مقاله مروری سیستماتیک

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره هفتم شماره سوم. ص ۳۵۰-۳۳۷، ۱۳۹۹

بررسی و تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی: مطالعه مروری سیستماتیک

زیدالدین پشندی[۱]، حنیف کازرونی[۲]، حسین حسن‌پور[۳]*

• دریافت مقاله: ۹۸/۹/۲۳ • پذیرش مقاله: ۹۹/۲/۲۲

مقدمه: ابزارهای الکترونیک‌های پوشیدنی که بر پایه فناوری اینترنت اشیاء و محاسبات کلان داده استوارند، قادر به جمع‌آوری مستمر، پردازش اطلاعات فیزیولوژیک و محیطی و مبادله آن‌ها با سایر ابزارها، کاربران و شبکه‌های اینترنتی هستند؛ لذا علیرغم مزیت‌های بالقوه در حوزه پایش سلامت، مخاطراتی جدی خصوصاً مرتبط با نقض حریم خصوصی نیز به همراه دارند. از این رو سؤال اصلی در این بررسی شناسایی مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای مرتبط با فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی بود.

روش: در این بررسی از نرم‌افزار StArt 3.4 جهت انجام مرور سیستماتیک استفاده شد. جستجوی منابع تا تاریخ ۹ آذر ۱۳۹۸ در پایگاه‌های Scopus, IEEE, PubMed, Springer, Magiran, SID, Civilica و موتور جستجوی Google scholar انجام شد.

نتایج: پس از حذف منابع تکراری و نامرتبط، ۸۰ منبع جهت بررسی نهایی انتخاب و با استفاده از آمار توصیفی تحلیل شدند. «ارتقاء سبک زندگی و توانمندی‌های انسانی»، «کیفیت پایین رابط کاربری و داده‌های نامطمئن»، «اهمیت کاربردی در حوزه پزشکی و مراقبت سلامت» و «سرقت اطلاعات و نقض حریم خصوصی» به ترتیب با فراوانی ۹۷/۵٪، ۹۲/۵٪، ۹۴٪ و ۹۹٪ به عنوان مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد نیروی محرکه اصلی در توسعه فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی، قابلیت‌های آن در ارتقاء توانمندی‌های انسان و کاربرد در حوزه پزشکی و مراقبت سلامت است؛ لذا برای بهره‌برداری از فرصت و غلبه بر تهدیدهای بالقوه این فناوری، توسعه و به کارگیری دانش بومی و همچنین برنامه‌ریزی و تدوین استانداردها و قوانین مورد نیاز باید سریعاً در دستور کار قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی، قوت، ضعف، فرصت‌ها، تهدیدها، تحلیل SWOT

•ارجاع: پشندی زیدالدین، کازرونی حنیف، حسن‌پور حسین. بررسی و تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی: مطالعه مروری سیستماتیک. مجله انفورماتیک سلامت و زیست‌پزشکی ۱۳۹۹؛ ۷(۳): ۵۰-۳۳۷.

۱. دکتری تخصصی بیوفیزیک، پژوهشگر همکار، گروه علوم و فناوری‌های دفاعی، پژوهشکده آماد، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران
۲. دکتری تخصصی مهندسی شیمی، استادیار، گروه علوم و فناوری‌های دفاعی، پژوهشکده آماد، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران
۳. دکتری تخصصی مهندسی پزشکی، استادیار، گروه علوم و فناوری‌های دفاعی، پژوهشکده آماد، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران

*** نویسنده مسئول:** حسین حسن‌پور

آدرس: تهران، اتوبان بابایی، دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، پژوهشکده آماد، گروه علوم و فناوری‌های دفاعی

•شماره تماس: ۲۲۴۴۸۰۷۶ • **Email:** hassanpoor@elenoon.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

مقدمه

ابزارهای الکترونیک پوشیدنی به آن دسته از ابزارهای الکترونیکی هوشمند اطلاق می‌شود که ضمن قابل حمل بودن امکان چسبیدن در سطح پوست یا درون بدن را داشته و دارای اجزایی جهت شناسایی، تحلیل و انتقال اطلاعات است [۲، ۱]. مجهز بودن این ابزارها به انواع حسگرهای مختلف به کاربر کمک می‌کنند تا از شرایط فیزیولوژیک (مانند ضربان قلب، فشارخون دمای بدن، استرس) و محیطی (مانند دما و نور محیط، موقعیت فرد و غیره) خود به صورت بلادرنگ و مستمر مطلع شده و در مواردی امکان پاسخ یا عکس‌العمل مناسب را فراهم می‌آورد [۳]. از این رو فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی می‌توانند نقش بسیار چشمگیری در زندگی روزانه انسان‌ها و حتی حیوانات ایفا کنند [۶-۴]. این فناوری‌ها در حوزه‌های مختلفی اعم از نظامی، مراقبت سلامت، تناسب اندام، صنعت و بازار، بازی و سرگرمی و مد مورد توجه هستند [۸، ۷]

پیش‌بینی می‌شود در سال‌های پیشرو حجم کاربران و کاربردها خصوصاً در حوزه مراقبت سلامت همچنان به طور تصاعدی افزایش پیدا کند [۹]. ارزش مبادلات جهانی الکترونیک‌های پوشیدنی بر اساس گزارش مؤسسه (Research and Markets) در سال ۲۰۱۷ نزدیک به ۱۳/۲۵ میلیارد دلار گزارش شده است که برآورد می‌شود این رقم با نرخ رشد سالیانه در حدود ۲۴/۹٪ به حدود ۹۸,۲۴ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۶ برسد [۱۰]. طبق آخرین آمار اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی بر اساس کد تعرفه ۸۵۱۷۶۲۹۰ که دربرگیرنده اقلامی مانند ساعت و گوشی‌های هوشمند نیز می‌شود، حجم واردات ایران معادل ۲۰/۸۷ میلیون دلار در سال ۱۳۹۷ گزارش شده است که می‌تواند نشانه ورود حجم چشمگیر از این اقلام به ایران و توجه کاربران داخلی به این فناوری‌ها باشد [۱۱].

Li و همکاران در مطالعه‌ای مروری بیان کردند که استفاده از ابزارهای ردیاب شخصی می‌تواند باعث تقویت خودآگاهی فرد شده و همچنین فرصتی برای ارائه شیوه نوینی از خدمات بر اساس پایش عادات افراد فراهم خواهند آورد. البته در مورد تأثیر منفی آن بر جامعه خصوصاً در مورد عواقب نقض حریم خصوصی هشدار دادند [۱۲]. طی بررسی که توسط مؤسسه Ericsson انجام شده است، از نظر کاربران ابزارهای هوشمند، استفاده آزادانه بدون درگیر کردن دست، پایش هم‌زمان چندین پارامتر و امکان ارتباط با پیرامون از جمله نقاط قوت این ابزارهای پوشیدنی در مقایسه با ابزارهای الکترونیکی نسل قبل‌تر می‌باشد [۱۳]. عملکرد پیوسته از جمله نقاط قوتی است که Yang و همکاران در مطالعه مروری ابزارهای پوشیدنی پزشکی به آن اشاره کردند [۱۴]. به عنوان مثال پایش پیوسته کودکان یا افراد مسن، افراد دارای بیماری خاص (مانند فشار خون یا بیماری قلبی) و افراد دارای مشاغل پرخطر (مانند نیروهای پلیس، اورژانس، معدن‌کار و آتش‌نشان) ضمن کمک به حفظ سلامت آن‌ها در مواقع اضطرار، به عنوان یک فرصت می‌تواند در کاهش هزینه‌های بخش سلامت نیز تأثیرگذار باشد. Wang اما نامناسب بودن پروتکل‌های امنیتی و نبود استانداردهای مشخص برای ساخت این ابزارها را به عنوان نقاط ضعف این ابزارها ذکر کردند [۱۵]. با این حال و براساس مطالعه Loncar-Turukalo و همکاران، مسئله تأمین انرژی یکی از ضعف‌های جدی در این ابزارها است که بهره‌مندی از این فرصت‌های پیشرو را محدود می‌کند [۲۳]. منابع تغذیه فعلی به کار گرفته شده در این ابزارها جوابگوی کاربری پیوسته آن‌ها نیستند؛ لذا پژوهش‌های دائمی در جهت توسعه راهکارهای جدید برای تأمین انرژی یا پروتکل‌های ارتباطی کم مصرف به طور پیوسته در حال انجام است [۱۷، ۱۶]. مسئله سوء استفاده از اطلاعات شخصی و خصوصی، توسط بسیاری از پژوهشگران این حوزه مطرح شده است [۱۸]. در این مورد Catherwood و همکاران به لزوم تدوین مقررات و استانداردهای عملی اشاره کردند [۱۶]. در این ابزارها به علت کوچک بودن، معمولاً از پردازشگرهای کوچکی استفاده می‌شود؛ لذا تعبیه پروتکل‌های امنیتی رایج بر روی آن‌ها غیرممکن است [۱۲]. از آنجایی که این ابزارها ممکن است به طور آفلاین به کار گرفته شوند، امکان به‌روزرسانی دائمی آن‌ها نیز به راحتی ممکن نیست؛ لذا در غیاب انواع امکانات امنیتی احراز هویت نظیر، تشخیص چهره، اثرانگشت و رمزگذاری اطلاعات ذخیره شده بر روی این ابزارها به سهولت در دسترس سارقان می‌باشد [۲۰، ۱۹]. همچنین به دلیل اهمیت اطلاعات شخصی ذخیره شده، این اطلاعات حتی ضمن پردازش و انتقال در بستر شبکه‌های ارتباطی نیز باید از گزند هکرها مصون بمانند [۲۱]. این که اطلاعات جمع‌آوری شده توسط این ابزارها به چه سرورهایی فرستاده می‌شوند و چه کسانی و با چه هدفی آن‌ها را مانیتور می‌کنند یکی از جدی‌ترین نگرانی‌ها حین استفاده از این ابزارها است [۵].

