



## ارائه یک مدل جدید بر مبنای پردازش ابری در جهت بهبود خدمات درمانی اورژانسی (EMS)

آرزو طاهری  
دانشکده مهندسی پزشکی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
taheriuniva@yahoo.ca

دکتر شهرام توفیقی<sup>۱</sup>  
دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... اعظم (عج) -  
مرکز تحقیقات مدیریت سلامت  
tofighi@theconomics.ir

حامد نیک روش  
دانشجوی کارشناسی ارشد  
معماری سیستم ها  
دانشگاه علوم تحقیقات واحد یزد  
hamednickravesh@yahoo.com

شیرین حاتمی<sup>۲</sup>  
۱- کارشناس نرم افزار کامپیوتر  
دانشگاه علوم پزشکی بابل  
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد  
مدیریت فناوری اطلاعات پزشکی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
Sh.hatami@aut.ac.ir

مصیب زرین  
دانشجوی کارشناسی ارشد  
مدیریت فناوری اطلاعات پزشکی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
Zarrin@aut.ac.ir

### Abstract

The concept of Emergency Medical Service is 'providing pre-hospital and in-hospital services' that includes a wide range of related activities in interaction between hospitals and emergency centers. The best approach to improve EMS-process is, creating an infrastructure that supports coordination, cooperation and data sharing between the organizations that involve this process. On the other hand Cloud computing technology makes it possible to delivering a huge amount of storage space and processing power to organizations on demand. Of course one of these organizations is healthcare companies. In this paper we have proposed a service oriented architecture based on cloud computing that manages patient's information in a distributed and available platform. The proposed architecture allows users to access patient's information in form of IHE standard format. It supports medical evaluation and proper ambulance selection by an intelligent module. Ambulances save patients information in shared storage space by means of WSN and cloud connection. With this architecture we can remove the gap between the patient and the doctor.

**Keywords:** Emergency Medical Service, Cloud computing, WSN

### چکیده

خدمات درمانی اورژانسی (EMS) به مفهوم فراهم کردن سرویسهای درمانی پیش بیمارستانی و درون بیمارستانی است که شامل مجموعه وسیعی از فعالیتهای وابسته و گسترده در تعامل بین مراکز اورژانس و بیمارستانها می باشد. بهترین راهکار برای بهبود فرایند خدمات درمانی اورژانسی ایجاد یک زیرساخت برای پشتیبانی از همکاری و هماهنگی و به اشتراک گذاری اطلاعات مورد نیاز

<sup>۱</sup> - نویسنده مسئول



سازمانهای درگیر در فرایند خدمات درمانی اورژانسی می باشد. از سوی دیگر پردازش ابری که این امکان را ایجاد کرده است که حجم زیادی از قدرت پردازش و فضای ذخیره سازی بر اساس تقاضا (on-demand delivery) به کاربران و سازمانها داده شود، به یاری صنایع و حوزه های گوناگون شتافته که یکی از آنها حوزه سلامت است. در این مقاله یک معماری سرویس گرای قابل توسعه بر مبنای پردازش ابری پیشنهاد شد که اطلاعات بیمار را در یک بستر توزیع شده و همیشه حاضر برای استفاده سیستمها و پلت فرم های گوناگون نگهداری و مدیریت میکند. معماری "EMS بر مبنای ابر" پیشنهاد شده به کاربران مجاز اجازه میدهد تا به اطلاعات یک کیس اورژانسی با فرمت استاندارد IHE دسترسی داشته باشند و با استفاده از یک ماژول هوشمند که از ارزیابی پزشکی و انتخاب آمبولانس مناسب پشتیبانی میکند به یاری بیمار بشتابند. آمبولانسها نیز با استفاده از شبکه های حسگر بیسیم و اتصال به ابر، رکوردهای اطلاعات بیمار را در فضای ذخیره سازی مشترک ذخیره می کنند. با استفاده از این معماری می توان فضای گپ میان پزشک و بیمار را، از لحظه نیاز به پزشک تا زمان پایان درمان و بهبودی کامل پر کرد.

