تحديد وتصنيف العوامل الرئيسية المؤثرة في تطبيق الحوسبة السحابية في مجال الصحة الإلكترونية (دراسة حالة مستشفيات الثورة والجمهوري في العاصمة صنعاء)

الاستـــلام: 18/ابريل/2025
التحكيم: 27/ اغسطس/2025
القبـــــول: 28/ اغسطس /2025

خالد أحمد المسوري[1*]

© 2025 University of Science and Technology, Aden, Yemen. This article can be distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.
© 2025 جامعة العلوم والتكنولوجيا، المركز الرئيس عدن، اليمن. يمكن إعادة استخدام المادة المنشورة حسب رخصة مؤسسة المشاع الإبداعي شريطة الاستشهاد بالمؤلف والمجلة.

[1] قسم الحاسوب، كلية الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات، المعهد الوطني للعلوم الإدارية، صنعاء، اليمن.
* عنوان المراسلة: Khalidahmed2009@gmail.com

تحديد وتصنيف العوامل الرئيسية المؤثرة في تطبيق الحوسبة السحابية في مجال الصحة الإلكترونية
(دراسة حالة مستشفيات الثورة والجمهوري في العاصمة صنعاء)

خالد أحمد المسوري
قسم الحاسوب، كلية الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات،
المعهد الوطني للعلوم الإدارية
صنعاء، اليمن
Khalidahmed2009@gmail.com

الملخص:

إن الحوسبة السحابية كتكنولوجيا جديدة مع البنية التحتية للإنترنت والحلول يمكن أن تحقق فوائد كبيرة في تقديم الخدمات الطبية إلكترونيًا، ويتطلب تطبيق هذه التكنولوجيا في الصحة الإلكترونية عوامل مختلفة ينبغي أخذها في الاعتبار، والهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحديد وتصنيف العوامل الفعالة في استخدام الحوسبة السحابية في الصحة الإلكترونية، ومن خلال مراجعة أدبيات الموضوع والاعتماد على نموذج (التكنولوجيا والمنظمة والبيئة)، ونموذج (التوافق الإنساني، والمؤسسي، والتكنولوجي) تم تحديد 16 معيارًا فرعيًا على شكل 4 عوامل رئيسية، وقد تم تحديد المعايير الفرعية من خلال استطلاع رأي 60 خبيرًا وأستاذًا جامعيًا وخبراء في التكنولوجيا، وتم تصنيف المعلومات الصحية باستخدام عملية التسلسل الهرمي التحليلي الضبابي، وقد كشف استعراض الأدبيات الموجودة أنه نظرًا لحداثة الموضوع لم يتم إجراء أي دراسات، وتظهر نتائج البحث أنه وفقًا للخبراء عند اتخاذ القرار بشأن استخدام الحوسبة السحابية في الرعاية الصحية يجب أن تأخذ بعين الاعتبار العوامل التكنولوجية والبشرية والتنظيمية والبيئية.

الكلمات المفتاحية *الصحة الإلكترونية، الحوسبة السحابية، استخدام الحوسبة السحابية، نموذج التكنولوجيا - التنظيم – البيئة، نموذج التوافق البشري – التنظيمي – التكنولوجي.*

Identifying and Classifying the Key Factors Influencing the Implementation of Cloud Computing in eHealth (A Case Study of Al-Thawra and Al-Jumhuri Hospitals in Sana'a)

***Abstract*— Cloud computing, as a new technology, coupled with Internet infrastructure and solutions, can bring significant benefits to the delivery of electronic medical services. The application of this technology in eHealth requires various factors to be considered. The primary objective of this research is to identify and classify the effective factors in the use of cloud computing in eHealth. By reviewing the relevant literature and relying on the technology-organization-environment model and the human-institutional-technology alignment model, 16 sub-criteria were identified, grouped into four main factors. The sub-criteria were identified through a survey of 60 experts, university professors, and technology experts. Health information was classified using the Fuzzy Analytical Hierarchy (FASH) process. A review of the existing literature revealed that, due to the novelty of the topic, no studies have been conducted. The research findings show that, according to experts, when making decisions about the use of cloud computing in healthcare, technological, human, organizational, and environmental factors must be considered.**

Keywords— *eHealth; Cloud Computing; Cloud Computing Use; Technology-Organization-Environment Model; Human-Organization-Technology Convergence Model*

I. المقدمة

لقد برزت تقنية الحوسبة السحابية في الآونة الأخيرة كواحدة من أهم المواضيع المتعلقة بمجال التطوير، وتُعد الحوسبة السحابية نموذجًا جديدًا لاستضافة وتقديم الخدمات على الإنترنت، كما أن الحوسبة السحابية باعتبارها مجالًا مهمًا من مجالات ابتكار تكنولوجيا المعلومات فمن المعروف أن استثمارات واسعة النطاق قد تم تنفيذها في هذا المجال، ويمكن أن تُعزى فوائد الحوسبة السحابية إلى سهولة الاستخدام وخفض التكاليف وسهولة الإدارة، وقابلية التوسع، ويمكن رؤية الفوائد المحتملة لاستخدام الحوسبة السحابية من منظورين: المالي

والتكنولوجي، ولقد تم تقييم تقنية الحوسبة السحابية على نطاق واسع في إدارة الموارد وقد تمت مناقشته في المجالات الأكاديمية والتشغيلية، واستفادت صناعة الرعاية الصحية أيضًا من ذلك (Lian et al, 2022). إن الحوسبة السحابية تشكل بالتأكيد تغييرًا عامًا في هيكل وطبيعة أنظمة معلومات المستشفيات، وعلى وجه الخصوص التغييرات في توسع خدمات الطب عن بعد والصحة المتنقلة، ومع ذلك يؤكد الباحث أنه ينبغي تقييم المستشفيات بشكل جدي قبل اعتماد الحوسبة السحابية، لذلك وبالنظر إلى أهمية ومزايا وتحديات استخدام الحوسبة السحابية في مجال الصحة الإلكترونية تهدف هذه الدراسة إلى تحديد العوامل التي تأخذها المستشفيات في الاعتبار عندما يفكروا في استخدام الحوسبة السحابية (Kou, 2021). وبعد المراجعة والتحليل أظهر تحليل الأدبيات الموجودة أربع فئات من العوامل التنظيمية والبشرية والتكنولوجية والبيئية، ولتحقيق هذا الهدف، تمت الإجابة على الأسئلة الآتية من خلال استطلاع رأي الخبراء:

1. ما العوامل الرئيسية المؤثرة في قرار اعتماد الحوسبة السحابية في الرعاية الصحية؟
2. ما ترتيب هذه العوامل من حيث الأهمية والأولوية؟

II. الأسس النظرية:

الحوسبة السحابية:

لقد تم تقديم العديد من التعريفات للحوسبة السحابية، وفي الوقت نفسه دراسة (McKinsey, 2020) تظهر التي طبقها في شركة استشارات إدارية عالمية أن هناك 22 تعريفًا منفصلًا للحوسبة السحابية، إلا أن هناك تعريفًا شاملًا وكاملًا قدمه سلطان وسلطان ووفقًا لهؤلاء المؤلفين فإن الحوسبة السحابية هي طريقة تستخدم التقدم في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل المحاكاة الافتراضية والحوسبة الشبكية، من خلال البرمجيات والأجهزة، وذلك من أجل يتم توفير مجموعة واسعة من الخدمات من خلال شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الافتراضية وفقًا لطلبات العملاء واحتياجاتهم (Sultan & Sultan, 2022).