اگرچه با توجه به روند صعودی تحقیقات در این حوزه می‌توان امید داشت بسیاری از نقاط ضعف فعلی در سال‌های آتی برطرف شوند، اما بهره‌برداری هرچه بهینه‌تر از فرصت‌های

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

پیشرو این فناوری‌ها خصوصاً در حوزه مراقبت سلامت نیازمند شناخت دقیق از قابلیت‌های این فناوری است؛ بنابراین هدف از این بررسی، شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی از طریق مرور مقالات این حوزه است تا ضمن شناخت چالش‌های این فناوری به پیشگیری از غافلگیری فناورانه و ارائه راهکارهایی در جهت توسعه هرچه بهتر این فناوری در ایران کمک شود.

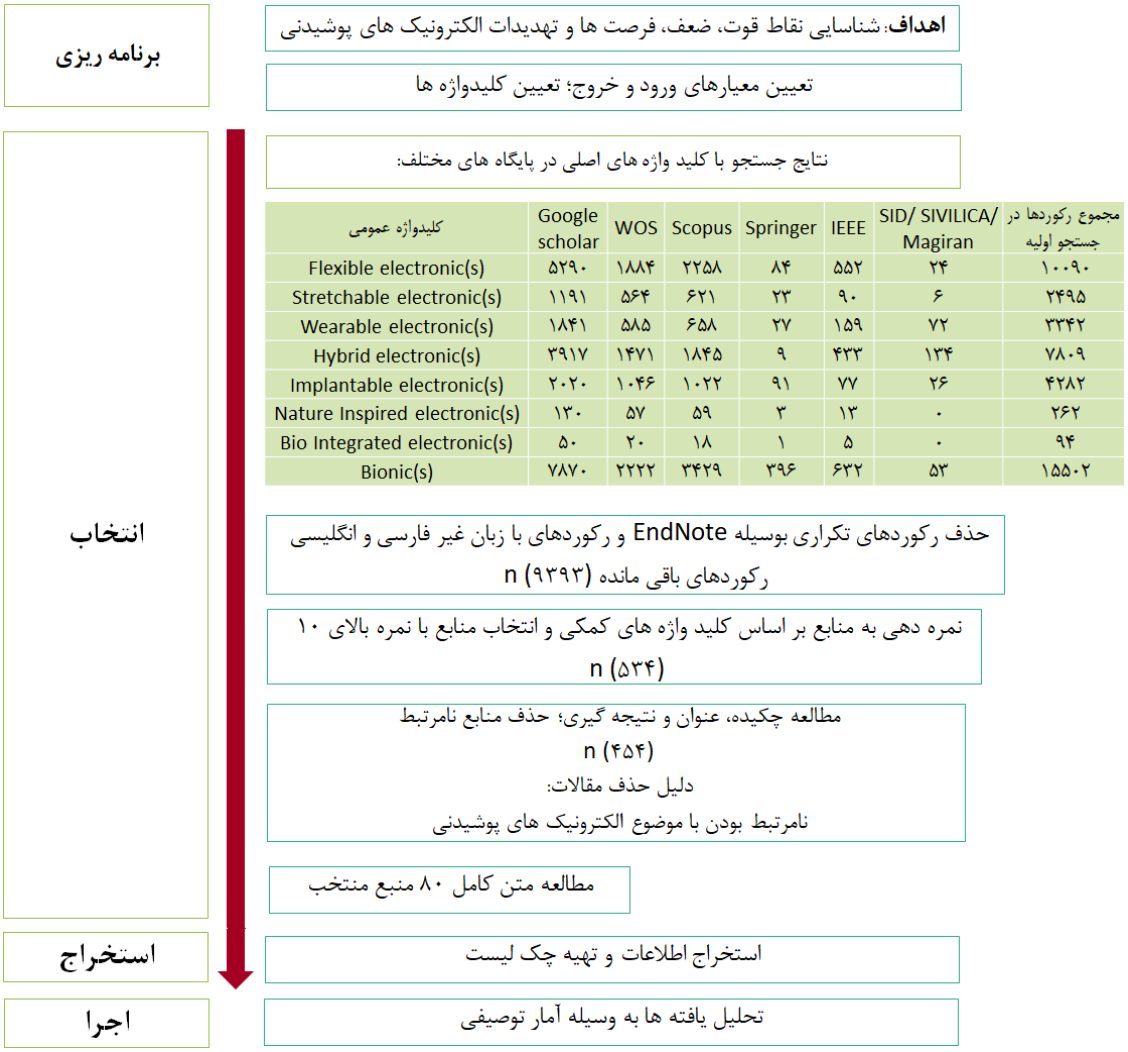
روش

این مطالعه با استفاده از روش مرور سیستماتیک و مطابق چارچوب ارائه شده در شکل ۱ انجام شده است. برای جستجو پاسخ سؤال پژوهش از کلیدواژه‌های اصلی و کمکی (جدول ۱) استفاده شد. کلیدواژه‌های اصلی در حقیقت هر یک از حوزه‌های مرتبط با الکترونیک‌های پوشیدنی هستند که از آن‌ها برای جستجو در پایگاه‌های آنلاین استفاده شد؛ اما کلیدواژه‌های کمکی همان کلمات کلیدی مرتبط با سؤال پژوهش هستند که از آن‌ها برای غربالگری اولیه در نتایج جستجو استفاده شد. برای انتخاب کلیدواژه‌های اصلی ابتدا جستجو با اصطلاح "wearable electronic devices" در پایگاه Scopus در عنوان، چکیده و کلیدواژه انجام و نتایج به نرم‌افزار VOSviewer 1.6.11 منتقل شد. سپس سایر کلیدواژه‌ها از طریق شناسایی حوزه‌های مرتبط با فناوری‌های الکترونیکی پوشیدنی توسط نرم‌افزار VOSviewer تعیین شد. از این کلیدواژه‌ها برای جستجو در پایگاه‌های خارجی Scopus, IEEE, PubMed, Springer و همچنین موتور جستجو Google scholar همگی منحصراً در قسمت «عنوان» و پایگاه‌های داخلی Magiran, SID, Civilica در قسمت «عنوان»، «چکیده» و «کلیدواژه» تا تاریخ ۲۰۱۹/۱۱/۳۰ استفاده شد. هر کلیدواژه به تنهایی در قسمت عنوان به کار گرفته و نتایج آن استخراج شد، سپس جستجو برای کلیدواژه بعدی تکرار شد. برای جستجو در پایگاه‌های داخلی علاوه بر کلیدواژه‌های انگلیسی از معادل فارسی آن‌ها نیز استفاده شد. کلیه نتایج جستجو به نرم‌افزار Endnote منتقل و منابع تکراری حذف شدند. سایر منابع باقی‌مانده مطابق روندی که در شکل ۱ مشخص شده است مورد ارزیابی و غربالگری قرار گرفتند. معیار ارزیابی و ورود به بررسی به این صورت بود که منابع استخراج شده باید صرفاً از نوع مقالات مجله‌ای، کنفرانسی و فصل کتاب، به زبان فارسی یا انگلیسی و در برگیرنده حداقل یکی از کلیدواژه‌های کمکی باشند. در نرم‌افزار StArt هر یک از منابع بر حسب این که چه تعداد از کلیدواژه‌های کمکی در آن موجود است، نمره‌دهی شدند. در نهایت تعداد ۵۳۴ منبع با نمره بالاتر از ۱۰ جهت بررسی بعدی جداسازی شدند. در مرحله بعد ضمن مطالعه عنوان، چکیده و نتیجه‌گیری، منابع نامرتبط با اهداف مطالعه کنار گذاشته شدند و نهایتاً ۸۰ منبع جهت استخراج اطلاعات مورد مطالعه کامل قرار گرفتند. هر یک از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید ذکر شده در این منابع با اتفاق‌نظر دو نفر از نویسندگان در چک لیست جداگانه ثبت شدند. هر یک از ۸۰ منبع منتخب به موارد مختلفی از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید مرتبط با الکترونیک‌های پوشیدنی اشاره داشتند. تعداد منابعی که به یک مورد خاص اشاره کردند مورد شمارش قرار گرفتند و به این طریق درصد تک‌تک موارد محاسبه شد که معیاری برای اهمیت آن مورد از دیدگاه محققان این حوزه می‌باشد. در نهایت به منظور ارائه بهتر سعی شد مواردی از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید که ماهیت عملکردی یا اثر مشابه داشتند در یک گروه یا مجموعه گنجانده شوند. مثلاً مواری از نقاط قوت که با مفهوم امنیت سروکار داشتند یا مواردی از نقاط ضعف که به اثرات مخرب بر بدن اشاره داشتند، هر کدام در یک گروه قرار گرفتند.

