون الصم مجال الابتكار التكنولوجي فهي تتطلب جهوداً منسقة في مجالات متعددة بما في ذلك وضع سياسات شاملة وإجراء تثقيف عام لمكافحة الوصمة الاجتماعية وتعزيز بيئة قيادة أكثر أماناً ومساواة.

المراجع

1. Al Thani, D., Al Tamimi, A., Othman, A., Habib, A., Lahiri, A., & Ahmed, S. (2019). Mada Innovation Program: A Go-to-Market ecosystem for Arabic Accessibility Solutions. 2019 7th International Conference on ICT & Accessibility (ICTA), 1–3. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9144818/>
2. Beha, A. (2022). Self-Assessment of Driving Abilities of Deaf and Hearing Drivers. European Journal of Humanities and Social Sciences, 2(6), 70–75.
3. Chemnad, K., & Othman, A. (2024). Digital accessibility in the era of artificial intelligence—Bibliometric analysis and systematic review. Frontiers in Artificial Intelligence, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1349668>
4. Choudhury, K., & Nandi, D. (2023). Review of Emergency Vehicle Detection Techniques by Acoustic Signals. Transactions of the Indian National Academy of Engineering, 8(4), 535–550. <https://doi.org/10.1007/s41403-023-00424-9>
5. Engelman, A. A. (2012). Addressing disparities in emergency communication with the deaf and hard-of-hearing: Cultural competence and preparedness for first responders [PhD Thesis, UC Berkeley]. <https://escholarship.org/uc/item/4j843811>
6. Lopez, L. A. Q., González, J. L. C., Parada, J. A. S., Barrios, J. C. C., & Quintero, I. D. O. (2025). Vehicular Inclusion: An Analysis of Deaf Driving and Prospects for More Accessible Mobility. Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI, 15(1), 7.
7. Miranda, L., Viterbo, J., & Bernardini, F. (2022). A survey on the use of machine learning methods in context-aware middlewares for human activity recognition. Artificial Intelligence Review, 55(4), 3369–3400. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10094-0>

بناء بيئة عمرانية خالية من العوائق رؤية مركز مدى لقطر مسيرة للجميع

مايك بارك

mpark@mada.org.qa

مركز مدى، الدوحة، قطر

1. المقدمة

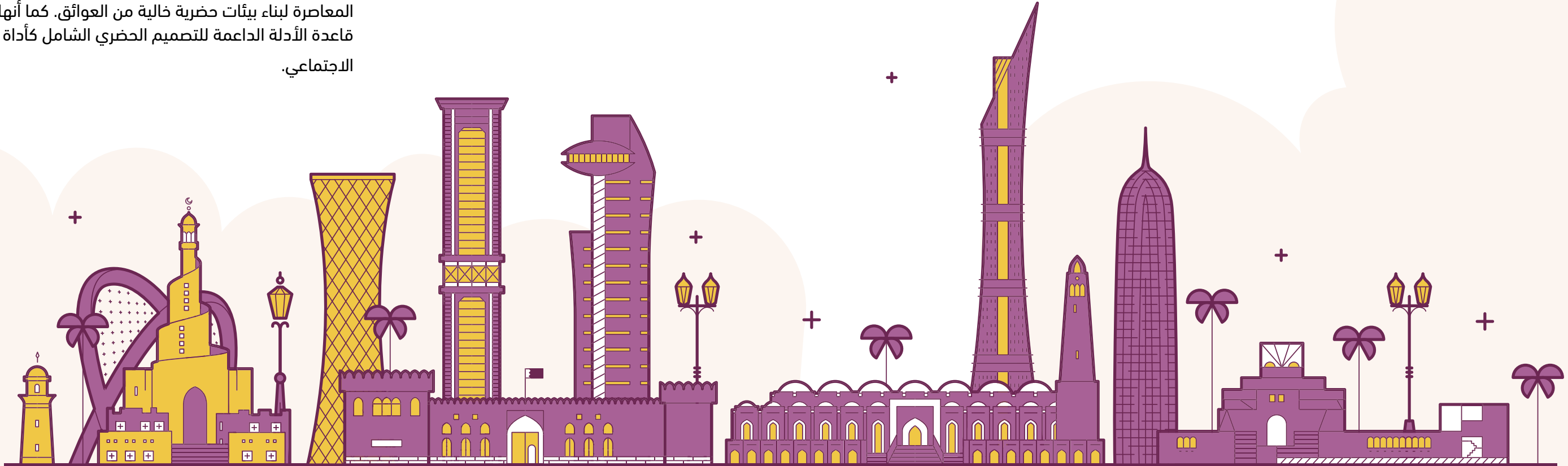
الملخص - تستكشف هذه الورقة البحثية المبادرة الوطنية لمركز مدى لتعزيز بيئة عمرانية خالية من العوائق في قطر من خلال تطبيق مبادئ التصميم الشامل. وتسلط الورقة الضوء على أهمية التخطيط الحضري والعمارة الشاملة لضمان إمكانية الوصول والمشاركة للأشخاص ذوي الإعاقة وكبار السن. وتصف هذه الورقة البحثية نموذج مركز مدى ضمن أفضل الممارسات الدولية وذلك استناداً إلى الأدبيات العالمية وخدمات الاستشارات والتدريب التي يُقدّمها المركز.