**واژه های کلیدی:** خدمات درمانی اورژانسی، پردازش ابری، شبکه های حسگر بیسیم




## ۱- مقدمه

خدمات درمانی اورژانسی شامل فعالیت های مختلفی از زمان درخواست آمبولانس تا لحظه ای که بیمار از اورژانس خارج می شود میباشد، که این خدمات می تواند مدیریتی، پاراکلینیکی یا پزشکی باشد. [۱]

منظور ما در این مقاله از بهبود سرویسهای پزشکی اورژانسی (EMS) ایجاد یکسری سرویس مجازی در کنار سرویسهای اورژانسی پیش بیمارستانی و درون بیمارستانی است که به ترتیب توسط بخش اورژانس و بیمارستان انجام میشود. از آنجایی که انتخاب آمبولانس مناسب و رساندن سریعتر بیمار به بیمارستان موجب ارتقاء سطح خدمات اورژانسی و احتمال بهبودی بیشتر بیمار می شود، نیاز است که همکاری و هماهنگی میان مرکز اورژانس و بیمارستان افزایش یابد. بهترین روش برای ایجاد هماهنگی و همکاری، امکان به اشتراک گذاری اطلاعات بیمار بین مرکز اورژانس و بیمارستان است. اطلاعات باید به صورت استاندارد، قابل اعتماد و به موقع رد و بدل شود [۲،۳] موردهای اورژانسی معمولاً برنامه ریزی نشده هستند و اطلاع از روند دقیق وضعیت بیمار از لحظه درخواست اورژانس باعث دقیق تر شدن اولویت بندی کیس های اورژانسی بر اساس وخامت حالشان میشود و گاهی نیز موجب اجتناب از انجام دوباره تست ها و آزمایشات گرانقیمت خواهد شد. برای برقراری ۳ خاصیت قابلیت اعتماد، استاندارد بودن و به موقع بودن در به اشتراک گذاری اطلاعات از پردازش ابری، شبکه های حسگر بیسیم و استاندارد IHE استفاده کردیم.

## ۲- پردازش ابری

مجازی سازی پردازش به این مفهوم است که بتوان کامپیوتری را از اجزاء توزیع شده ای مانند منابع پردازشی، منابع ذخیره سازی، داده و نرم افزار ایجاد کرد، خوشبختانه تکنولوژی پردازش ابری این امکان را ایجاد کرده است به طوری که به شکل کاملاً مجازی به حجم زیادی از قدرت پردازشی و منابع ذخیره سازی مانند یک سیستم واحد دسترسی داشته باشیم. پردازش ابری گروهی از سرویسهای پردازشی را بر اساس تقاضا در اختیار متقاضیان قرار میدهد شرکتهای بزرگی مانند آمازون، گوگل و مایکروسافت این سرویس را ارائه می دهند و هر مشترک به میزان استفاده خود از خدمات ابر هزینه پرداخت میکند. [۴] سرویسهایی که ابرها ارائه می کنند، گونه ها و لایه های مختلفی دارند که به ۳ دسته تقسیم میشوند: نوع اول نرافزار به عنوان سرویس<sup>۲</sup> (SaaS) در این نوع سرویس برنامه های کاربردی مختلف مانند شبکه های اجتماعی، نرم افزارهای پردازش متن و نرم افزارهای صفحه گسترده و .. به عنوان سرویس ارائه میشوند. نوع دیگر خدمات ابر، خدمات سکو به عنوان سرویس<sup>۳</sup> (PaaS) است. در این لایه از خدمات ابر یک محیط قابل توسعه برای ایجاد و میزبانی برنامه های کاربردی تحت وب در یک زبان برنامه نویسی خاص مانند جاوا در اختیار مشترکین قرار میگیرد که آنها می توانند نرم افزارهای مورد نظر خودشان را ایجاد کرده و در محیط ابر از آنها استفاده کنند. پایین ترین لایه های خدمات ابر، خدمات زیرساخت به عنوان سرویس<sup>۴</sup> (IaaS) می باشد. سرویس زیرساخت ابر این امکان را ایجاد میکند که سیستم عامل های دلخواه را روی سرور های دلخواه انتخاب کرده و دسته ای از نرم افزارها را برای اجرا روی هر سرور انتخاب کنیم. به عنوان مثال وب سرویس شرکت آمازون از نوع IaaS است. [۵] پشته خدمات ابر در شکل ۱ مشخص شده است.