جدول ۱: کلیدواژه‌های مورد استفاده برای جستجو

کلیدواژه‌های کمکی		کلیدواژه‌های اصلی	
ترجمه فارسی	کلیدواژه انگلیسی	ترجمه فارسی	کلیدواژه انگلیسی
قوت	Strength	الکترونیک پوشیدنی	Wearable electronic(s)
ضعف	Weakness	الکترونیک انعطاف‌پذیر	Flexible electronic(s)
فرصت	Opportunity		Hybrid electronic(s)
تهدید	Threat	الکترونیک کشسان	Stretchable electronic(s)
تحلیل سوات	SWOT	الکترونیک کاشتنی	Implantable electronic(s)
چالش	Challenge	الکترونیک زیست الحاق	Bio-Integrated electronic(s)
		الکترونیک زیست الهام	Nature Inspired electronic(s)
			Bionic(s)

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]



کلیدواژه عمومی	Google scholar	WOS	Scopus	Springer	IEEE	SID/ SIVILICA/ Magiran	مجموع رکوردها در جستجو اولیه
Flexible electronic(s)	۵۲۹۰	۱۸۸۴	۲۲۵۸	۸۴	۵۵۲	۲۴	۱۰۰۹۰
Stretchable electronic(s)	۱۱۹۱	۵۶۴	۶۲۱	۲۳	۹۰	۶	۲۴۹۵
Wearable electronic(s)	۱۸۴۱	۵۸۵	۶۵۸	۲۷	۱۵۹	۷۲	۳۳۴۲
Hybrid electronic(s)	۳۹۱۷	۱۴۷۱	۱۸۴۵	۹	۴۳۳	۱۳۴	۷۸۰۹
Implantable electronic(s)	۲۰۲۰	۱۰۴۶	۱۰۲۲	۹۱	۷۷	۲۶	۴۲۸۲
Nature Inspired electronic(s)	۱۳۰	۵۷	۵۹	۳	۱۳	۰	۲۶۲
Bio Integrated electronic(s)	۵۰	۲۰	۱۸	۱	۵	۰	۹۴
Bionic(s)	۷۸۷۰	۲۲۲۲	۳۴۲۹	۳۹۶	۶۳۲	۵۳	۱۵۵۰۲

شکل ۱: دیاگرام فرایند انتخاب مقالات

نتایج

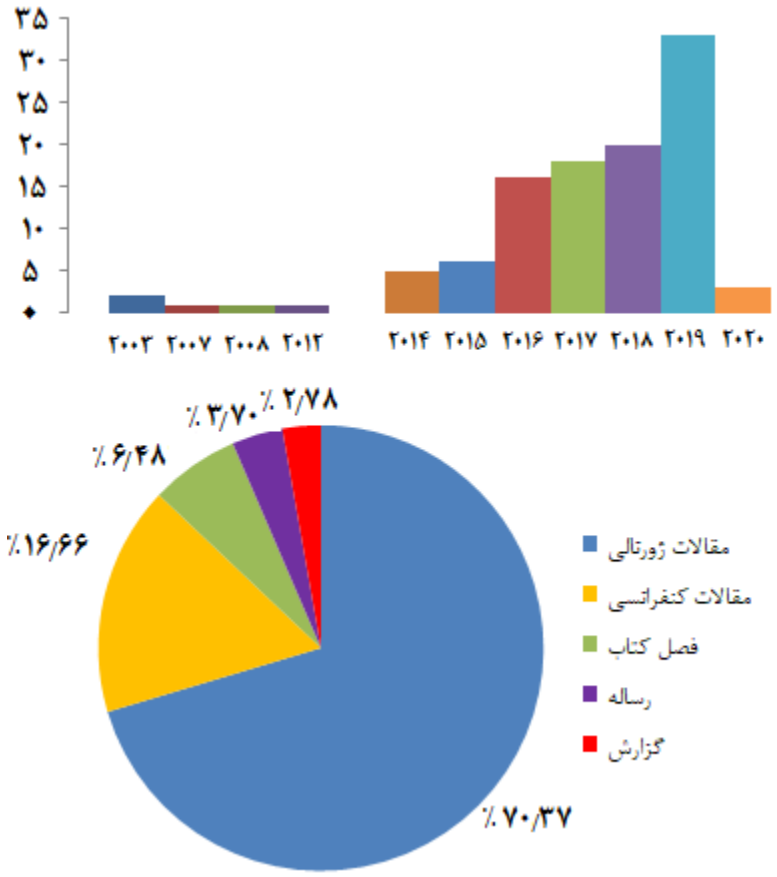
در این مطالعه از روش مرور سیستماتیک برگرفته از چارچوب Okoli و Schabram [۲۲] و گام‌های انتخاب Silva [۲۴] مطابق شکل ۱ برای دستیابی به هدف مورد نظر استفاده شد که عبارت است از: شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای فناوری‌های الکترونیکی پوشیدنی. در جستجو اولیه با استفاده از کلیدواژه‌های اصلی در سایت‌های اشاره شده در بخش روش، تعداد ۴۳۸۷۲ منبع بازیابی شد که طبق دیاگرام فرایند انتخاب مقالات (شکل ۱) پس از اعمال معیارهای ورود، مقالات نامرتبط حذف و در نهایت تعداد ۸۰ منبع واجد شرایط انتخاب شدند. توزیع منابع منتخب از نظر نوع و تاریخ انتشارشان در شکل ۲ مشخص شده است. بر این اساس از بین موارد منتخب سهم مقالات مجله‌ای، مقالات کنفرانسی، فصل کتاب، رساله و گزارش به ترتیب ۷۰/۳۷٪، ۱۶/۶۶٪، ۶/۴۸٪، ۳/۷۰٪ و ۲/۷۸٪ بود.

نقاط قوت

منظور از نقاط قوت در مطالعات SWOT، داشته‌ها یا خصوصیات عملکردی بالفعل یک سیستم در مقایسه با سایر سیستم‌های مشابه یا رقیب است به طوری که می‌تواند باعث برتری و موفقیت آن سیستم نسبت به رقبا شود [۲۵]. از همین دیدگاه در این بررسی منظور از نقاط قوت قابلیت‌های بالفعل انواع ابزارهای الکترونیکی پوشیدنی از نظر عملکردی، تکنیکی و هزینه‌ایی در نظر گرفته شد. در این مطالعه جنبه‌های مختلف نقاط قوت شناسایی شده در منابع بر حسب نوع اثر در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی شدند. گروه ارتقاء سبک زندگی و قابلیت‌های انسانی با فراوانی ۹۷/۵٪ در منابع، اصلی‌ترین نقطه

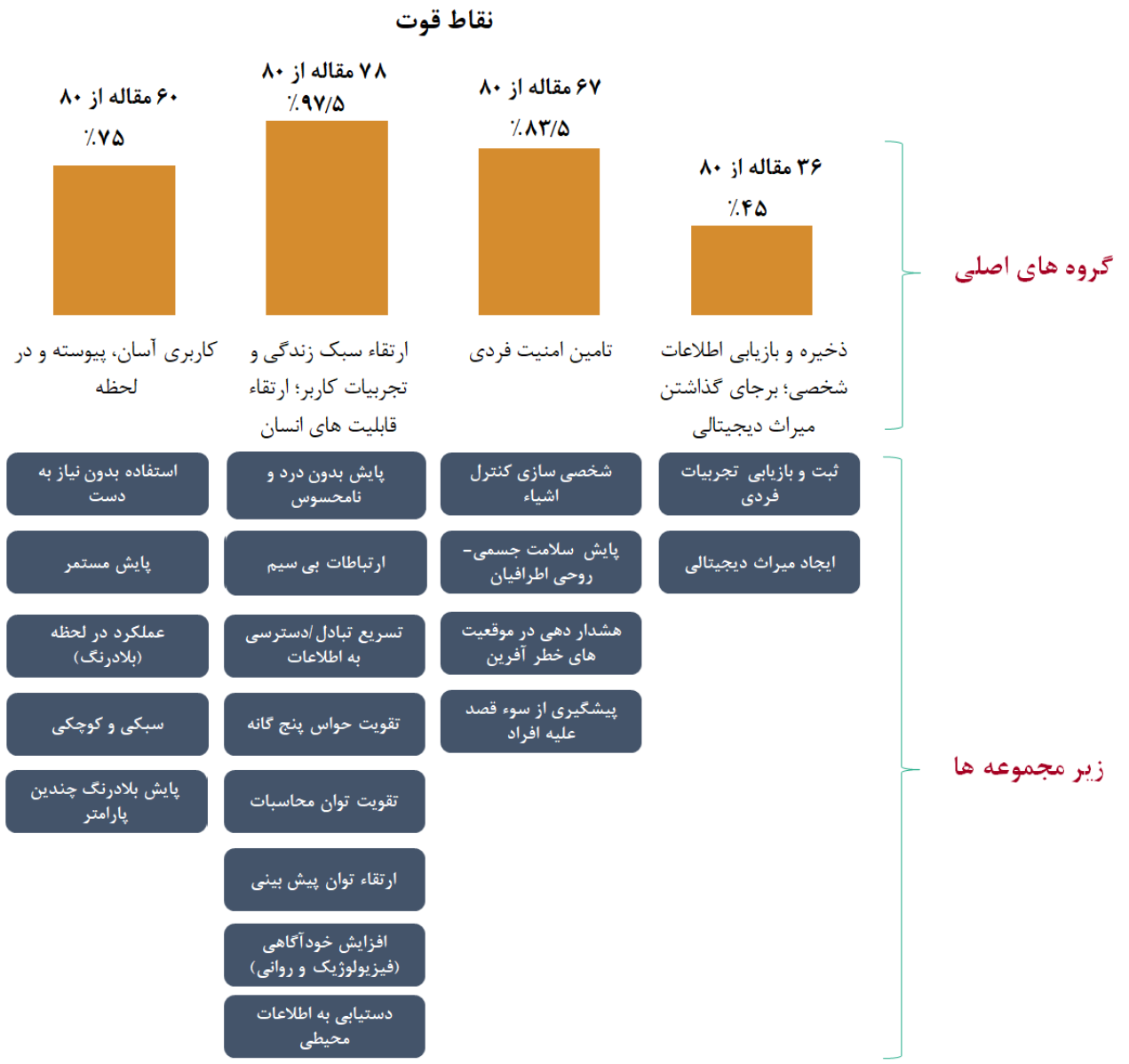
[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