الكلمات المفتاحية - التصميم الشامل، إمكانية الوصول، البيئة العمرانية، إدماج ذوي الإعاقة، التخطيط الحضري.

تعدّ البيئة العمرانية الشاملة أمراً أساسياً لإنشاء مساحات عامة توفر المساواة وسهولة الوصول لتكون في خدمة الأفراد على اختلاف قدراتهم. وتضمن إمكانية الوصول في العمارة والتصميم الحضري قدرة الجميع بمن فيهم الأشخاص ذوو الإعاقة على التنقل باستقلالية وأمان وكرامة. ويُعدّ هذا المبدأ أساسياً لتنفيذ أطر العمل الدولية مثل اتفاقية الأمم المتحدة لحقوق الأشخاص ذوي الإعاقة كما أنه يتماشى مع أهداف التنمية الحضرية المستدامة. ولا تزال التحديات في البيئات الحضرية القائمة بدءاً من الأرصفة ومراكز النقل التي يصعب الوصول إليها ووصولاً إلى المرافق العامة تساهم في تهميش الأشخاص ذوي الإعاقات الحركية أو الحسية أو الإدراكية. ويوضح هذا الأمر الحاجة إلى استراتيجيات تصميم شاملة استباقية تُعطي الأولوية للشمول منذ البداية بدلاً من الحلول المُعدّلة الطارئة.

تُشير الأبحاث إلى أن دور التصميم المُيسّر لا يقتصر على تحسين جودة حياة الأشخاص ذوي الإعاقة فحسب بل أنه يُعزز أيضاً سهولة الاستخدام والراحة لفئات أوسع من السكان بمن فيهم كبار السن والأسر التي لديها أطفال صغار. كما أثبتت النهج التشاركية والتقييمات الشاملة بعد الاستخدام فعاليتها في تحديد عوائق إمكانية الوصول وحلها في سياقات حضرية متنوعة.

وتستكشف هذه الورقة البحثية الجهود المتواصلة التي يبذلها مركز مدى لتنفيذ إطار وطني لإمكانية الوصول في قطر من خلال تطبيق مبادئ التصميم الشامل. وتصف الورقة هذه المبادرة في إطار الجهود العالمية المعاصرة لبناء بيئات حضرية خالية من العوائق. كما أنها تسلط الضوء على قاعدة الأدلة الداعمة للتصميم الحضري الشامل كأداة للتمكين والتماسك الاجتماعي.



2. تعزيز إمكانية الوصول من خلال التصميم الشامل

يشير التصميم الشامل إلى عملية تهيئة بيئات يسهل على جميع الأشخاص الوصول إليها بغض النظر عن قدراتهم أو أعمارهم أو ظروفهم. ولا يعد هذا المفهوم مجرد معيار تقني بل هو نهج استباقي للتنوع البشري في البيئة العمرانية. ويرتكز التصميم الشامل في الأصل على مناصرة الأشخاص ذوي الإعاقة وهو اليوم يشمل أيضًا احتياجات كبار السن والأطفال والأشخاص الذين يعانون من إصابات مؤقتة أو لديهم قدرات حسية مختلفة.

