مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره پنجم شماره چهارم. ص٤٥٦-٤٤٧، ١٣٩٧

تشخیص رفتارهای غیرعادی در بیماران زوال عقل و بررسی علائم اولیه آن در خانه هوشمند

علیرضا خسروی[1]، سید امین حسینی سنو*[2]

• **دریافت مقاله:** ۹۷/۱/۲۹ • **پذیرش مقاله:** ۹۷/۸/۲۹

مقدمه: تعداد افراد سالمندی که نیاز به کمک در رفتارهای روزمره خود دارند به سرعت در حال افزایش است. بیماری زوال عقل یکی از مهم‌ترین علل ناتوانی در سالمندان است که شیوع آن هزینه‌های بسیار بالایی بر جوامع بشری تحمیل کرده است. هدف این تحقیق استفاده از فناوری خانه هوشمند برای نظارت بر رفتار سالمند، شناسایی رفتارهای غیرعادی و کشف علائم اولیه بیماری زوال عقل قبل از وقوع بیماری است. تشخیص زودهنگام بیماری زوال عقل در مراحل اولیه می‌تواند باعث بهبود بالا در درمان آن و منجر به تأخیر بیماری شود.

روش: این مقاله از نوع کاربردی و به روش توصیفی- تحلیلی انجام شد و با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین، رفتارهای غیرعادی و علائم اولیه بیماری زوال عقل تشخیص داده شد. برای تشخیص رفتارهای غیرعادی از الگوریتم kmedoide و برای بررسی کیفیت خواب به عنوان علائم اولیه بیماری زوال عقل، از پرسشنامه معتبر PSQI و برای پیاده‌سازی از نرم‌افزار Matlab نسخه ۲۰۱۲ استفاده شد.

نتایج: نتایج در بخش رفتارهای غیرعادی نشان می‌دهد الگوریتم‌های خوشه‌بندی کارآیی بالایی در تشخیص رفتارهای غیرعادی در خانه هوشمند داشته و همچنین نتایج در بخش بررسی علائم اولیه منجر به تشخیص خواب ضعیف فرد سالمند در پرسشنامه PSQI به عنوان علائم اولیه بیماری زوال عقل گردید.

نتیجه‌گیری: با استفاده از فناوری سیستم تحت نظارت خانه هوشمند می‌توان رفتار سالمندان را تشخیص داد. رفتارهای غیرعادی آن‌ها را شناسایی کرد و علائم اولیه بیماری‌هایی نظیر زوال عقل را کشف نمود.

کلیدواژه‌ها: خانه هوشمند، یادگیری ماشین، الگوریتم خوشه‌بندی، تشخیص رفتار غیرعادی، بیماری زوال عقل

• **ارجاع:** خسروی علیرضا، حسینی سنو سید امین. تشخیص رفتارهای غیرعادی در بیماران زوال عقل و بررسی علائم اولیه آن در خانه هوشمند. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۷؛ ۵(۴): ۴۵۶-۴۴۷.

۱. کارشناس ارشد کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد نیشابور، نیشابور، ایران

۲. دکترای تخصصی شبکه های کامپیوتری، استادیار، گروه کامپیوتر، دانشکده مهندسی ، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*** آدرس نویسنده مسئول:** گروه کامپیوتر، دانشکده مهندسی ، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

• **شماره تماس:** ۰۹۱۵۱۵۷۸۷۳۵

• **Email:** hosseini@um.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

مقدمه

تعداد افراد سالمند و افرادی که دارای معلولیت جسمی هستند و نیاز به کمک در فعالیت‌های روزمره خود دارند به سرعت در حال افزایش است [۱]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی تا سال ۲۰۲۵ بالغ بر ۸۰۰ میلیون سالمند بالای ۶۵ سال در جهان وجود خواهد داشت که دو سوم آن‌ها در کشورهای درحال‌توسعه خواهند بود [۲]. اتحادیه اروپا معتقد است که بیماری دمانس یا زوال عقل یکی از مهم‌ترین علل ناتوانی در سالمندان است و شیوع آن در حال افزایش است [۳]. هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از زوال عقل بسیار زیاد است و مطالعات بین‌المللی توسط آندرس ویمو از مؤسسه کارولینسکا نشان می‌دهد که ۷۲,۵ میلیارد یورو در سال در اروپا هزینه مراقبت‌های غیررسمی خانواده و سایر مراقبین از افراد مبتلا به زوال عقل می‌شود [۴].

شایع‌ترین انواع بیماری زوال عقل (آلزایمر و پارکینسون) می‌توانند با تغییرات رفتاری مانند اختلالات خواب، مشکل پیاده‌روی و عدم توانایی انجام وظایف شناخته شود. چنین تغییراتی می‌تواند اطلاعات کلیدی در مورد حافظه، تحرک و شناخت فرد را فراهم کند. به‌عنوان‌مثال، یک سالمند مبتلا به آلزایمر ممکن است ناهار خود را فراموش کند یا چندین دفعه ناهار بخورد یا در نیمه شب بیدار شده و به آشپزی بپردازد [۵]. بی‌خوابی و اختلال خواب در میان تغییرات رفتاری بیماران دچار زوال عقل، از مهم‌ترین علائم زوال عقل محسوب می‌شود [۷، ۶]. بی‌خوابی در افراد سالمند می‌تواند باعث ایجاد بیماری و حتی مرگ شود به همین جهت در افراد بالای ۶۵ سال بی‌خوابی باید امری مهم تلقی شود. اختلال خواب شامل تأخیر در شروع خواب، کوتاهی مدت خواب و قطعه‌قطعه شدن آن در طول خواب است. بهترین علائم اختلال خواب به‌عنوان جزئی از علائم اولیه زوال عقل ممکن است لزوماً بر اساس عملکرد فرد در یک شب مشخص نشده و نیاز به نظارت و مشاهده تغییرات در طول مدت‌زمان داشته باشد؛ بنابراین تحت نظر قرار دادن زندگی فرد سالمند در طول زمان از طریق یک خانه هوشمند و انجام ارزیابی سلامت در خانه و تشخیص شاخص‌های زوال عقل در مراحل اولیه بسیار مفید خواهد بود [۸].