قوت الکترونیک‌های پوشیدنی را تشکیل می‌دهد. بعد از آن به ترتیب تأمین امنیت فردی با فراوانی ۸۳/۵٪، کاربری آسان، مداوم و در لحظه با فراوانی ۷۵٪ و قابلیت ذخیره و بازیابی اطلاعات شخصی با فراوانی ۴۵٪ از جمله سایر نقاط قوت مورد توجه محققان می‌باشند (شکل ۳).



شکل ۲: توزیع منابع بازیابی شده منتخب جهت استخراج اطلاعات، بر اساس نوع و تاریخ انتشارشان

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]



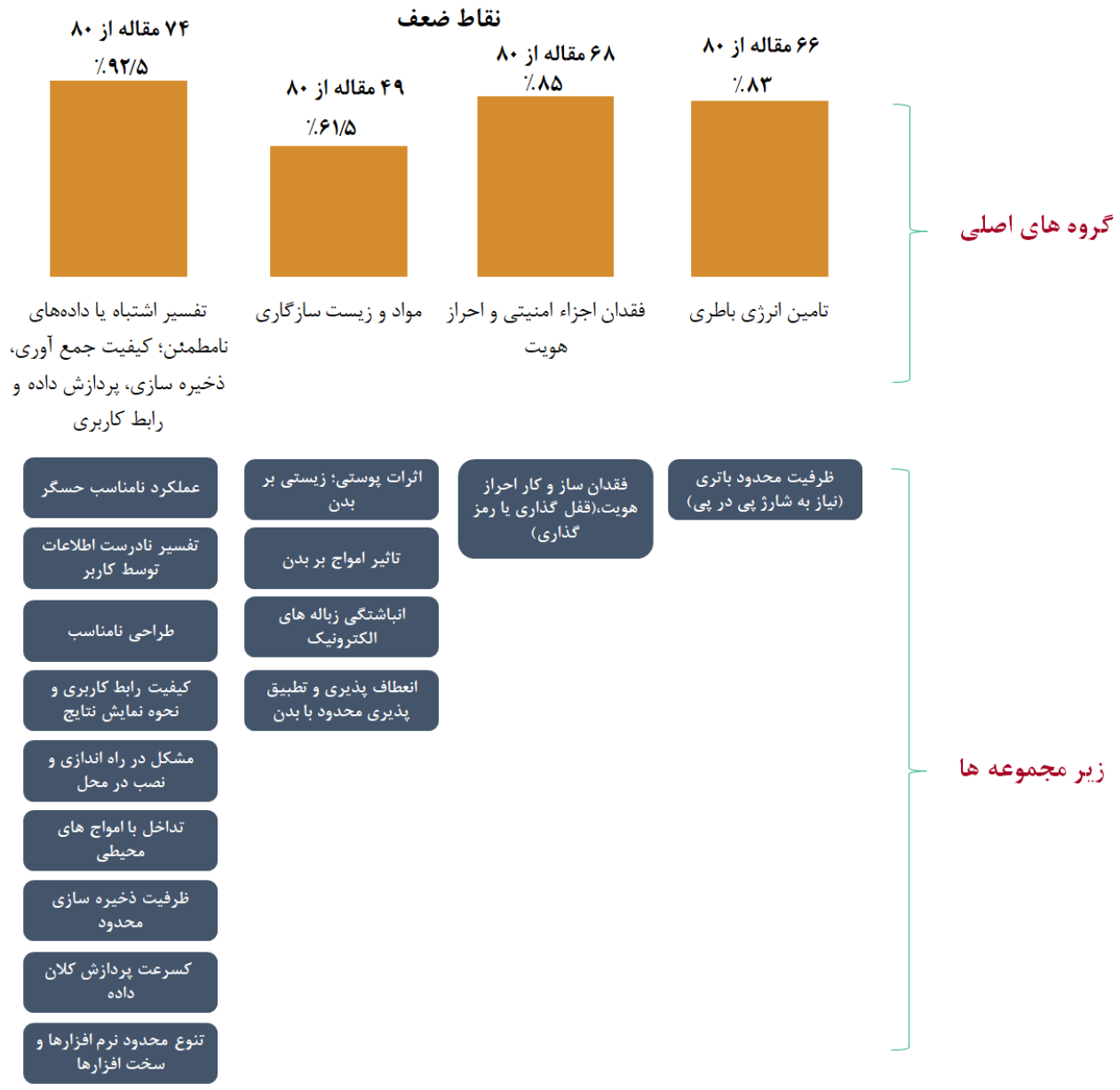
شکل ۲: نقاط قوت شناسایی شده و درصد فراوانی آن‌ها

* هر گروه از نقاط قوت شامل زیرمجموعه‌هایی است که در منابع مورد مطالعه به آن‌ها اشاره شده است. اعداد ذکر شده در بالای هر ستون معرف درصد یا تعداد منابعی است که به آن گروه از نقاط قوت اشاره کرده‌اند

نقاط ضعف

منظور از نقاط ضعف در مطالعه SWOT، محدودیت یا کمبود در منابع، امکانات و مهارت‌ها، یا خصوصیات و نقص‌های عملکردی است که به طور محسوس باعث افت راندمان سیستم نسبت به سایر رقبا می‌شود [۲۵]. از همین دیدگاه در این بررسی منظور از نقاط ضعف نقص‌های عملکردی موجود در ابزارهای الکترونیکی پوشیدنی بود که روند تکامل و توسعه فناوری را مختل کرده و می‌تواند باعث افت راندمان سیستم دربرگیرنده آن شود. جنبه‌های مختلف شناسایی شده نقاط ضعف در این مطالعه نیز در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی شدند. کیفیت پایین رابط کاربری و داده‌های نامطمئن با فراوانی ٪۹۲/۵ درصد در گزارش‌ها، اصلی‌ترین گروه از نقاط ضعف الکترونیک‌های پوشیدنی را تشکیل می‌دهد. بعد از آن به ترتیب فقدان اجزاء احراز هویت با فراوانی ٪۸۵، توان محدود باتری با فراوانی ٪۸۳ و خصوصیات مواد و زیست‌سازگاری با فراوانی ٪۶۱/۵ از جمله سایر نقاط ضعف مورد توجه محققان بودند. (شکل ۴).

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]



