

عنوان البحث

دور إنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري:
دراسة ميدانية على العيادات المتخصصة في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

سعود علي المهيدب

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

فهرس المحتويات

المستخلص:	6
الفصل الأول	7
الاطار العام للدراسة	7
المقدمة:	8
مشكلة الدراسة	10
أهمية الدراسة	13
1. الأهمية العلمية	14
2. الأهمية التطبيقية	15
أهداف الدراسة	16
تساؤلات الدراسة	17
فروض الدراسة	18
الفرض الرئيسي	18
الفروض الفرعية	18
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث	20
متغيرات الدراسة:	21
هيكل الدراسة:	23
الفصل الثاني	24
الدراسات السابقة	24
الدراسات السابقة	26
التعليق على الدراسات السابقة:	34
المنطلقات النظرية للدراسة	39
الفصل الثالث	43
منهجية الدراسة	43

45.....	المنهجية وطرق البحث
45.....	مصادر البيانات
45.....	مصادر أولية
45.....	متغيرات الدراسة
46.....	مصادر ثانوية
46.....	أدوات الدراسة
47.....	الأساليب الإحصائية المستخدمة
48.....	حدود الدراسة
50.....	الفصل الرابع
50.....	النتائج والتوصيات
52.....	تحليل البيانات:
52.....	الإحصاءات الوصفية:
55.....	اختبار صدق وثبات الأداة:
59.....	اختبارات الفرضيات:
64.....	الفصل الخامس
64.....	المناقشة والتفسير والخاتمة
67.....	ثانياً: مناقشة نتائج الدراسة في ضوء الدراسات السابقة
69.....	رابعاً: إسهامات الدراسة
70.....	خامساً: قيود الدراسة
71.....	سادساً: الاستنتاجات العامة للدراسة:
72.....	سابعاً: التوصيات:
73.....	ثامناً: البحوث المقترحة:
74.....	تاسعاً: الخاتمة
75.....	المراجع
75.....	المراجع العربية:
76.....	المراجع الأجنبية

فهرس الجداول

- جدول 1: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً للجنس..... 52
- جدول 2: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً للعمر..... 53
- جدول 3: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً لنوع المشارك..... 54
- جدول 4: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً لمدة الإصابة بالسكري..... 54
- جدول 5: يبين الصدق الداخلي للاستبانة..... 55
- جدول 6: معامل ألفا كرونباخ..... 58
- جدول 7: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية..... 59
- جدول 8: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات السريرية لدى مرضى السكري..... 60
- جدول 9: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري..... 61
- جدول 10: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري..... 62
- جدول 11: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري..... 63

الشكر والتقدير:

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى مشرفيَّ الكريمين، الدكتور الفيصل عبد الحميد والدكتور فايز جراد، على ما قدموه من دعم علمي وإرشاد قيّم طوال مراحل إعداد هذا البحث، وعلى صبرهم ومتابعتهم الدقيقة التي ساعدتني على إنجاز الدراسة بأفضل صورة.

كما أعرب عن عميق امتناني لمنسوبي أمانة منطقة الرياض على تعاونهم الكريم ومساهماتهم الفعّالة في تزويدي بالبيانات والمعلومات اللازمة، مما أضاف قيمة كبيرة للبحث وساهم في تحقيق أهدافه. ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر لعائلتي الكريمة على دعمهم المستمر وتشجيعهم المتواصل، ولكل من كان له دور في مساندتي خلال رحلتي الأكاديمية، فدعمهم كان له أثر بالغ في إنجاز هذا العمل.

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية. اعتمدت الدراسة على منهج وصفي تحليلي لجمع البيانات من عينة مؤلفة من 110 مشاركين، شملت مرضى السكري وممارسين صحيين، باستخدام استبانة مكونة من محاور رئيسية تشمل أجهزة الاستشعار الذكية، البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية، وسهولة تكامل النظام مع السجلات الطبية.

وأظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام IoT وجودة الرعاية الصحية، حيث ساهم استخدام الأجهزة الذكية والتنبيهات الفورية في تحسين المخرجات السريرية، وزيادة امتثال المرضى للعلاج، ورفع جودة حياتهم، كما عزز النظام كفاءة الخدمات الصحية وخفض التكاليف المرتبطة بالمتابعة الطبية.

كما تقدم الدراسة إسهامات عملية ونظرية، حيث توضح فعالية دمج IoT مع البرامج التعليمية والتوعوية للمرضى، وتسلط الضوء على أهمية الجوانب الأمنية وحماية البيانات، مع تقديم توصيات لتوسيع تطبيقات النظام على أمراض مزمنة أخرى وتحسين استدامة الخدمات الصحية.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء، جودة الرعاية الصحية، مرض السكري، الأجهزة الذكية، البيانات اللحظية، كفاءة الخدمات الصحية.

الفصل الأول

الاطار العام للدراسة

المقدمة:

إنترنت الأشياء (IoT) يمثل ثورة تكنولوجية في طريقة جمع المعلومات الصحية ومعالجتها ونقلها بين الأجهزة والأطراف المعنية بالرعاية، وهو يكمل التحول الرقمي في نظم الرعاية الصحية عبر توفير قدرات للمراقبة المستمرة، التنبؤ، والتدخل المبكر في الحالات المزمنة (مقناني، 2021؛ أبوعود وآخرون، 2020). يعرف IoT طبياً كنظام متكامل من الأجهزة المستشعرة المتصلة بالإنترنت—مثل أجهزة قياس سكر الدم القابلة للارتداء، حساسات النشاط، مضخات الإنسولين المتصلة، وتطبيقات الهواتف الذكية—التي تجمع بيانات في الزمن الحقيقي وترسلها إلى منصات تخزين وتحليل قادرة على دعم اتخاذ القرار السريري وغير السريري (Al-Odat et al., 2018؛ Jain et al., 2019). في ظل الارتفاع المستمر لأعباء الأمراض المزمنة عالمياً، ولا سيما داء السكري، تبرز أهمية هذه الأنظمة كحل واعدة لتحسين ضبط المرض، تقليل المضاعفات، ورفع جودة حياة المرضى (شلابي وبورنان، 2021؛ Bouchi et al., 2024).

السكري كمثال نموذجي للحالات المزمنة يحتاج إلى مراقبة دورية ودقيقة لمؤشرات متعددة مثل مستوى الغلوكوز، نمط الطعام، النشاط البدني، والالتزام بالعلاج الدوائي؛ ومن ثم فإن الاعتماد على القياسات العرضية في العيادات يفقد لبُعدين أساسيين: الاستمرارية والزمن الحقيقي. هنا يتدخل IoT ليزود الفريق الطبي والمرضى ببيانات مستمرة تمكّن من كشف التغيرات الطارئة وتقييم الاتجاهات طويلة المدى، مما يسهم في ضبط أفضل لمستويات الغلوكوز وتقليل الأحداث الحادة مثل فرط أو نقص السكر (Rghioui et al., 2021؛ Bouchi et al., 2024). دراسات تجريبية عشوائية وتقارير تطبيقية أظهرت أن تكامل الأجهزة المتصلة مع برامج تحليلية مدعومة بتعلم الآلة يمكن أن يؤدي إلى تحسين مؤشرات السيطرة على السكر وتقليل الحاجة للزيارات الطارئة (Naseem et al., 2022؛ Hennebelle et al., 2024).

إضافة إلى التحسّن السريري المباشر، تمنح تقنيات IoT فوائد اجتماعية واقتصادية واضحة: تحسين الامتثال العلاجي عبر التنبيهات الذكية، تقليل كلفة الرعاية من خلال خفض حالات الاستشفاء غير الضرورية، وتمكين المرضى من إدارة حالتهم بقدر أكبر من الاستقلالية (بوالفول، 2021؛ سلطان، 2021). الأجهزة القابلة للارتداء والتطبيقات المصممة بشكل مستخدم-مركزي توفر واجهات تفاعلية تُمكن المريض من رؤية بياناته وفهمها، ما يرتبط بتحسين الوعي الصحي والسلوكيات الذاتية، وهو ما تؤكده أعمال تناولت دور IoT في تنمية المعرفة الصحية بين المستفيدين (مقناني، 2021).

من منظور تقني، تمكّن منصات IoT الحديثة من ربط حافة الشبكة (edge) بحوسبة سحابية وتحليلات متقدمة، بما يسمح بمعالجة بيانات ضخمة وتوليد تنبؤات فورية قابلة للاستخدام السريري (Hennebelle et al., 2024). كما أن إدماج تقنيات مثل البلوكتشين والذكاء الصناعي يسهم في تعزيز أمان وسلامة البيانات وتقديم نماذج تنبؤية دقيقة أكثر للاضطرابات المتعلقة بالسكري (Hennebelle et al., 2024). أمثلة عملية من مسابقات ونماذج أولية بيّنت فعالية أنظمة المراقبة المستمرة المزودة بخوارزميات تصنيف في اكتشاف أنماط الخطورة وتسريع الاستجابة الطبية (Dargahi et al., 2024؛ Rghioui et al., 2021).

مع ذلك، فإن الانتشار الفعلي لتقنيات IoT في مراقبة الأمراض المزمنة يواجه تحديات بارزة تتعلق بالخصوصية وحماية البيانات، قابلية التشغيل البيئي بين الأجهزة من مُصنّعين مختلفين، القيود التنظيمية، وأسعار الأجهزة وخدمات الاتصالات، خاصة في البيئات ذات الموارد المحدودة (بوالفول، 2021؛ سلطان، 2021). القضايا الأخلاقية المرتبطة بجمع بيانات حساسة وعلى مدى طويل تثير تساؤلات حول ملكية البيانات، الموافقة المستنيرة، وإمكانية إساءة استخدام المعلومات الشخصية، مما يستدعي

أطر تشريعية وتقنية متوازنة تقلل المخاطر مع الحفاظ على الفوائد السريرية المحتملة (أبوعود وآخرون، 2020).

جانب آخر لا يقل أهمية هو البُعد الثقافي والاجتماعي: القدرة على تبني تقنيات جديدة لدى الفئات العمرية المتقدمة أو غير الملمة رقمياً قد تكون محدودة، كما أن الفروق في جودة الخدمات الصحية والبنية التحتية للاتصالات بين المناطق الحضرية والريفية تؤثر في فعالية ونطاق استخدام حلول IoT (شلابي وبورنان، 2021؛ Li et al., 2025). لذلك لم يعد الابتكار التقني وحده كافياً؛ بل يتطلب تصميم حلول مراعية لسياق المستخدم، سهولة استخدام، وتوافق مع الواقع الاقتصادي والصحي المحلي. أخيراً، الأدلة المتزايدة من دراسات سريرية وتطبيقية تشير إلى أن IoT يمكن أن يكون عامل تغيير حقيقي في إدارة الأمراض المزمنة من خلال الدمج بين المراقبة الزمنية الحقيقية، تحليلات البيانات، ونماذج التدخل الذكية التي تدعم المرضى ومقدمي الرعاية على حد سواء (Naseem؛ Bouchi et al., 2024؛ et al., 2022). ومع استمرار تطور التقنيات وامتداد التكامل بين الحافة والسحابة والذكاء الاصطناعي، تتبلور أمامنا آفاق جديدة لإعادة تشكيل منظومة الرعاية الصحية بما يخدم تحسين النتائج السريرية، خفض التكاليف، والارتقاء بنوعية حياة المصابين بالأمراض المزمنة مثل السكري.

مشكلة الدراسة

تعاني إدارة مرض السكري من تحديات مستمرة تتمثل في الحاجة إلى مراقبة دقيقة ومستمرة لمستوى الغلوكوز وأنماط السلوك الصحي للمرضى لضمان ضبط مرضي يقلل من المضاعفات ويعزز جودة الحياة. الاعتماد التقليدي على قياسات العرضية خلال زيارات العيادة لا يكفي لالتقاط التقلبات اليومية أو للاستجابة السريعة للحالات الطارئة، مما يؤدي إلى ارتفاع مخاطر الدخول للمستشفيات وزيادة التكلفة الصحية على المستوى الفردي والمؤسسي (شلابي وبورنان، 2021؛ Bouchi et al., 2024). من

هنا تنشأ الحاجة الملحة لأنظمة مراقبة أكثر استمرارية وذكاءً تسمح بتوفير بيانات زمنية حقيقية تدعم قرارات علاجية مبكرة ومخصصة.

على الرغم من التقدم التقني في مجال إنترنت الأشياء وتطبيقاته الصحية، تبرز فجوات معرفية وتشغيلية وتقنية تعوق الاستفادة الكاملة من هذه الحلول في بيئات الرعاية الحقيقية. أولاً، هناك قصور في الدراسات الميدانية التي تقيس فعالية حلول IoT على نتائج سريرية قابلة للقياس لدى مرضى السكري في سياقات محلية وإقليمية، إذ تركز العديد من الدراسات التجريبية على إعدادات تجريبية أو نماذج أولية دون تتبّع تأثيرها على الامتثال العلاجي، تكرار الأزمات الحادة، أو جودة الحياة على مدى زمن طويل (Rghioui et al., 2021; Naseem et al., 2022). لذا، لا يزال من الضروري إنتاج أدلة ميدانية قوية تخاطب الفجوة بين الابتكار والتطبيق الواقعي.

ثانياً، تكمن مشكلة أساسية في قابلية التشغيل البيئي وأمن البيانات؛ فالأجهزة والأنظمة المشتركة من مُصنّعين متباينين قد لا تتكامل بسلاسة، كما أن نقل وتخزين بيانات حساسة مرتبطة بالسكري يثير قضايا خصوصية وامتثالاً للتشريعات، ما قد يقوض ثقة المرضى والمقدمين في تبني هذه التقنيات (أبوعود وآخرون، 2020؛ Hennebelle et al., 2024). بالإضافة لذلك، التحديات التقنية المتعلقة بدقة الحساسات، طول عمر البطارية، واعتمادية الاتصالات في المناطق ذات البنية التحتية الضعيفة تمنع الانتشار الواسع للتقنيات حتى عند توفرها تجريبياً (Al-Odat et al., 2018).

ثالثاً، هناك اعتبارات اجتماعية وثقافية تؤثر في قدرة المرضى على تبني واستخدام أنظمة IoT؛ فالفئات العمرية الأكبر أو ذوو التحصيل الرقمي المحدود قد يجدون صعوبات في التعامل مع الأجهزة والتطبيقات، مما يحد من أثر هذه الحلول ويولد تباينات في النتائج بين المجموعات السكانية (شلابي وبورنان، 2021؛ Li et al., 2025). كما ترتبط الفعالية الاقتصادية للتقنيات بتكلفة الأجهزة وخدمات

الاتصالات، ما يجعل الوصول لهذه الحلول محدودًا في البيئات ذات الموارد المحدودة أو بين طبقات اجتماعية مختلفة (بوالقول، 2021).

رابعاً، بالرغم من وجود برمجيات تحليلية متقدمة وتطبيقات تعلم آلة قادرة على التنبؤ بحالات الخطر وتحسين اتخاذ القرار، إلا أن تكامل هذه الخوارزميات مع مسارات الرعاية اليومية ونظم السجلات الطبية الإلكترونية ما يزال ناقصاً، مما يقلل من الاستفادة العملية من التنبؤات في تحسين النتائج السريرية (Hennebelle et al., 2024; Dargahi et al., 2024). هذا النقص في التكامل يفضي إلى فصل بين جمع البيانات وتحويلها إلى تدخلات فعالة على أرض الواقع.