ازاین‌رو خانه‌های هوشمند می‌توانند سبک زندگی سالمندان را با حفظ حریم خصوصی آن‌ها تقویت کرده و اجازه دهند آن‌ها به جای نگهداری در خانه‌های مراقبت و یا بیمارستان‌ها، در خانه‌های خود برای مدت طولانی‌تر زندگی کنند. در نتیجه، هزینه‌های مراقبت‌های پزشکی برای افراد کاهش یافته و زندگی سالم‌تری خواهند داشت [۹]. در خانه هوشمند با استفاده از سنسورهای مختلف می‌توان الگوهای استفاده از اشیاء و حرکات را شناسایی و سپس با طبقه‌بندی آن‌ها، رفتارهای فرد ساکن را شناسایی کرد و با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین، الگوی‌های رفتار غیرعادی را تشخیص داد [۱۰].

تاکنون تحقیقاتی در زمینه تشخیص رفتارهای غیرعادی سالمندان مبتلا به زوال عقل، در خانه هوشمند انجام شده است [۱۱-۱۳]. این تشخیص‌ها زمانی است که فرد مبتلا به بیماری شده است؛ اما یکی از چالش‌های اصلی این حوزه، تشخیص علائم اولیه بیماری در فرد سالمند قبل از ابتلا به آن است [۸]. هدف اصلی این مطالعه پرداختن به این چالش و بررسی آن است تا با تشخیص زودهنگام علائم اولیه این بیماری در فرد سالمند، بتوان تا حدودی آن را درمان کرد یا وقوع آن را به تأخیر انداخت. برای حل این چالش با بررسی اختلالات خواب شبانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علائم اولیه بیماری زوال عقل و همچنین تشخیص رفتارهای غیرعادی فرد سالمند در این پژوهش سعی شد تا بتوان علائم اولیه بیماری را در مراحل شروع تشخیص داد.

روش

این مقاله از نوع کاربردی و به روش توصیفی- تحلیلی انجام شد و هدف اصلی آن تشخیص علائم اولیه بیماری زوال عقل در فرد سالمندی است که در خانه هوشمند زندگی می‌کند. در این تحقیق برای تشخیص رفتارهای غیرعادی از تکنیک‌های یادگیری ماشین و برای بررسی اختلالات خواب شبانه از پرسشنامه استاندارد سنجش کیفیت خواب PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) که معیاری جهانی برای سنجش کیفیت خواب است، استفاده شد. در حالت معمول به سؤالات این پرسشنامه توسط خود فرد یا مراقبین آن‌ها پاسخ داده می‌شود؛ اما در این تحقیق، پاسخ به سؤالات پرسشنامه توسط داده‌های دریافتی از رویدادهای سنسورها، در خانه هوشمند انجام شد.

مجموعه داده: در شکل ۱ نمونه‌ای از مجموعه داده پروژه خانه هوشمند Center for Advanced Studies in Adaptive Systems (CASAS) متعلق به دانشگاه واشینگتن نشان داده شد که در این تحقیق از آن استفاده شد. این مجموعه داده از دنیای واقعی با استفاده از شبکه سنسور بی‌سیم موجود در خانه هوشمند که به وسایل خانه متصل

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

شده‌اند، جمع‌آوری شده است و شامل رویدادهای گزارش شده توسط سنسورها در قالب یک فایل متنی است. اطلاعات جمع‌آوری شده از سنسورهای باینری، از فعالیت‌های زن سالمندی گرفته شده است که به‌عنوان کاربر، ساکن خانه هوشمند است و به صورت تنها در آن زندگی می‌کند [۱۶-۱۴]. در این خانه سه نوع سنسور شامل ۳۱ عدد سنسور تحرک، ۵ سنسور دما و ۴ سنسور درب وجود دارد. مجموعه داده دارای بازه زمانی شش ماهه و شامل یازده فعالیت خواب، دستشویی، استراحت، آشپزی، غذا خوردن، کار کردن، شستن ظرف‌ها، وارد شدن به خانه، ترک خانه، تمیز کردن خانه می‌باشد. سنسورها در هنگام انجام این فعالیت‌ها تحریک شده و رویدادهایی را ایجاد می‌کنند که هر رویداد شامل تاریخ، زمان، شماره سنسور و وضعیت می‌باشد بعضی از این رویدادها دارای برچسب شروع و پایان به همراه نام آن فعالیت در مجموعه داده می‌باشند. بین رویدادهای شروع و پایان رویدادهای سایر سنسورهای مربوط به آن فعالیت قرار دارد. از آنجا که پرسشنامه پترزبورگ بازه زمانی یک ماهه را بررسی می‌کند از بازه زمانی شش ماهه این مجموعه داده فقط یک ماه و فعالیت‌های شبانه آن بررسی شد.

```
Date – Time – Sensor – Message – Annotation – Annotation State

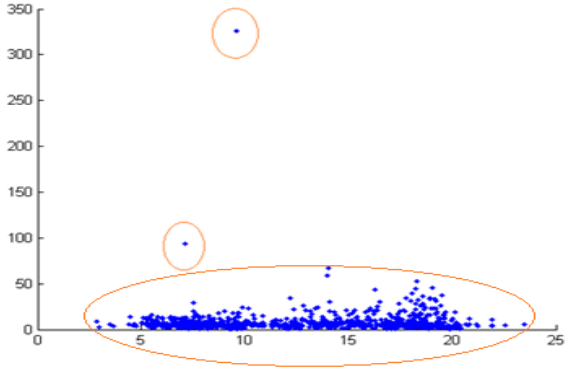
2009-06-15 17:07:52.312001 D031 OPEN Enter_Home begin
2009-06-15 17:07:54.921001 M006 ON
2009-06-15 17:07:58.828001 M006 OFF
2009-06-15 17:08:00.218001 M015 ON
2009-06-15 17:08:00.562001 D031 CLOSE Enter_Home end
2009-06-15 17:08:04.515001 M015 OFF
```