شکل ۳: نقاط ضعف شناسایی شده و درصد فراوانی آن‌ها

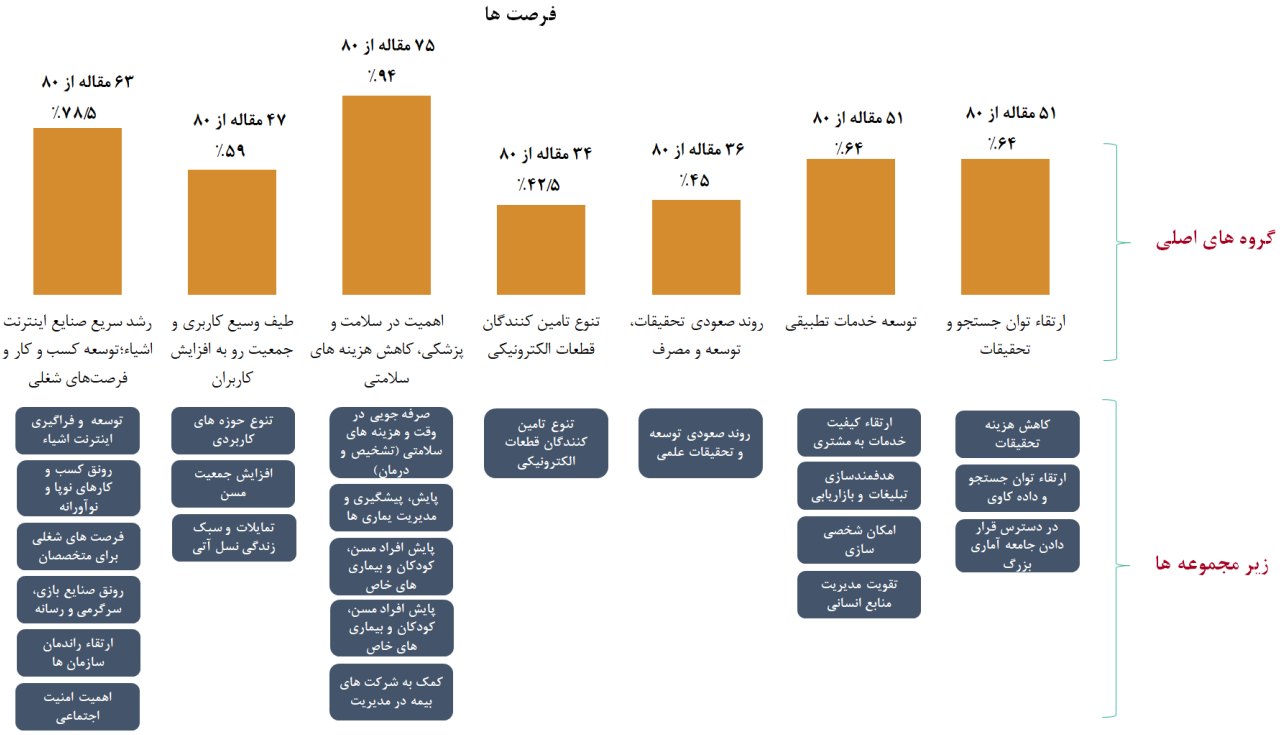
* هر گروه از نقاط ضعف شامل زیرمجموعه‌هایی است که در منابع مورد مطالعه به آن‌ها اشاره شده است. اعداد ذکر شده در بالای هر ستون معرف درصد یا تعداد منابعی است که به آن گروه از نقاط ضعف اشاره کرده‌اند

فرصت‌ها

منظور از فرصت در مطالعات SWOT، عناصر یا تحولات در محیط خارج است که یک پروژه یا سیستم می‌تواند از آن به نفع خود بهره‌برداری کند [۲۵]. وجه تمایز فرصت با نقاط قوت در این است که نقاط قوت بازتاب دهنده خصوصیات عملکردی درونی خود سیستم است در حالی که فرصت‌ها از اتفاقات خارجی نشأت می‌گیرند؛ به‌عبارت‌دیگر هرچه نقاط قوت در یک سیستم تقویت شوند شانس بهره‌برداری از فرصت‌ها برای آن سیستم بیشتر می‌شود [۲۶]. از این رو در این بررسی اثرات متقابل سودآوری که ابزارهای الکترونیکی پوشیدنی می‌توانند با عوامل بیرونی یا پیرامون خود مانند جامعه، کسب و کارها و نهادهای درگیر داشته باشند به عنوان فرصت در نظر گرفته شد. جنبه‌های مختلف فرصت در این بررسی در هفت گروه اصلی تقسیم‌بندی شد. از این بین اهمیت کاربرد در حوزه پزشکی و سلامت با فراوانی ۹۴٪ اصلی‌ترین فرصت پیشروی فناوری الکترونیک‌های پوشیدنی بود. بعد از آن به ترتیب توسعه فراگیر صنعت اینترنت اشیاء و کسب و کارهای نوپا با فراوانی ۷۸/۵٪، توجه به دریافت خدمات تطبیقی با فراوانی ۶۴٪، نیازهای حوزه تحقیق و جستجو با فراوانی ۶۴٪، کاربردهای متنوع و طیف وسیع کاربران با فراوانی ۵۹٪، روند امیدوار کننده تحقیقات

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

علمی با فراوانی ۴۵٪ و تنوع تأمین‌کنندگان قطعات الکترونیکی با فراوانی ۴۲/۵٪ از جمله سایر فرصت‌های پیشرو این فناوری از دیدگاه محققان می‌باشند (شکل ۵).



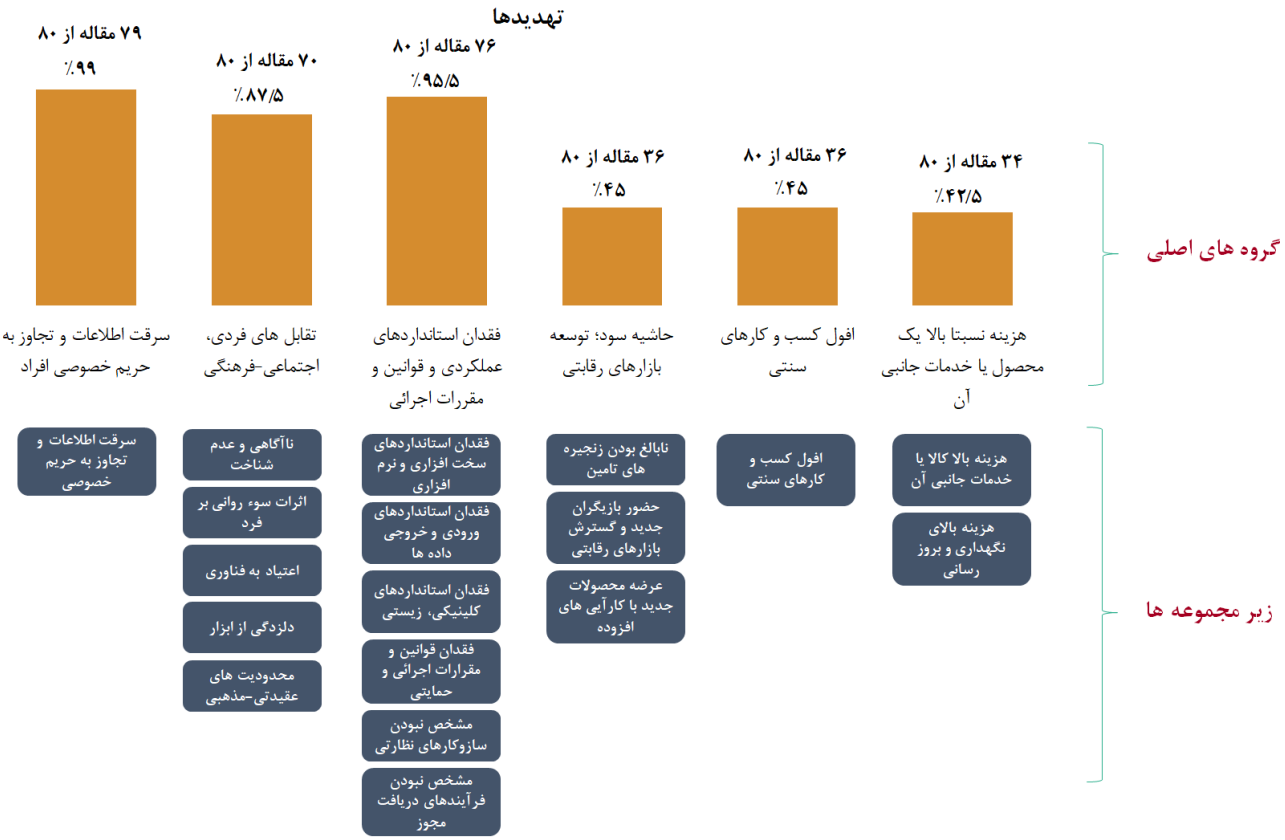
شکل ٤: فرصت‌های شناسایی شده و درصد فراوانی آن‌ها

* هر گروه از فرصت‌ها شامل زیرمجموعه‌هایی است که در منابع مورد مطالعه به آن‌ها اشاره شده است. اعداد ذکر شده در بالای هر ستون معرف درصد یا تعداد منابعی است که به آن گروه از فرصت‌ها اشاره کرده‌اند

تهدیدها

منظور از تهدید در مطالعات SWOT، عناصر یا تحولات در محیط خارج است که می‌تواند به ضرر یک پروژه یا سیستم تمام شود [۲۶، ۲۵]. از این رو در این بررسی آن دسته از عوامل محیطی (از سوی جامعه، نهادهای درگیر یا شرکت‌های تولید کننده و پردازنده اطلاعات و غیره) که می‌توانند روند توسعه فناوری‌های الکترونیکی پوشیدنی را مختل کنند به عنوان تهدید در نظر گرفته شدند. جنبه‌های مختلف تهدید در این بررسی در شش گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند که سرقت اطلاعات و تجاوز به حریم خصوصی با فراوانی ۹۹٪ اصلی‌ترین تهدید در حوزه الکترونیک‌های پوشیدنی است. بعد از آن به ترتیب فقدان استانداردهای عملکردی و مقررات اجرائی با فراوانی ۹۵/۵٪، تقابل‌های فردی، اجتماعی–فرهنگی با فراوانی ۸۷/۵٪، توسعه بازارهای رقابتی با فراوانی ۴۵٪، افول کسب و کارهای سنتی با فراوانی ۴۵٪ و هزینه بالا کالا، خدمات جانبی و نگهداری از ابزار با فراوانی ۴۲/۵٪ از جمله سایر تهدیدها پیشرو این فناوری می‌باشند.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]