بناءً على ما سبق، تتمثل المشكلة البحثية في غياب دلائل ميدانية متكاملة تقيم فعالية أنظمة إنترنت الأشياء في مراقبة وتحسين إدارة مرضى السكري ضمن سياق رعاية حقيقي، مع الأخذ بعين الاعتبار قضايا التشغيل البيني، أمان البيانات، قابلية الاستخدام، والتفاوتات الاجتماعية والاقتصادية. وتنعكس هذه الفجوة في حاجة صانعي السياسة ومقدمي الرعاية إلى إرشادات تطبيقية مبنية على أدلة محلية تسهم في تبني حلول IoT بما يحسن السيطرة على السكري ويخفض التكلفة ويحمي خصوصية المرضى (مقناني، 2021؛ سلطان، 2021؛ Bouchi et al., 2024).

فنتجلى مشكلة الدراسة في الثلاث نقاط التالية:

1. نقص المراقبة المستمرة والبيانات الزمنية الحقيقية — الاعتماد على القياسات العرضية في الزيارات السريرية لا يكشف التقلبات اليومية في مستوى الغلوكوز ولا يسمح بالتدخل المبكر الفعال، مما يؤدي إلى ارتفاع مخاطر المضاعفات والحاجة إلى رعاية طارئة. لذلك ثمة حاجة واضحة لأنظمة توفر مراقبة مستمرة وقابلة للاستخدام في الحياة اليومية للمرضى. (شلابي وبورنان، 2021؛ Bouchi et al., 2024).

2. تحديات تقنية وتشغيلية وأمنية — تعيق مشكلات قابلية التشغيل البيئي بين أجهزة ومزودي خدمة مختلفين، ومخاوف حماية وخصوصية البيانات الصحية، فضلاً عن قضايا دقة الحساسات واعتمادية الاتصالات، توسيع اعتماد حلول الـ IoT في الممارسة السريرية الروتينية. هذه العقبات التقنية والتنظيمية تقلل من ثقة المرضى والمقدمين وتحد من الفعالية المبلغ عنها في البيئات الحقيقية. (أبوعود وآخرون، 2020؛ Hennebelle et al., 2018; Al-Odat et al., 2024).

3. عوائق اجتماعية واقتصادية وقابلية الاستخدام — تفاوت المعرفة الرقمية بين الفئات العمرية والاجتماعية، وتكلفة الأجهزة وخدمات الاتصالات، بالإضافة إلى صعوبات التكامل مع مسارات الرعاية والسجلات الإلكترونية، يوقع حلول الـ IoT في فخ عدم التبني وعدم المساواة في الوصول إلى فوائدها. لذا يتطلب النجاح تصميم حلول تراعي السياق المحلي وسهولة الاستخدام والقدرة الاقتصادية للمستفيدين. (بوالفول، 2021؛ شلابي وبورنان، 2021؛ Li et al., 2025).

أهمية الدراسة

تزداد حاجة نظم الرعاية الصحية إلى حلول مبتكرة تواكب تزايد انتشار الأمراض المزمنة، وعلى رأسها السكري، وذلك لتقليل العبء الصحي والاقتصادي وتحسين نوعية حياة المرضى. تعتبر تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) من الأدوات الواعدة التي توفر مراقبة زمنية حقيقية وربطاً بين المرضى ومقدمي الرعاية والأنظمة التحليلية، مما يتيح فرصاً لتحسين الضبط العلاجي والاكتشاف المبكر للمضاعفات. تكمن أهمية هذا البحث في تقييم إسهام حلول الـ IoT ضمن سياق ميداني حقيقي للمرضى المصابين بالسكري، وبذلك تجيب على حاجة معرفية وعملية ملحة تتقاطع عند نقاط العلوم والتطبيق في الرعاية الصحية. (مقناني، 2021؛ أبوعود وآخرون، 2020).

1. الأهمية العلمية

يمتد البُعد العلمي لهذا البحث عبر عدة محاور أساسية تساهم في تعزيز المعرفة النظرية والمنهجية المتعلقة بتوظيف تقنيات إنترنت الأشياء في إدارة الأمراض المزمنة. أولاً، يملأ البحث فجوة أدبية واضحة في الأدلة الميدانية حول فعالية حلول IoT في تحسين مؤشرات السيطرة على السكري داخل سياقات محلية أو إقليمية؛ فمع أن هناك دراسات تجريبية ووصفية واسعة النطاق، إلا أن الأدلة العملية المرتبطة بالتأثيرات السريرية على الامتثال، تكرار الأزمات الحادة، والجودة الشاملة للحياة تبقى محدودة أو مرتبطة بإعدادات تجريبية (Rghioui et al., 2021; Bouchi et al., 2024). لذلك يسهم البحث في إنتاج بيانات قابلة للقياس العلمي تُثري قاعدة الأدلة وتدعم المراجعات المنهجية المستقبلية (Naseem et al., 2022).

ثانياً، يقدم البحث مساهمة منهجية عبر اختبار نماذج تكاملية تجمع بين أجهزة الاستشعار، منصات الحافة والسحابة، وخوارزميات التحليل والتنبؤ. هذا التكامل العلمي يُمكن من تقييم قابلية التشغيل البيني بين مكونات النظام ودقة الحساسات في ظروف استخدام حقيقية، وهو أمر ضروري لبناء مؤشرات جودة معيارية لأنظمة المراقبة المستمرة (Al-Odat et al., 2018; Hennebelle et al., 2024).

ثالثاً، يضيف البحث إلى المعرفة المتعلقة بالجوانب السلوكية والصحية العامة المرتبطة بتبني التكنولوجيا؛ فهو يدرس أثر توافر البيانات الزمنية الحقيقية على وعي المرضى، سلوكياتهم العلاجية، وقرارات مقدمي الرعاية. هذا البُعد النفسي-السلوكي غالباً ما يغيب عن الدراسات الفنية والتقنية لكنه حاسم لفهم كيف تؤثر التكنولوجيا على النتائج الصحية الفعلية (شلابي وبورنان، 2021).

رابعاً، من الناحية النظرية-الأخلاقية، يعالج البحث أسئلة مرتبطة بالخصوصية، الأمان، وملكية البيانات في سياق رصد مستمر للبيانات الصحية، ما يسهم في تطوير أطر أخلاقية وتنظيمية مبنية على أدلة قد تفيد صانعي السياسات والهيئات التنظيمية (أبوعود وآخرون، 2020; Hennebelle et al., 2024).

يُمَدّ البحث الباحثين والمنهجين بنماذج تحليلية وقابلة للتكرار تُسهم في تصميم دراسات مستقبلية متعددة المراكز، وتُغذي الحقل العلمي المتقاطعة بين تكنولوجيا الصحة الرقمية، تعلم الآلة، وعلوم السلوك

الصحي. هذا الجمع بين البعدين التجريبي والنظري يجعل من البحث إضافة علمية مهمة إلى أدبيات إدارة الأمراض المزمنة باستخدام تقنيات (IoT (Dargahi et al., 2024).

2. الأهمية التطبيقية

تتجلى الأهمية التطبيقية لهذا البحث في مجموعة من الآثار المباشرة والمتوسطة المدى على ممارسات الرعاية الصحية، سياسات الصحة العامة، وتجربة المرضى. أولاً، يوفر البحث دليلاً عملياً لمقدمي الرعاية الصحية حول جدوى تبني حلول إنترنت الأشياء لتحسين ضبط السكري، من خلال قياس التأثير على مؤشرات مثل متوسط مستويات الغلوكوز، معدلات الأحداث الحادة، ومؤشرات الامتثال العلاجي. هذه المعطيات قد تساعد المستشفيات والمراكز الصحية على اتخاذ قرارات استثمارية مبنية على نتائج فعلية بدلاً من افتراضات تقنية صرف (Bouchi et al., 2024; Rghioui et al., 2021).

ثانياً، يسهم البحث في تصميم نماذج تنفيذية لبرامج رعاية افتراضية أو هجينة تعتمد على المراقبة المستمرة، إذ يقدم توصيات عملية حول الأجهزة الملائمة، متطلبات البنية التحتية للاتصالات، وإجراءات التكامل مع السجلات الطبية الإلكترونية. ذلك يسهم في تقليل زيارات العيادات غير الضرورية وتوجيه الموارد إلى الحالات التي تستدعي تدخل فوري، مما يعود بتخفيض التكاليف وتحسين كفاءة تقديم الخدمة (بوالقول، 2021).

ثالثاً، من زاوية المرضى، يعزز البحث من إمكانية تطوير حلول متمحورة حول المستخدم تأخذ بعين الاعتبار قابلية الاستخدام، الحواجز الثقافية والاقتصادية، واحتياجات الفئات العمرية المختلفة. عبر تقييم تجريبي لقابلية الاستخدام، يمكن للممارسين وصانعي المنتجات ضبط واجهات التطبيقات وسياسات التدريب والدعم الفني لضمان تبني فعال بين المرضى (شلابي وبورنان، 2021; Li et al., 2025).

رابعاً، يوفر البحث توجيهات عملية لصناع السياسة والهيئات التنظيمية فيما يتعلق بحماية البيانات الصحية ومعايير التشغيل البيئي، من خلال إبراز نقاط الضعف التشغيلية والأمنية في بيئة فعلية وتقديم حلول تقنية وإجرائية للحد من المخاطر. هذا أمر حاسم لبناء ثقة الجمهور وتمهيد الطريق لاعتماد أوسع لهذه التقنيات في النظم الصحية الوطنية (أبوعود وآخرون، 2020; Hennebelle et al., 2024).

خامساً، من الناحية الاقتصادية والاجتماعية، يساعد البحث في حساب جدوى اقتصادية على المدى المتوسط من خلال تقدير التوفيرات الناتجة عن تقليل حالات الطوارئ والاستشفاء، إضافة إلى إمكانات خلق خدمات رعاية رقمية مدفوعة أو ممولة دولياً تدعم الفئات الضعيفة. هذه المعطيات مهمة للمستثمرين والشركاء في القطاع الخاص والرعاة لتبني مبادرات مستدامة (سلطان، 2021).

يعمل البحث كنموذج تطبيقي يُستسخ في بيئات أخرى أو يُستخدم كأساس لمشروعات تطويرية للشركات الناشئة في مجال الصحة الرقمية، مما يسرّع من عملية التحويل التكنولوجي في الرعاية الصحية ويجعل فوائد إنترنت الأشياء ملموسة في تحسين نتائج مرضى السكري وحياتهم اليومية (Naseem et al., 2022; Dargahi et al., 2024).

أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي:

- تقييم أثر نظام إنترنت الأشياء (IoT) للمراقبة المستمرة على تحسين إدارة مرضى السكري في سياق ميداني، من حيث التحكم بالسكر، الامتثال العلاجي، وجودة الحياة، والآثار التشغيلية، والأمنية.

الأهداف الفرعية:

- قياس تأثير استخدام أجهزة الاستشعار والتطبيقات المتصلة على مؤشرات السيطرة على الغلوكوز (مثل متوسط السكر التراكمي أو تذبذب مستويات الغلوكوز) مقارنةً بالأساليب التقليدية.
- تقييم أثر النظام على سلوكيات المرضى الدوائية ونمط حياتهم (الالتزام بالدواء، النشاط البدني، النظام الغذائي) ومستوى وعيهم الصحي.
- دراسة قابلية الاستخدام (usability) وقبول المرضى لمكونات النظام (الأجهزة، التطبيقات، والتنبيهات) واستخلاص العوائق والدوافع للتبني.

- تحليل قابلية التشغيل البيئي للتقنيات المطبقة وتحديد المشكلات التقنية المتعلقة بتكامل الأجهزة مع السجلات الطبية والأنظمة القائمة.
- تقييم متطلبات أمان وخصوصية البيانات في نظام IoT المقترح وتحديد نقاط الضعف المقترحة وسبل المعالجة.
- تقدير الأثر الاقتصادي الأولي للنظام على تكاليف الرعاية (مثل تقليل زيارات الطوارئ أو الاستشفاء) لتقديم مؤشرات جدوى مؤقتة.
- اقتراح توصيات تنفيذية وسياساتية لدمج حلول IoT في ممارسات الرعاية الروتينية، مع مراعاة السياق المحلي وفئات المرضى المختلفة.

تساؤلات الدراسة

انطلاقاً من مشكلة البحث وصياغة أهدافه، تسعى هذه الدراسة للإجابة عن السؤال الرئيسي الآتي:

- إلى أي مدى يساهم تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) للمراقبة المستمرة في تحسين إدارة مرضى السكري من حيث التحكم بمستويات الغلوكوز، الامتثال العلاجي، وجودة الحياة مقارنةً بالأساليب التقليدية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس عدد من التساؤلات الفرعية، وهي:

1. ما أثر استخدام أجهزة الاستشعار والتطبيقات المتصلة على مؤشرات السيطرة على السكري (مثل HbA1c، تذبذب مستويات الغلوكوز، وتواتر نوبات فرط/نقص السكر) خلال فترة المتابعة؟
2. كيف يؤثر النظام على سلوكيات المرضى المتعلقة بالالتزام الدوائي، النشاط البدني، والنظام الغذائي، وهل يزداد وعيهم الصحي باستخدام بيانات الزمن الحقيقي؟

3. ما مدى قابلية الاستخدام والقبول لدى المرضى لمكونات نظام الـ IoT (الأجهزة، التطبيقات، والتنبيهات) وما هي العوائق والدوافع الأساسية لتبنيها؟

4. كيف تؤثر مشكلات التشغيل البيئي، أمان وخصوصية البيانات على فعالية تطبيق النظام وسهولة اندماجه مع سير العمل السريري والسجلات الطبية الإلكترونية؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيسي

H0: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية.

H1: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية.

الفروض الفرعية

الفرض الفرعي الأول:

- H0₁ : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات السريرية لدى مرضى السكري.
- H1₁ : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات السريرية لدى مرضى السكري.

الفرض الفرعي الثاني:

- $H0_2$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري.
- $H1_2$: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري.

الفرض الفرعي الثالث:

- $H0_3$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.
- $H1_3$: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.

الفرض الفرعي الرابع:

- $H0_4$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وكفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية المقدمة لمرضى السكري.
- $H1_4$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وكفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية المقدمة لمرضى السكري.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

يستند هذا البحث إلى عدد من النظريات والنماذج التقنية والسلوكية التي تفسر العلاقة بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) من جهة، وتحسين جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري من جهة أخرى، وذلك على النحو الآتي:

1. نظرية قبول واستخدام التقنية (Technology Acceptance Model – TAM):

تُعد هذه النظرية من أبرز النماذج التي تفسر سلوك الأفراد في تبني التقنيات الحديثة، حيث ترى أن قرار استخدام التقنية يتأثر بعاملين رئيسيين هما:

○ إدراك الفائدة المتصورة (Perceived Usefulness): أي مدى شعور المستخدم بأن

النظام سيساعده في تحسين أدائه أو حالته الصحية.

○ سهولة الاستخدام المتصورة (Perceived Ease of Use): أي مدى سهولة التعامل

مع التقنية دون جهد أو تعقيد.

وبناءً على هذه النظرية، يفترض البحث أن كلما زادت فائدة وسهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية، زاد قبول المرضى ومقدمي الخدمة له، مما ينعكس على جودة الرعاية المقدمة.

2. نظرية جودة الرعاية الصحية (Health Care Quality Theory):

تركز هذه النظرية على أن تحسين جودة الرعاية الصحية يعتمد على التكامل بين النظام التقني والكفاءة المهنية والمخرجات الصحية.