شکل ۱: نمونه مجموعه داده خانه هوشمند

رفتار غیرعادی: رفتارهای غیرعادی، الگوهای متفاوتی از رفتارها هستند که با رفتار عادی مطابقت ندارند. به‌عنوان‌مثال آشپزی یا استراحت پس از چند ساعت خواب در نیمه شب جزء رفتارهای غیرعادی تلقی می‌شوند. در این جا از مجموع رفتارهای شبانه فرد سالمند، فقط دو فعالیت خواب و دستشویی به‌عنوان رفتارهای عادی در نظر گرفته می‌شوند. چنانچه رفتاری غیر از این دو رفتار تشخیص داده شود آن رفتار به‌عنوان رفتار غیرعادی در نظر گرفته می‌شود.

- **الگوریتم‌های خوشه‌بندی در تشخیص رفتار غیرعادی**

برای شناسایی رفتارهای غیرعادی در مجموعه داده، از الگوریتم‌های خوشه‌بندی استفاده شد. در یکی از حالات خوشه‌بندی، داده‌های موجود در خوشه‌های بزرگ به‌عنوان داده‌های عادی در نظر گرفته می‌شوند و بسته به مقدار آستانه، داده‌هایی که در خوشه‌های کوچک‌تر قرار می‌گیرند به‌عنوان داده‌های غیرعادی محسوب می‌شوند. در این تحقیق اگر اندازه هر خوشه زیر مقدار آستانه باشد، داده‌های آن خوشه به‌عنوان رفتار غیرعادی در نظر گرفته می‌شوند. شکل ۲، دو رفتار غیرعادی را در مجموعه داده دو بعدی نشان می‌دهد که به‌عنوان رفتار غیرعادی آشپزی در نظر گرفته شده‌اند. مدت زمان آشپزی برای این دو رفتار متفاوت با سایر رفتارهای آشپزی است. علت در نظر گرفتن این دو رفتار به‌عنوان رفتار غیرعادی این است که با سایر رفتارها مطابقت نداشته و در خارج از خوشه اصلی قرار گرفته‌اند.



شکل ۲: خوشه‌بندی رفتارهای غیرعادی

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

- **استخراج ویژگی‌ها و تعیین الگو برای الگوریتم خوشه‌بندی kmedoide**

برای اعمال الگوریتم خوشه‌بندی بر روی مجموعه داده، ابتدا باید ویژگی‌های قابل استفاده برای این الگوریتم را در قالب الگوهایی آماده ساخت. از بین ویژگی‌های مربوط به سه نوع سنسور ویژگی‌های مربوط به سنسور تحرک با تعداد ۳۱ عدد که برای تشخیص فعالیت موردنیاز است انتخاب شده است. الگوی فعالیت‌ها شامل ۱۱ سطر و ۳۱ ستون می‌باشند. هر سطر نشان‌دهنده یک فعالیت و شماره ستون‌ها، شماره سنسورهای مربوط به آن فعالیت است. مقادیر این ستون‌ها به صورت باینری یعنی ۰ یا ۱ هستند. در ابتدا تمامی مقادیر برابر صفر قرار داده‌شده‌اند. چنانچه سنسوری در فعالیتی از مجموعه داده تحریک شده باشد مقدار ستون متناظر با آن ۱ می‌شود. در نهایت در مجموعه اول برای ۱۱ فعالیت ۱۱ الگوی اصلی ایجاد می‌شود. پس از تعیین الگوهای اصلی، باید الگوی فعالیت‌های موجود در مجموعه داده بعنوان مجموعه دوم مشخص شوند. هر فعالیت در مجموعه داده دارای رویدادهایی با برچسب شروع، سایر رویدادهای مربوطه و رویداد پایانی آن می‌باشد. برای ایجاد مجموعه دوم ابتدا الگویی جدید به تعداد ۳۱ ستون با مقادیر صفر ایجاد می‌شود. پس از آن رویدادهای مجموعه داده از ابتدا پیمایش شده تا به رویدادی که دارای وضعیت شروع فعالیت است برسیم. شماره سنسور این رویداد را خوانده و شماره ستون متناظر با آن را در الگوی ایجاد شده ۱ می‌کنیم. همین روند را برای رویدادهای بعدی و پایانی آن فعالیت نیز انجام می‌دهیم (جدول ۱). این عمل برای تمام فعالیت‌های مجموعه داده تکرار می‌شود.