Service Class	Main Access & Management Tool	Service content
 SaaS	Web Browser	<b>Cloud Applications</b> Social networks, Office suites, CRM, Video processing
 PaaS	Cloud Development Environment	<b>Cloud Platform</b> Programming languages, Frameworks, Mashups editors, Structured data
 IaaS	Virtual Infrastructure Manager	<b>Cloud Infrastructure</b> Compute Servers, Data Storage, Firewall, Load Balancer

<sup>۲</sup> -Software as a Service

<sup>۳</sup> -Platform as a Service

<sup>۴</sup> -Infrastructure as a Service

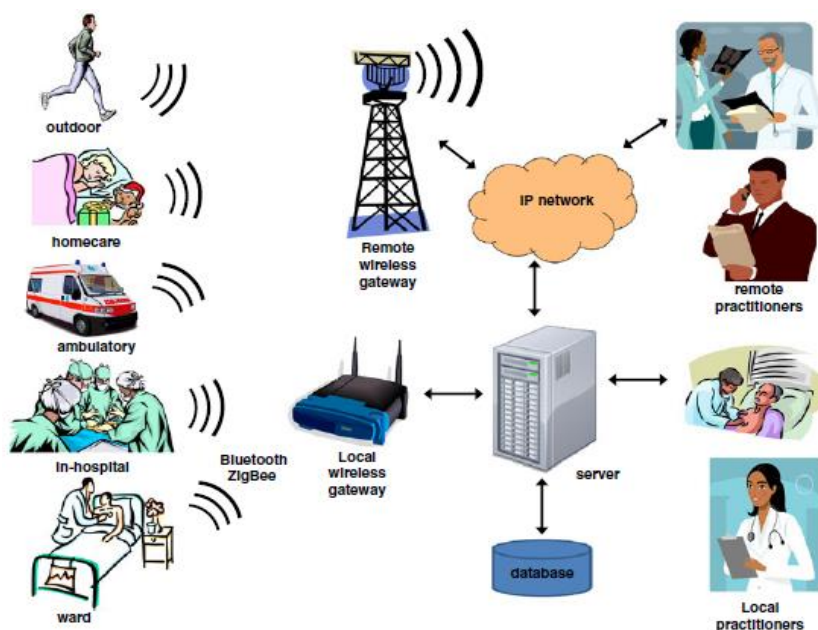
شکل ۱. پشته خدمات ابر

پردازش ابری کاربردهای گوناگونی در حوزه های مختلف صنایع و علوم دارد که یکی از این حوزه ها، کاربرد ابر در حوزه پزشکی است. باتوجه به اینکه پیاده سازی معماری ارائه شده تنها نیاز به برنامه نویسی و ایجاد برنامه های کاربردی تحت وب دارد، نوع خدماتی که سازمان ارائه کننده مراقبت های پزشکی باید از شرکت ارائه کننده سرویسهای ابر دریافت کند از نوع (PaaS) می باشد .

۳- شبکه های حسگر بیسیم<sup>۵</sup> (WSN)

شبکه های حسگر بیسیم به تعداد زیادی دستگاه کوچک با قابلیت سنجش، پردازش و ارتباط برای نظارت بر محیط دلخواه گفته میشود. این حسگرها اطلاعات را از محیط دریافت کرده و آن را به سمت یک ایستگاه اصلی که چاهک یا سینک نام دارند ارسال میکند. شبکه های سنسور در حوزه های مختلفی کاربرد دارد، که مهمترین کاربرد آنها، کاربردهای خانگی فرایندهای خودکارسازی نظارت، پزشکی، امنیتی و نظامی، توریسم و آموزش است. در سالهای اخیر تحقیقات گسترده ای روی تولید سنسورهای بیسیمی که بتواند فعالیت های انسان را مانیتور کند، انجام شده است، کاربرد این نوع از سنسورها میتواند پزشکی یا غیر پزشکی باشد، که کاربردهای پزشکی آن به دو دسته تقسیم می شوند، سنسورهای پوشیدنی و کاشتنی. پوشیدنی آنهایی هستند که روی پوست بدن و دقیقاً چسبیده به بیمار مورد استفاده قرار میگیرند. به عنوان مثال سنسور اندازه گیری حرارت بدن، ناظر گلوکز و غیره. سنسورهای کاشتنی دسته ای از سنسورها هستند که درون بدن بیمار قرار میگیرند. از کاربرد این ابزار می توان به ناظر آریتمی قلبی، حسگر فشار مایع مغز، کپسول آندوسکوپی و غیره نام برد. سنسورهای بیسیم پزشکی غیر از موارد گفته شده در حوزه هایی مانند اندازه گیری وضعیت و مکان بدن شخص، نظارت کلی بر وضعیت بیماران در بیمارستان، منزل و غیره کاربرد دارند. [۶] سناریوهای کاربرد شبکه های حسگر در حوزه پزشکی در شکل ۲ مشخص شده است.