في ضوء هذه النظرية، يُفترض أن تطبيق نظام إنترنت الأشياء يُسهم في رفع كفاءة التشخيص، المتابعة المستمرة، والوقاية من المضاعفات، مما يؤدي إلى تحسين النتائج السريرية والسلوكية للمرضى.

3. النظرية السوسيواقتصادية للرعاية الصحية الرقمية (Socio-Economic Digital

:Health Theory)

توضح هذه النظرية كيف تؤثر التقنيات الصحية الذكية في خفض التكاليف وتحسين كفاءة تقديم الخدمة، من خلال المراقبة عن بُعد وتقليل زيارات الطوارئ غير الضرورية.

وبذلك ينسجم استخدام إنترنت الأشياء مع توجهات التحول الرقمي في القطاع الصحي السعودي نحو رعاية أكثر استدامة واقتصادية.

متغيرات الدراسة:

تنقسم متغيرات هذه الدراسة إلى نوعين رئيسيين، وفقاً لطبيعة العلاقة بين العوامل المدروسة، وذلك على النحو الآتي:

أولاً: المتغير المستقل

• تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) في الرعاية الصحية:

ويمثل هذا المتغير استخدام التقنيات والأجهزة الذكية لمتابعة مرضى السكري وإدارة حالتهم الصحية عن بُعد، بهدف تحسين فعالية وجودة الرعاية المقدمة.

ويقاس هذا المتغير من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية:

1. أجهزة الاستشعار الذكية: وتعنى بمدى استخدام الأدوات التقنية في المراقبة المستمرة لمؤشرات

الغلكوز والمعلومات الحيوية.

2. البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية: وتشير إلى توفر بيانات فورية تساعد المرضى والأطباء

في اتخاذ قرارات علاجية سريعة ودقيقة.

3. تكامل النظام وسهولة الاستخدام: وقياس مدى اندماج النظام مع السجلات الطبية وسهولة استخدامه وملاءمته لاحتياجات المستخدمين.

ثانيًا: المتغير التابع

• **جودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري:** ويمثل الأثر الناتج عن تطبيق أنظمة إنترنت الأشياء في تحسين مستوى الرعاية الصحية من الجوانب السريرية والسلوكية والاقتصادية.

ويُقاس هذا المتغير من خلال أربعة أبعاد رئيسية:

1. **المخرجات السريرية:** مثل ضبط مستوى السكر وتقليل نوبات فرط أو نقص الغلوكوز.
2. **الامتثال العلاجي والسلوك الصحي:** ويتعلق بمدى التزام المرضى بالعلاج والنظام الغذائي والنشاط البدني.
3. **جودة الحياة الصحية:** وتشمل الشعور بالراحة النفسية والقدرة على التحكم الذاتي في الحالة المرضية.
4. **كفاءة الخدمات الصحية وخفض التكاليف:** وقياس مدى مساهمة النظام في تقليل زيارات الطوارئ والنفقات الطبية وتحسين كفاءة العمل السريري.

هيكل الدراسة:

تتكون هذه الدراسة من خمسة فصول رئيسية على النحو التالي:

- **الفصل الأول:** مقدمة الدراسة، ويتضمن مشكلة الدراسة، أهدافها، أهميتها، تساؤلاتها، فروضها، النظرية العلمية المتبعة، ومتغيرات الدراسة.
- **الفصل الثاني:** الإطار النظري والدراسات السابقة، ويتناول المفاهيم الأساسية لإنترنت الأشياء والرعاية الصحية الرقمية، وجودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، مع استعراض الدراسات ذات الصلة.
- **الفصل الثالث:** نهجية الدراسة، ويعرض منهج البحث، مجتمع الدراسة وعينتها، أداة الدراسة (الاستبانة)، وأساليب التحليل الإحصائي.
- **الفصل الرابع:** عرض وتحليل النتائج الإحصائية وتفسيرها في ضوء الفروض.
- **الفصل الخامس:** مناقشة النتائج، واستخلاص الاستنتاجات، وطرح التوصيات والمقترحات البحثية المستقبلية.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

مقدمة

تُعد الدراسات السابقة والإطار النظري من الركائز الأساسية في أي بحث علمي، إذ تساهم في توضيح الخلفية الفكرية للموضوع، وتحديد الفجوات البحثية، وبناء الأساس العلمي الذي يُستند إليه في تفسير النتائج وتحليل البيانات.

نظرًا لأن موضوع هذه الدراسة يتمحور حول دور إنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، فقد برزت الحاجة إلى استعراض الجهود العلمية التي تناولت تطبيقات التقنيات الرقمية في المجال الصحي، ولا سيما تلك المرتبطة بالمتابعة الذكية وإدارة الأمراض المزمنة.

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا من الباحثين بتوظيف أنظمة إنترنت الأشياء في تحسين الخدمات الصحية، لما تقدمه من قدرة على المراقبة المستمرة، وتحليل البيانات الفورية، ودعم اتخاذ القرار الطبي. كما أظهرت الدراسات العالمية والعربية اتجاهًا متناميًا نحو دراسة أثر هذه الأنظمة على جودة الرعاية، الامتثال العلاجي، وخفض تكاليف الخدمات الصحية.

يركز هذا الفصل على عرض الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث — سواء العربية منها أو الأجنبية — بهدف استخلاص النتائج العامة، وتحديد أوجه الاتفاق والاختلاف، وبيان الجوانب التي لا تزال بحاجة إلى بحث أعمق. كما يتضمن الفصل الإطار النظري للدراسة، الذي يستعرض النماذج والنظريات العلمية المفسرة للعلاقة بين تطبيقات إنترنت الأشياء وتحسين جودة الرعاية الصحية، تمهيدًا لبناء الإطار المفاهيمي والفرضيات العلمية للدراسة الحالية.

الدراسات السابقة

الدراسات العربية:

دراسة مقناني (2021) — "استخدام تقنية إنترنت الأشياء في القطاع الصحي ودوره في تنمية المعرفة الصحية"

قام مقناني (2021) بمراجعة أدبية تحليلية تناولت نشأة وتطور تقنية إنترنت الأشياء وتطبيقاتها في القطاع الصحي، مع تركيز خاص على دورها في تنمية المعرفة الصحية بين المهنيين والمواطنين. اعتمدت الورقة على تحليل مصادر ثانوية متنوعة (تقارير دولية، مقالات علمية، ودراسات حالة) لاستقصاء مجالات تطبيق IoT في الصحة مثل الأجهزة القابلة للارتداء، الأنظمة الذكية لإدارة السجلات، والتطبيقات التعليمية الصحية. وسلّطت الدراسة الضوء على الإمكانيات التقنية لتمكين رصد المستمر للمعطيات الحيوية وربط المرضى بمقدمي الرعاية، بالإضافة إلى الفرضيات المتعلقة بتأثير هذه التقنية في تحسين جودة الحياة وخفض الأخطاء الطبية من خلال تدفق المعلومات في الزمن الحقيقي. أظهرت نتائج المقاربة التحليلية أن إنترنت الأشياء يمثل أداة واعدة لتعزيز الوعي الصحي ورفع قدرة الأفراد على اتخاذ قرارات مدعومة بالبيانات، خصوصاً حين تُدمج هذه الأجهزة مع منصات تعليمية وتوعوية. مع ذلك، لاحظت الدراسة فجوات منهجية وتشغيلية؛ فعدد من التقارير تشير إلى نجاحات تجريبية لكنها لا تزال تفتقر إلى تقييمات ميدانية طويلة تقيس الأثر الفعلي على مؤشرات الصحة العامة. كما نبهت الدراسة إلى أهمية مراعاة البنية التحتية والأطر التشريعية وأمن البيانات كشرطين أساسيين لنجاح نشر هذه التكنولوجيا. أوصت الورقة بإجراء دراسات ميدانية تقيم أثر حلول IoT على سلوك المرضى والنتائج السريرية، وبوضع سياسات تنظيمية واضحة لحماية البيانات وتعزيز القابلية للتشغيل البيني بين الأنظمة الصحية.

دراسة بوالفول (2021) — "دور إنترنت الأشياء (IoT) في تأدية العمل في المجال الصحي مع الإشارة إلى بعض الدول"

تناولت دراسة بوالفول (2021) تطبيقات إنترنت الأشياء في منظومة الرعاية الصحية عبر تحليل تطبيقي ومقارن بين تجارب بعض الدول في تبني حلول IoT. اعتمد البحث منهجاً وصفيّاً تقييماً للممارسات، حيث جُمعت معلومات عن حالات استخدام مثل نظم المراقبة عن بُعد للمرضى، إدارة سلسلة الإمداد الدوائي، وأنظمة المواعيد الذكية. ركّزت الدراسة أيضاً على تقييم أثر تبني هذه الحلول على الكفاءة التشغيلية وتخفيض التكاليف في المستشفيات والمؤسسات الصحية، مع إبراز أمثلة عملية من دول طبقت نماذج ناجحة وأخرى واجهت صعوبات تنظيمية وتقنية.

أشارت نتائج بوالفول إلى أن إنترنت الأشياء يمكنه إحداث «ثورة» في كفاءة الرعاية عبر ربط الأجهزة الذكية والبيانات، مما يساهم في تقليل الأخطاء، تحسين جودة الموارد، ومتابعة المرضى المزمّنين باستمرار. ومع ذلك، أكدت الدراسة أن الفائدة لا تتحقق تلقائياً، بل تحتاج إلى استثمارات في البنية التحتية، تدريب الكوادر، ووضع أطر قانونية لحماية المعلومات الصحية. كما لفتت إلى تحديات التوحيد القياسي وتشغيلية التوافق بين أنظمة مختلفة، ما قد يعرقل الانتشار الواسع. من توصياتها وضع سياسات حكومية داعمة، تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص، وتبني مقاييس أداء لقياس أثر حلول IoT في مؤشرات جودة الرعاية وتقليل التكاليف التشغيلية.

دراسة شلابي، عائشة وبورنان، سامية (2021) — "نوعية الحياة لدى مرضى السكري: دراسة ميدانية بجمعية مرضى السكري بولاية المسيلة"

أجرت شلابي وبورنان (2021) دراسة ميدانية وصفية هدفت إلى تقييم نوعية الحياة لدى مرضى السكري المنتسبين إلى جمعية مرضى السكري بولاية المسيلة، مستخدمتين مقياس منظمة الصحة العالمية لجودة الحياة بأبعاده الأربعة (الجسدي، النفسي، الاجتماعي، والبيئي). تكونت العينة من 40 مريضاً ومريضة

تم اختيارهم بطريقة قصدية، وشملت الدراسة جمع بيانات ديموغرافية وصحية وتحليل الفروق في نوعية الحياة وفقًا للجنس والمستوى التعليمي. اعتمدت الباحثات على منهج وصفي تحليلي لتفسير نتائج المقياس وربطها بخصائص العينة ودوافع التحسين الصحي.

أوضحت النتائج أن متوسط درجات نوعية الحياة لدى أفراد العينة كان أعلى من المتوسط النظري، مع بروز البعد الجسدي كالبعد الأكثر تأثيرًا، ثم البعد البيئي، النفسي، والاجتماعي على التوالي. كما وجدت الدراسة عدم وجود فروق كبيرة في نوعية الحياة تعزى للجنس أو المستوى التعليمي داخل العينة المحدودة. ناقشت الباحثتان تفسيرات محتملة لذلك، منها مستوى الرعاية المتاح في الجمعية ودور الدعم المحلي، كما نبهتا إلى محدودية العينة وأساليب الاختيار التي قد تؤثر على التعميم. أوصت الدراسة بإجراء بحوث ميدانية أوسع وباستخدام عينات عشوائية ودراسات طولية لمتابعة تأثير تدخلات مثل برامج التوعية أو حلول المراقبة المستمرة (مثل IoT) على جودة الحياة لدى مرضى السكري، الأمر الذي يربط مباشرة بموضوع بحثنا في أهمية اختبار التقنيات الجديدة في سياقات محلية ميدانية.

ثانيًا: دراسات أجنبية

Bouchi et al. (2024) Internet of things–based approach for glycemc control in people with type 2 diabetes"

أجرى Bouchi وزملاؤه (2024) تجربة عشوائية محكمة شاملة هدفت إلى فحص أثر نهج مبني على إنترنت الأشياء على التحكم بغلوكوز الدم لدى البالغين مصابين بداء السكري من النمط الثاني. شملت الدراسة 1,159 مشاركًا تتراوح أعمارهم بين 20–74 سنة وكان معيار الانضمام HbA1c بين 6.0–8.9%، وقُسم المشاركون عشوائيًا إلى مجموعة تدخل استخدمت نظامًا آليًا قائمًا على IoT لملاحظات lifelogging (قياس الوزن، ضغط الدم، والنشاط البدني) مع رسائل تغذية راجعة لتعزيز تعديل السلوك الغذائي والبدني، ومجموعة ضابطة اعتمدت الممارسات التقليدية. طريقة البحث متميزة بحجمها والمدة

الطويلة للمتابعة (52 أسبوعًا)، ما يجعلها مرجعية قيمة لتقييم الأثر طويل المدى لتدخلات الصحة الرقمية خارج إطار الاختبارات القصيرة أو النماذج الأولية.

أظهرت نتائج الدراسة أن الفرق في تغيير HbA1c بين المجموعتين على مستوى التحليل الشامل كان ضئيلاً وغير واضح الفارق عند قياس النهاية بعد 52 أسبوعًا؛ بينما أظهر تحليل المجموعة وفقًا للالتزام (per-protocol) أن المشاركين الذين استخدموا نظام IoT يوميًا أظهروا تحسُّنًا طفيفًا مقارنةً بمن لم يستخدموا التطبيق بانتظام، ما يوحي بأن فعالية الحلول الرقمية قد تعتمد بشكل كبير على مستوى التزام المستخدمين وتكامل بيانات القياس اليومي للغلوكوز ضمن النظام. يستخلص الباحثون أن إدخال بيانات قياس الغلوكوز اليومية وملحقات قياس مباشر قد يكون ضروريًا لتعزيز أثر تدخلات IoT على السيطرة على السكري، كما تشير النتائج إلى أن قابلية الاستخدام والالتزام لا تقل أهمية عن الجانب التقني في تحقيق الفائدة السريرية. كما أظهرت الدراسة سلامة مقبولة دون زيادة في المخاطر للأحداث الضائرة، مما يطرح أن التركيز المستقبلي يجب أن يكون على تصميم أنظمة تشجع الاستخدام المنتظم وتدمج قياسات سكر يومية لتكون أكثر تأثيرًا سريريًا.

Rghioui et al. (2021) "An IoT based diabetic patient monitoring system using machine learning and NodeMCU"

قدم Rghioui وآخرون (2021) دراسة تقنية تطبيقية تُعرض نموذجًا لنظام مراقبة مرضى السكري يعتمد على مكونات إنترنت الأشياء منخفضة التكلفة (مثل لوحة NodeMCU وأجهزة استشعار لقياس مستوى الغلوكوز/بيانات صحية أخرى، ودرجات الحرارة وتتبع الموقع) مع تخزين هذه البيانات وتحليلها باستخدام تقنيات تعلم الآلة. صُمم النظام ليجمع بيانات مستمرة عن حالة المريض ويطبق خوارزميات تصنيف تنبؤية لمساعدة الأطباء والمرضى على اتخاذ قرارات علاجية مبكرة بناءً على الأنماط المكتشفة. ركّز

البحث على وصف المعمارية الفنية للنظام واختبار عدد من خوارزميات التعلم الآلي لتحديد الخوارزمية الأكثر ملاءمة من ناحية الدقة والأداء في تصنيف الحالات أو التنبؤ بالوضع الصحي.