جدول ۱: تعیین الگوی فعالیت‌ها

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
1	Sleeping	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
2	Bed_to_toilet	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
3	Relax	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱

- **الگوریتم خوشه‌بندی kmedoide**

در نهایت دو مجموعه الگوی فعالیت ایجاد شد. در مجموعه اول، ۱۱ الگوی اصلی برای ۱۱ فعالیت است که به‌عنوان مراکز خوشه‌ها عمل می‌کنند و در مجموعه دوم، مجموعه‌ای از الگوهای ساخته شده که هر الگو متناظر با یک فعالیت از مجموعه داده است. سپس با استفاده از تابع فاصله الگوریتم خوشه‌بندی kmedoide فاصله هر الگو از مجموعه الگوی دوم با ۱۱ الگوی اصلی از مجموعه اول محاسبه می‌شود پس از آن الگو متعلق به خوشه‌ای می‌شود که کمترین فاصله را داشته باشد و بدین‌ترتیب هر الگوی فعالیت در یک خوشه قرار می‌گیرد. از میان توابع فاصله مختلف مانند فاصله اقلیدسی، تابع پیچش زمانی پویا، مینکوفسکی، منهتن و غیره تابع پیچش زمانی پویا به دلیل کارآمدی در مسائل سری زمانی و محاسبه حداقل فاصله انتخاب گردیده است. الگوریتم kmedoide در شامل موارد زیر است.

ورودی:

- k: تعداد خوشه‌ها
- D: مجموعه داده‌ها شامل n مورد

خروجی:

- یک مجموعه شامل k خوشه

مراحل الگوریتم:

– انتخاب دلخواه k، medoide (خوشه) برای خوشه‌بندی n داده از مجموعه داده D.

– تخصیص هر داده به نزدیک‌ترین مرکز medoide و تشکیل خوشه‌های اولیه.

تکرار برای هر medoide:

– محاسبه مرکزی‌ترین نقطه داده برای خوشه‌های جدید.

– تخصیص دوباره داده‌ها به نزدیک‌ترین مرکز و تشکیل دوباره خوشه‌ها.

– تکرار مرحله ۳ تا زمانی که در دو گام متوالی مقدار medoide ثابت بماند و تغییری نکند.

اختلالات خواب شبانه

- **پرسشنامه کیفیت خواب پترزبورگ**

یکی از معتبرترین معیارهای سنجش کیفیت خواب در دنیا، پرسشنامه کیفیت خواب PSQI است که محققان زیادی از آن برای سنجش کیفیت خواب افراد استفاده می‌کنند [۱۸، ۱۷]. این پرسشنامه دارای ۱۹ سؤال و ۵ سؤال اضافی است. سؤالات به ۷ گروه تقسیم می‌شوند که برای توسعه نمره PSQI ترکیب می‌شوند. هر گروه، نمره بین ۰ و ۳ را دریافت می‌کند؛

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

بنابراین نمره ترکیبی PSQI دارای حداکثر نمره ۲۱ است. نمره با مقادیر بالاتر، نشان دهنده کیفیت خواب بدتر است. ۷ گروه طبقه‌بندی شده عبارت‌اند از: ۱) کیفیت ذهنی خواب (subjective sleep quality)، ۲) تأخیر در به خواب رفتن (sleep latency)، ۳) مدت‌زمان خواب (sleep duration)، ۴) میزان بازدهی خواب (habitual sleep efficiency)، ۵) اختلالات خواب (sleep disturbances)، ۶) استفاده از داروهای خواب‌آور (use of sleeping medication)، ۷) اختلالات عملکردی روزانه (daytime dysfunction) [۱۹].

هدف از بخش دوم این تحقیق استفاده از داده‌های خانه هوشمند برای بررسی کیفیت خواب PSQI به‌عنوان علائم اولیه بیماری زوال عقل، برای فرد سالمند ساکن در خانه هوشمند است. از میان این ۷ گروه سؤال پرسشنامه، ۳ گروه مدت‌زمان خواب، میزان بازدهی خواب و اختلالات خواب را می‌توان توسط داده‌های خانه هوشمند بررسی کرد.

منظور از مدت‌زمان خواب، مدت‌زمانی است که فرد به رختخواب رفته تا زمانی که صبح، رختخواب را ترک می‌کند. چنانچه این مدت‌زمان بیشتر از ۷ ساعت باشد به آن نمره ۰، بین ۶ تا ۷ ساعت نمره ۱، بین ۵ تا ۶ ساعت نمره ۲ و کمتر از ۵ ساعت نمره ۳ تعلق می‌گیرد. نمره بالاتر نشان‌دهنده کیفیت خواب پایین‌تر است.

درصد میزان بازدهی خواب، از تقسیم ساعت ماندن در رختخواب بر ساعات خواب ضرب در ۱۰۰ به دست می‌آید. ساعت ماندن در رختخواب را می‌توان از جواب سؤال قبل یعنی مدت‌زمان خواب منهای مدت‌زمانی که فرد در شب از رختخواب بیرون رفته به دست آورد. دلایل خروج از رختخواب می‌تواند دستشویی، حمام، بی‌خوابی و غیره باشد. پس از محاسبه، به درصد بالاتر از ۸۵ نمره ۰، به ۷۵ تا ۸۴ نمره ۱، به ۶۵ تا ۷۴ نمره ۲ و به کمتر از ۶۵ نمره ۳ تعلق می‌گیرد.