<sup>۵</sup> -Wireless Sensor Network



شکل ۲. کاربردهای شبکه های حسگر بیسیم در پزشکی

مجموعه حسگرهای بیسیمی که به همراه هم تشکیل یک شبکه می دهند تا وضعیت بیمار را به یک گره چاهک منتقل کند، به

عنوان شبکه بیسیم در ابعاد بدن<sup>۶</sup> (WBAN) نامیده میشود.

#### ۴- استاندارد IHE<sup>۷</sup>

در سالهای اخیر نیاز به فراهم کردن اطلاعات بیمار در مرکز اورژانس و بیمارستانها به منظور ارتقاء کیفیت خدمات اورژانسی به طور گسترده ای افزایش یافته است. مرکز استاندارد ANSI/HITS تشخیص داد که فقدان دسترسی به اطلاعات پیش بیمارستانی بیمار در داخل بیمارستانها یک گپ حیاتی بین فعالیت های پیش بیمارستانی و درون بیمارستانی میباشد، به همین جهت استاندارد IHE را برای حل این مشکل توسعه داد. به این ترتیب پروفایل IHE برای ارسال مراقبت های اورژانسی بیمار<sup>۸</sup> (ETC)، جهت پشتیبانی از استاندارد تبادل اطلاعات بیمار بین فراهم کنندگان خدمات پیش بیمارستانی و درون بیمارستانی، توسعه داده شد، که این امر موجب تداوم یافتن مراقبت از بیمار از مراحل اولیه تا مرحله آخر می شود. علاوه بر این نیاز به رد و بدل کردن اطلاعات موجب طراحی زبان مبادله داده های اورژانسی<sup>۹</sup> (EDXL) توسط کمیته فنی مدیریت اورژانسی موسسه OASIS شد. به کمک این زبان میتوان اطلاعات مرجع حفظ زندگی را در یک سازمان ملی یا منطقه ای به اشتراک گذاشت.[۱]

<sup>۶</sup> -Wireless Body Area Network

<sup>۷</sup> -Integrating Healthcare Enterprise

<sup>۸</sup> -EMS Transfer of Care

<sup>۹</sup> -Emergency Data Exchange Language

## ۵- معماری پیشنهاد شده

مدل جدید که بر مبنای پردازش ابری در جهت بهبود خدمات درمانی اورژانسی پیشنهاد شد، دارای ملزوماتی می باشد، در طراحی این معماری فرض شده که کلیه آمبولانسها مجهز به شبکه WBAN برای جمع آوری اطلاعات بیمار میباشد. سازمانی که متصدی امور درمان است مشترک خدمات PaaS از یکی از شرکتهای بزرگ ارائه دهنده خدمات ابر است، نرم افزاری که قرار است سیستم را مدیریت کند، در بستر این ابر ایجاد شده و از طریق اینترنت قابل دسترسی است. تمام اجزاء درگیر با پروسه خدمات درمانی اورژانسی باید از طریق خط اینترنت پرسرعت و قابل اعتماد به ابر دسترسی داشته باشند. کلیه اطلاعات مانند اطلاعات مرجع و اطلاعات بیمار با فرمت XML روی سرویسهای ابر ذخیره میشوند، فرمت اطلاعات به صورت پروفایل IHE و رد و بدل شدن آن از طریق استاندارد EDXL می باشد. با این پیش فرض اجزاء مورد نیاز نرم افزاری که باید طراحی شود را معرفی کرده و سپس معماری پیشنهادی را که متشکل از این اجزاست، طراحی میکنیم.