يقدم سلطان وسلطان طريقة عامة (الإنترنت)، أو خاصة، أو مزيج من الطريقتين، وفي تعريف آخر تشير الحوسبة السحابية إلى التطبيقات المقدمة عبر الإنترنت والأجهزة وبرامج النظام في مراكز البيانات، كما يعرف المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا الحوسبة السحابية على أنها: نموذج لتوفير سهولة الوصول إلى مجموعة من الموارد عبر الشبكة، وهي أيضًا حوسبة قابلة للتطوير وقابلة للتكوين بناءً على طلب المستخدم، مثل: الشبكات والخوادم ومساحة التخزين والتطبيقات والخدمات، بحيث يمكن تحقيق هذا الوصول بأقل قدر من التكلفة ويتم تلبية الحاجة إلى إدارة الموارد أو الحاجة إلى التدخل المباشر من جانب مقدم الخدمة بسرعة (Armbrust et al, 2020).

عندما ظهرت الحوسبة السحابية في عام 2007م أثارت ردود فعل متباينة، وفي حين رأى بعض المحللين مزاياها، رأى آخرون، مثل لاري رأيًا مغايرًا، فقد اعتبر إليسون الثالث (مؤسس شركة أوراكل) أن هذا نموذج أعمال عديم الفائدة، لكن اكتسبت الحوسبة السحابية الكثير من المعجبين، وزاد عدد الشركات التي تبنتها، وزادت وبدأت في تقديم العديد من خدماتها في السحابة، كما أن للحوسبة السحابية مجموعة متنوعة من البرامج والأجهزة الأساسية، مثل: التطبيقات، والتخزين، وتوفر خوادم افتراضية على الويب (مثل السحابة)، وفي النتيجة هي إمكانية التوسع وعدم الحاجة إلى استثمارات كبيرة في الأجهزة باهظة الثمن، ويوفر ترخيص البرامج فوائد كبيرة للمنظمة (Lin et al, 2022).

يتم تصنيف نماذج تقديم الخدمة في الحوسبة السحابية إلى أربعة أنواع: البرمجيات كخدمة، والمنصة كخدمة، والبنية الأساسية كخدمة، والخدمات، وتقدم كل من هذه المجموعات الأربع أنواعًا مختلفة من المنتجات لعملاء مختلفين (Lin & Chen 2022). ومع ذلك فإنهم يتشاركون نموذج أعمال مشترك، وتسمح باستخدام موارد الحوسبة الخاصة بها (بما في ذلك الخدمات والتطبيقات)، ولا تزال عوامل الجذب الاقتصادي والمرونة التي توفرها الحوسبة السحابية موضع جدل كبير في هذا المجال، وهناك قضايا مثل الأمان، واحتجاز البائعين، ووقت التوقف عن العمل والتي تحتاج إلى معالجة (Sultan & Sultan, 2022).

الصحة الإلكترونية:

تعمل تكنولوجيا المعلومات مع التقنيات الجديدة على تحسين الجودة وخفض التكاليف، ولقد أصبح المديرون التنفيذيون بمثابة شركات، ولا يشكل قطاع الرعاية الصحية استثناءً من هذا التأثير، فشبكات المعلومات الصحية، وشبكات الطب عن بعد، وشبكات التعاون العلمي الطبي، تُعد أجهزة المساعدة الطبية الذكية والسجلات الصحية الإلكترونية أمثلة لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات في الرعاية الصحية والصحة الإلكترونية وهي مجال جديد (Marlene et al, 2021). وتتم إدارة المعلوماتية الطبية والصحية العامة والتجارة الإلكترونية من خلال الإنترنت، إن شبكة الويب العالمية والتقنيات المرتبطة بها تتطور وتتحسن، والصحة الإلكترونية باعتبارها الاستخدام الآمن والفعال من حيث التكلفة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات تُعد دعمًا للصحة والمجالات ذات الصلة بالصحة، بما في ذلك الخدمات الصحية (Anderson, 2022).

إن الصحة الإلكترونية لأول مرة تقدم الاستشارات الطبية لرواد الفضاء والعلاج، وقد تم تحديد أهدافهم من خلال الطب عن بعد الذي تقدمه وكالة ناسا (Marlene et al., 2021). ويمكن استخدام الصحة الإلكترونية لتحسين جودة الرعاية الصحية وتوفيرها ومن أبرز المزايا للحوسبة الإلكترونية في المجالات الصحية، فهي تعتمد على سرية معلومات المريض، وتقوم بالمساواة في الوصول إلى الرعاية الصحية الإلكترونية بشكل مستقل بدون النظر إلى اللون واللغة والموقع الجغرافي والثقافة، وتقدم توافق بين أنظمة المعلومات، وهناك فوائد كبيرة للصحة الإلكترونية من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات (AbuKhousa et al. 2022).

في استطلاع أجري بين أطباء الرعاية الأولية في أمريكا، ذكر حوالي 75 بالمائة منهم أن الصحة الإلكترونية تقلل من الأخطاء والتي تصل إلى 70%، ولقد زادت تكنولوجيا المعلومات من الإنتاجية، ويعتقد أكثر من 60 بالمائة أن أدوات تكنولوجيا المعلومات خفضت التكاليف، وفي الصحة الإلكترونية يتم تخزين جميع بيانات المرضى في مكان واحد ويمكن للأطباء الوصول إليها بسهولة. ويمكنهم أيضًا الوصول بسهولة إلى معلومات صحة المريض من خلال السجلات الإلكترونية (Rolim et al, 2020).

وتواجه الصحة الإلكترونية أيضًا تحديات، حيث ذكر (AbuKhousa et al. 2022) بعضًا من القيود الحالية لأنظمة الصحة الإلكترونية، والتي تشمل تكاليف التنفيذ المرتفعة، والحفاظ على تكنولوجيا المعلومات الصحية، وحماية بيانات المرضى، وتطوير خطة صحية سحابية، وتطوير المعايير، ونشر تكنولوجيا المعلومات الصحية، والتبادل غير الكافي ببيانات المرضى (AbuKhousa et al. 2022).