از میان مؤلفه‌های ذکر شده در PSQI برای اختلالات خواب، مؤلفه بیداری در اواسط شب و مؤلفه دستشویی در نیمه شب، توسط داده‌های خانه هوشمند قابل ارزیابی هستند. برای مؤلفه بیداری در اواسط شب می‌توان تعداد بیداری‌ها را در شب‌های ماه محاسبه کرد. چنانچه این عمل در شب اتفاق نیفتاده باشد نمره ۰، برای یک‌بار تکرار نمره ۱، دو بار نمره ۲ و بیشتر از سه بار نمره ۳ تعلق می‌گیرد. برای مؤلفه دستشویی نیز می‌توان تعداد دفعات دستشویی را در شب به دست آورده و برای عدم آن نمره ۰، برای یک‌بار تکرار نمره ۱، دو بار نمره ۲ و بیشتر از سه بار نمره ۳ منظور می‌گردد. پس از محاسبه هر دو مؤلفه برای محاسبه نمره اختلالات خواب ابتدا مجموع هر دو نمره را به دست آورده و سپس برای مقدار ۰ نمره ۰، بین ۰ و ۲ نمره ۱، بین ۲ و ۴ نمره ۲، بین ۴ و ۶ نمره ۳ تخصیص می‌یابد.

- **مجموعه داده شبیه‌سازی شده**

از آنجا که هیچ مجموعه داده قابل دسترسی برای رفتارهای غیرعادی افراد مبتلا به بیماران زوال عقل وجود ندارد نیاز است علاوه بر مجموعه داده اصلی از مجموعه داده شبیه‌سازی شده نیز استفاده کرد تا رفتارهای غیرعادی شبانه شبیه‌سازی گردند. برای این شبیه‌سازی تزریق رفتارهای غیرعادی به مجموعه داده اصلی انجام شد. این تزریق شامل اضافه کردن رفتارهای غیرعادی استراحت و آشپزی در نیمه شب با تعداد ۴ و ۳ رفتار در روزهای ۳، ۷، ۱۱ و ۳۱ می‌باشد. دلیل انتخاب این روزها توزیع نرمال رفتارها در یک ماه است. مجموعه داده اصلی به‌صورت واقعی در روزهای ۱۶ و ۲۵ دارای رفتار غیرعادی است. برای پیاده‌سازی مراحل تحقیق از نرم‌افزار Matlab نسخه ۲۰۱۲ استفاده شد.

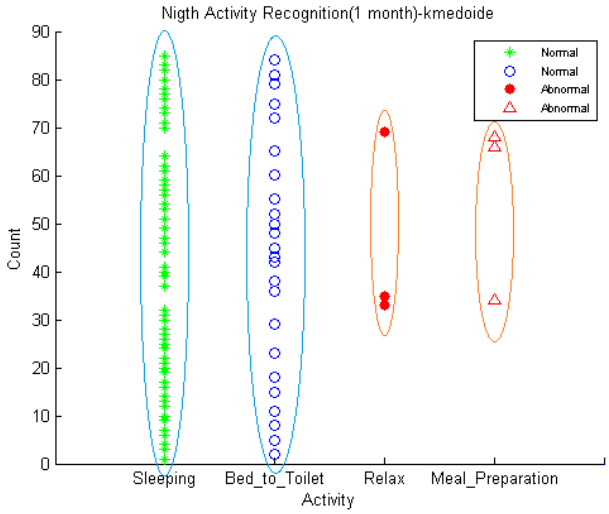
نتایج

نتایج این تحقیق شامل دو بخش است که در بخش اول به تشخیص رفتارهای غیرعادی و در بخش دوم به بررسی و تفسیر نمرات به دست آمده از مجموعه داده اصلی و شبیه‌سازی‌شده پرداخته شد.

تشخیص رفتار غیرعادی با الگوریتم kmedoide

الگوریتم kmedoide از مهم‌ترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی است. در این تحقیق از آن برای تشخیص علائم بیماری زوال عقل به‌عنوان رفتار غیرعادی استفاده گردید. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود طی عملیات خوشه‌بندی دو رفتار خواب و دستشویی به‌عنوان رفتارهای عادی در شب و سایر رفتارها به‌عنوان رفتار غیرعادی تشخیص داده شدند. در این شکل نشان داده می‌شود فرد سالمند چندین شب پس از چند ساعت خوابیدن در نیمه‌شب بیدار شده است و به رفتارهای استراحت و آشپزی در نیمه‌شب پرداخته است که امری غیرعادی در شب تلقی می‌گردد.

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]



شکل ۳: تشخیص رفتارهای غیرعادی با الگوریتم kmedoide

در جدول ۲ در ستون اول نام گروه پرسشنامه PSQI، در ستون دوم بازه نمره، در ستون سوم نمره مربوط به هر بازه قرار گرفته است. ستون‌های چهارم و پنجم به ترتیب مربوط به مقادیر به دست آمده از مجموعه داده اصلی و مجموعه داده شبیه‌سازی شده هستند که هر کدام شامل دو ستون هستند. در ستون اول آن‌ها، مقادیر به دست آمده در تحقیق و در ستون دوم نمره تعلق گرفته به مقادیر نشان داده شد. در انتها مجموع این نمرات محاسبه شده که نشان‌دهنده میزان کیفیت خواب است.