### ۵-۱ زیر سیستم ها

زیر سیستم آمبولانس: این زیر سیستم به سیستم موقعیت یاب جهانی GPS دسترسی دارد و با ثبت هر درخواست آمبولانس از طرف مسئول اورژانس فعال شده و به کمک الگوریتم های یافتن کوتاهترین مسیر در گراف نقشه شهر بهترین آمبولانس را برای کمک به بیمار انتخاب میکند و دستور کمک رسانی را نیز برای آمبولانس ارسال میکند. زیرسیستم ثبت اطلاعات: این زیر سیستم مسئول ثبت رکوردهای هر بیمار به فرمت XML در پایگاه داده ابر است، اطلاعاتی که توسط این زیر سیستم دریافت میشود از طرف WBAN ها ارسال میشوند که اینها میتوانند در داخل آمبولانس و یا در منازل مشترکین که تحت مراقبت ویژه هستند، باشد. زیرسیستم پزشک: این زیر سیستم مسئول بازیابی و نمایش اطلاعات خواسته شده پزشک در یک بیمار خاص است، در ضمن برای بیمارانی که تحت مراقبت ویژه هستند این زیر سیستم رکوردهای ثبت شده آنها را بررسی کرده و توسط یک عامل هوشمند با اسناد مرجع پزشکی و پروتکل های مراقبت های اورژانسی تطبیق می دهد تا در صورت نیاز به درمان فوری، پزشک مربوطه را مطلع سازد. زیرسیستم مدیریت: با توجه به اینکه معماری پیشنهاد شده در بستر ابر خصوصی پیاده سازی می شود، تمام مشترکین، آمبولانسها، مسئولین اورژانس و پزشکان از پیش تعریف شده و شناخته شده هستند. زیر سیستم مدیریت توسط مدیر کنترل شده و کارهایی مانند اضافه کردن و کم کردن آمبولانس و مشترکین و غیره را انجام میدهد.

### ۵-۲ Client Side

Ambulance Mobile Application (AMA) : این برنامه به عنوان برنامه client در آمبولانسها قرار میگیرند و به GPS و WBAN متصل است که دو وظیفه دارد: اول اینکه موقعیت آمبولانس را به سرور اطلاع دهد، منظر از موقعیت، مکان

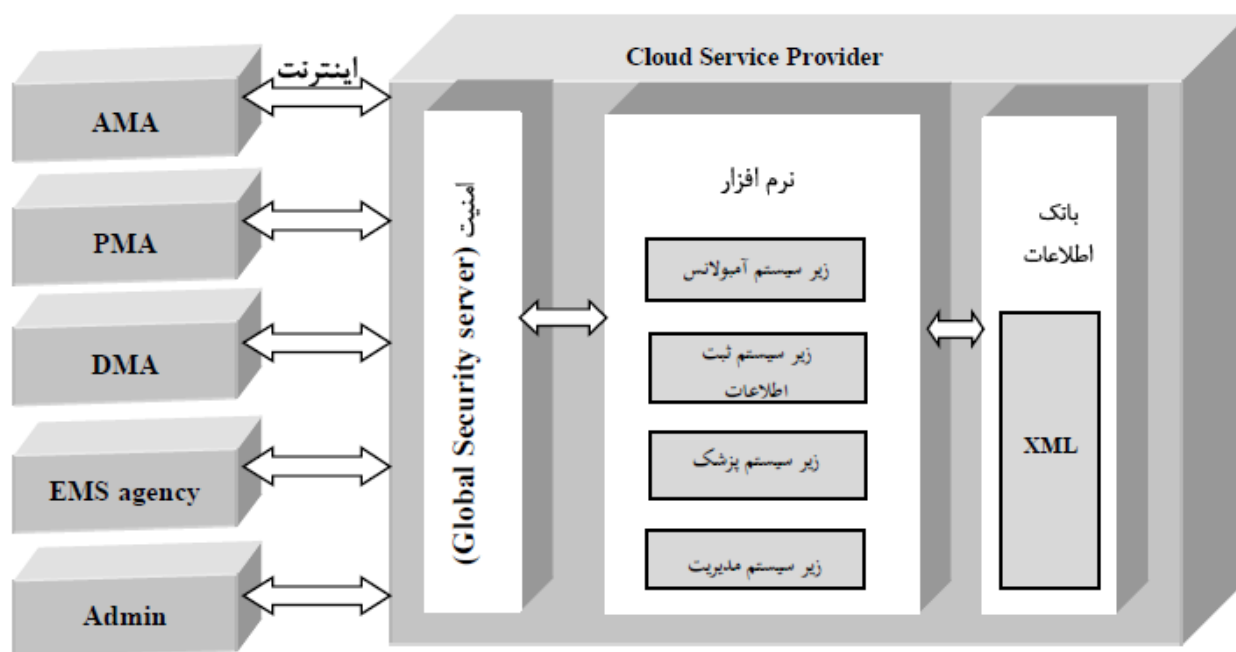
جغرافیایی و پر یا خالی بودن آمبولانس است. وظیفه دوم اینکه برای هر بیماری که وارد آمبولانس شد، یک پروفایل IHE ایجاد کند و رکوردهایی که سنسور دریافت میکند را به طور مداوم روی ابر انتشار دهد.