الحوسبة السحابية في الرعاية الصحية:

تتم مناقشة مواضيع الحوسبة السحابية على نطاق واسع في المجالات العلمية والتطبيقية، ولقد تمت مناقشة هذا الأمر، وصناعة الرعاية الصحية ليست استثناءً، فقد أفاد العديد من المديرين والخبراء أن الحوسبة السحابية يمكن أن تعمل على تحسين خدمات الرعاية الصحية، وزيادة اعتماد وتطبيق تكنولوجيا المعلومات في مجال الصحة بشكل كبير (Chatman 2020).

وقد أشارت العديد من الدراسات السابقة إلى الفوائد المحتملة للحوسبة السحابية والنماذج، وقد تم اقتراح أطر عمل مختلفة لتحسين الخدمات الصحية (Kuo, 2021). على سبيل المثال قام (Rolim et al, 2020) بتطوير نظام قائم على السحابة لأتمتة عملية جمع بيانات المريض الحيوية من خلال شبكة من أجهزة الاستشعار المتصلة بالأجهزة، وقد اقترح الباحثون توفير هذه البيانات لقاعدة بيانات للتخزين والمعالجة والتوزيع (Rolim et al, 2020).

وقد وضعت منظمة الصحة العالمية في جمعيتها الثامنة والخمسين في عام 2015م البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وإنشاء مراكز للأداء أكثر ملاءمة للصحة الإلكترونية، وإنشاء أنظمة معلومات صحية لتوفير إمكانات هائلة لسهولة الوصول إلى السجلات الطبية الإلكترونية. إن الوصول السريع إلى التاريخ الطبي للشخص يمكن أن يسرع العلاج ويساعد في الوقاية (Guttlieb et al, 2022)، بالإضافة إلى ذلك يمكن للسحابة تسريع تتبع التاريخ الطبي للمرضى، والآن أصبح حماية الخصوصية وضمان أمن المعلومات المتعلقة بالصحة أمرًا في غاية الأهمية، وهناك قضايا في المستقبل، كما تناول نيلسون التفاصيل الفنية والاقتصادية والقانونية والأمنية (Nelson, 2021).

يمكن أن توفر الحوسبة السحابية فوائد من خلال مشاركة معلومات المرضى المخزنة، وهذا الأمر سوف يحقق فوائد كبيرة في تقديم الخدمات الطبية إلكترونيًا، ويُعد خفض التكاليف، وسهولة وصول الأطباء إلى معلومات المرضى، واستقلالية الجهاز والموقع، وقابلية التوسع من أهم العوامل في معالجة الحوسبة السحابية في الرعاية الصحية، وجود هذه التكنولوجيا مع البنية التحتية للإنترنت والحلول الجديدة يوفر للأطباء إمكانية الوصول إلى أي معلومات طبية في أي وقت ومكان، وهذا ما جعله ضرورة في بعض الدول (Rao et al, 2020).

فشركة (NEC Corporation)، وشركة (Fujitsu) تشجعان على استخدام الحوسبة السحابية في المستشفيات اليابانية كحل لهذه المشكلة، واقترحت شركة (IBM) استخدام الخدمة في الولايات المتحدة، ويقترح الحوسبة السحابية المبنية على نظام إدارة المعلومات السريرية في المستشفيات العديد من شركات البرمجيات الكبرى في العالم، مثل مايكروسوفت، وأوراكل، وتستثمر أمازون بشكل كبير في السحابة لتوفير خدمات الحوسبة في العالم (Lian et al, 2023).

العوامل المؤثرة في اعتماد الحوسبة السحابية:

أجرى (Lian et al, 2022) دراسة استكشافية لفهم العوامل الحيوية في دراسة بعنوان: العوامل المؤثرة على قرار اعتماد الحوسبة السحابية في المستشفيات التايوانية، وتمت دراسة العوامل التكنولوجية والبشرية والتنظيمية والبيئية، والتي تشمل العوامل البشرية والابتكار، وفي هذه الدراسة يُنظر إلى المدير الأعلى على أنه يتمتع بالمعرفة والكفاءة الفنية، وتم اعتبار التكاليف بمثابة عوامل تكنولوجية، وأخيرًا العوامل البيئية تشمل السياسات الحكومية والضغوط الصناعية الملموسة.

كما قام (Jabreil et al, 2021) في بحثهم المعنون: العوامل المؤثرة على نجاح تنفيذ إدارة المشاريع والعوامل التنظيمية وعوامل نظام معلومات في المستشفى، وقاموا بفحص الجوانب الإنسانية والتقنية، وتأتي أهمية هذه العوامل بحسب ترتيب إدارة المشروع، والعوامل الفنية، وتم إعطاء الأولوية للعوامل البشرية والتنظيمية.

قام (Lin & Chen, 2022) في دراستهما بعنوان "الحوسبة السحابية باعتبارها ابتكارًا"، باستخدام نظرية روجرز في انتشار الابتكار، وكان هناك خمسة عوامل لمزايا "الموقف والتطبيق": النسبية، والاتساق، والتعقيد، والقدرة على الملاحظة، والقدرة المطلوبة على الاختبار، لذلك بالنظر إلى الحالات فإن الابتكار له تأثير مهم، وبالنظر إلى الأبحاث السابقة يمكن إظهار العوامل المؤثرة في اعتماد الحوسبة السحابية في الجدول (1).

الجدول (1) المتغيرات التي تم أخذها في الاعتبار عند اتخاذ قرار اعتماد الحوسبة السحابية.

العوامل المؤثرة في اعتماد الحوسبة السحابية	المراجع
العوامل التنظيمية	AbuKhousa et al. 2022
العوامل البشرية	Gupta et al. 2022
العوامل البيئية	Premkumar & Roberts 2021
العوامل التكنولوجية	Jabreil et al, 2020
التكاليف	Chang et al. 2022
المزايا النسبية	Chang et al. 2022
دعم كبار المديرين	Thong 1999
موارد تنظيمية كافية	Sultan & Sultan 2022
الثقة	Kaletsch & Sunyaev 2021
خبرة الموظفين	kuo 2011
قبول التكنولوجيا	Gupta et al. 2021
إبداع مدير تكنولوجيا المعلومات	Lian et al. 2023
القضايا السياسية	Lin & Chen 2022
الارتباط مع المورد	Lin et al. 2022
القضايا القانونية	Tornatzky & Fleischer 1990
الشركات الداعمة	Gupta et al. 2022
التأقلم والموائمة	Chang et al. 2022
التعقيد	Yusof et al. 2020
سهولة الوصول	Gupta et al. 2020