تأتي أهمية هذه الدراسة في إبراز قابلية بناء حلول مراقبة رخيصة وموزعة تقنياً يمكنها أن تولّد بيانات ذات قيمة للتحليلات التنبؤية، لكنّها أيضاً تبرز حدود المرحلة التطبيقية؛ فالدراسة تظل نموذجاً تقنياً يحتاج إلى تقييمات ميدانية سريرية للتأكد من دقة الحساسات في بيئات الاستخدام الحقيقية، ومدى ملاءمة الخوارزميات عندما تُعرض لبيانات متغيرة الضوضاء والبيئات السكانية المتنوعة. كما تبرز الحاجة لمعالجة جوانب التشغيل البيئي، أمان البيانات، والخصوصية قبل الانتقال من نموذج تجريبي إلى تطبيق سريري واسع النطاق. توصي الدراسة بمزيد من العمل على تكامل النظام مع سجلات المرضى الإلكترونية وتحسين واجهات الاستخدام للمريض، بالإضافة إلى دراسات مقارنة في بيئات ميدانية لتقييم الأثر الفعلي على اتخاذ القرار الطبي ونتائج المرضى.

Naseem et al. (2022) "Novel Internet of Things based approach toward diabetes prediction using deep learning models"

قدّم Naseem وزملاؤه (2022) مقترحاً مبتكراً يجمع بين إنترنت الأشياء وتقنيات التعلم العميق للتنبؤ المبكر بمرض السكري، بهدف إنشاء نظام ذكي لمراقبة صحة المرضى قادر على رصد المرض المزمن بدقة وسرعة قبل تفاقم حالته. يعتمد النظام على أجهزة استشعار تلتقط بيانات فسيولوجية من المريض (مثل القراءات الحيوية) ومن ثم تحليلها باستخدام ست خوارزميات تعلم آلي، وهي: SVM، الانحدار اللوجستي، الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)، الشبكات العصبية الالتفافية (CNN)، الشبكات العصبية المتكررة (RNN)، وذاكرة طويلة وقصيرة الأمد (LSTM).

أظهرت النتائج أن خوارزمية RNN حققت أعلى أداء من حيث الدقة (81%)، والدقة الإيجابية (precision) بنسبة (75%)، ودرجة F1 بنسبة (65%)، في حين كانت أعلى قيمة للاستدعاء

(recall) عند ANN بنسبة (56%). يبرز هذا النموذج قدرة الجمع بين IoT وخوارزميات التعلم العميق على دعم الأطباء في اتخاذ قرارات علاجية أسرع وأكثر دقة، خاصة عند دمج مراقبة المستشعرات في الزمن الفعلي مع التحليل التنبؤي. ومع ذلك، يشير الباحثون إلى أن الأداء قد يتأثر بجودة البيانات وتنوعها، ما يستلزم اختبارات ميدانية أوسع قبل الاعتماد الكامل سريريًا.

Dargahi et al. (2024) "Providing an approach based on the Internet of Things platform to monitor and control the conditions of patients (diabetes) with classification technique"

قدّم Dargahi وآخرون (2024) نظامًا متكاملًا لإدارة مرض السكري يعتمد على منصة إنترنت الأشياء بهدف المراقبة والسيطرة على الحالة الصحية للمرضى بشكل آني. يتألف النظام من أجهزة استشعار مناسبة، وخوارزميات برمجية، ومكونات عتادية تعمل معًا لجمع البيانات الفسيولوجية من المرضى، تحليلها، وتوليد قرارات أو تنبيهات مخصصة. يركز النموذج على تحسين دقة وسرعة المراقبة من خلال تقنيات التصنيف، بما يسمح بتنفيذ تدخلات علاجية في الوقت المناسب وتقديم رعاية شخصية تتماشى مع احتياجات كل مريض.

أظهرت التقييمات الأولية فعالية النظام في اكتشاف التغيرات المرتبطة بالسكري بدقة عالية مع سهولة الاستخدام، ما يفتح المجال لتبني واسع النطاق في أنظمة الرعاية الصحية، خاصة في ظل الحاجة لحلول مبتكرة للأمراض المزمنة. يشير الباحثون إلى أن التطوير المستمر وإضافة قدرات تحليلية متقدمة يمكن أن يرفع من قيمة النظام، ويؤكدون على أن دمج حلول IoT بالرعاية الصحية المستقبلية سيكون محورًا أساسيًا لمواجهة تحديات الأمراض المزمنة.

Al-Odat et al. (2018) — "IoT-based secure embedded scheme for insulin pump data acquisition and monitoring"

قدم Al-Odat وزملاؤه (2018) مقترحًا مبتكرًا يعتمد على تقنيات إنترنت الأشياء لتطوير نظام مدمج لجمع البيانات من مضخات الإنسولين ومراقبتها بشكل آمن. ركز التصميم على حل واحدة من أبرز التحديات في الرعاية الصحية الرقمية وهي حماية بيانات المرضى وضمان موثوقيتها أثناء النقل والتخزين. اعتمد الباحثون على لوحة Keil LPC1768 كوحدة تحكم أساسية تعمل كطبقة وسيطة بين مضخة الإنسولين والسحابة الإلكترونية. وقبل إرسال أي بيانات، تُشفّر المعلومات باستخدام خوارزمية التجزئة الآمنة (SHA)، وتُوقع رقميًا لضمان عدم العبث بها أو تعديلها من قبل جهات غير مصرح لها. تم اختبار النظام في بيئة Vision Studio باستخدام مكونات فعلية مثل مضخة ALARIS 8100، بالإضافة إلى تجربة على بنية تحتية سحابية قدمها مركز النظم المساعدة بالحوسبة.

أظهرت نتائج الاختبارات أن هذا النظام يحقق درجة عالية من الأمان والموثوقية في نقل بيانات مرضى السكري، مما يعزز الثقة في استخدام تقنيات إنترنت الأشياء ضمن بيئات الرعاية الصحية الحرجة. كما بينت الدراسة أن تأمين البيانات لا يقل أهمية عن جمعها وتحليلها، خاصة في حالات الأمراض المزمنة التي تتطلب مراقبة طويلة الأمد مثل السكري. يوفر هذا النظام نموذجًا يمكن تعميمه على أجهزة طبية أخرى، ويؤكد على ضرورة دمج آليات الحماية الرقمية مع تقنيات إنترنت الأشياء منذ مرحلة التصميم، لتقليل المخاطر المحتملة وضمان تقديم رعاية صحية ذكية وآمنة.

Jain et al. (2019) "iGLU 1.0: An accurate non-invasive near-infrared dual short wavelengths spectroscopy-based glucometer"

تناول Jain وآخرون (2019) قضية شائعة بين مرضى السكري وهي الاعتماد على طرق قياس باضعة لسكر الدم، مثل وخز الإصبع، والتي قد تسبب انزعاجًا للمريض وتزيد من خطر الإصابة بعدوى مرتبطة بالدم. بهدف تجاوز هذه الإشكالية، طور الباحثون جهازًا ذكيًا غير باضع لقياس الجلوكوز يسمى iGLU 1.0، يعتمد على تقنية التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) باستخدام طولين موجيين (940 نانومتر و1300 نانومتر) للكشف عن جزيئات الجلوكوز في الدم. ودمج النظام نماذج تعلم آلي متقدمة، مثل الانحدار متعدد الحدود والشبكات العصبية العميقة (DNN)، للوصول إلى تقديرات دقيقة لمستويات الجلوكوز.

تم التحقق من فعالية الجهاز بمقارنة نتائجه مع جهاز قياس باضع تقليدي، وأظهرت النتائج أن متوسط فرق النسبة المطلقة (MARD) بلغ 4.66% ومتوسط الخطأ 4.61%، مع معامل ارتباط 0.81، مما يدل على دقة عالية. إضافة إلى ذلك، يتميز الجهاز بقدرته على تخزين البيانات في السحابة عبر منصة إنترنت الأشياء المفتوحة، ما يتيح للأطباء متابعة حالة المريض عن بُعد وإجراء التعديلات العلاجية عند الحاجة. يشكل iGLU 1.0 مثالًا عمليًا على كيفية دمج تقنيات إنترنت الأشياء مع الذكاء الاصطناعي لتقديم حلول صحية أكثر راحة وأمانًا ودقة، مما يعزز جودة حياة مرضى السكري ويقلل من عبء الإجراءات الطبية التقليدية.

التعليق على الدراسات السابقة:

أولاً: أوجه التشابه:

- جميع الدراسات، سواء العربية أو الأجنبية، تناولت موضوع استخدام تقنية إنترنت الأشياء (IoT) في المجال الصحي، مع التركيز على تحسين جودة الرعاية، متابعة المرضى، وتقديم حلول ذكية لقياس وتحليل البيانات الصحية.
- معظم الدراسات اعتمدت على المنهج التحليلي أو التطبيقي، حيث استخدم مقناني (2021) التحليل الأدبي، وبوالفول (2021) منهجاً وصفيًا تحليليًا، بينما استخدمت الدراسات الأجنبية مثل Bouchi et al. (2024) و Rghioui et al. (2021) تجارب ميدانية وتقنيات تعلم آلي لتقييم أثر تطبيقات IoT على التحكم في مرض السكري.
- ركزت العديد من الدراسات على التأثير العملي للتقنيات، مثل تحسين متابعة المرضى، خفض الأخطاء الطبية، وزيادة كفاءة الخدمات الصحية، سواء عبر مراقبة مستمرة أو أنظمة تنبؤية باستخدام البيانات الرقمية.

ثانيًا: أوجه الاختلاف:

- الدراسات العربية غالبًا ركزت على تقييم الإمكانيات النظرية والتطبيقية لتقنيات IoT وتأثيرها على المعرفة الصحية والوعي الفردي، ولم تتطرق إلى تقييمات ميدانية شاملة طويلة المدى، بينما الدراسات الأجنبية اعتمدت على تطبيقات عملية ومتابعة زمنية كبيرة، مثل تجربة Bouchi et al. (2024) التي استمرت 52 أسبوعًا.

- بعض الدراسات الأجنبية ركزت على جانب الابتكار التقني مثل تطوير أجهزة غير باضعة (Jain et al., 2019) أو دمج IoT مع التعلم العميق (Naseem et al., 2022)، في حين ركزت الدراسات العربية على التطبيقات التشغيلية العامة وتقييم آثارها على الكفاءة والرعاية.
- الدراسات الأجنبية اهتمت بالجوانب الأمنية وحماية البيانات (Al-Odat et al., 2018) ، وهو ما لم يكن محوراً رئيسياً في الدراسات العربية، مما يظهر اختلافاً في الاهتمام بالبعد التقني والأمني.

ثالثاً: ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

- الدراسة الحالية تهدف إلى دمج التطبيقات العملية لتقنيات IoT في سياق محلي محدد، مع تقييم أثرها المباشر على تحسين الرعاية الصحية للمستخدمين بطريقة شاملة، وليس مجرد مراجعة أدبية أو تحليل تطبيقي محدود.
- تركز الدراسة على دمج الأجهزة الذكية مع أنظمة تعليمية أو توعوية، وربط ذلك بقياسات مستمرة للمرضى، ما يوفر منظوراً تطبيقياً عملياً يربط بين التقنية والسلوك الصحي، وهو ما لا يغطيه معظم الدراسات السابقة.
- الدراسة تهدف أيضاً إلى معالجة الفجوات المنهجية التي أشار إليها الباحثون السابقون، مثل الحاجة إلى تقييمات ميدانية طويلة المدى، واختبار قابلية التشغيل البيئي بين الأجهزة والأنظمة، وضمان أمن البيانات، مما يضيف قيمة عملية وعلمية جديدة.

ثالثاً: الفجوة البحثية:-

شهدت التطورات السريعة في تقنية إنترنت الأشياء (IoT) ثورة في مجال الرعاية الصحية، خاصة في مراقبة الحالات المزمنة مثل مرض السكري، حيث تتيح الاتصال السلس بين الأجهزة والمرضى لجمع البيانات في الوقت الفعلي وتحليلها (مقناني، 2021؛ بوالفول، 2021). ومع ذلك، رغم الإسهامات البارزة في الأدبيات، تظهر فجوات بحثية واضحة تحول دون الاستفادة الكاملة من هذه التقنية. يهدف هذا الجزء إلى تحديد هذه الفجوات بناءً على مراجعة الأدبيات الموجودة، مع التركيز على السياقات العربية والعالمية، لتبرير أهمية الدراسة الميدانية الحالية على مرضى السكري.

بدأت الدراسات العربية باستكشاف دور IoT في القطاع الصحي بشكل عام. على سبيل المثال، يناقش مقناني (2021) مجالات استخدام IoT في الرعاية الصحية ودورها في تنمية المعرفة الصحية، مشيراً إلى أهميتها في تحسين جودة حياة المرضى من خلال جمع المعطيات البيئية والصحية. كما يبرز بوالفول (2021) كيف تساهم IoT في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف من خلال ربط الأجهزة الذكية بالمرضى والأطباء. أما حنين عبد السلام أبوعود وآخرون (2020) فيقدمون نظرة على IoT الذكية في الرعاية الصحية، بينما يركز سلطان (2021) على الرعاية الصحية الذكية (Smart Health) كجزء من برامج الأمم المتحدة. في سياق مرض السكري تحديداً، أجرت شلابي وبورنان (2021) دراسة ميدانية على جودة الحياة لدى مرضى السكري في ولاية المسيلة بالجزائر، مستخدمة مقياس منظمة الصحة العالمية، ووجدت أن جودة الحياة إيجابية مع سيادة البعد الجسدي، لكن بدون دمج IoT.

على الصعيد العالمي، ركزت الدراسات على تطبيقات IoT في مراقبة السكري. على سبيل المثال، أجرى Bouchi et al. (2024) تجربة سريرية عشوائية على 1159 مريضاً بمرض السكري من النوع الثاني، مستخدماً نظام IoT لمراقبة الوزن والضغط والنشاط البدني، لكنه وجد عدم انخفاض ملحوظ في مستويات

HbA1c (-0.000% مقابل -0.006%)، مع تحسن طفيف في التحليل حسب البروتوكول (-0.098% مقابل 0.027%). هذا يشير إلى جدل حول الفعالية طويلة الأمد. كما اقترح Rghioui et al. (2021) نظام مراقبة باستخدام التعلم الآلي و Node MCU لقياس الجلوكوز والحرارة والموقع، مقارنةً بخوارزميات مختلفة للتنبؤ. أما Naseem et al. (2022) فطوروا نهجاً يعتمد على التعلم العميق مثل RNN (دقة 81%) للتنبؤ بالسكري من بيانات الحساسات. وفي Dargahi et al. (2024)، تم تصميم نظام IoT لمراقبة السكري باستخدام تصنيف لتحسين الدقة والسرعة. كذلك، ركز Al-Odat et al. (2018) على الأمان في مراقبة مضخات الإنسولين باستخدام خوارزميات الهاش، بينما طور Jain et al. (2019) جهاز iGLU غير غازي باستخدام الطيفية تحت الحمراء (MARD 4.66%). أخيراً، دمج Hennebelle et al. (2024) البلوكشين مع IoT للخصوصية في التنبؤ بالسكري، واستعرض Li et al. (2025) تطبيقات IoT المتنقلة لكبار السن المصابين بالسكري، مشيراً إلى فوائدها في الخدمات الصحية.