2.1 فوائد التصميم الشامل لجميع الفئات

تعود طول التصميم الشامل بالفائدة على مجموعة واسعة من المستخدمين. ولنأخذ منحدرات الأرصفة على سبيل المثال والتي كانت مخصصة في البداية لمستخدمي الكراسي المتحركة أما اليوم فهي تستخدم من قبل الآباء الذين يستخدمون عربات الأطفال والمسافرين الذين يحملون أمتعتهم والعمال الذين يستخدمون عرباتهم. ولا تقتصر هذه الميزات الشاملة على توفير إمكانية الوصول المادي فحسب بل هي تُسهم أيضًا في الاستقلالية والسلامة وسهولة الاستخدام. حيث تؤكد الدراسات الحديثة أن أماكن العبور الخالية من العوائق ونقاط الاستراحة وأنظمة التوجيه تُحسن من إمكانية التنقل كبار السن والأشخاص ذوي الإعاقة على حد سواء مما يُبرز التداخل الكبير بين احتياجاتهم. كما أن المباني العامة المصممة بشكل يضمن إمكانية الوصول الشامل لا تخدم الأشخاص ذوي الإعاقة فحسب بل تفيد أيضًا النساء والأطفال وكبار السن والزوار الجدد.

2.2 السكن والتكيف الحضري مع المتقدمين في السن

يحتاج المتقدمون في السن بشكل متزايد إلى بيئات تعزز الاستقلالية وتقلل من الإجهاد البدني. وتسمح لهم عناصر التصميم المختلفة بالبقاء في منازلهم أثناء التقدم في العمر كما أنها تقلل من الإصابات الناجمة عن السقوط ومن هذه العناصر نذكر هنا المداخل الواسعة والمداخل الخالية من الدرجات والأرضيات البارزة المحسوسة وأسطح العمل القابلة لتعديل الارتفاع. ويُعد التصميم الشامل في المنازل والمجتمعات المحلية أمرًا أساسيًا لحياة آمنة وشاملة. وقد أصبحت أهمية الميزات المكانية أكثر وضوحًا خلال جائحة كوفيد-19 مثل التصميمات أحادية المستوى والإشارات البصرية الواضحة حيث برزت أهميتها لكبار السن الذين يعانون من ضعف الحركة أو التدهور المعرفي. وتُسلط الدراسات الضوء على كيفية استفادة كبار السن والأشخاص ذوي الإعاقة من نفس التدخلات التصميمية مما يعزز الاستقلالية اليومية ويقلل من الاعتماد على الرعاية المؤسسية.

2.3 التصميم المُركّز على الإعاقة والإبداع المشترك

إن إشراك الأشخاص ذوي الإعاقة في عملية التصميم يؤدي إلى بناء بيئات أكثر أصالة وفعالية. حيث تقدم ممارسات التصميم المشترك نتائج تعكس احتياجات العالم الواقعي وتُعزز سهولة الاستخدام من خلال هذا التصميم الذي يتعاون فيه المستخدمون ذوو الإعاقة مع المخططين والمهندسين المعماريين. وتوصلت دراسة حالة أسترالية حديثة إلى أن دور مثل هذه المشاركة لا يقتصر على تحسين إمكانية الوصول المادي بل إنها تعزز الكرامة والارتباط المجتمعي من خلال الهندسة المعمارية العامة الشاملة.

2.4 الإدماج الاجتماعي وأهمية السياسات

يعزز التصميم الشامل العدالة الاجتماعية من خلال دعم المشاركة المدنية والحد من وصمة العار وتعزيز الراحة النفسية. ولهذا الأمر أهمية سياسية في مختلف القطاعات التي تتعدى مجالات التعليم والنقل العام والرعاية الصحية والإسكان وغيرها. حيث تؤكد الدراسات أن التصميم الشامل في البنية التحتية العامة يزيد من التفاعل الاجتماعي ويقلل من اعتماد المستخدمين المهمشين على مقدمي الرعاية. كما أن الإعتماد على التصميم الشامل منذ البداية يقلل بشكل كبير من من تكاليف إعادة التجهيز المستقبلية ويقلل من عواقب استبعاد فئات معينة مما يجعله يعتبر استراتيجية تخطيط مسؤولة ماليًا.