بالنظر إلى الخلفية البحثية واستنادًا إلى نموذج التكنولوجيا والمنظمة والبيئة (Tornatzky & Fleischer 1990)، ونموذج التوافق البشري والتنظيمي والتكنولوجي (Yosuf et al, 2018)، في هذه الدراسة تم استخدام نموذج مركب رباعي الأبعاد (الإنساني والتكنولوجي والتنظيمي والبيئية) (الشكل 1). إن مدل (التكنولوجيا - المنظمة - البيئة) يساعد في فهم العوامل الحاسمة التي تؤثر في تنفيذ واستخدام تكنولوجيا المعلومات الجديدة في المنظمة، يتضمن هذا الإطار ثلاثة عوامل: العوامل التنظيمية والتكنولوجية والبيئية، وهي العوامل التي تؤثر في عملية تنفيذ الابتكار التكنولوجي، وعلى الرغم من أن هذا الإطار ليس له تأثير في الصحة والعلاج، ولكن يمكن استخدامه لتسهيل فهم أنظمة المعلومات المطبقة في صناعة الرعاية الصحية (Chong & Chan, 2022).

وأما بالنسبة لنموذج التوافق البشري والتنظيمي والتكنولوجي فيمكن استخدامه في أنظمة المعلومات في مؤسسات الرعاية الصحية وفي قطاع المستشفيات المركزي، ويتم تحقيق هذا النموذج من خلال الجمع والتكامل بين الأبعاد البشرية والتنظيمية، ومن الناحية التكنولوجية يقوم بتقييم أنظمة المعلومات الصحية، بعبارة أخرى هذا النموذج لديه ثلاثة أبعاد، فهو يشمل العوامل التي يجب مراعاتها عند تنفيذ أي ابتكار في مجال التكنولوجيا في مجال الرعاية الصحية (Yosuf et al, 2018).

العوامل البشرية:

يساعد هذا البعد موظفي أنظمة معلومات المستشفيات عند تنفيذ التكنولوجيا الجديدة، وبالنسبة للمستشفيات تُعد تقنية الحوسبة السحابية نوعًا من الابتكار في تكنولوجيا المعلومات، لذلك يؤدي مدير المعلومات دورًا مهمًا في اتخاذ قرار استخدام هذا الابتكار وموافقة رئيس قسم المعلومات فيما يتعلق باستخدام التكنولوجيا الجديدة؛ وذلك لأنه يخلق موقفًا جديدًا وإيجابيًا في المنظمة، وتُعد القدرة التكنولوجية أو كفاءة الموظف مهمة أيضًا عند استخدام التكنولوجيا، وبعبارة أخرى فإن المعلومات الجديدة لها تأثير كبير في المستشفى (Lin et al., 2022)، ويجب أن يكون لدي الموظفين المعرفة والمهارات اللازمة لاستخدام التكنولوجيا الجديدة. وقضية أخرى من القضايا المتعلقة باستخدام التكنولوجيا الجديدة مسألة قبول التكنولوجيا الجديدة من قبل الموظفين. يذكر (Wang et al. 2023) وانج وزملاؤه أنه على الرغم من التكاليف الضخمة، فإن التقارير تشير إلى أنه على الرغم من إمكانية الوصول إلى التقنيات الجديدة فإن المستخدمين لا يستخدمونها فعليًا، وبعبارة أخرى لا يتم قبول التقنيات الجديدة من قبل المستخدمين (Wang et al., 2023).

العوامل التنظيمية:

العوامل التنظيمية تؤثر في نية المستشفيات لاستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات، وتُعد الميزة النسبية أحد العوامل المؤثرة التي تؤكد تأثير الحوسبة السحابية في خفض التكاليف التشغيلية وزيادة الأرباح التشغيلية للمستشفى. تتضمن الميزة النسبية للحوسبة السحابية التكاليف، ورأس المال، والقدرة، ومرونة التنفيذ، والموثوقية، والتوافق، وسهولة الاستخدام، وتظهر الدراسة التي أجراها (Premkumar & Roberts, 2019) أن المرونة هي المزايا النسبية وهي تؤثر في الشركات وتدفعها نحو استخدام تكنولوجيا المعلومات، ومن بين العوامل التنظيمية التي تؤدي دورًا هامًا في القيادة الجديدة، كما تتمتع الميزانية بالموارد التنظيمية الكافية لتنفيذ التكنولوجيا الجديدة، ومن بين الموارد التنظيمية المطلوبة توفير الدعم الكافي من الموارد البشرية والوقت الكافي، ومن بين أهم القضايا التي تثار في مجال تطبيق وتنفيذ التكنولوجيا الجديدة في المنظمة هي أنها تشير إلى دعم المدير الأعلى، الذي يفتقر إلى الاهتمام الكافي، على الرغم من توفر كل الظروف المناسبة، وهذا سيجعل استخدام التكنولوجيا الجديدة فاشلًا (Chang et al, 2022). يبينون أن الإدارة العليا تدعم تنفيذ أنظمة المعلومات، وأن إنشاء منصة الحوسبة السحابية لمختلف أنواع المعلومات يُعد أمرًا فاعلًا في المستشفيات، كما أن هناك مجموعة متنوعة من الاستثمارات في مجالات مثل الأجهزة والبرامج والتكامل، تتطلب الأنظمة تكاليف كبيرة، لذلك ونظرًا للتنوع الكبير في التكاليف، فإن هذا العامل يمكن أن يكون عاملًا حاسمًا في اعتماد الحوسبة السحابية (Lian et al, 2023).

العوامل التكنولوجية:

نظرًا للطبيعة الخاصة لتكنولوجيا الحوسبة السحابية، فإن أمن البيانات وسريتها لهما أهمية قصوى، وهناك مخاوف رئيسية بشأن استخدامه، وخصوصًا في قطاع الرعاية الصحية، فعلى سبيل المثال تتطلب السجلات الصحية الإلكترونية للمرضى بيئة آمنة (Kuo 2021)، ويجب اتخاذ تدابير أمنية خاصة به، وتظهر الدراسات السابقة أيضًا أن تعقيد أنظمة المعلومات يؤدي دورًا في اتخاذ قرار استخدام تكنولوجيا المعلومات، والتعقيد هو المدى الذي يُعتقد أنه من الفعال استخدامه. إن (Chang et al.2020)، و(Lin & Chen, 2022) يعدّان الابتكار مهمة صعبة، وقد قدم (Sultan & Sultan, 2022) واحدة من أهم المشكلات في الحوسبة السحابية، وهي الانقطاع، وأكدا أنه يجب أن تكون خدمات الحوسبة السحابية متاحة دون انقطاع في جميع الأوقات، وإن توافر الخدمات يحفز المستخدمين ويدفعهم نحو استخدام التكنولوجيا، وإذا كانت تكنولوجيا الحوسبة السحابية تشكل عاملاً رئيسًا آخر في البعد التقني، فيجب أن تكون الأنظمة والتطبيقات المتوفرة في مراكز الرعاية الصحية متوافقة مع استخدام الحوسبة السحابية، وأن تكون أكثر فائدة وعملية (Lian et al., 2023).