رغم هذه الإسهامات، تكشف الأدبيات عن فجوات بحثية متعددة. أولاً، نقص الدراسات الميدانية الشاملة في السياقات العربية، حيث تركز معظم الأبحاث العربية على الجوانب النظرية أو الوصفية دون تطبيق عملي لـ IoT في مراقبة السكري (مقناني، 2021؛ شلابي وبورنان، 2021). على سبيل المثال، في الجزائر، ركزت الدراسات على جودة الحياة دون دمج التقنيات الذكية، مما يترك فجوة في فهم كيفية تحسين IoT للرعاية اليومية في المناطق النائية أو ذات الإمكانيات المحدودة. ثانياً، الجدل حول الفعالية طويلة الأمد، كما أظهر Bouchi et al. (2024)، حيث فشلت IoT في خفض HbA1c بشكل كبير، مما يتطلب دراسات أطول لتقييم الالتزام والتأثيرات السلوكية (Li et al., 2025). ثالثاً، عدم دمج تقييم جودة الحياة مع IoT، فبينما أبرزت شلابي وبورنان (2021) أبعاد QoL (جسدي، اجتماعي، نفسي،

بيئي)، لم تدمج الدراسات مثل Rghioui et al. (2021) أو Naseem et al. (2022) هذه الأبعاد مع البيانات الذكية، مما يحد من فهم التأثير الشامل على المرضى.

رابعاً، قضايا الأمان والخصوصية غير معالجة بشكل كافٍ في التطبيقات الفعلية، رغم اقتراحات AI-Odat et al. (2018) و Hennebelle et al. (2024)، حيث تفتقر الدراسات إلى اختبارات ميدانية لمنع الاختراقات في البيئات الحقيقية، خاصة في الدول النامية حيث تكون البنية التحتية ضعيفة. خامساً، نقص التركيز على الفئات الضعيفة مثل كبار السن، كما أشار Li et al. (2025)، حيث تكون التطبيقات المتنقلة مفيدة لكنها تفتقر إلى دراسات حول الالتزام والدقة في السياقات الثقافية العربية. سادساً، التحديات في الأنظمة غير الغازية، مثل iGLU (Jain et al., 2019)، التي تحتاج إلى تحسين الدقة والتكلفة للانتشار الواسع، بالإضافة إلى فجوة في استخدام التعلم الآلي للتنبؤ الدقيق في الوقت الفعلي (Dargahi et al., 2024؛ Naseem et al., 2022).

رابعاً: ما يميز الدراسة الحالية:-

- تركز الدراسة الحالية على تقييم أثر استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) في تحسين الرعاية الصحية في سياق محلي محدد، وهو ما لم تتناوله الدراسات العربية السابقة بشكل ميداني شامل.
- تسعى الدراسة إلى دمج الأجهزة الذكية مع أنظمة تعليمية وتوعوية للمستخدمين، وربط ذلك بقياسات مستمرة للمرضى، مما يوفر منظوراً تطبيقياً عملياً يربط بين التقنية والسلوك الصحي.
- تعالج الدراسة الفجوات المنهجية والتقنية التي أشار إليها الباحثون السابقون، مثل الحاجة إلى تقييمات ميدانية طويلة المدى، واختبار قابلية التشغيل البيئي بين الأجهزة والأنظمة، وضمان أمن البيانات وحمايتها.

- توفر الدراسة إطارًا عمليًا لتقييم فعالية تقنيات IoT في تحسين مؤشرات الصحة العامة والجودة الحياتية للمرضى المزمنين، مع إمكانية توسيع التطبيق ليشمل برامج صحية متعددة، وهو ما يجعلها متميزة من حيث الأثر العلمي والتطبيقي.

المنطلقات النظرية للدراسة

أولاً: المقدمة

تشكل المنطلقات النظرية الركيزة الأساسية لأي دراسة بحثية، إذ توفر الإطار المفاهيمي والعلمي اللازم لتحليل الظواهر وتفسير النتائج. وفي سياق دراسة دور إنترنت الأشياء (IoT) في مراقبة الحالات المزمنة، مع التركيز على مرضى السكري، تركز هذه المنطلقات على دمج التقنيات الرقمية مع الرعاية الصحية، اعتمادًا على الأدبيات التي تسلط الضوء على تطور IoT كأداة لجمع البيانات في الوقت الفعلي، بما يسهم في تحسين جودة الرعاية والتنبؤ بالمخاطر الصحية (مقناني، 2021؛ بوالفول، 2021). ويهدف هذا الإطار إلى استعراض المفاهيم الرئيسية وبيان كيفية تطبيق IoT في السياقات الصحية من خلال دراسات عربية وعالمية.

مفهوم إنترنت الأشياء في القطاع الصحي

تعريف وتطور التقنية

يُعرف إنترنت الأشياء (IoT) على أنه شبكة من الأجهزة المتصلة التي تجمع البيانات من البيئة المحيطة وتتبادلها بشكل سلس، ما يتيح الحصول على معطيات دقيقة في الوقت الفعلي (مقناني، 2021). وظهرت هذه التقنية مؤخرًا كأداة أساسية في القطاعات المختلفة، بما فيها الرعاية الصحية، لما لها من تأثير مباشر على تحسين جودة الحياة وتقليل الأخطاء الطبية. وأكد بوالفول (2021) على دور IoT في

ربط الأجهزة الذكية بالمرضى والأطباء عبر الإنترنت، مما يساهم في زيادة الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف. كما أبرز حنين عبد السلام أبوعود وآخرون (2020) وارتباط سلطان (2021) بين IoT والرعاية الصحية الذكية (Smart Health) في إطار برامج التنمية المستدامة للأمم المتحدة.

التطبيقات في إدارة الأمراض المزمنة

تُستخدم تقنيات IoT في مراقبة العلامات الحيوية وتنمية المعرفة الصحية، وتقديم رعاية شخصية محسنة للمرضى (مقناني، 2021). وفي إدارة الأمراض المزمنة، مثل السكري، توفر هذه التقنية مراقبة مستمرة وتحليلاً دقيقاً للبيانات، مما يقلل من التدخلات الطبية غير الضرورية ويعزز فعالية العلاج، كما أظهرت دراسة بوالفول (2021) في تجارب بعض الدول.

إنترنت الأشياء ومراقبة مرض السكري

الأنظمة والتقنيات المستخدمة

يعتبر IoT أداة فعالة لمراقبة مرضى السكري، حيث يتم جمع بيانات مثل مستويات الجلوكوز ودرجة الحرارة والموقع الجغرافي وتحليلها باستخدام تقنيات التعلم الآلي (Rghioui et al., 2021). وقد اقترح Rghioui وآخرون نظاماً يعتمد على لوحة Node MCU للتعقب التحليلي، ما يساعد الأطباء على اتخاذ قرارات قائمة على بيانات دقيقة. كما طور Dargahi et al. (2024) منصة IoT متكاملة لمراقبة حالات السكري، مزودة بحساسات وبرمجيات تحليلية لتحسين الدقة وسرعة التدخل العلاجي. أما Jain et al. (2019) فقدّموا جهازاً غير غازي يعتمد على التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء لقياس الجلوكوز بدقة عالية، موفراً حلاً عملياً واقتصادياً للرعاية الذكية.

التنبؤ التحليلي والتعلم الآلي

تدمج تقنيات IoT مع نماذج التعلم العميق للتنبؤ المبكر بالسكري، كما في دراسة Naseem et al (2022) التي استخدمت خوارزميات مثل RNN لتحقيق دقة 81% في التنبؤ بمستوى المرض. وأظهرت تجربة Bouchi et al (2024) أن أنظمة IoT للتحكم في مستوى الجلوكوز لدى مرضى السكري من النوع الثاني بحاجة إلى دمج بيانات يومية بشكل أفضل لتعزيز الفعالية، بينما أكد Li et al (2025) فوائد تطبيقات IoT المتنقلة لكبار السن المصابين بالسكري في تحسين الخدمات الصحية.

جودة الحياة ونتائج المرضى

ترتبط مراقبة IoT بجودة حياة مرضى السكري (QoL)، حيث أظهرت دراسة شلابي وبورنان (2021) أن البعد الجسدي كان الأكثر تأثيراً على جودة الحياة بين أفراد العينة، ما يعكس أهمية التدخلات القائمة على IoT في تحسين النتائج الصحية. كما أشار Dargahi et al (2024) إلى أن المراقبة الشخصية والمستمرة عبر IoT تعزز الرعاية الفعالة وتدعم تحسين النتائج الفردية للمرضى.

الاعتبارات الأمنية والخصوصية

يشكل ضمان أمن البيانات وحمايتها تحدياً رئيسياً في تطبيقات IoT، إذ طور Al-Odat et al (2018) نظاماً آمناً لمراقبة مضخات الإنسولين باستخدام خوارزميات التشفير، بينما دمج Hennebelle et al (2024) البلوكشين مع IoT لضمان حماية بيانات المرضى في تطبيقات التنبؤ بالسكري. وهذه الاعتبارات أساسية لبناء ثقة المستخدمين والمرضى في الأنظمة الرقمية الصحية.

تجمع هذه المنطلقات بين المفاهيم النظرية والتطبيقات العملية لتقنيات IoT في مراقبة مرض السكري، ما يبرر إجراء الدراسة الميدانية الحالية في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية. ومن خلال الاستناد إلى هذه الأسس، يمكن تطوير نماذج متكاملة تعزز الرعاية الصحية وتحسن جودة حياة المرضى (حنين عبد السلام أبوعود وآخرون، 2020؛ Li et al., 2025).

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

مقدمة:

يعرض هذا الفصل المنهجية المعتمدة في الدراسة التي تهدف إلى تحليل أثر إنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية. تُعد المنهجية الركيزة الأساسية التي تضمن صدقية البحث ومصادقته العلمية، إذ تحدد الإطار المنظم لجمع البيانات وتحليلها واستنتاج النتائج بشكل موضوعي.

يتضمن هذا الفصل توضيح نوع المنهج البحثي المستخدم، وتصميم الدراسة، والمجتمع والعينة، وأداة البحث (الاستبيان أو الأجهزة المراقبة حسب سياق الدراسة)، بالإضافة إلى الأساليب الإحصائية وتقنيات تحليل البيانات. وقد تم اعتماد هذه المنهجية بما يتوافق مع أهداف الدراسة وتسؤولاتها البحثية، مع مراعاة الدقة والموضوعية في جميع مراحل البحث لضمان موثوقية النتائج وقيمتها العملية في تحسين الرعاية الصحية لمرضى السكري.

المنهجية وطرق البحث

تعتمد هذه الدراسة على منهج الكمي التحليلي، يجمع بين الجوانب النظرية والتطبيقية لاستكشاف دور إنترنت الأشياء (IoT) في مراقبة الحالات المزمنة، مع التركيز على مرضى السكري. يتميز المنهج باستخدامه للأدوات الكمية والكيفية لجمع البيانات وتحليلها، مما يتيح فهم شاملاً للتأثيرات التقنية على الرعاية الصحية. يعتمد التصميم على دراسة ميدانية تستهدف عينة من مرضى السكري، لربط النظرية بالواقع العملي. سيتم استخدام استبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية، مع الاستعانة بمصادر ثانوية لتعزيز التحليل. هذا المنهج يتوافق مع طبيعة الموضوع الذي يتطلب تقييماً لفعالية التقنية في بيئات حقيقية، مع مراعاة الاعتبارات الأخلاقية مثل سرية البيانات وحماية خصوصية المشاركين.

مصادر البيانات

مصادر أولية

تشكل المصادر الأولية الأساس الرئيسي للدراسة، حيث يتم جمع البيانات مباشرة من المشاركين لضمان الدقة والحدوث. سيتم استخدام استبيان إلكتروني مصمم خصيصاً لمرضى السكري، يغطي جوانب مثل تجاربهم مع أجهزة IoT لمراقبة الجلوكوز، مستويات الرضا، والتحديات اليومية. العينة المستهدفة تشمل 110 مريض وأطباء، مختارين بطريقة عشوائية من جمعيات مرضى السكري، مع ضمان تنوع في العمر (30-50 سنة)، الجنس، نوع المشارك، ومدة الإصابة بالمرض (للمرضى).

متغيرات الدراسة

في هذه الدراسة يُعد المتغير المستقل هو تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) للمراقبة المستمرة لمرضى السكري، حيث تتم مقارنة نتائجه بالأساليب التقليدية. أما المتغيرات التابعة فتشمل مجموعة من المؤشرات السريرية (مثل مستوى HbA1c، تذبذب الجلوكوز، وتواتر نوبات فرط/نقص السكر)، والسلوكية (الالتزام الدوائي، النشاط البدني، النظام الغذائي)، بالإضافة إلى مؤشرات جودة الحياة وقابلية الاستخدام.

كما تتضمن الدراسة متغيرات ضابطة ينبغي التحكم بها مثل: العمر، الجنس، نوع السكري ومدة الإصابة، مستوى HbA1c الأساسي، نوع العلاج المستخدم (إنسولين أو أقراص)، الأمراض المصاحبة، المستوى التعليمي والاجتماعي، ومدى إلمام المريض باستخدام التكنولوجيا.

نوع المتغير	المتغير
المستقل (Independent)	- تطبيق نظام إنترنت الأشياء (أجهزة الاستشعار الذكية- البيانات اللحظية والتنبهات الذكية- التكامل وسهولة الاستخدام).
التابع (Dependent)	جودة الرعاية الصحية (المخرجات السريرية- الامتثال العلاجي والسلوك الصحي- جودة الحياة الصحية- كفاءة الخدمات وخفض التكاليف).
الثابتة (Control)	الجنس/ العمر/ نوع المشارك/ مدة الإصابة بالسكري

مصادر ثانوية

تعتمد المصادر الثانوية على الأدبيات والدراسات السابقة لدعم الإطار النظري والمقارنة. تشمل هذه المصادر التقارير المنشورة من منظمة الصحة العالمية حول انتشار السكري، بالإضافة إلى دراسات أكاديمية مثل تلك الواردة في مقناني (2021) حول استخدام IoT في القطاع الصحي، وبوالفول (2021) عن دورها في تحسين الكفاءة. كما سيتم الاستعانة بقواعد بيانات إلكترونية مثل ResearchGate وPubMed لاستخراج نتائج تجارب عالمية، مثل تجربة Bouchi et al (2024). حول السيطرة على الجلوكوز عبر IoT. هذه المصادر تساعد في تحديد الفجوات البحثية وتعزيز التحليل، مع ضمان أن تكون البيانات موثوقة ومنشورة في السنوات الأخيرة (2018-2025) لتعكس التطورات التقنية الحديثة.

أدوات الدراسة

تم تصميم الاستبيان لقياس أثر تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) في تحسين جودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري داخل العيادات المتخصصة في المملكة العربية السعودية. ويستخدم الاستبيان مقياس ليكرت من 1 إلى 5 لتقييم المتغيرات، حيث يشير الرقم 1 إلى "لا أوافق إطلاقاً" والرقم 5 إلى "أوافق بشدة".