3. مساهمات مركز مدى في مجال إمكانية الوصول في قطر

مركز مدى هو مؤسسة رائدة في مجال البيئات العمرانية القابلة للوصول في قطر. وتضمن هذه المبادرة للجميع بغض النظر عن إعاقاتهم سهولة التنقل واستخدام الأماكن العامة. ويُعد مركز مدى اعتبارًا من عام 2025 أول مؤسسة في البلاد تُقدم رسميًا خدمات استشارية في مجال البيئات العمرانية المُيسرة. ويُقدم المركز الاستشارات للجهات العامة والخاصة بشأن التصميم الشامل استنادًا إلى المعايير العالمية مثل قانون الأمريكيين ذوي الإعاقة (ADA). وتشمل خدماته:

- تدقيق التصميم الشامل للبنية التحتية الجديدة.
- برامج التدريب المهني.
- استشارات الامتثال للمبادئ التوجيهية الدولية

وتُعيد هذه الجهود تشكيل المجال العام في قطر مما يضمن أن تصبح ميزات معينة مثل المنحدرات والأرصفة للمسبية واللافتات المُيسرة ميزات قياسية. ويُسهم مركز مدى في سد فجوة جوهريّة في المنطقة في هذا المجال حيث لم تكن هذه الخدمات متاحة سابقًا.



الشكل 1. صورة لشخص من ذوي الإعاقة على كرسي متحرك. مراجعة مركز مدى لمستوى إمكانية الوصول في مترو الدوحة. صورة لشخص يتحقق من إمكانية الوصول إلى المصعد.



الشكل 2. صورة لجهاز صراف آلي غير قابل للوصول في الدوحة. وجد فريق إمكانية الوصول العديد من أجهزة الصراف الآلي التي يصعب الوصول إليها في فروع بنك قطر المركزي في جميع أنحاء البلاد.

المراجع

- 815x.2023.82.350-363.
8. V. Watchorn, R. Tucker, D. Hitch, and P. Frawley, 'Co-design in the context of universal design: An Australian case study exploring the role of people with disabilities in the design of public buildings', Des. J., vol. 27, pp. 68-88, 2023, doi: 10.1080/14606925.2023.2264652.
9. L. Bianco, 'Universal design: from design philosophy to applied science', vol. 10, pp. 70-97, 2020, doi: 10.17411/JACCES.V10I1.249.
10. N. A. A. Samad, I. Said, and A. Rahim, 'Strategies of Accessible City for Malaysia as A Developing Country', Environ.-Behav. Proc. J., 2021, doi: 10.21834/ebpj.v6isi4.2913.
11. V. Geropanta, 'The Smart City in Relation to Its Environment, Perception, and Urban Planning Process: Lessons for Developing Countries', pp. 547-561, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-25879-5_25.
12. N. S. A. Abdelmaksoud, 'UNIVERSAL DESIGN APPROACH TO A SMART, SUSTAINABLE, SAFE, AND ACCESSIBLE CITY FOR ALL', WIT Trans. Ecol. Environ., 2022, doi: 10.2495/sc220211.
1. V. Pineda, 'What is Inclusive and Accessible Public Space?', J. Public Space, 2022, doi: 10.32891/jps.v7i2.1607.
2. R. P. Singh and J. Dhakal, 'Accessibility and Disability-Inclusive Urban Planning in Kathmandu Metropolitan City', Int. Res. J. MMC, 2024, doi: 10.3126/irjmmc.v5i1.63080.
3. A. Ramírez-Saiz, M. T. B. Larriva, D. J. Martín, and A. Alonso, 'Enhancing Urban Mobility for All: The Role of Universal Design in Supporting Social Inclusion for Older Adults and People with Disabilities', Urban Sci., 2025, doi: 10.3390/urbansci9020046.
4. G. Güvenbas and M. Polay, 'Post-occupancy evaluation: A diagnostic tool to establish and sustain inclusive access in Kyrenia Town Centre', Indoor Built Environ., vol. 30, pp. 1620-1642, 2020, doi: 10.1177/1420326X20951244.
5. Ü. Duman and K. Uzunoglu, 'The Importance of Universal Design for the Disabled in Public Buildings: A Public Building in Northern Cyprus as a Case Study', Civ. Eng. Archit., vol. 9, pp. 690-707, 2021, doi: 10.13189/CEA.2021.090312.
6. O. Chrzanowska, 'Universal Design Principles for Older People and Older People with Disabilities During the COVID-19 Pandemic', Interdiscip. Context Spec. Pedagogy, vol. 31, pp. 267-286, 2020, doi: 10.14746/ikps.2020.31.12.
7. S. Shkliar and O. Shushliakova, 'UNIVERSAL DESIGN AS THE BASIS OF FORMING AN ACCESSIBLE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF MODERN CITIES', Urban Dev. Spat. Plan., 2023, doi: 10.32347/2076-

4. الخاتمة

تُشير ريادة مركز مدى في تطبيق مبادئ التصميم الشامل في قطر إلى تحول ثقافي أوسع نحو الشمولية وسهولة الوصول في البيئة العمرانية. حيث يعمل المركز على أن تكون التنمية في قطر شاملة وعادلة ومُهيأة للمستقبل من خلال إشراك الأشخاص ذوي الإعاقة في التصميم ومواءمة برامجه مع معايير إمكانية الوصول العالمية.