العوامل البيئية:

تُعد العوامل البيئية من بين العوامل المؤثرة في استخدام أنظمة المعلومات الجديدة، وتظهر الدراسة التي أجراها (Hsiao et al, 2022) أن السياسات الحكومية لها تأثير إيجابي في جهود المستشفيات لتطبيق تكنولوجيا أنظمة المعلومات، ويعتبر الاعتماد على بائع المعلومة الجديدة عاملًا مؤثرًا في قرار اعتماد الحوسبة السحابية، والبائع هو أحد الحالات التي يكون فيها المشتري معتمدًا على البائع وغير قادر على الحصول على السلع أو الخدمات التي يحتاجها من بائع آخر، لأنه في العادة ما تجبر الأساليب غير الصحية المشتري على شراء سلعهم أو خدماتهم من بائع آخر، وتقديم السحابة باعتبارها تقنية جديدة تتطلب التدريب، والأهم من ذلك الدعم المستمر، ومن الضروري التغلب على العقبات والمشكلات، بمعنى آخر يجب أن يكون هناك آليات للدعم وذلك لأن دعم الأنظمة يُعد أحد العوامل المهمة والمحددة في استخدام التكنولوجيا (Lian et al, 2023).

وقد حدد (AbuKhousa et al, 2022) أبو خاصو وزملاؤه أحد القيود الحالية لأنظمة الصحية الإلكترونية، وذكروا أن المشكلات القانونية تعتبر من اهم القيود، ويذكر (Kaletsch & Sunyaev, 2021) أنه لا توجد قاعدة عامة لحماية خصوصية المريض فيما يتعلق بالتبادلات الإلكترونية للبيانات الطبية بين البلدان، علاوة على ذلك لا توجد عوامل تؤثر في استخدام الكمبيوتر.

الشكل (1) العوامل المؤثرة في استخدام الحوسبة السحابية في الصحة الإلكترونية.

III. منهجية البحث:

الدراسة الحالية هي بحث وصفي مسحي ذو طبيعة تطبيقية، وفي هذه الدراسة نحن نتطلع إلى تحديد وتصنيف العوامل التي يمكن للمستشفيات الاستعانة بها لاستخدام الحوسبة السحابية في الرعاية الصحية الإلكترونية، ولتحقيق هذه الغاية تم تنفيذ هذا البحث على مرحلتين، في المرحلة الأولى تم تحديد العوامل المؤثرة في استخدام الحوسبة السحابية باستخدام الدراسات والمقالات المكتبية والأبحاث التي أجريت في المراكز الصحية والعلاجية، ويبين الجدول (1) مجموعة العوامل التي تم تحديدها في هذه الدراسة. وفي المرحلة الثانية تم تحديد العوامل من خلال الاستبانة وبمساعدة تقنية عملية التسلسل الهرمي التحليلي الضبابي وعلى أساسها تم صياغة أسئلة البحث، ويوضح الشكل (2) التسلسل الهرمي للعوامل المؤثرة في اعتماد الحوسبة السحابية.

IV. مجتمع الدراسة والعينة الإحصائية:

ونظرًا لتخصص موضوع البحث فإن المجتمع الإحصائي لهذه الدراسة يتكون من خبراء تكنولوجيا المعلومات الصحية، وأساتذة من جامعة صنعاء للعلوم الطبية، والذين لهم دراية كافية بمجال تكنولوجيا المعلومات الصحية في مستشفى الثورة والمستشفى الجمهوري، ومن ناحية أخرى ونظرًا لمحدودية عدد السكان الإحصائيين تم إرسال الاستبانة إلى (61) خبيرًا، وتم استلام (52) استبانة، وأخيرًا وبعد مراجعته تمت عملية تحليل النتائج على (50) استبانة.

أدوات جمع البيانات:

ومن أجل الحصول على آراء الخبراء في مصفوفة المقارنة الزوجية تم استخدام استبانة، وقد تم تصميم الاستبانات لإعطاء المشاركين فرصة مقارنة المعايير والمعايير الفرعية في أزواج داخل مجموعتهم الخاصة، وتم تحديد أهمية كل منها، ولتقييم مدى صحة الاستبانة تم الحصول على آراء خبراء تكنولوجيا المعلومات، ولقد تم الاستعانة بأساتذة الصحة والجامعات أيضًا، ومن أجل قياس موثوقية الاستبانة تم الاستعانة بمعدل عدم التوافق (الذي يجب أن يكون أكبر من 0,1)، وهذا ما يمكن مشاهدته في الجدول (3)، وبعد جمع إجابات الخبراء على شكل عبارات شفهية، وجب تحويل الاستجابات المذكورة إلى مقياس ضبابي، والمقياس المستخدم في هذه الدراسة هو عبارة عن مقياس ضبابي مكون من (9) نقاط، (الجدول 2) قام كل من (Koul & Verma, 2011) بتطويره على أساس مقياس كل ساعة.

الجدول (2) الطيف الضبابي والتعبيرات اللفظية المقابلة.

الرمز	العبارة الكلامية	العدد الضبابي	الرمز	العبارة الكلامية	العدد الضبابي
1	أهمية متساوية	(1,1,1)	6	أهمية كبيرة قريبة للقيمة الكبيرة جدًا	(5,6,7)
2	أهمية أقل من المتوسط	(1,2,3)	7	أهمية كبيرة جدًا	(6,7,8)
3	أهمية متوسطة	(2,3,4)	8	أهمية كبيرة جدًا قريبة للقيمة القصوى	(7,8,9)
4	أهمية أكبر من المتوسط	(3,4,5)	9	أهمية قصوى	(8,9,10)
5	أهمية كبيرة	(4,5,6)			

عملية التسلسل الهرمي التحليلي الضبابي (Thomas L. Saaty)

تم تقديم عملية التسلسل الهرمي التحليلي (AHP) من قبل (Thomas L. Saaty) في السبعينيات من القرن العشرين، وهي تقنية اتخاذ القرار الأكثر شهرة والأكثر تطبيقًا هي تقنية اتخاذ القرار متعددة السمات، وتعتمد هذه الطريقة على مقارنة زوجية كامنة (FAHP)، وعملية تحليل التسلسل الهرمي الضبابي الكلاسيكية باستخدام الأرقام والحسابات الضبابية هي للتعامل مع الغموض في الآراء البشرية، وفي عام 1992م، اقترح (Chang) طريقة بسيطة للغاية لتوسيع عملية التسلسل الهرمي التحليلي وتقديم مساحة غامضة، وتعتمد هذه الطريقة على المتوسط الحسابي لآراء الخبراء والتي كانت عبارة عن مُعاير للساعة، وتم تطويره باستخدام أرقام مثلثة غامضة، وقد لاقى استحسانًا كبيرًا.