شکل ۵: تهدیدها شناسایی شده و درصد فراوانی آن‌ها

* هر گروه از تهدیدها شامل زیرمجموعه‌هایی است که در منابع مورد مطالعه به آن‌ها اشاره شده است. اعداد ذکر شده در بالای هر ستون معرف درصد یا تعداد منابعی است که به آن گروه از تهدیدها اشاره کرده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری الکترونیک‌های پوشیدنی در ابتدای مسیر خود قرار دارند و با توجه به نقاط قوت عملکردی و کاربردی، همچنین فرصت‌های پیشرو، می‌توان آینده بسیار روشنی را برای آن‌ها طی یک دهه آینده پیش‌بینی کرد [۲۷]. برای بهره‌مندی هرچه بیشتر از توسعه این دانش یا فناوری لازم است به موقع نسبت به استفاده از فرصت‌ها و مقابله با چالش‌ها برنامه‌ریزی کرد. در مقایسه با مطالعات گذشته، در این بررسی به طور جامع‌تری جنبه‌های مختلف قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای الکترونیک‌های پوشیدنی گزارش شده است. در حالی که در مقاله رضایی و همکاران صرفاً نقاط قوت و فرصت‌های کاربردی الکترونیک‌های پوشیدنی در حوزه سلامت مرور شد؛ اما اشاره‌ای به نقاط ضعف یا تهدید آن‌ها نشد [۲۸]. همچنین مطالعات Pustiek و همکاران و عزتی آراسته‌پور و همکاران تنها بخشی از چالش‌های فنی و اخلاقی پیش‌رو این ابزارها را بررسی کردند [۳۰، ۲۹]. یکی دیگر از نقاط قوت مطالعه فعلی تقسیم‌بندی بهتری است که از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدها، بر اساس تعریف ارائه شده در قسمت نتایج، صورت گرفت. در حالی که در مطالعات دیگر عمدتاً نقاط قوت و فرصت از همدیگر قابل تمیز نبودند. مثلاً Yang و همکاران کمک به کاهش هزینه‌های حوزه سلامت و درمان را جزء نقاط قوت این ابزارها تقسیم‌بندی کردند [۱۴]. در حالی که این ویژگی جزء عناصری از محیط خارج است که به عنوان فرصت به وسیله الکترونیک‌های پوشیدنی قابل بهره‌برداری است. همچنین Casselman و همکاران جنبه‌هایی مانند توسعه بازارهای رقابتی و توجه سرمایه‌گذاران بزرگ را جزء نقاط قوت فناوری‌های پوشیدنی تقسیم کردند در حالی تمام جزء عناصر محیطی اثرگذار در روند توسعه این فناوری هستند [۲۷].

طی این مطالعه فرصت‌های حوزه پزشکی و سلامت جزء اصلی‌ترین نیروی محرکه یا فرصت در روند توسعه فناوری‌های الکترونیکی پوشیدنی شناسایی شد؛ به‌عبارت‌دیگر این فناوری‌ها می‌توانند نقش کلیدی در توسعه خدمات پزشکی از راه دور و مراقبت سلامت ایفا کنند. امروزه ارائه‌دهندگان و پژوهشگران نظام بهداشت و درمان، توسعه پزشکی از راه دور را به عنوان

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

جزء لاینفک سیستم‌های اطلاعات بهداشتی می‌دانند [۳۱]. با این حال بر اساس بررسی دشمنگیر و همکاران ایران در خصوص عوامل داخلی مربوط به فناوری پزشکی از راه دور دارای وضعیت ضعف نسبی می‌باشد [۳۲]. بیشترین تهدیدها در این حوزه از ضعف زیرساخت‌های فنی، فرهنگی و حقوقی، هماهنگی بین بخش‌های درگیر در حوزه فناوری پزشکی از راه دور (ضعف سیاست‌گذاری و موازی کاری) و دسترسی به اطلاعات دانش و فناوری پزشکی از راه دور ناشی می‌شود. ضعف و تهدیدها مشابه در مطالعات مافی مرادی و همکاران و صالح احمدی و همکاران نیز تأکید شده است [۳۴، ۳۳]. این تهدیدها در حوزه پزشکی از راه دور از جنبه زیربنایی همپوشانی بالایی با تهدیدهای شناسایی شده در مسیر توسعه فناوری‌های الکترونیکی پوشیدنی دارد که در این مطالعه به آن‌ها اشاره شده است. این مسئله در کنار دغدغه‌های جدی موجود در مسیر توسعه اینترنت اشیاء در ایران [۳۵]، توجه همه‌جانبه و هماهنگ بخش‌های درگیر حکومتی، علمی و صنعتی را به منظور دستیابی به راهکارهایی جهت غلبه بر این چالش‌ها طلب می‌کند. از این رو مطالعه حاضر با توجه به رویکرد ارائه شده از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدها می‌تواند منبع مناسبی برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی و ارائه راهکار خصوصاً در مسیر توسعه فناوری‌های الکترونیکی باشد. از جمله این گام‌های راهبردی قابل پیشنهاد در این حوزه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سرمایه‌گذاری و توسعه دانش و فناوری‌های زیر بنایی

توسعه فناوری‌های زیربنایی مورد نیاز اعم از حسگرها، محرک‌ها، مبدل‌ها، منابع تغذیه، ترازیستوره، نیمه‌رساناها، پردازشگرها، اتصال‌ها و سیستم‌های انتقال و پردازش داده یکی از گام‌های ابتدایی در راستای بومی‌سازی فناوری‌های الکترونیک پوشیدنی است که خود مستلزم توسعه هم‌زمان فناوری الکترونیک‌های ارگانیک، فوتونیک، تکنیک چاپ، رباتیک و مواد است؛ به‌عبارت‌دیگر توسعه گروه‌ها و متخصصین بین رشته‌ایی برای دستیابی به دانش فنی با توجه به روند پژوهش‌های علمی در دنیا، توسعه بسترهای انتقال و ذخیره‌سازی امن داده‌ها و پروتکل‌های احراز هویت طی آینده نزدیک قابل پیش‌بینی است [۳۷، ۳۶]. یکی از راه‌های ساده و مؤثر قابل پیش‌بینی برای حفظ اطلاعات، تعبیه سیستم مجوز از خارج است به گونه‌ایی که تنها بعد از تأیید هویت توسط کاربر امکان اتصال به سایر شبکه‌ها وجود داشته باشد. توسعه منابع تغذیه یکی دیگر از جنبه‌های مهم در روند توسعه فناوری در آینده خواهد بود. در این راستا توسعه باتری‌های یون–لیتیوم به صورت ورقه‌های نازک برای ابزارهایی که مصرف انرژی کمتری دارند قابل پیش‌بینی است. از آنجایی که این باتری‌ها همچنان برای ابزارهایی که مصرف انرژی متوسط به بالا دارند چندان کارآمد نیست، لذا توسعه پردازشگرها و پروتکل‌های ارتباطی کم مصرف نیز بیشتر مورد توجه قرار خواهند گرفت [۳۸، ۲۶،۲۷]. با این حال برای ابزارهای الکترونیکی که داخل بدن کاشته می‌شوند نیز توسعه منابع جدید تأمین انرژی مانند شارژر بی‌سیم، شارژ به وسیله نور محیط و میکروژنراتور دمایی و مکانیکی که از بدن تأمین انرژی می‌کنند ضروری خواهد بود [۳۹، ۱۷]. در حوزه پردازش داده نیز توسعه هرچه بیشتر انواع الگوریتم‌های یادگیری ماشین در جهت شناخت بهتر الگوها، آزمون فرضیه‌ها و تولید بهینه داده‌های مدل و ایجاد سریع‌تر پاسخ‌های مناسب قابل پیش‌بینی است [۴۰].

تدوین استاندارد، پروتکل و قوانین

تدوین استاندارد و آزمایش‌های دقیق به منظور ارزیابی امنیت اطلاعات و شبکه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و ایجاد زیر ساخت‌های لازم برای توسعه فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء از جمله گام‌های ضروری دیگر در جهت توسعه کاربردی الکترونیک‌های پوشیدنی است. اقدام فوری جهت تدوین مقررات فنی به طوری که با در برگرفتن سهم و تعهد صنعت، دولت، دانشگاه، پزشکان و کاربران نهایی و به صورت هم‌افزا با سایر فناوری‌های نوظهور مرتبط (مانند اینترنت اشیاء، فضای ابری و شبکه بی‌سیم حسگری بدن)، مسیری برای توسعه فناوری و تدوین استانداردها مشخص شود به طوری که جنبه‌ها و رابط‌های هر سیستم یا ابزار به روشی شفاف‌سازی و درک شود تا بتواند به راحتی با سایر محصولات و سیستم‌ها –چه در زمان حال و چه در آینده، در اجرا یا دسترسی و بدون هیچ محدودیتی– همکاری کند. تعریف اصطلاحات و نحوهای (Syntax) مشترک، استانداردسازی روش‌های تبادل داده و ذخیره‌سازی شامل یکپارچه‌سازی فرمت داده‌ها و پروتکل‌های ارتباطی از جمله این اقدامات می‌باشند [۳۸،۴۱،۴۲].