Porticipant Mobile Application (PMA): این برنامه عملکردی مشابه AMA دارد، با این تفاوت که نیازی به اتصال

GPS و ارسال موقعیت جغرافیایی را ندارد، زیرا این برنامه برای مشترکینی طراحی میشود که مایلند در منزل خود تحت مراقبت ویژه باشند.

Doctor Mobile Application (DMA): این برنامه در اختیار پزشکانی است که فعالیت های درون بیمارستانی را کنترل

میکنند. اعمالی چون بازیابی و ثبت اطلاعات یک بیمار و دسترسی به اطلاعات مرجع پزشکی و پروتکل های مراقبت های اورژانسی از این طریق انجام میشوند. وظیفه دیگر این برنامه اعلام فوری وضعیت بیمارانی است که توسط زیر سیستم پزشک وضعیت آنها وخیم ارزیابی شده است. به دلیل وجود ارتباط دو طرفه و در حال حرکت بودن استفاده کننده، برنامه های AMA, PMA, DMA به شکل Mobile App طراحی شده اند. مسئول اورژانس و Admin از طریق وب به ابر دسترسی دارند، که مسئول اورژانس ثبت تقاضای آمبولانس را انجام می دهد و Admin کارهای مدیریتی را بر عهده دارد، شمای کلی معماری پیشنهادی در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳. معماری پیشنهاد شده



## ۶- چالشها

بزرگترین چالش پیش روی معماری پیشنهادی مشکل قابلیت اعتماد و قابلیت دسترسی است. به این مفهوم که استفاده موثر از این سیستم نیازمند یک ارتباط دائمی مابین اجزاء درگیر با سیستم و ابر، از طریق اینترنت میباشد. بنابراین استفاده از این معماری نیازمند یک زیرساخت قوی ارتباطی و دسترسی آسان به اینترنت پرسرعت در همه جای کشور یا یک منطقه می باشد.

## ۷- نتیجه گیری

در نتیجه این تحقیق به مدلی دست یافتیم که به کمک سرویسهای ابر می توان پروسه خدمات درمانی اورژانسی را به شکل خودکار ارائه کرد. کیفیت سرویسهای ابر موجب همکاری و هماهنگی بیشتر بین اجزاء درگیر در این پروسه میشود، در آینده می توان با اضافه کردن سیستم های خبره پزشکی و عامل های هوشمند سطح خودکار سازی را تا نقطه تشخیص و درمان و کمک به پزشک بالا برد.

## مراجع

۱. Poullymenopoulou, M. , Malamateniou, F., Vassilacopoulos, G. Emergency Healthcare Process Automation Using Mobile Computing and Cloud Services: Springer, ۲۰۱۱.
۲. Beul, S., Mennicken, S., Ziefle, M., and Jakobs, E. What happens after calling the ambulance: Information, communication, and acceptance issues in a telemedical workflow. In Proc Int Conf Inf Soc i-Society '۱۰, London, UK, ۱۱۱-۱۱۶, ۲۰۱۰.
۳. Finnell, J., and Overhage, J. Emergency medical services: The frontier in health information exchange. In Proc AMIA ۲۰۱۰ Annual Symp, Washington, USA, ۲۲۲-۲۲۶, ۲۰۱۰.
۴. Buyya, R., Broberg, J., Goscinski, A. CLOUD COMPUTING Principles and Paradigms, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ۱۲-۱۵, ۲۰۱۱.
۵. Antonopoulos, N., Gillam, L. Editors, Cloud Computing Principles, Systems and Applications, Springer, ۲۰-۲۶, ۲۰۱۰.
۶. Al Ameen, M., Liu, J., Kwak, K. Security and Privacy Issues in Wireless Sensor Networks for Healthcare Applications: Springer, ۲۰۱۲.