خطوات تنفيذ هذه الطريقة هي كما يأتي:

المرحلة الأولى: رسم شجرة هرمية، في هذه المرحلة يتم أولًا تحديد الهيكل الهرمي للقرار، تم توضيح استخدام مستويات الهدف والمعايير والمعايير الفرعية.

المرحلة الثانية: تشكيل مصفوفة المقارنة الزوجية، في هذه المرحلة يتم إعداد مصفوفات الاتفاق وتشكيل شجرة القرار باستخدام آراء الخبراء ومن ثم حساب معدل التناقض وفقًا لذلك.

المرحلة الثالثة: هذه المرحلة هي مرحلة حساب المتوسط الحسابي للآراء.

المرحلة الرابعة: في هذه المرحلة يتم حساب مجموع عناصر الصف.

المرحلة الخامسة: هذه المرحلة هي مرحلة تطبيع أوزان الصفوف.

المرحلة السادسة: في هذه المرحلة يتم تحديد درجة احتمالية أن تكون أكبر.

المرحلة السابعة: هذه المرحلة هي المرحلة الطبيعية لتحلل متجه الوزن.

المرحلة الثامنة: هذه المرحلة هي مرحلة دمج الأوزان من أجل الحصول على الأولويات.

حسابات عملية التسلسل الهرمي التحليلي الضبابي باستخدام طريقة (Chang)

إن استخدام الهيكل الهرمي (الشكل 2) واتباع خطوات العملية يتضمن ما سبق ذكره في البداية من آراء الخبراء (من خلال تحويل التعبيرات اللفظية) إلى أرقام مثلثية ضبابية وفقًا للجدول (2)، ولضمان اتساق معدل عدم توافق مصفوفات تم الاستعانة بطريقة (Gogus & Boucher, 1998) في (الجدول 3)، ووفقًا لهذا الطريقة تم حساب وزن كل معيار على المستويين الثاني والثالث من الهيكل الهرمي.

الشكل (2) شجرة هرمية للعوامل المؤثرة في قرار استخدام الحوسبة السحابية.

الجدول (3) معدل توافق المصفوفات المجمعة.

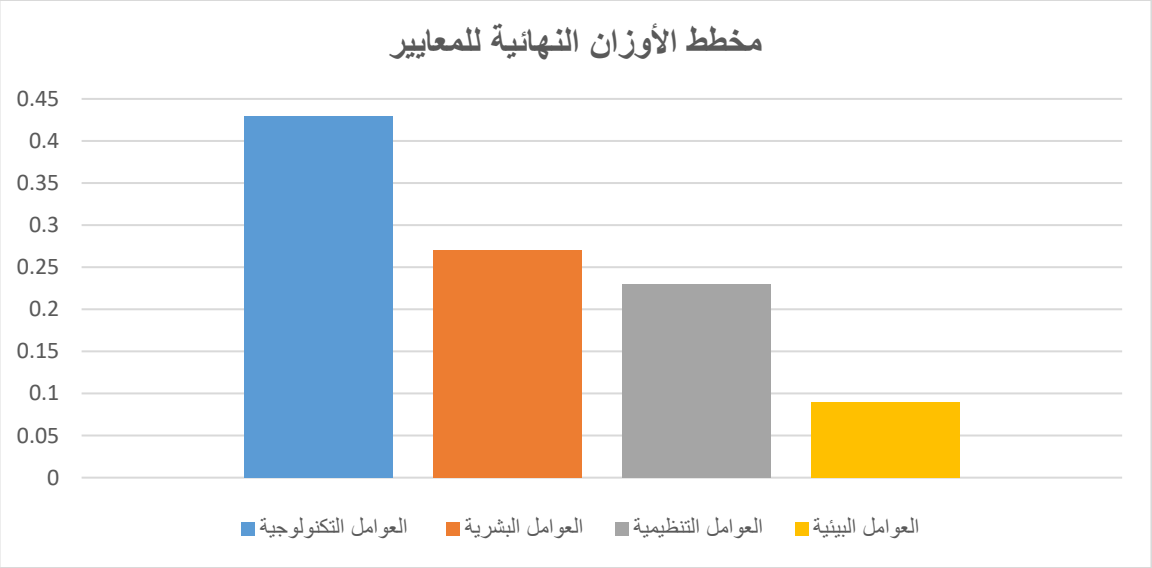
المستويات الهيكلية	عنوان المصفوفة المجمعة	قيمة المواءمة
المستوى الثالث	المصفوفة المجمعة للمقارنات الزوجية للمعايير الفرعية للعوامل التنظيمية	0,059
	المصفوفة المجمعة للمقارنات الزوجية للمعايير الفرعية للعوامل البشرية	0,072
	المصفوفة المجمعة للمقارنات الزوجية للمعايير الفرعية للعوامل التكنولوجية	0,084
	المصفوفة المجمعة للمقارنات الزوجية للمعايير الفرعية للعوامل البيئية	0,065
المستوى الثاني	المصفوفة المجمعة للمقارنات الزوجية للمعايير المؤثرة في استخدام الحوسبة السحابية	0,074

لحساب الوزن النهائي لكل معيار فرعي، مع الإشارة إلى أهميته وبحسب الخبراء فإن من الضروري إدراج أوزان المعايير الفرعية من المستوى الثالث ضمن وزن المعيار المعني، وفي الجدول (4) وزن معايير المستوى الثاني (بالنسبة إلى معايير المستوى الهدف) ووزن المعايير الفرعية للمستوى الثالث والوزن النهائي لكل معيار فرعي.