در ادامه لازم است قوانینی تدوین شوند برای تضمین این که استفاده گسترده از فناوری –به طور آشکار یا پنهان– به ابزاری با اهداف سوء برای جمع‌آوری داده، پایش و کنترل شهروندان تبدیل نخواهد شد. مسئله حریم خصوصی و فقدان استانداردها و مقررات اجرائی می‌تواند از تمایل کاربران برای اشتراک‌گذاری اطلاعات با سایر نهادها کاسته و کارآیی فناوری پوشیدنی را محدود کند [۴۳]؛ لذا تدوین قوانین و مقررات اجتماعی در

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

راستای پیشگیری از استفاده نامناسب و خطرآفرین از نظر امنیتی و همچنین حمایت از مصرف‌کنندگان از جمله اقدامات فوری مورد نیاز می‌باشد [۴۴].

از جمله اقدامات ضروری دیگر در این راستا عبارت است از تدوین روش‌های استاندارد کلینیکی به منظور کاشت یا خارج کردن الکترونیک‌های کاشتنی، روش‌های ارزیابی اثرات زیستی استفاده در درازمدت (مثلاً واکنش‌های آلرژیک)، تدوین ملاحظات و چارچوب‌های اخلاقی در استفاده از فناوری بر حسب نوع کاربرد [۴۵]. با توجه به اهمیت زیست‌سازگاری در الکترونیک‌های پوشیدنی، یکی از مسیرهای قابل پیش‌بینی در تکامل این فناوری استفاده از زیست‌مواد ازجمله سلولز و فیبرهای سیلک (Silk fibroin) به صورت کامپوزیت با مواد رایج فعلی مانند نانومواد کربنی یا فلزی با هدف ارتقاء خصوصیات زیستی مواد سازنده است؛ لذا پایش منابع زیستی پایدار به منظور بهره‌برداری و ارزش‌آفرینی در زنجیره تأمین باید در روند توسعه این فناوری‌ها مورد توجه جدی‌تری قرار گیرد.

تشویق و حمایت از واحدهای تولیدی

ایجاد به موقع اتحادهای صنعتی و صنفی به منظور تضمین قابلیت تعاون و درگیر کردن گروه‌های کوچک به منظور افزایش تنوع، بهره‌مندی از بینش و خلاقیت آن‌ها و در نهایت گسترش مقبولیت اجتماعی یکی دیگر از اقدامات مورد نیاز در مسیر توسعه الکترونیک‌های پوشیدنی است. رشد و حضور شرکت‌های نوپا در حوزه الکترونیک‌های پوشیدنی ضمن کارآفرینی و به کارگیری افراد متخصص با خود نوآوری و خلاقیت نیز به همراه خواهد داشت و این می‌تواند راه‌های جدیدی به سوی مسائل حل نشده فعلی بگشاید و به بلوغ هرچه بیشتر زنجیره تأمین کمک کند [۲۷]. هم‌زمان با روند صعودی سرمایه‌گذاری‌ها و حضور بازیگران جدید، به علت افزایش فضای رقابتی، لازم است تا شرکت‌ها ضمن پایش پیوسته بازار، محصولات خود را متناسب با نیاز کاربران بهینه و شخصی‌سازی کنند.

آموزش و افزایش آگاهی جامعه

از جمله اقدامات ضروری و قابل پیشنهاد آگاهی‌رسانی و آموزش در مورد نحوه استفاده درست و خطرات سرقت اطلاعات به کاربران است. از جمله مشکلات قابل پیش‌بینی هم‌زمان با همه‌گیر شدن فناوری، احساس تنهایی عاطفی یا طردشدگی در افراد خصوصاً افراد سالمند و همچنین چالش اعتیاد به اینترنت و اثرات آن بر روابط خانوادگی و اجتماعی است [۴۲]. پایش دائمی شرایط فیزیولوژیک می‌تواند در نهایت به کاربر یک حالت فیزیولوژیک خاص را القا کند و پیامدهایی مانند افسردگی، استرس یا کاهش اعتمادبه‌نفس را به همراه داشته باشد. استفاده از بعضی از این ابزارها مثلاً تاتوهای الکترونیکی حتی می‌تواند در بعضی جوامع از نظر عقیدتی یا سیاسی نیز چالش‌زا شود [۱۲].

از جمله محدودیت‌هایی که می‌توان در روند این پژوهش ذکر کرد، ناکافی بودن منابع علمی داخلی اعم از مطالعات بنیادی یا کارآزمایی بالینی بوده است؛ لذا اکثر اطلاعات استخراج شده در این پژوهش بر اساس منابع خارجی است که ممکن است تصویر کاملی از وضعیت چالش‌ها در داخل ایران ارائه ندهد. با این حال، نتایج این پژوهش می‌تواند شمای کاملی از وضعیت فعلی الکترونیک‌های پوشیدنی به عنوان یکی از فناوری‌های آینده و پر اهمیت در پایش سلامت فرد، جامعه ارائه کند. افزایش سن جمعیت و متعاقب آن شیوع بیماری‌های مزمن و مشکلات سلامتی ناشی از شهرنشینی و صنعتی‌شدن و همچنین نیازها برای ایمنی شخصی به عنوان اصلی‌ترین نیروی محرکه و منبع تقاضا، فرصتی حیاتی برای توسعه این فناوری‌ها فراهم آورده است. با توجه به نقش بیماری‌های مزمن و روانی در شیوع مرگ‌ومیر و از کارافتادگی و همچنین توزیع جمعیتی و دسترسی به خدمات سلامتی، توسعه و استفاده از الکترونیک‌های پوشیدنی یک راهبرد مناسب برای پایش و ارائه خدمات خصوصاً در حوزه مراقبت سلامت خواهد بود که این نیازمند توجه به موقع به زیرساخت‌ها و الزامات مورد نیاز و چالش‌های پیشرو این فناوری است. از این رو نتایج و گام‌های راهبردی پیشنهاد شده در این پژوهش می‌تواند توسط بیمارستان‌ها، نهادهای قانون‌گذاری، کارآفرینان و شرکت‌های فعال در این حوزه به منظور تدوین راهبرد و تعیین جایگاه خود در بازار الکترونیک پوشیدنی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان و دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی انجام شده است.

تعارض منافع

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

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

References

1. Anand MA, Venkatesh MP, Pramod TM. Wearable Healthcare Technology - The Regulatory Perspective. International Journal of Drug Regulatory Affairs 2016, 4(1):1-5. doi: 10.22270/ijdra.v4i1.13

2. Düking P, Hotho A, Holmberg H-C, Fuss FK, Sperlich B. Comparison of Non-Invasive Individual Monitoring of the Training and Health of Athletes with Commercially Available Wearable Technologies. Front Physiol 2016; 7: 71. doi: 10.3389/fphys.2016.00071

3. Düking P, Achtzehn S, Holmberg HC, Sperlich B. Integrated Framework of Load Monitoring by a Combination of Smartphone Applications, Wearables and Point-of-Care Testing Provides Feedback that Allows Individual Responsive Adjustments to Activities of Daily Living. Sensors (Basel) 2018;18(5):1632. doi: 10.3390/s18051632

4. Berglund ME, Duvall J, Dunne LE. A survey of the historical scope and current trends of wearable technology applications. In Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers; 2016 Sep; Heidelberg, Germany: ACM; 2016. p. 40-3. doi: 10.1145/2971763.2971796

5. Kumar S. Technological and business perspective of wearable technology [dissertation]. Finland: Centria University; 2017.

6. Godfrey A, Hetherington V, Shum H, Bonato P, Lovell NH, Stuart S. From A to Z: Wearable technology explained. Maturitas 2018;113:40-7. doi: 10.1016/j.maturitas.2018.04.012

7. Saidi M, Hassanpoor H, Azizi Lari A. Proposed new signal for real-time stress monitoring: Combination of physiological measures. AUT Journal of Electrical Engineering 2017; 49(1):11-8. doi: 10.22060/EEJ.2016.822

8. Mück JE, Ünal B, Butt H, Yetisen AK. Market and Patent Analyses of Wearables in Medicine. Trends Biotechnol 2019;37(6):563-6. doi: 10.1016/j.tibtech.2019.02.001

9. Dunn J, Runge R, Snyder M. Wearables and the medical revolution. Per Med 2018;15(5):429-48. doi: 10.2217/pme-2018-0044

10. Research and Markets. Wearable Electronics-Global Market Outlook (2017-2026). Ltd SMRCP; 2018.

11. Zhou X, Zhu L, Fan L, Deng H, Fu Q. Fabrication of Highly Stretchable, Washable, Wearable, Water-Repellent Strain Sensors with Multi-Stimuli Sensing Ability. ACS Appl Mater Interfaces 2018;10(37):31655-63. doi: 10.1021/acsami.8b11766

12. Li N, Hopfgartner F. To log or not to log? SWOT analysis of Self-Tracking. Berlin: Springer Wiesbaden; 2016.

13. Consumer Lab.Wearable technology and the IoT: Consumer views on wearables beyond health and wellness. Stockholm: Ericsson; 2016.

14. Yang Y, Yu S, Hao Y, Xu X, Liu H. The SWOT Analysis of the Wearable Devices in Smart Health Applications. International Conference on Smart Health; 2016 Dec 24-25; Haikou, China: ICSH; 2016: p. 3-8. doi: 10.1007/978-3-319-59858-1_1

15. Wang C. The Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Analysis of Big Data Analytics in Healthcare. International Journal of Big Data and Analytics in Healthcare 2019; 4(1):1-14. doi: 10.4018/IJBDAH.2019010101

16. Catherwood PA, Finlay DD, McLaughlin JA. Subcutaneous body area networks: A SWOT analysis. International Symposium on Technology and Society (ISTAS); 2015 Nov 11-12; Dublin, Ireland: IEEE; 2015. p. 1-8. doi: 10.1109/ISTAS.2015.7439414

17. Hannan MA, Mutashar S, Samad SA, Hussain A. Energy harvesting for the implantable biomedical devices: issues and challenges. BioMedical Engineering OnLine 2014; 13(1):79.