برای گروه پرسش مدت‌زمان خواب، مقدار به دست آمده در مجموعه داده اصلی ۷/۰۲ و برای مجموعه داده شبیه‌سازی شده ۵/۸۲ می‌باشد. با توجه به مقادیر به دست آمده، نمره مربوطه به دست آمده برای این پرسش در مجموعه داده اصلی ۰ و برای مجموعه داده شبیه‌سازی شده ۲ می‌باشد. در گروه پرسش میزان بازدهی خواب مقادیر به دست آمده ۹۶/۸۶ و نمره تعلق گرفته به آن ۰ و در مجموعه داده شبیه‌سازی شده ۸۰/۴ و نمره مربوط به آن ۱ می‌باشد. در گروه پرسش اختلالات خواب مقدار به دست آمده برای هر دو مجموعه داده ۶ و نمره مربوطه آن ۳ می‌باشد.

جدول ۲: نمرات به دست آمده پرسشنامه PSQI

اجزای کیفیت خواب	بازه	نمره	مجموعه داده اصلی		مجموعه داده شبیه‌سازی شده	
			مقدار به دست آمده(x)	نمره مربوطه	مقدار به دست آمده(x)	نمره مربوطه
مدت زمان خواب	x≥۷	۰	۷/۰۲	۰	۵/۸۲	۲
	۶≤ x <۷	۱				
	۵≤ x <۶	۲				
	x<۵	۳				
میزان بازدهی خواب	x≥۸۵	۰	۹۶/۸۶	۰	۸۰/۴	۱
	۷۵≤ x <۸۵	۱				
	۶۵≤ x <۷۵	۲				
	x<۶۵	۳				
اختلالات خواب	x=۰	۰	۶	۳	۶	۳
	۰<x≤۲	۱				
	۲<x≤۴	۲				
	۴<x≤۶	۳				
مجموع نمرات گروه‌ها				۳		۶

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

بحث و نتیجه‌گیری

خانه هوشمند یک خانه مسکونی است که در آن سنسورهای تعبیه شده و متصل به همه انواع اشیاء روزمره زندگی مانند تخت، اجاق گاز، یخچال و غیره وجود دارد. از آنجا که خانه هوشمند یک محیط خودکار است قابلیت نظارت، شناسایی و ثبت الگوی فعالیت‌های روزانه را با استفاده از انواع سنسورها و فناوری‌های ارتباطی دارا است. این سنسورها وضعیت محیط فیزیکی را از طریق تعامل ساکنین با این اشیاء حس می‌کنند. از مزیت‌های مهم فناوری خانه‌های هوشمند می‌توان به پتانسیل بالا، برای شناسایی علائم اولیه بیماری به طور خودکار اشاره کرد و هدف آن را کمک به زندگی افراد سالمندی دانست که به طور مستقل در خانه‌های خود زندگی می‌کنند [۱۴]. عامل مهم در طراحی یک خانه هوشمند برای سالمندان این است که فناوری نباید در فعالیت‌های عادی دخالت کند؛ بنابراین تمام دستگاه‌ها باید به طور مستقل عمل کنند [۲۰]. از چالش‌های اصلی فناوری خانه‌های هوشمند در جهت تشخیص بیماری‌ها، تشخیص علائم اولیه بیماری در فرد سالمند قبل از ابتلا به آن است [۸]. برای شناسایی علائم اولیه بیماری زوال عقل، ابتدا باید رفتارهای سالمند را تحت نظر گرفت و سپس با تشخیص رفتارها، رفتارهای غیرعادی را از میان رفتارهای عادی تشخیص داد. برخی از رفتارهای غیرعادی می‌توانند نشانه‌هایی از علائم اولیه پیشرفت بیماری زوال عقل در فرد سالمند باشند [۲۱]. در بخش اول این تحقیق از الگوریتم kmedoide برای تشخیص رفتارهای غیرعادی فرد سالمند ساکن در خانه هوشمند استفاده گردید. مجموعه داده استاندارد استفاده شده در این تحقیق شامل چند رفتار غیرعادی در دو شب از یک ماه بود. رفتارهای غیرعادی شامل آشپزی و استراحت پس از خواب در نیمه شب بودند که تشخیص داده شدند؛ اما برای شبیه‌سازی بیشتر رفتار سالمندی که در حال ابتلا به بیماری زوال عقل است چند رفتار غیرعادی به صورت تزریقی نیز وارد مجموعه داده شد که این رفتارها نیز توسط الگوریتم kmedoide تشخیص داده شدند. نتایج این بخش نشان داد به آسانی می‌توان با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی، رفتارهای غیرعادی را از رفتارهای عادی در خانه هوشمند تشخیص داد. لطفی و همکاران به بررسی تشخیص و پیش‌بینی رفتارهای غیرعادی برای بیماران زوال عقل در خانه هوشمند پرداخته‌اند و در تحقیق خود از الگوریتم خوشه‌بندی K-means برای شناسایی رفتارهای غیرعادی استفاده نموده‌اند. نتیجه تحقیق آن‌ها نیز مشابه تحقیق حاضر است؛ اما طبق نتایج الگوریتم kmedoide نسبت به K-means قوی‌تر بوده و مزیت‌هایی مانند ساده بودن، مقیاس‌پذیری و حساس نبودن به داده‌های پرت را دارا است [۱۲]. Apurva و همکاران در پژوهش خود از الگوریتم SVM برای تشخیص رفتارهای غیرعادی استفاده کرده‌اند آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند الگوریتم SVM دقت تشخیص رفتار را در خانه هوشمند بالا می‌برد [۲۲]؛ اما الگوریتم SVM متعلق به روش‌های با ناظر و الگوریتم kmedoide مربوط به روش‌های بدون ناظر در داده‌کاوی است معمولاً روش‌های با ناظر ترکیبی، نسبت به روش‌های بدون ناظر به نتایج دقیق‌تری می‌رسند؛ اما دارای محدودیت بوده و نیاز به مرحله آموزش دارند [۲۳]. از دیگر علائم اولیه بیماری زوال عقل، خواب بد است [۷]. محققان به منظور بررسی کیفیت خواب از پرسشنامه معتبر کیفیت خواب PSQI استفاده می‌کنند [۱۸، ۱۷]. این پرسشنامه توسط خود فرد یا اطرافیان او به صورت دستی تکمیل می‌شود؛ اما در بخش دوم این تحقیق، با تحت نظر گرفتن رفتار شبانه سالمند، گروه‌هایی از سؤالات این پرسشنامه به صورت هوشمند تکمیل گردید. در پرسشنامه PSQI هر گروه نمره دارای بازه بین ۰ تا ۳ خواهد بود که برای نمره ۰ نبود مشکل خواب، نمره ۱ مشکل خواب متوسط، نمره ۲ مشکل خواب جدی و برای نمره ۳ مشکل خواب بسیار جدی تفسیر شده است. چنان چه در پایان پس از محاسبه مجموع نمرات، نمره کل بالاتر از ۵ حاصل شود به معنی کیفیت خواب ضعیف است [۱۹]. Williams و Cook و همکاران نیز در تحقیق خود از پرسشنامه PSQI در خانه هوشمند استفاده نموده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که با استفاده از خانه هوشمند می‌توان رفتارهای بعدی را بر اساس الگوی خواب و بیداری پیش‌بینی کرد [۱۷]. آن‌ها در تحقیق خود از پرسشنامه PSQI در خانه هوشمند به‌منظور پیش‌بینی رفتار استفاده نموده‌اند و در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی کیفیت خواب به‌عنوان علائم اولیه بیماری زوال عقل استفاده شده است. در پایان این تحقیق مجموع نمرات برای مجموعه داده اصلی ۳ و برای مجموعه داده شبیه‌سازی ۶ به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد کیفیت خواب در مجموعه داده اصلی بدون مشکل و در مجموعه داده شبیه‌سازی شده ضعیف است. کیفیت خواب ضعیف یکی از علائم اولیه بیماری زوال عقل در سالمندان است و نشان می‌دهد فرد سالمند در حال ابتلا به بیماری زوال عقل است. با شناخت این بیماری در مراحل اولیه و درمان آن می‌توان تا حدود زیادی این بیماری را به تعویق انداخت [۶]. نتایج کلی تحقیق نشان می‌دهد فناوری خانه