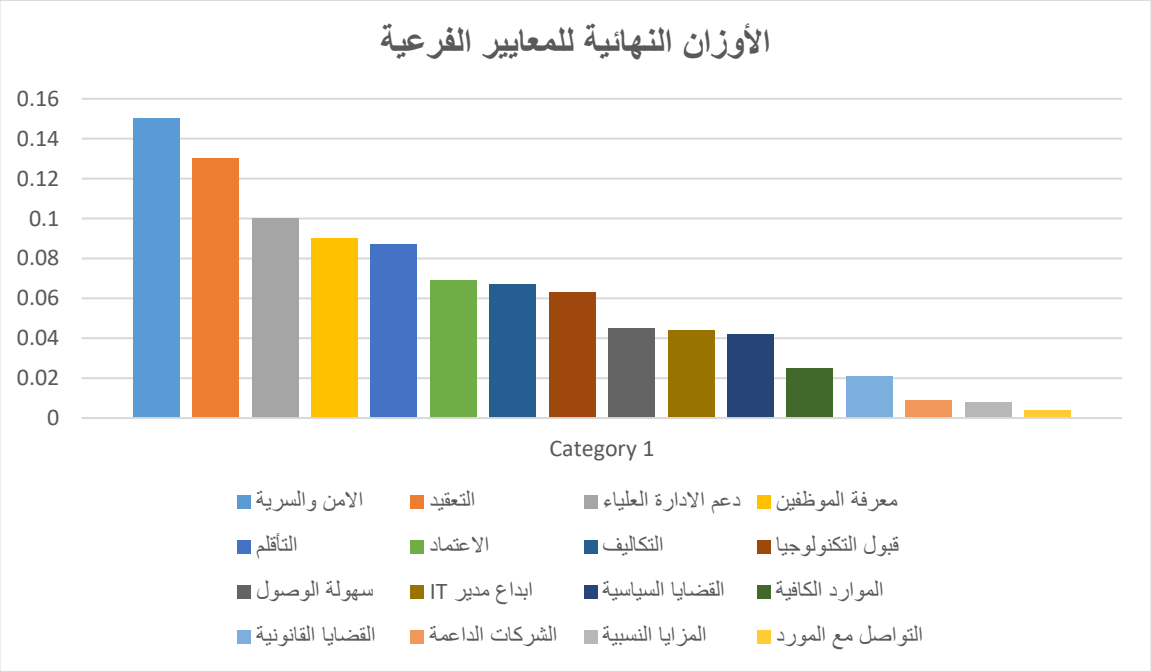
الجدول 4 الأوزان النهائية للمعايير والمعايير الفرعية

المعيار	الوزن	العيار الفرعي	الوزن المحلي	الوزن النهائي
العوامل التنظيمية	0,224	التكاليف	0,301	0,067
		المزايا النسبية	0,059	0,013
		دعم الإدارة العليا	0,495	0,110
		الموارد الكافية	0,126	0,028
العوامل البشرية	0,278	الاعتماد والوثوقية	0,275	0,076
		معرفة وخبرة الموظفين	0,348	0,096
		قبول التكنولوجيا	0,233	0,064
		إبداع مدير IT	0,167	0,046
العوامل التكنولوجية	0,412	التأقلم والمواءمة	0,231	0,095
		التعقيد	0,297	0,122
		سهلة الوصول	0,118	0,048
		الأمن والسرية	0,365	0,150
العوامل البيئية	0,084	القضايا السياسية	0,549	0,046
		التواصل مع المورد	0,049	0,004
		القضايا القانونية	0,259	0,021
		الشركات الداعمة	0,162	0,013

بالنظر إلى الأوزان النهائية للمعايير والمعايير الفرعية في الجدول (4)، فإنه يمكن ترتيب العوامل المؤثرة في إعطاء الأولوية لاستخدام الحوسبة السحابية في الصحة الإلكترونية. الشكلان رقم (3 و4) يوضحان الرسم البياني الشريطي للأوزان النهائية للمعايير والمعايير الفرعية.



الشكل (3) مخطط الأوزان النهائية للمعايير.



الشكل (4) مخطط الأوزان النهائية للمعايير الفرعية.

V. المناقشة والاستنتاج:

تظهر الدراسات الحديثة أن (75) بالمئة من مديري تكنولوجيا المعلومات أفادوا وأشاروا إلى أنهم سيحتاجون إلى استخدام الحوسبة السحابية في المستقبل القريب، وإن استخدام الحوسبة السحابية مثل استخدام أي نوع آخر من الابتكار، يتطلب الدراسة والتأمل ويأخذ في الاعتبار أبعادًا وعوامل مختلفة، وفي هذه الدراسة تم تحديد العوامل الرئيسية المؤثرة في استخدام الحوسبة السحابية في قطاع الرعاية الصحية في أربع فئات من العوامل التنظيمية والبشرية والبيئية والتقنية، إلى جانب (16) عاملًا فرعيًا تم فحصهم وتحديدهم، وأخيرًا تم تحديد هذه العوامل وتم تصنيفها إلى عوامل فرعية.

وتشير نتائج البحث إلى أن العوامل الفنية تأتي في المرتبة الأولى بين العوامل من وجهة نظر الخبراء، وهو عامل فعال في تطبيق الحوسبة السحابية في الصحة الإلكترونية، وهو ما يتفق مع نتائج (Lian et al, 2023)، وإن ما يميز الحوسبة السحابية في المستشفيات وغيرها

من مرافق الرعاية الصحية هو أنه يمكن أن يكون القلق بشأن أمن البيانات والمعلومات سببًا لأهمية العوامل التقنية من منظور الأعمال، وتحتاج البيانات والمعلومات في مجال الرعاية الصحية إلى بيئة آمنة وأنظمة لديها القدرة على التخزين والاسترجاع، كما أن القضايا المتعلقة بالخصوصية تُعد من المواضيع الرئيسية، لذلك ينبغي بذل أقصى جهد ممكن في قطاع الرعاية الصحية، وفي هذه الدراسة جاءت العوامل البشرية في المرتبة الثانية بعد العوامل التقنية من حيث العوامل المؤثرة في استخدام الحوسبة السحابية كما هو متوقع، مع الأخذ في الاعتبار أن فعالية استخدام هذه التقنية من قبل الموظفين ومستخدمي أنظمة المعلومات المستشفيات لها أهمية كبيرة، ومن الواضح أن هذه التكنولوجيا غير مقبولة من قبل الموظفين نظرًا لعدم وجود ثقة ومعرفة كافية لدى الموظفين، ولهذا فإن استخدام هذه التكنولوجيا سيؤدي إلى الفشل، وفي هذه الدراسة فإن قبول التكنولوجيا ـ على الرغم من أهميته ـ يحتل مرتبة أقل، فهو يعتمد على معرفة وثقة الموظفين، وقد دفعت هذه القضية الخبراء إلى اعتبار المعرفة والمهارات في استخدام هذه التكنولوجيا أكثر أهمية من القبول.