يتكون الاستبيان من 34 عبارة موزعة على المحاور التالية:

1. البيانات الديموغرافية: تشمل الجنس، العمر، نوع المشارك، ومدة الإصابة بالسكري.
2. محور تطبيق نظام إنترنت الأشياء (المتغير المستقل)، ويشمل ثلاثة أبعاد:
 - أجهزة الاستشعار الذكية،
 - البيانات اللحظية والتنبهات الذكية،
 - التكامل وسهولة الاستخدام.
3. محور جودة الرعاية الصحية (المتغير التابع)، ويشمل أربعة أبعاد:
 - المخرجات السريرية،
 - الامتثال العلاجي والسلوك الصحي،
 - جودة الحياة الصحية،
 - كفاءة الخدمات وخفض التكاليف.

سيتم توزيع الاستبيان على المشاركين من مرضى السكري والممارسين الصحيين، مع ضمان السرية التامة للبيانات واستخدامها لأغراض البحث العلمي فقط. كما سيتم التحقق من موثوقية الاستبيان باستخدام معامل كرونباخ ألفا، بهدف الوصول إلى قيمة ≤ 0.7 لضمان جودة البيانات.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

لتحديد مدى تأثير تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) على جودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري، تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية الملائمة لطبيعة البيانات والفروض البحثية، كما يلي:

1. الإحصاءات الوصفية:

- استخدام المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والترددات لوصف خصائص العينة، مثل نسبة استخدام أنظمة IoT بين المشاركين، وتوزيعهم حسب الجنس والعمر ومستوى التعليم.

2. اختبارات المقارنة:

- اختبار t-test لمقارنة تأثير تطبيق IoT على جودة الحياة بين الجنسين.
- تحليل ANOVA لدراسة الفروق في جودة الرعاية الصحية ومستوى الامتثال العلاجي حسب الفئات العمرية أو مستوى التعليم.

3. تحليل الارتباط والانحدار:

- الانحدار الخطي البسيط والمتعدد لقياس العلاقة بين استخدام نظام IoT (المتغير المستقل) ومستوى جودة الرعاية الصحية، بما يشمل: التحكم في مستويات الغلوكوز (HbA1c)، الامتثال العلاجي والسلوك الصحي، جودة الحياة، كفاءة الخدمات وخفض التكاليف.
- استخدام التحليل الموضوعي للبيانات النوعية لدعم تفسير النتائج وفهم التجارب العملية للمشاركين.

4. الأدوات الإحصائية:

- تم إجراء جميع التحليلات باستخدام برنامج SPSS لضمان دقة النتائج واختبار الدلالة الإحصائية للفروض الرئيسية والفرعية، حيث يتم قبول الفرض البديل (H_1) عند وجود دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha \leq 0.05$ ، ورفض الفرضية الصفرية (H_0) عند تحقق ذلك.

حدود الدراسة

تواجه هذه الدراسة عددًا من الحدود التي قد تؤثر على إمكانية تعميم نتائجها، إلا أنه تم إدارتها بعناية لتقليل أثرها على النتائج:

1. الحدود الموضوعية:

تركز الدراسة على مرض السكري كحالة مزمنة نموذجية، مما يحد من إمكانية تعميم النتائج على أمراض مزمنة أخرى مثل أمراض القلب أو ضغط الدم، على الرغم من إمكانية تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) عليها. كما يقتصر التحليل على جوانب مراقبة مستويات الجلوكوز والأمان، دون التعمق في التكاليف الاقتصادية التفصيلية للرعاية الصحية.

2. الحدود الزمنية:

امتدت فترة جمع البيانات على مدى ستة أشهر، مما يوفر رؤية أولية حول فعالية تطبيق IoT في متابعة مرضى السكري، مع إمكانية إجراء دراسات لاحقة لاستكشاف تأثيرات النظام على المدى الطويل.

3. الحدود الجغرافية:

تركز الدراسة على عينة من المرضى في المملكة العربية السعودية، ما يعكس سياقًا تقنيًا وثقافيًا محددًا. ولضمان تعميم النتائج على بيئات أخرى، يلزم إجراء دراسات إضافية في دول ذات بنى تحتية تقنية مختلفة.

4. الحدود البشرية:

تضم العينة 110 مريض، مما قد يستدعي زيادة التنوع في المشاركين، خاصة كبار السن وذوي المستويات التعليمية المنخفضة، لتقليل احتمالية التحيز. (Naseem et al., 2022) كما قد تؤثر درجة الإلمام بالتقنيات الرقمية على جودة الإجابات، وقد تم الالتزام ببروتوكولات أمنية متقدمة لضمان سرية البيانات وحماية الخصوصية.

الفصل الرابع

النتائج والتوصيات

مقدمة

يعرض هذا الفصل النتائج الميدانية للدراسة التي تم جمعها من خلال استجابات أفراد العينة على محاور الاستبيان، بهدف تحليل العلاقة بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية. يسعى الفصل إلى توضيح أثر استخدام IoT على المؤشرات السريرية والسلوكية وجودة الحياة للمرضى، مع التركيز على العوامل التقنية والبشرية التي تؤثر في كفاءة النظام ورضا المستخدمين.

يتضمن الفصل عرضاً إحصائياً مفصلاً للبيانات باستخدام برنامج SPSS، من خلال تقديم الجداول والرسوم التوضيحية، وتحليل النتائج وفقاً للمتغيرات المستقلة والتابعة والديموغرافية للمشاركين. كما يتم مناقشة هذه النتائج بشكل متعمق لتفسير العلاقة بين استخدام IoT والتحسينات التي طرأت على الرعاية الصحية ومستوى الالتزام العلاجي وجودة الحياة. في ختام الفصل، سيتم تقديم توصيات عملية مبنية على نتائج الدراسة، تهدف إلى تعزيز فعالية تطبيق تقنيات IoT في الرعاية الصحية وتحسين جودة الخدمات المقدمة لمرضى السكري.

تحليل البيانات:

الإحصاءات الوصفية:

تم توزيع نموذج استبانة على عينة الدراسة ومن خلال النتائج التالية يتضح توزيع عينة الدراسة وفقاً للبيانات الشخصية (الجنس، العمر، نوع المشارك، ومدة الإصابة بالسكري (للمرضى)) وهذا ما يتضح في الجداول التالية:

1.1. التوزيع وفقاً للجنس

جدول 1: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً للجنس

الجنس	ذكر	70	63.6 %
	أنثى	40	36.4 %
	المجموع	110	100 %

يتضح من الجدول (1) أن غالبية أفراد العينة من الذكور، حيث بلغ عددهم 70 مريض بنسبة 63.6% من إجمالي العينة، في حين بلغت نسبة الإناث 36.4% بعدد 40 مريضة سكري من إجمالي المشاركين. كما يشير هذا التوزيع إلى أن العينة يغلب عليها الذكور مقارنة بالإناث، وهو ما قد يعكس عدة عوامل محتملة، مثل: ارتفاع معدلات مراجعة العيادات المتخصصة بين الرجال، أو زيادة انتشار استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) لديهم، أو طبيعة توفر المرضى خلال فترة جمع البيانات. كما قد يدل هذا التفاوت على اختلافات محتملة في نمط التعامل مع التكنولوجيا أو مستوى الوعي الصحي بين الجنسين، وهو ما سيتم أخذه بعين الاعتبار عند تحليل باقي نتائج الدراسة، خصوصاً في الفروق المتعلقة بجودة الرعاية الصحية ومستوى الاستفادة من أنظمة IoT.

1.2. التوزيع وفقاً للعمر

جدول 2: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً للعمر

أقل من 30 سنة	15	13.6 %
30-40 سنة	30	27.3 %
41-50 سنة	35	31.8 %
أكثر من 50 سنة	30	27.3 %
المجموع	110	100 %

تشير نتائج الجدول (2) إلى الفئة العمرية من 41 إلى 50 سنة تمثل النسبة الأكبر من أفراد العينة بواقع 35 مريضاً (31.8%)، تليها الفئتان 30-40 سنة وأكثر من 50 سنة بعدد متساوٍ يبلغ 30 مريضاً لكل منهما (27.3%). أما الفئة الأقل تمثيلاً فهي أقل من 30 سنة بنسبة 13.6 % فقط.

تعكس هذه النتائج النمط الشائع لانتشار مرض السكري، حيث ترتفع معدلات الإصابة عادةً مع التقدم في العمر، وتحديدًا بعد سن الأربعين، نتيجة عوامل عدة مثل: تغير نمط الحياة، وزيادة احتمالية الإصابة بالسمنة، وتراجع كفاءة التمثيل الغذائي. كما أن ارتفاع نسبة الفئتين (41-50) و(أكثر من 50) يدل على ارتباط قوي بين المرض والتقدم في السن، وهو ما يتوافق مع الأدبيات الطبية التي تشير إلى أن الفئات الأكبر عمراً تميل إلى استخدام تقنيات الرعاية الصحية بشكل أكبر مثل أنظمة إنترنت الأشياء (IoT) لمتابعة حالتهم الصحية.

أما انخفاض نسبة الفئة العمرية أقل من 30 سنة فيُعد أمراً متوقعاً، كون هذه الفئة تشهد معدلات إصابة أقل مقارنةً بالفئات الأكبر عمراً، خاصة في مرض السكري من النوع الثاني الأكثر شيوعاً.

1.3. التوزيع وفقاً لنوع المشارك

جدول 3: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً لنوع المشارك

نوع المشارك	مريض سكري	90	81.8 %
	طبيب/ ممارس صحي	20	18.2 %
	المجموع	110	100 %

يوضح التوزيع أن الغالبية العظمى من أفراد العينة هم مرضى سكري بنسبة 81.8%، وهو أمر متوقع نظراً لأن الدراسة تعتمد بشكل أساسي على تقييم تجارب المرضى مع تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) في مراقبة حالتهم الصحية.

بينما يمثل الأطباء والممارسون الصحيون 18.2% من العينة، وذلك بهدف دعم الدراسة بوجهات نظر مهنية وتقويم تقني لأنظمة المتابعة المستخدمة، دون أن يطغى حضورهم على الفئة الأساسية المستهدفة وهي المرضى.

1.4. التوزيع وفقاً لمدة الإصابة بالسكري

جدول 4: التكرارات والنسب المئوية لتوزيع عينة الدراسة وفقاً لمدة الإصابة بالسكري

مدة الإصابة بالسكري	أقل من 5 سنوات	28	31.1 %
	5-10 سنوات	35	38.9 %
	أكثر من 10 سنوات	27	30 %
	المجموع	90	100 %

تشير البيانات إلى أن أكبر فئة من المرضى تقع ضمن فئة مدة الإصابة من 5 إلى 10 سنوات (38.9%)، مما يعكس انتشاراً متزايداً للمرض بين الأشخاص الذين يعانون منه لمدة متوسطة، وهي الفئة الأكثر اعتماداً عادةً على أدوات المراقبة المستمرة.

كما يظهر أن 31.1% من المشاركين مصابون حديثاً نسبياً (أقل من 5 سنوات)، بينما يشكّل المرضى الذين تجاوزت مدة إصابتهم 10 سنوات نسبة 30%، مما يوفر تنوعاً جيداً في العينة من حيث خبرتهم مع المرض وقدرتهم على تقييم تأثير تقنيات IoT.

اختبار صدق وثبات الأداة:

1.2. اختبار الصدق

تم حساب الصدق الداخلي للاستبانة من خلال قياس مدى ارتباط فقرات الاستبانة بالمحور الخاص بها وهو موضح في الجدول التالي:

جدول 5: يبين الصدق الداخلي للاستبانة

م	الفقرات	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
المحور الأول: تطبيق نظام إنترنت الأشياء (المتغير المستقل)			
البعد 1: أجهزة الاستشعار الذكية			
1.	أستخدم أجهزة ذكية لمراقبة مستويات السكر بشكل مستمر.	0.677**	0.000
2.	تساعدني الأجهزة الذكية على اكتشاف التغيرات المفاجئة في مستوى السكر.	0.669**	0.000
3.	توفّر الأجهزة قراءة دقيقة وسريعة لمؤشرات الجلوكوز.	0.786**	0.000
4.	تسهّل الأجهزة عليّ متابعة حالتي دون الحاجة لزيارة الطبيب المتكررة.	0.450**	0.000
5.	أعتبر الأجهزة الذكية وسيلة آمنة وموثوقة لمتابعة حالتي الصحية.	0.552**	0.000
البعد 2: البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية			
6.	تصلني تنبيهات فورية عند حدوث تغيير في مستوى السكر.	0.553**	0.000
7.	تساعدني التنبيهات في اتخاذ قرارات علاجية فورية.	0.622**	0.000

0.000	**0.593	يُمكنني النظام من التواصل مع الطبيب عند ظهور مؤشرات خطر.	8.
0.000	**0.589	أشعر أن التنبيهات الذكية تُسهم في منع حدوث مضاعفات صحية.	9.
0.000	**0.780	تُسهم البيانات اللحظية في تحسين فهمي لسلوك السكر اليومي.	10.
البعد 3: التكامل وسهولة الاستخدام			
0.000	**0.708	أجد النظام سهل الاستخدام ومناسب لاحتياجاتي.	11.
0.000	**0.656	واجهة النظام واضحة وسهلة التصفح.	12.
0.000	**0.721	يُمكنني استخدام النظام دون الحاجة إلى مساعدة فنية.	13.
0.000	**0.695	يتكامل النظام مع السجل الطبي ويسهل متابعة الحالة من قبل الطبيب.	14.
0.000	**0.678	أجد أن النظام موثوق من حيث حماية بياناتي الصحية وخصوصيتي.	15.
محور جودة الرعاية الصحية (المتغير التابع)			
البعد 1: المخرجات السريرية			
0.000	**0.606	ساعدني استخدام النظام في ضبط مستوى السكر بشكل أفضل.	16.
0.000	**0.636	قلّت لدي نوبات ارتفاع أو انخفاض السكر بعد استخدام النظام.	17.
0.000	**0.648	أصبح الكشف المبكر عن التغيرات في حالتي الصحية أكثر سهولة.	18.
0.000	**0.642	يُسهم النظام في تحسين نتائج التحاليل الدورية لمستوى الغلوكوز.	19.
البعد 2: الامتثال العلاجي والسلوك الصحي			
0.000	**0.670	أصبح التزامي بمواعيد العلاج أكثر انتظامًا.	20.
0.000	**0.671	أتابع نظامي الغذائي بدقة أكبر منذ استخدام النظام.	21.
0.000	**0.640	ساعدتني التقنية في زيادة نشاطي البدني والاهتمام بصحتي.	22.
0.000	**0.685	أشعر أن النظام يشجّعني على الاستمرار في العلاج دون إهمال.	23.
0.000	**0.672	أسهمت التنبيهات الذكية في رفع وعيي بالعادات الصحية السليمة.	24.

البعد 3: جودة الحياة الصحية			
25.	أشعر براحة نفسية أكبر منذ استخدام النظام.	**0.648	0.000
26.	أصبح لدي إحساس أفضل بالتحكم في حالتي الصحية.	**0.678	0.000
27.	قلّ القلق لديّ من حدوث مضاعفات مفاجئة.	**0.658	0.000
28.	حسن النظام من تواصلني مع الفريق الطبي ودعمه لي.	**0.742	0.000
29.	أشعر بأن استخدام النظام جعلني أكثر استقلالية في متابعة حالتي.	**0.687	0.000
البعد 4: كفاءة الخدمات وخفض التكاليف			
30.	قلّت زياراتي للطبيب أو المستشفى بعد استخدام النظام.	**0.741	0.000
31.	ساعدني النظام في خفض تكاليف المتابعة الطبية.	**0.652	0.000
32.	ساعد النظام في تقليل الوقت والجهد المبذول في الرعاية الصحية.	**0.641	0.000
33.	أرى أن استخدام النظام يرفع كفاءة الخدمات المقدمة في العيادة.	**0.643	0.000
34.	يسهم النظام في تخفيف الضغط على الكوادر الطبية وتحسين التنظيم.	**0.780	0.000

يتضح من نتائج الجدول (5) أنّ جميع فقرات الاستبانة تتمتع بدرجة عالية من الصدق الداخلي؛ حيث جاءت معاملات الارتباط موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى (0.01) لجميع الفقرات، مما يشير إلى وجود ارتباط قوي بين كل فقرة والمحور الذي تنتمي إليه. وهذا يعكس قدرة الفقرات على قياس الأبعاد التي وضعت لقياسها بدقة.