إن الشمول الحضري ليس ترفاً بل هو حق للجميع. ويظهر عمل مركز مدى أن التصميم للجميع ليس ممكناً فحسب بل هو ضروري لبناء مجتمعات يزدهر فيها الجميع.

وتبرز جهود مماثلة على الصعيد الإقليمي. فقد أصبح التصميم الشامل إلزامياً وفق القانون في مالطا وعنصراً أساسياً في قوانين التخطيط، أما في ماليزيا فيقوم مستشارو إمكانية الوصول بصياغة استراتيجيات شاملة لتكون جزءاً من السياسات الوطنية. كما تؤكد دراسة حالة المدينة الذكية في الشرق الأوسط والتي أجريت في الدوحة على ضرورة تضافر التصميم الرقمي والمادي لضمان تجارب حضرية تحقق المساواة بين جميع الأشخاص. أما في الشرق الأوسط بشكل عام فلا تزال هذه الجهود مُشتتة وإن كانت في ازدياد يوماً بعد يوم. وتُشدد مبادرات متنوعة مثل مشروع التصميم الشامل لمدينة الاسكندرية الذكية على ضرورة دمج إمكانية الوصول في أطر المدن الرقمية والمستدامة. أما في قطر فلا يزال النهج المركزي ومتعدد القطاعات الذي يمارسه مركز مدى نموذجاً فريداً ورائداً في مجال تطوير إمكانية الوصول.



Mada Innovation Award 2025 has officially launched

A platform that celebrates creativity and empowers
tech-based solutions for persons with disabilities and elderly

أنطلقت الآن جائزة مدى للابتكار 2025

المنصة التي تحتفي بالإبداع وتكافئ الحلول التقنية الداعمة
للأشخاص ذوي الإعاقة وكبار السن

What makes Mada Innovation Award 2025 unique?



- Funding by "Daam"
- Encouraging and developing innovative solutions based on AI technologies
- Providing a comprehensive mentoring team to support the shortlisted innovators
- Three new award categories

ما الذي يميز جائزة مدى للابتكار 2025؟



- تمويل من صندوق "دعم"
- التركيز على حلول قائمة على الذكاء الاصطناعي
- فريق إرشادي متكامل يقدم الدعم للمبتكرين المتأهلين
- ثلاث فئات جديدة للجائزة

Mada Innovation Award 2025 Categories



Rising Innovations Category
The award value ranges from
101,000 to 150,000 QAR
Advanced, large-scale
AI-based solutions
characterized by high
innovation and measurable
impact
One winner



Promising Innovations Category
The award value ranges from
71,000 to 100,000 QAR
Aimed at accelerating
innovations in their mid-stages
and transforming
them into practical real-world
applications
Two winners



Emerging Innovations Category
The award value ranges from
50,000 to 70,000 QAR
Funding dedicated to supporting new innovation trends
in digital accessibility and AT during their early stages
Two winners



فئة الابتكارات الواعدة
قيمة الجائزة من 71,000 إلى
100,000 ر.ق
تهدف إلى تسريع الابتكارات
في مراحلها المتوسطة وتحويلها
إلى تطبيقات عملية في الواقع
فائزان



فئة الابتكارات الصاعدة
قيمة الجائزة من 101,000 إلى
150,000 ر.ق
حلول متقدمة وقائمة على الذكاء
الاصطناعي على نطاق واسع، تتميز
بابتكار عالي وتأثير قابل للقياس
فائز واحد



فئة الابتكارات الناشئة
قيمة الجائزة من 50,000 إلى 70,000 ر.ق
تمويل مخصص لدعم توجهات الابتكارات الجديدة في مجال النفاذ
الرقمي والتكنولوجيا المساعدة في مراحلها الأولى والقابلة للتنفيذ
فائزان



**Share your idea or project and help
build a more inclusive world**
Registration is open until September 24, 2025
Apply Now!

award.mada.org.qa

• • • • •



**شاركنا فكرتك أو مشروعك، وساهم
في بناء عالم أكثر شمولاً**
باب التسجيل مفتوح لغاية 24 سبتمبر 2025
قدم الآن!

award.mada.org.qa

• • • • •