18. Talebi N, Hallam C, Zanella G. The new wave of privacy concerns in the wearable devices era. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET); 2016 Sep 3-4; Honolulu, HI, USA: IEEE; 2016. p. 3208-14. doi: 10.1109/PICMET.2016.7806826

19. Yu J, Hou B. Survey on IMD and Wearable Devices Security Threats and Protection Methods. 4th International Conference on Cloud Computing and Security; 2018 Jun 8-10; Haikou, China: Springer; 2018. p. 90-101. doi: 10.1007/978-3-030-00021-9_9

20. Kim D, Park S, Choi K, Kim Y. BurnFit: Analyzing and Exploiting Wearable Devices. Springer International Publishing; 2016; 227-39.

21. Onwubiko C. Security operations centre: situation awareness, threat intelligence and cybercrime. International Conference on Cyber Security And Protection of Digital Services (Cyber Security); 2017 Jun 19-20; London, UK: IEEE; 2017. p.1-6. doi: 10.1109/CyberSecPODS.2017.8074844

22. Okoli C, Schabram K. A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. 2010; 1-2. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1954824.

23. Loncar-Turukalo T, Zdravevski E, da Silva J. M, Chouvarda I. Literature on wearable technology for connected health: Scoping review of research trends, advances, and barriers. Journal of Medical Internet Research 2019; 21(9): e14017. doi: 10.2196/14017

24. Silva M. A systematic review of Foresight in Project Management literature. Procedia Computer Science 2015; 64:792-9. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.630

25. Pickton DW, Wright S. What's swot in strategic analysis?. Strategic Change 1998; 7(2):101-9. doi: 10.1002/(SICI)10991697(199803/04)7:23.0.CO;2-6

26. Panagiotou G. Bringing SWOT into focus. Business Strategy Review 2003;14(2):8-10. doi: 10.1111/1467-8616.00253

27. Casselman J, Onopa N, Khansa L. Wearable healthcare: Lessons from the past and a peek into the future. Telematics and Informatics 2017; 34(7):1011-23. doi: 10.1016/j.tele.2017.04.011

28. Rezayi S, Safaei AA. A Systematic Review of Wearable Technologies and their Applications in

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

Health. Journal of Health and Biomedical Informatics 2016; 3(3): 233-42. [In Persian]
29. Pustiek M, Beristain A, Kos A. Challenges in Wearable Devices Based Pervasive Wellbeing Monitoring. International Conference on Identification, Information, and Knowledge in the Internet of Things; 2015 Oct 22-23; Beijing, China: IEEE; 2015. p. 236-43. doi: 10.1109/IIKI.2015.58
30. Ezzati Arasteh Pour F, Aliahmadi Jeshfaghani H. A review of the ethical challenges in health technologies (case study: digital health technologies). Journal of Medical Ethics and History of Medicine 2018; 11(1):397-416. [In Persian]
31. Mirhashemi S, Rasouli HR, Mirhashemi AH. Necessity of Telemedicine. Trauma Mon 2015;20(4):e25616. doi: 10.5812/traumamon.25616
32. Doshmangir L, Esmaeil Zadeh H, Arab Zozani M. Assessing the Strategic Position of Telemedicine Technology in Iran. J Manage Med Inform Sci 2015; 2(2): 144-51. [In Persian]
33. Mafi S, Moradi, Doshmangir L, Kabiri N. Challenges and Opportunities of Telemedicine: A Narrative Review Study. Health Information Management 2019; 15(6):294-9. [In Persian]
34. Salehahmadi Z, Hajialiasghari F. Telemedicine in iran: chances and challenges. World J Plast Surg 2013;2(1):18-25.
35. Akhavan H. IoT Network and Standards. Research Institute for Information and Communication Technology. Tehran: Arad; 2019. [In Persian]
36. Bellekens XJ, Nieradzinska K, Bellekens A, Seeam P, Hamilton AW, Seeam AJI. A Study on Situational Awareness Security and Privacy of Wearable Health Monitoring Devices. Intl. Journal on Cyber Situational Awareness 2016; 1(1):74-96. doi: 10.22619/IJCSA.2016.100104
37. Ching KW, Singh MM. Wearable technology devices security and privacy vulnerability analysis. International Journal of Network Security & Its Applications 2016; 8(3):19-30. doi: 10.5121/ijnsa.2016.8302
38. Hussein AI. Wearable computing: Challenges of implementation and its future. 12th Learning and Technology Conference; 2015 Apr 12-13; Jeddah, Saudi Arabia: IEEE; 2015. p. 14-9. doi: 10.1109/LT.2015.7587224
39. Jiang H, Chen X, Zhang S, Zhang X, Kong W, Zhang T. Software for Wearable Devices: Challenges and Opportunities. 39th Annual Computer Software and Applications Conference; 2015 Jul 1-5; Taichung, Taiwan: IEEE; 2015. p. 592-7. doi: 10.1109/COMPSAC.2015.269
40. Sperlich B, Düking P, Holmberg HC. A SWOT Analysis of the Use and Potential Misuse of Implantable Monitoring Devices by Athletes. Front Physiol 2017; 8: 629. doi: 10.3389/fphys.2017.00629
41. National library of medicine. Health Information Technology and Health Data Standards at NLM. U.S: NLM; 2015.
42. Hadjioannou V, Mavromoustakis CX, Mastorakis G, Dobre C, Goleva RI, Garcia NM. Cloud-Oriented Domain for AAL. IC1303 AAPELE (Algorithms, Architectures and Platforms for Enhanced Living Environments). Butterworth-Heinemann; 2017. p. 271-86. doi: 10.1016/B978-0-12-805195-5.00011-9
43. Fox S, Duggan M. Tracking for Health. Pew Research Center's Internet & American Life Project; 2013.
44. European Association of Hearing Aid Professionals. Smart Wearables: Reflection and Orientation Paper. AEA; 2017. p. 1-57.
45. Chang V, Xu X, Wong B, Mendez V. Ethical Problems of Smart Wearable Devices. 4th International Conference on Complexity, Future Information Systems and Risk; 2019 May 2; Heraklion, Crete: SciTePress; 2019. p. 121-9.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2020; 7(3): 337-350

The Investigation and Analysis of the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats of Wearable Electronic Technologies: A Systematic Review

Pashandi Zaiddodine[1], Kazerooni Hanif[2], Hassanpoor Hossein[2]*

• **Received:** 14 Dec 2019 • **Accepted:** 11 May 2020

Introduction: Wearable electronic devices, which are based on Internet of Things (IoT) and big data computing, are able to continuously collect and process the physiological and environmental data and exchange them with other tools, users, and internet networks. Therefore, despite their potential benefits in health monitoring, they can pose serious risks, especially in breach of privacy. Hence, the main question in this study was to identify the most important strengths, weaknesses, opportunities, and threats related to wearable electronic technologies.

Method: In this study, StArt 3.4 software was used for systematic review. Studies until November 30, 2019 were searched for keywords in "Scopus", "IEEE", "PubMed", "Springer", "Magiran", "SID", and "Sivilica" databases and Google search engine.

Results: After deleting duplicate and unrelated documents, 80 documents were selected for final review and were analyzed using descriptive statistics. Accordingly, the main identified strength, weakness, opportunity, and threat were "improving lifestyle and human capabilities", "low data reliability and user interface", "applications in health and medicine", and "information abuse and privacy breach" with 97.5%, 92.5%, 94%, and 99% frequency, respectively.

Conclusion: The results of this study showed that improving human capabilities and application in medicine and health care are the main driving forces for the development of wearable electronic technologies. Therefore, in order to take advantage of the opportunities and overcome the potential threats of this technology, planning for the development and application of indigenous knowledge, as well as the development of the required standards and rules, must be put on the agenda immediately

Keywords: Wearable Electronic Technologies, Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, SWOT analysis

• **Citation:** Pashandi Z, Kazerooni H, Hassanpoor H. The Investigation and Analysis of the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats of Wearable Electronic Technologies: A Systematic Review. Journal of Health and Biomedical Informatics 2020; 7(3): 337-50. [In Persian]

1. Ph.D. in Biophysics, Research Associate, Defense Science and Technology Dept., Logistics Institute, Supreme National Defense University, Tehran, Iran
2. Ph.D. in Chemical Engineering, Assistant Professor, Defense Science and Technology Dept., Logistics Institute, Supreme National Defense University, Tehran, Iran
3. Ph.D. in Biomedical Engineering, Assistant Professor, Defense Science and Technology Dept., Logistics Institute, Supreme National Defense University, Tehran, Iran*

***Corresponding Author**: Hossein Hassanpoor
Address: Defense Science and Technology Dept., Logistics Institute, Supreme National Defense University, Babayi Expressway, Tehran, Iran
• **Tel:** 02122448076 • **Email:** Hassanpoor@elenoon.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-06-10]