ففي محور تطبيق نظام إنترنت الأشياء، تراوحت معاملات الارتباط بين 0.450 و0.786، وهي قيم تشير إلى قوة مناسبة للعلاقة بين إجابات المشاركين وبين البعد الذي تنتمي إليه الفقرة. كما يُلاحظ أن أعلى الارتباطات جاءت في بُعد "أجهزة الاستشعار الذكية" و"البيانات اللحظية"، مما يدل على وضوح الفقرات وسهولة فهمها بالنسبة للمشاركين.

أما في محور جودة الرعاية الصحية (المتغير التابع)، فقد تراوحت معاملات الارتباط بين 0.606 و0.780، وهو ما يعكس قوة الصدق الداخلي لهذا المحور، ويؤكد قدرة الأداة على قياس التحسن في المخرجات السريرية، والامتثال العلاجي، وجودة الحياة، وكفاءة الخدمات كما يدركها المرضى. وبشكل عام، تشير هذه النتائج إلى أن الاستبانة تمتلك مستوى عاليًا من الصدق الداخلي، وأن جميع الفقرات مناسبة للقياس ويمكن الاعتماد عليها في التحليل الإحصائي، مما يعزز ثقة الباحث في دقة البيانات وملاءمتها لتحقيق أهداف الدراسة.

2.2. حساب الثبات بطريقة كرونباخ ألفا

جدول 6: معامل ألفا كرونباخ

م	المحور	عدد العبارات	معامل ألفا كرونباخ
1.	تطبيق نظام إنترنت الأشياء	15	0.770
2.	جودة الرعاية الصحية	19	0.927
	الاستبانة ككل	34	0.894

تشير نتائج اختبار الثبات باستخدام معامل كرونباخ ألفا الموضحة في الجدول (6) إلى أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الثبات والاتساق الداخلي، حيث:

بلغ معامل كرونباخ ألفا للاستبانة ككل (34 فقرة) 0.894، وهي قيمة مرتفعة تُشير إلى أن الاستبانة موثوقة ويمكن الاعتماد على نتائجها.

جاءت قيم الثبات للمحاور ضمن المدى الممتاز:

- تطبيق نظام إنترنت الأشياء: 0.770

- جودة الرعاية الصحية: 0.927

وجميعها تفوق الحد المقبول (0.70)، مما يدل على اتساق قوي بين عبارات كل محور.

بناءً على ذلك، يمكن القول إن الاستبانة بشكل عام تتمتع بدرجة جيدة من الثبات، مما يُعزز من صلاحيتها كأداة لجمع البيانات في هذه الدراسة.

اختبارات الفرضيات:

– الفرض الرئيسي:

• H_{01} : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية

الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية.

• H_1 : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية

الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية.

ولإثبات صحة هذه الفرضية تم اختبار معامل ارتباط سبيرمان وهذا ما يتضح في الجدول التالي:

جدول 7: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية.

المتغيرات	معامل الارتباط (R)	المعنوية (Sig)	الدلالة
تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT)	**0.624	0.000	معنوية
جودة الرعاية الصحية			

أظهرت نتائج اختبار معامل الارتباط (Spearman) وجود علاقة ارتباطية موجبة ذات دلالة إحصائية

بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري في العيادات

المختصة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.62$)، عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.05$)، مما

يشير إلى أنه كلما زاد مستوى تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء، ارتفعت جودة الرعاية الصحية. وبالتالي تم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل.

الفرض الفرعي الأول:

• H_{01} : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة

المخرجات السريرية لدى مرضى السكري.

• H_{11} : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات

السريرية لدى مرضى السكري.

ولإثبات صحة هذه الفرضية تم اختبار معامل ارتباط سبيرمان وهذا ما يتضح في الجدول التالي:

جدول 8: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات السريرية لدى مرضى السكري.

المتغيرات	معامل الارتباط (R)	المعنوية (Sig)	الدلالة
استخدام أجهزة الاستشعار الذكية	**0.624	0.000	معنوية
جودة المخرجات السريرية			

يبين جدول (8) وجود علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة

المخرجات السريرية لدى مرضى السكري، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.624$ مع مستوى دلالة

$Sig = 0.000$. ويشير ذلك إلى أن استخدام أجهزة الاستشعار الذكية لمراقبة مستويات الجلوكوز

بشكل مستمر يسهم بشكل كبير في تحسين التحكم بمستويات السكر وتقليل نوبات فرط أو نقص الجلوكوز،

مما يعزز النتائج الصحية للمريض ويزيد من دقة وفعالية المراقبة السريرية.

الفرض الفرعي الثاني:

• H_{02} : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية

ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري.

• H_{12} : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى

الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري.

جدول 9: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري.

المتغيرات	معامل الارتباط (R)	المعنوية (Sig)	الدلالة
فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية	0.587**	0.000	معنوية
الامتثال العلاجي والسلوك الصحي			

يبين جدول (9) وجود علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائية بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية

ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي لدى مرضى السكري، حيث بلغ معامل الارتباط $(R) = 0.587$ مع مستوى دلالة $(Sig) = 0.000$. ويعني ذلك أن تلقي تنبيهات فورية ووجود بيانات لحظية

تساعد المرضى على الالتزام بمواعيد العلاج، اتباع النظام الغذائي، وزيادة النشاط البدني، مما يعزز

السلوك الصحي العام ويقلل من المخاطر المرتبطة بالسكري.

الفرض الفرعي الثالث:

- $H0_3$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.
- $H1_3$: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.

جدول 10: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.

المتغيرات	معامل الارتباط (R)	المعنوية (Sig)	الدلالة
سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء	0.655**	0.000	معنوية
جودة حياة مرضى السكري			

يوضح جدول (10) أن هناك علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائية بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وجودة حياة مرضى السكري، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.655$ مع مستوى دلالة $(Sig) = 0.000$. يشير ذلك إلى أن سهولة استخدام النظام تسهم بشكل كبير في تحسين شعور المرضى بالتحكم الذاتي، وتقليل القلق، وزيادة الراحة النفسية، ما يعزز استقلالية المريض في متابعة حالته الصحية اليومية.

الفرض الفرعي الرابع:

- $H0_4$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وكفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية المقدمة لمرضى السكري.
- $H1_4$: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وكفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية المقدمة لمرضى السكري.

جدول 11: اختبار معامل ارتباط Spearman لدراسة العلاقة بين سهولة استخدام نظام إنترنت الأشياء وتكامله مع السجل الطبي وجودة حياة مرضى السكري.

المتغيرات	معامل الارتباط (R)	المعنوية (Sig)	الدلالة
تطبيق نظام إنترنت الأشياء	0.701**	0.000	معنوية
كفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية			

يوضح جدول (11) أن هناك علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائيًا بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وكفاءة الخدمات الصحية وخفض تكاليف الرعاية، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.701$ مع مستوى دلالة $(Sig) = 0.000$. يشير هذا إلى أن زيادة سهولة استخدام النظام وتكامله مع السجلات الطبية ترتبط بتحسين جودة حياة مرضى السكري، كما تساهم في رفع كفاءة الخدمات المقدمة وتقليل النفقات الطبية المرتبطة بالرعاية، مما يعكس أثرًا عمليًا ملموسًا لتطبيق تقنيات IoT في العيادات المتخصصة.

الفصل الخامس

المناقشة والتفسير والخاتمة

مقدمة

يُعد هذا الفصل من أهم فصول البحث، إذ يتناول عرض نتائج الدراسة الميدانية وتحليلها وتفسيرها في ضوء فروض البحث وأسئلته، ومناقشتها ضمن إطار الأدبيات والدراسات السابقة والنظرية العلمية المتعلقة بإترنت الأشياء (IoT) والرعاية الصحية.

ويهدف الفصل إلى توضيح أثر تطبيق أنظمة IoT في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية، والكشف عن مدى انسجام النتائج مع الأطر النظرية وسد الفجوات المعرفية في هذا المجال.

كما يستعرض الفصل أبرز الإسهامات العملية والعلمية للدراسة، مع تسليط الضوء على التحديات والقيود التي قد تكون أثرت في النتائج.

ويختتم الفصل بخلاصة شاملة لأهم النتائج والتوصيات التي يمكن الاستفادة منها وتطويرها في الدراسات المستقبلية.

أولاً: مناقشة نتائج الدراسة في ضوء الفروض

تم في هذه الدراسة اختبار الفرضيات الرئيسية والفرعية المتعلقة بدور إنترنت الأشياء (IoT) في تعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، وذلك من خلال تحليل بيانات الاستبيان الميداني باستخدام أساليب إحصائية مناسبة (معامل ارتباط سبيرمان، المتوسطات، والانحرافات المعيارية).

1. الفرض الرئيسي:

تم اختبار الفرض الرئيسي الذي ينص على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء وجودة الرعاية الصحية المقدمة لمرضى السكري. أظهرت نتائج التحليل أن هناك علاقة إيجابية وقوية بين استخدام أنظمة IoT وتحسين جودة الرعاية الصحية، حيث كان معامل الارتباط معنوياً (Sig = 0.000)، مما يدعم رفض الفرض الصفري H_0 ويؤكد صحة الفرضية البديلة H_1 .

2. الفروض الفرعية:

- الفرضية 1₁: بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وجودة المخرجات السريرية. أظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي إيجابي ($R = 0.624$)، ($\text{Sig} = 0.000$)، مما يعني أن أجهزة الاستشعار الذكية تسهم بشكل فعال في ضبط مستويات الغلوكوز وتحسين النتائج السريرية للمرضى.
- الفرضية 2₂: بين فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية ومستوى الامتثال العلاجي والسلوك الصحي. أظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي إيجابي ($R = 0.587$)، ($\text{Sig} = 0.000$)، مما يدل على أن التنبيهات الفورية والبيانات اللحظية تحفز المرضى على الالتزام بالعلاج والنظام الغذائي والنشاط البدني.

○ الفرضية 3₃: بين سهولة استخدام وتكامل نظام IoT وجودة حياة المرضى. أظهرت النتائج ارتباطاً معنوياً قوياً ($R = 0.655$)، ($\text{Sig} = 0.000$)، مما يعكس أن سهولة استخدام النظام وتكامله مع السجلات الطبية تسهم في تحسين شعور المرضى بالتحكم والسيطرة على حالتهم الصحية.

○ الفرضية 4₄: بين تكامل نظام IoT وكفاءة الخدمات وخفض التكاليف. أظهرت النتائج ارتباطاً معنوياً إيجابياً ($R = 0.701$)، ($\text{Sig} = 0.000$)، مما يشير إلى أن دمج النظام مع السجلات الطبية يساعد في تحسين كفاءة العمل السريري وتقليل الوقت والتكاليف.

تشير هذه النتائج إلى أن تطبيق أنظمة إنترنت الأشياء في العيادات المتخصصة له أثر إيجابي وملاموس على مختلف جوانب جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، بما يشمل النتائج السريرية، الامتثال للعلاج، جودة الحياة، وكفاءة الخدمات الصحية. كما تؤكد النتائج توافق النتائج الميدانية مع الفروض النظرية المستندة إلى الدراسات السابقة حول فعالية IoT في الرعاية الصحية.

ثانياً: مناقشة نتائج الدراسة في ضوء الدراسات السابقة

أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود علاقة إيجابية ومعنوية بين تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، وهو ما يتوافق مع النتائج التي توصلت إليها الدراسات السابقة، سواء العربية أو الأجنبية.

أولاً: استخدام أجهزة الاستشعار الذكية ومخرجات الرعاية السريرية

أوضحت نتائج الدراسة أن استخدام أجهزة الاستشعار الذكية يساهم في تحسين مراقبة مستويات السكر، وتقليل نوبات ارتفاع أو انخفاض السكر، وهو ما يتفق مع نتائج Bouchi et al (2024) و Rghioui et al (2021)، الذين أشاروا إلى أن الأجهزة الذكية وأنظمة المراقبة المستمرة تساعد في التحكم الدقيق

في مستويات الغلوكوز لدى مرضى السكري. كما تدعم نتائج الدراسة الحالية ما ذكره مقناني (2021) وبوالفول (2021) حول دور تقنيات IoT في تحسين الأداء الصحي وزيادة الكفاءة التشغيلية، رغم أن الدراسات العربية السابقة ركزت بشكل أكبر على الجانب النظري والإمكانات دون تطبيق ميداني شامل.

ثانيًا: فعالية البيانات اللحظية والتنبيهات الذكية والامتثال العلاجي

أظهرت الدراسة الحالية أن التنبيهات اللحظية تساعد المرضى على اتباع العلاج بدقة أكبر، واتخاذ قرارات علاجية فورية عند التغير المفاجئ في مستوى السكر. هذا يتفق مع نتائج Naseem et al (2022) و Li et al (2025)، الذين أكدوا أن الأنظمة الذكية المرتبطة بالتنبيهات تساهم في تحسين الالتزام بالعلاج والسلوك الصحي، فضلاً عن رفع وعي المرضى بالعادات الصحية السليمة.

ثالثًا: سهولة استخدام النظام والتكامل مع السجلات الطبية وجودة الحياة الصحية

أظهرت نتائج الدراسة وجود ارتباط معنوي بين سهولة استخدام النظام وتكامله مع السجلات الطبية وبين جودة حياة المرضى، مما يدل على أن تصميم النظام بطريقة سهلة وواضحة يساهم في تحسين شعور المرضى بالاستقلالية والتحكم في حالتهم الصحية. وهذه النتيجة تدعم ما ذكرته Hennebelle et al (2024) و Jain et al (2019) حول أهمية دمج الأجهزة الذكية مع أنظمة متكاملة لتحسين تجربة المريض، بالإضافة إلى شلابي وبورنان (2021) الذين ركزوا على جودة الحياة كأحد المؤشرات الأساسية لمتابعة مرضى السكري، رغم أن دراساتهم لم تتضمن استخدام IoT بشكل مباشر.

رابعًا: كفاءة الخدمات الصحية وخفض التكاليف

أظهرت الدراسة أن تطبيق IoT ساهم في تقليل زيارات المرضى للطبيب أو المستشفى، وخفض التكاليف الطبية وتحسين كفاءة الخدمات المقدمة في العيادات، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه بوالفول (2021)

حول تحسين الكفاءة التشغيلية، وكذلك مع بعض التجارب الأجنبية التي أظهرت تأثير IoT على تقليل العبء على الكوادر الطبية وتحسين تنظيم العمل (Al-Odat et al., 2018).