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

هوشمند می‌تواند تأثیر بسزایی در کمک به زندگی افراد سالمند در جهت تشخیص رفتار و کشف علائم اولیه برخی از بیماری‌ها داشته باشد.

از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به عدم وجود مجموعه داده از رفتارهای سالمند مبتلا به زوال عقل و عدم توانایی در پاسخگویی به تمامی سؤالات پرسشنامه PSQI در خانه هوشمند اشاره کرد؛ اما در پاسخگویی به بعضی از سؤالات پرسشنامه به‌عنوان راهکاری برای آینده می‌توان علاوه بر تحلیل فعالیت‌های شبانه، به بررسی فعالیت‌های روزانه فرد سالمند نیز پرداخت تا از این طریق بتوان برخی دیگر از سؤالات پرسشنامه را با استفاده از فناوری خانه هوشمند پاسخ داد. همچنین علاوه بر استفاده از فناوری سنسورهای نصب شده بر روی اشیا در خانه هوشمند می‌توان از فناوری سنسورهای پوشیدنی نیز به صورت ترکیبی استفاده نمود.

تعارض منافع

بدین‌وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Mahmoud SM, Lotfi A, Langensiepen C. Abnormal behaviours identification for an elder's life activities using dissimilarity measurements. Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments; 2011 May 25-27; Heraklion, Crete, Greece: ACM; 2011.

2. Arenson C, Busby-Whitehead J, Brummel-Smith K, O'Brien JG, Palmer MH, et al. Reichel's Care of the Elderly: Clinical Aspects of Aging. 6th ed. USA: Cambridge University Press; 2009.

3. Mahmoud SM, Alabbasi HA, Abdulabbas TE. Monitoring and detecting outliers for elder's life activities in a smart home: A case study. E-Health and Bioengineering Conference (EHB); 2017 Jun 22-24; Sinaia, Romania: IEEE; 2017.

4. Fiorini L, Cavallo F, Dario P, Eavis A, Caleb-Solly P. Unsupervised machine learning for developing personalised behaviour models using activity data. Sensors (Basel) 2017;17(5). pii: E1034.

5. Serna A, Pigot H, Rialle V. Modeling the progression of Alzheimer's disease for cognitive assistance in smart homes. User Modeling and User-Adapted Interaction 2007;17(4):415-38.

6. Gayathri KS, Easwarakumar KS. Intelligent Decision Support System for Dementia Care Through Smart Home. Procedia Computer Science 2016;93:947-55.

7. Jirong Y, Changquan H, Hongmei W, Bi-Rong D. Association of sleep quality and dementia among long-lived Chinese older adults. Age (Dordr) 2013;35(4):1423-32.