تأتي العوامل التنظيمية والبيئية في المرتبة الثالثة والرابعة على التوالي، وتشمل العوامل التنظيمية التكلفة والفوائد النسبية ودعم الإدارة العليا والموارد التنظيمية الكافية، ويُعد دعم الإدارة العليا أحد أهم المعايير الفرعية في هذا ويحتل في هذا البحث أيضًا المرتبة الثالثة ضمن المعايير الفرعية الستة عشر، ومن الواضح أن استخدام تكنولوجيات المعلومات الجديدة دون دعم الإدارة العليا وتخصيص الموارد، والاهتمام بالقضايا السياسية، والاعتماد على البائعين، والقضايا القانونية، والشركات الداعمة ليس من الممكن، وفيما يتعلق بالعوامل البيئية يتطلب استخدام هذه التكنولوجيا وجود لوائح حكومية كافية وواضحة، فضلًا عن الشركات الداعمة وذلك من أجل حل المشكلات والقضايا المحتملة، وأخيرًا يمكن لنتائج هذه الدراسة أن تساعد المستشفيات في تحديد العوامل التي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند نشر الحوسبة السحابية، وكذلك أولوية هذه العوامل وبعبارة أخرى يمكن للمستشفيات استخدام نتائج هذه الدراسة لاتخاذ القرارات حول استخدام الحوسبة السحابية بشكل أفضل وأكثر فعالية، وقبل استخدام هذه التكنولوجيا يجب عليهم التركز والانتباه لكافة القضايا والعوامل المعنية.

I. المراجع

[1] E. AbuKhousa, N. Mohamed, and J. Al-Jaroodi, "e-Health Cloud: Opportunities and Challenges," *Future Internet*, vol. 4, pp. 621–645, 2022.

[2] J. G. Anderson and E. A. Balas, "Computerization of primary care in the United States," *Int. J. Health Inform. Syst. Inform.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–23, 2020.

[3] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zaharia, "A view of cloud computing," *Communications of the ACM*, vol. 53, pp. 50–58, 2020.

[4] D. Y. Chang, *Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications*, Singapore: World Scientific, vol. 1, pp. 352, 1992.

[5] I. C. Chang, H. G. Hwang, M. C. Hung, M. H. Lin, and D. C. Yen, "Factors affecting the adoption of electronic signature: Executives' perspective of hospital information department," *Decision Support Systems*, vol. 44, no. 1, pp. 350–359, 2022.

[6] C. Chatman, "How cloud computing is changing the face of health care information technology," *Journal of Health Care Compliance*, vol. 12, no. 3, pp. 37–70, 2022.

[7] A. Y. L. Chong and F. T. S. Chan, "Structural equation modeling for multistage analysis on Radio Frequency Identification (RFID) diffusion in the health care industry," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 10, pp. 8645–8654, 2021.

[8] L. K. Gottlieb, E. M. Stone, D. Stone, L. A. Dunbrack, and J. Calladine, "Regulatory and policy barriers to effective clinical data exchange: Lessons learned from meds Info-ED," *Health Affairs*, vol. 24, no. 5, pp. 1197–1204, 2020.

[9] O. Gogus and T. Boucher, "Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 94, no. 1, pp. 133–144, 1998.

[10] P. Gupta, A. Seetharaman, and R. J. Rudolph, "The usage and adoption of cloud computing by small and medium business," *International Journal of Information Management*, vol. 33, pp. 861–874, 2023.

[11] S. J. Hsiao, Y. C. Li, Y. L. Chen, and H. C. Ko, "Critical factors for the adoption of mobile nursing information systems in Taiwan: The nursing department administrators' perspective," *Journal of Medical Systems*, vol. 33, no. 5, pp. 369–377, 2019.

[12] A. Kaletsch and A. Sunyaev, "Privacy Engineering: Personal Health Records in Cloud Computing Environments," in *Proc. Int. Conf. Inf. Syst. (ICIS)*, Shanghai, China, pp. 4–7, 2021.

[13] A. M. H. Kuo, "Opportunities and challenges of cloud computing to improve health care services," *Journal of Medical Internet Research*, vol. 13, no. 3, e67, 2021.

[14] J. Lian, D. Yen, and Y. Wang, "An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital," *International Journal of Information Management*, 2023. [Online].
Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.09.004

[15] A. Lin and N.-C. Chen, "Cloud computing as an innovation: Perception, attitude, and adoption," *International Journal of Information Management*, vol. 32, pp. 533–540, 2012.

[16] C. H. Lin, I. C. Lin, J. S. Roan, and J. S. Yeh, "Critical factors influencing hospitals' adoption of HL7 version 2 standards: An empirical investigation," *Journal of Medical Systems*, vol. 36, no. 3, pp. 1183–1192, 2022.

[17] C. Low and Y. Chen, "Understanding the determinants of cloud computing adoption," *Industrial Management & Data Systems*, vol. 111, no. 7, pp. 1006–1023, 2021.

[18] M. Marlene, M. Maheu, P. Whitten, and A. Allen, *E-Health, Tele-health, and Telemedicine: A Guide to Start-up and Success*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., vol. 43, no. 4, pp. 1287–1304, 2020.

[19] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, and A. Ghalsasi, "Cloud computing—The business perspective," *Decision Support Systems*, vol. 51, pp. 176–189, 2021.

[20] M. R. Nelson, "The cloud, the crowd, and public policy," *Issues in Science and Technology*, 2020.

[21] G. Premkumar and M. Roberts, "Adoption of new information technologies in rural small business," *OMEGA – International Journal of Management Science*, vol. 27, no. 4, pp. 467–484, 1999.

[22] G. S. V. R. K. Rao, K. Sundararaman, J. Parthasarathi, and Dhatri, "A pervasive cloud initiative for primary healthcare services," in *14th IEEE Int. Conf. Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*, Berlin, Germany, 2010.

[23] C. O. Rolim, F. L. Koch, C. B. Westphall, J. Werner, A. Fracalossi, "A cloud computing solution for patient's data collection in health care institutions," in *Proc. 2nd Int. Conf. e-Health, Telemedicine, and Social Medicine*, New York, NY, Feb. 10–16, 2020.

[24] N. Sultan and Z. Sultan, "The application of utility ICT in healthcare management and life science research: A new market for a disruptive innovation?" in *EURAM Conf.*, Rotterdam, The Netherlands, 2022.

[25] J. Y. L. Thong, "An integrated model of information systems adoption in small businesses," *Journal of Management Information Systems*, vol. 15, no. 4, pp. 187–214, 1999.

[26] L. G. Tornatzky and M. Fleischer, *The Process of Technological Innovation*, Lexington: Fleisher, 1990.

[27] Y. Wang, H. Lin, and T. Tang, "Determinants of user acceptance of internet banking: An empirical study," *International Journal of Service Industry Management*, vol. 14, no. 5, pp. 501–519, 20XX.

[28] M. M. Yusof, A. Papazafeiropoulou, R. J. Paul, and L. K. Stergioulas, "Investigating evaluation frameworks for health information systems," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 77, no. 6, pp. 377–385, 2020.