ثالثاً: إسهامات الدراسة

تقدم هذه الدراسة عدة إسهامات مهمة على المستويين النظري والعملي، يمكن تلخيصها فيما يلي:

الإسهامات النظرية:

- توفر الدراسة إطاراً علمياً يربط بين تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) وجودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، مع التركيز على العلاقة بين الأجهزة الذكية، البيانات اللحظية، سهولة الاستخدام، وكفاءة الخدمات الصحية.
- تسد فجوة البحث المتعلقة بالدراسات العربية السابقة التي اقتصرَت على الجوانب النظرية أو الوصفية، من خلال تقديم تقييم ميداني شامل لتطبيق IoT في العيادات المتخصصة.
- تعزز الفهم الأكاديمي لكيفية تأثير استخدام تقنيات IoT على جودة الحياة، الامتثال العلاجي، والمخرجات السريرية للمرضى المزمنين.

الإسهامات العملية:

- توفر الدراسة دليلاً تطبيقياً للعيادات والممارسين الصحيين حول كيفية دمج الأجهزة الذكية والبيانات اللحظية في تحسين متابعة مرضى السكري.
- تسهم في تطوير سياسات وإجراءات تشغيلية لتحسين كفاءة العمل السريري وخفض التكاليف الصحية باستخدام تقنيات IoT.

- تقدم توصيات عملية لتعزيز استقلالية المرضى في متابعة حالتهم الصحية، وزيادة التزامهم بالعلاج والتعليمات الطبية من خلال استخدام الأنظمة الذكية.
- تتيح الدراسة إمكانية توسيع تطبيقات IoT لتشمل أمراضًا مزمنة أخرى، مما يفتح آفاقًا جديدة للابتكار في الرعاية الصحية الرقمية بالمملكة العربية السعودية.

رابعاً: قيود الدراسة

على الرغم من أهمية النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة، إلا أن هناك عددًا من القيود التي يجب أخذها في الاعتبار عند تفسير النتائج، وهي كما يلي:

1. **الحدود المكانية:** اقتصرَت الدراسة على العيادات المتخصصة لمرضى السكري في المملكة العربية السعودية، مما قد يحد من إمكانية تعميم النتائج على مؤسسات صحية أخرى أو على مناطق جغرافية مختلفة.
2. **الحدود الزمنية:** تم تنفيذ الدراسة خلال فترة زمنية محددة، مما يعني أن النتائج تعكس الوضع في تلك المرحلة فقط، وقد تتغير المؤشرات مستقبلاً مع تطور تقنيات إنترنت الأشياء وسياسات الرعاية الصحية.
3. **الحدود المنهجية:** اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وأداة الاستبيان كوسيلة رئيسية لجمع البيانات، وهو ما قد يؤدي إلى بعض التحيزات الذاتية في استجابات المشاركين.
4. **الحدود البشرية:** شملت الدراسة عينة محدودة من المرضى والممارسين الصحيين، مما قد لا يعكس جميع وجهات النظر أو الخبرات المتنوعة داخل العيادات.

5. **الحدود الموضوعية:** ركزت الدراسة على متغيرات محددة مرتبطة بتطبيق نظام إنترنت الأشياء وجودة الرعاية الصحية، دون التطرق إلى متغيرات أخرى قد تؤثر في النتائج، مثل الثقافة الصحية للمؤسسة، مستوى تدريب الموظفين، أو الموارد المادية المتاحة.

خامساً: الاستنتاجات العامة للدراسة:

1. في ضوء تحليل البيانات الإحصائية ومناقشة النتائج، توصلت الدراسة إلى مجموعة من الاستنتاجات العامة التي تعكس أثر استخدام نظام إنترنت الأشياء (IoT) على جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

2. أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية ومعنوية بين استخدام أجهزة الاستشعار الذكية والبيانات اللحظية والتنبيهات الذكية وبين ضبط مستويات الغلوكوز والتحكم في الحالة الصحية للمرضى.

3. ساهم تطبيق نظام IoT في تعزيز التزام المرضى بالعلاج والمتابعة الصحية، بما في ذلك الالتزام بالنظام الغذائي والنشاط البدني، مما انعكس إيجابياً على الصحة العامة للمستفيدين.

4. لوحظ أن المرضى الذين استخدموا تقنيات IoT أبلغوا عن شعور أكبر بالتحكم في حالتهم الصحية وراحة نفسية أعلى، بالإضافة إلى انخفاض القلق بشأن المضاعفات المفاجئة.

5. أظهرت النتائج أن دمج IoT مع أنظمة السجلات الطبية ساهم في تقليل عدد زيارات المرضى للطبيب أو المستشفى، وتقليل الوقت والجهد المبذول في الرعاية، مع تحسين كفاءة الخدمات الصحية وخفض التكاليف المرتبطة بالمتابعة الطبية.

6. تبين أن سهولة استخدام النظام وتكامله مع السجلات الطبية كان له أثر معنوي إيجابي على جودة الرعاية المقدمة، مما يعكس أهمية البنية التكنولوجية المرنة وسهولة الوصول للبيانات.

7. أظهرت جميع المتغيرات المستقلة والمتعلقة بـ IoT ارتباطاً معنوياً وإيجابياً مع المتغيرات التابعة المتعلقة بجودة الرعاية الصحية، مما يؤكد صحة الفرضيات الرئيسية والفرعية للدراسة.

هذه الاستنتاجات تشير إلى أن تطبيق تقنيات IoT يمثل أداة فعالة لتحسين جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري، مع فوائد ملموسة على المستوى السلوكي والصحي والاقتصادي، وتؤكد أهمية دمج التكنولوجيا الذكية في العمليات اليومية للعيادات المتخصصة.

سادساً: التوصيات:

استناداً إلى ما توصلت إليه الدراسة من نتائج واستنتاجات، تقدم الدراسة مجموعة من التوصيات التي تهدف إلى تعزيز فاعلية تطبيق نظام إنترنت الأشياء (IoT) وتحسين جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية، على النحو التالي:

1. تشجيع العيادات المتخصصة على اعتماد أجهزة الاستشعار الذكية والأنظمة المترابطة لمراقبة المرضى بشكل مستمر، لضمان متابعة دقيقة وفعالة لمستويات الجلوكوز والحالة الصحية العامة.
2. تقديم برامج تدريبية للطواقم الطبية حول استخدام تقنيات IoT وتحليل البيانات الصحية، لرفع الكفاءة في إدارة الحالات وتحسين جودة المخرجات السريرية.
3. تحسين أنظمة التنبيهات اللحظية لتكون أكثر دقة وشمولية، بما يتيح اتخاذ قرارات علاجية سريعة وفعالة ويزيد من التزام المرضى بالعلاج.
4. العمل على تكامل تقنيات IoT مع السجلات الطبية لضمان سهولة الوصول إلى بيانات المرضى، وتحسين تنسيق الرعاية الطبية بين مختلف الفرق الصحية.

5. تصميم برامج صحية توعوية مرتبطة بأنظمة IoT، تستهدف تحسين السلوك الصحي للمرضى وزيادة شعورهم بالاستقلالية والتحكم في حالتهم الصحية.
6. استخدام البيانات المجمعة عبر IoT لتقليل عدد الزيارات غير الضرورية للعيادات والمستشفيات، وخفض التكاليف الطبية، مع تحسين تنظيم العمل وتقليل الضغط على الكوادر الصحية.
7. الالتزام بتطبيق بروتوكولات أمان متقدمة لحماية بيانات المرضى والخصوصية، مع متابعة التطورات التقنية لضمان موثوقية النظام.
8. اقتراح إجراء بحوث مستقبلية لتقييم أثر استخدام IoT على المدى الطويل، بما يشمل مختلف الفئات العمرية والحالات المزمنة، لتوسيع نطاق الاستفادة وتحسين التصميم التطبيقي للأنظمة الصحية.

سابعاً: البحوث المقترحة:

في ضوء نتائج الدراسة، توصي الباحثة بإجراء مزيد من الدراسات المستقبلية في المجالات التالية:

1. متابعة أثر IoT على التحكم بالغلوكوز وامتثال المرضى للعلاج على مدى طويل.
2. دراسة تفاعل مختلف الأعمار مع الأجهزة الذكية.
3. تطبيق الدراسة في مناطق مختلفة داخل المملكة وخارجها.
4. تقييم تأثير IoT على جودة الحياة والاستقلالية والرضا النفسي.
5. تطوير أنظمة متكاملة تربط الأجهزة الذكية بالسجلات الطبية والذكاء الاصطناعي.
6. دراسة فعالية حماية البيانات ومقاومة التهديدات السيبرانية.

7. قياس خفض تكاليف الرعاية الصحية والعائد على الاستثمار.

8. تقييم فعالية البرامج التعليمية المرتبطة باستخدام IoT.

ثامناً: الخاتمة

في ختام هذه الدراسة، يمكن التأكيد على أن تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) تشكل ركيزة أساسية لتعزيز جودة الرعاية الصحية لمرضى السكري في العيادات المتخصصة بالمملكة العربية السعودية. أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية بين استخدام الأجهزة الذكية والتنبيهات اللحظية وسهولة تكامل النظام مع السجلات الطبية وبين تحسين المخرجات السريرية، وزيادة امتثال المرضى للعلاج، ورفع جودة حياتهم، بالإضافة إلى تعزيز كفاءة الخدمات الصحية وخفض التكاليف.

كما أبرزت الدراسة أهمية دمج التكنولوجيا مع البرامج التوعوية والتعليمية للمرضى لضمان تحقيق أقصى استفادة ممكنة، مع مراعاة الجوانب الأمنية وحماية البيانات. وتشير النتائج إلى أن الاستخدام المنهجي والفعال لأنظمة IoT يمكن أن يسهم في تطوير الأداء الصحي وتحسين تجربة المرضى، وهو ما يدعم الجهود الوطنية لتطوير الرعاية الصحية في المملكة.

وبذلك، تمثل هذه الدراسة إضافة علمية وعملية تساهم في إثراء الأدبيات المتعلقة بالتقنيات الذكية في القطاع الصحي، وتفتح المجال أمام دراسات مستقبلية لتقييم تطبيقات IoT في أمراض مزمنة أخرى، وتحسين الأنظمة التقنية بما يخدم الأهداف الصحية على المدى الطويل.

المراجع

المراجع العربية:

مقناني. (2021). استخدام تقنية إنترنت الأشياء في القطاع الصحي ودوره في تنمية المعرفة الصحية. مجلة جامعة الأمير عبد القادر للعلوم الإسلامية، 35(3)، 748-779.

<http://dspace.univ-emir-constantine.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/4733/1/A951.pdf>

بوالفول. (2021). دور انترنت الأشياء (IOT) في تأدية العمل في المجال الصحي مع الإشارة إلى بعض الدول. مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، 8(3)، 320-341.

شلابي، عائشة، بورنان، سامية. (2021). نوعية الحياة لدى مرضى السكري: دراسة ميدانية بجمعية مرضى السكري بولاية المسيلة. دفاتر المخبر، 16(2)، 209-226.

<https://asjp.cerist.dz/en/downloadArticle/483/16/2/180794>

حنين عبد السلام أبوعود، أسيل أحمد الضراط، علي محمد عبد الشاهد. (2020). إنترنت الأشياء الذكية في مجال الرعاية الصحية. مجلة البحوث الأكاديمية، 15، 1-19. <https://lam-journal.ly/index.php/jar/article/download/187/95>

<https://lam-journal.ly/index.php/jar/article/download/187/95>

سلطان. (2021). الرعاية الصحية الذكية (Smart Health) . برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

ResearchGate [https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-](https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link)

[Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link](https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link)

[s/6036ae654585158939c9e7de/alrayt-alshyt-aldhkyt-Smart-](https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link)

[Health.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0](https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link)

[aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/profile/Aboabkr-Sultan/publication/349574014_alrayt_alshyt_aldhkyt_Smart_Health/link)

Bouchi, R., Izumi, K., Ishizuka, N., Uemura, Y., Ohtsu, H., Miyo, K., ... & Ueki, K. (2024). Internet of things-based approach for glycemic control in people with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Journal of Diabetes Investigation*, 15(9), 1287–1296.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jdi.14227>

Rghioui, A., Naja, A., Mauri, J. L., & Oumnad, A. (2021). An IoT based diabetic patient monitoring system using machine learning and node MCU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1743, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1743/1/012035/pdf>

Naseem, A., Habib, R., Naz, T., Atif, M., Arif, M., & Allaoua Chelloug, S. (2022). Novel Internet of Things based approach toward diabetes prediction using deep learning models. *Frontiers in Public Health*, 10, 914106.
<https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.914106/pdf>

Dargahi, M., Ghorbanpour, M. A., & Rooddehghan, Z. (2024). Providing an approach based on the Internet of Things platform to monitor and control the conditions of patients (diabetes) with classification technique to improve the accuracy and speed of the monitoring system: Case study diabetes disease. *African Journal of Biomedical Research*, 27(3S).
<https://africanjournalofbiomedicalresearch.com/index.php/AJBR/article/view/3155/2420>

- Al-Odat, Z. A., Srinivasan, S. K., Al-qtiemat, E., Dubasi, M. A. L., & Shuja, S. (2018). lot-based secure embedded scheme for insulin pump data acquisition and monitoring. arXiv preprint arXiv:1812.02357. <https://arxiv.org/pdf/1812.02357>
- Jain, P., Joshi, A. M., & Mohanty, S. P. (2019). iglu 1.0: An accurate non-invasive near-infrared dual short wavelengths spectroscopy based glucometer for smart healthcare. arXiv preprint arXiv:1911.04471. <https://arxiv.org/pdf/1911.04471>
- Hennebelle, A., Ismail, L., Materwala, H., Al Kaabi, J., Ranjan, P., & Janardhanan, R. (2024). Secure and privacy-preserving automated machine learning operations into end-to-end integrated IoT-edge-artificial intelligence-blockchain monitoring system for diabetes mellitus prediction. Computational and Structural Biotechnology Journal, 23, 212–233. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S200103702300453>
- 1
- Li, J., Me, R. C., Ahmad, F. A., & Zhu, Q. (2025). Investigating the application of IoT mobile app and healthcare services for diabetic elderly: A systematic review. PLoS One, 20(4), e0321090. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0321090&type=printable>

Abstract

This study aims to investigate the role of Internet of Things (IoT) technologies in enhancing healthcare quality for diabetes patients in specialized clinics in Saudi Arabia. A descriptive–analytical approach was employed, collecting data from a sample of 110 participants, including diabetes patients and healthcare practitioners, using a structured questionnaire covering key aspects such as smart sensors, real–time data and alerts, and system integration with medical records.

The results indicated a statistically significant positive relationship between IoT implementation and healthcare quality. The use of smart devices and instant alerts contributed to improved clinical outcomes, higher patient adherence to treatment, enhanced quality of life, and increased efficiency in healthcare services while reducing follow–up costs.

The study provides both practical and theoretical contributions, highlighting the effectiveness of integrating IoT with patient education and awareness programs, emphasizing data security and privacy, and offering recommendations for expanding IoT applications to other chronic diseases to improve healthcare service sustainability.

Keywords: Internet of Things, Healthcare Quality, Diabetes, Smart Devices, Real–Time Data, Healthcare Efficiency.

Midocean University

College of Management

Master of Healthcare Administration



Research Title:

**The Role of Internet of Things (IoT) in Enhancing the Quality of
Healthcare for Diabetics: A Field Study on Specialized Clinics in Saudi
Arabia**

Prepared by:

Saud Ali Almuhaideb

Supervised by:

Dr. Faisal Abdulhamid

Dr. Fayeze Jarad

Academic Year:

2025