8. Orpwood R, Gibbs C, Adlam T, Faulkner R, Meegahawatte D. The design of smart homes for people with dementia—user-interface aspects. Universal Access in the Information Society 2005;4(2):156-64.

9. Cook DJ, Krishnan NC, Rashidi P. Activity discovery and activity recognition: a new partnership. IEEE Transactions on Cybernetics 2013; 43(3): 820-28.

10. Bakar UA, Ghayvat H, Hasanm SF, Mukhopadhyay SC. Activity and Anomaly Detection in Smart Home: A Survey. In: Mukhopadhyay SC, editor. Next Generation Sensors and Systems. Cham: Springer International Publishing; 2016. p. 191-220.

11. Amiribesheli MA. Bouchachia A. Smart homes design for people with dementia. IE '15 Proceedings of the International Conference on Intelligent Environments; 2015 Jul 15–17; Washington, DC, USA: IEEE; 2015. p. 156-9.

12. Lofti A, Langensiepen C Mahmoud S, Akhlaghinia M. Smart homes for the elderly dementia sufferers: Identification and prediction of abnormal behaviour. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 2011; 3(3):1-14.

13. Tamamizu K, Tokunaga S, Saiki S, Matsumoto S. Nakamura M, Yasuda K. Towards Person-Centered Anomaly Detection and Support System for Home Dementia Care. 7th International Conference, DHM 2016, Held as Part of HCI International; 2016 Jul 17-22; Toronto, ON, Canada: 2016. p. 274-85.

14. Bourobou ST, Yoo Y. User activity recognition in smart homes using pattern clustering applied to temporal ANN algorithm. Sensors (Basel) 2015;15(5):11953-71.

15. Sukanya P, Gayathri KS. An unsupervised pattern clustering approach for identifying abnormal user behaviors in smart homes. International Journal of Computer Science and Network 2013; 2(13): 115-22.

16. Sanchez VG, Pfeiffer CF, Skeie NO. A Review of Smart House Analysis Methods for Assisting Older People Living Alone. J Sens Actuator Netw 2017; 6(3): 11.

17. Williams JA, Cook DJ. Forecasting behavior in smart homes based on sleep and wake patterns. Technol Health Care 2017;25(1):89-110.

18. Fjell AM, Idland AV, Sala-Llonch R, Watne LO, Borza T, Braekhus A, et al. Neuroinflammation and tau interact with amyloid in predicting sleep problems in aging independently of atrophy. Cereb Cortex 2018;28(8):2775-85.

19. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. Psychiatry Res 1989;28(2):193-213.

20. Mahmoud SM. Identification and prediction of abnormal behaviour activities of daily living in

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

intelligent environments [dissertation]. England: Nottingham Trent University; 2012.
21. Lopez OL, Wisniewski SR, Becker JT, Boller F, DeKosky ST. Psychiatric medication and abnormal behavior as predictors of progression in probable Alzheimer disease. Arch Neurol 1999;56(10):1266-72.
22. Palaniappan AR, Bhargavi V, Vaidehi V. Abnormal human activity recognition using SVM based approach. International Conference on Recent Trends in Information Technology; 2012 Apr 19-21; Chennai, Tamil Nadu, India: IEEE; 2012.
23. Kaur A, Kaur I. Design and development of algorithm for software components retrieval using clustering and support vector machine. International Journal of Innovation in Engineering and Technology 2015; 5(2): 28-39.

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2019; 5(4): 447-456

Detection of Abnormal Behaviors in Patients with Dementia and Preliminary Symptoms in Smart Home

Khossravi Alireza[1], Hosseini Seno Amin[*2]

• **Received:** 20 Nov, 2018 • **Accepted:** 18 Apr, 2018

Introduction: The number of elderly people who need help in their daily routines is increasing rapidly. Dementia is one of the most important causes of disability in elderly people and its outbreak has been a major burden on human societies. The purpose of this research was using intelligent home technology to monitor elderly behaviors, identify abnormal behaviors, and discover the initial signs of dementia before the onset of the disease. Early diagnosis of dementia at an early stage can lead to a high improvement in its treatment and delay the disease.

Method: In this applied, descriptive-analytic study, the abnormal behavior and early symptoms of dementia were identified using machine learning techniques. The kmedoide algorithm was used to analyze abnormal behaviors and to assess the quality of sleep as the primary symptoms of dementia, the valid PSQI questionnaire was used. Matlab 2012 was used for implementation.

Results: The results in the abnormal behavioral section indicated that clustering algorithms have high efficacy in detecting abnormal behavior in smart home, and also results in early symptom examinations led to poor sleep recognition in the PSQI as a primary symptom of dementia.

Conclusion: The behavior of the elderly, their abnormal behavior and early signs of diseases such as dementia can be recognized using the technology of the system under the supervision of the smart home.

Keywords: Smart Home, Machine Learning, Clustering Algorithm, Abnormal Behavior, Dementia

• **Citation:** Khossravi A, Hosseini Seno A. Detection of Abnormal Behaviors in Patients with Dementia and Preliminary Symptoms in Smart Home. Journal of Health and Biomedical Informatics 2019; 5(4): 447-456.

1. M.Sc. in Computer, Faculty of Computer Engineering, Islamic Azad University, Nishabur Branch, Nishabur, Iran
2. Ph.D. in Computer Network, Assistant Professor, Computer Dept., Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Correspondence Adress: Computer Dept., Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
• **Tel:** 09151578735 • **Email:** hosseini@um.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2026-11-15]