مجله پیاورد سلامت
دوره ۱۸، شماره ۶، بهمن ۱۴۰۳، ۶۰۴-۵۸۹
مقاله مروری

زیست‌بوم سلامت هوشمند پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان: مرور نظام‌مند کیفی

ایوب محمدیان[۱]، علی معینی[۲*]، مهناز سنجری[۳*]، زهرا عبدالله‌زاده[٤]

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۷/۷
پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰

* نویسندگان مسئول:
علی معینی؛
دانشکده علوم مهندسی دانشگاه تهران
مهناز سنجری؛
پژوهشکده علوم بالینی غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران

Emails:
moeini@ut.ac.ir
msanjari@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: سلامت هوشمند به‌دلیل ظرفیتی که در پیشگیری از بیماری دارد، راهکار مناسبی برای ارایه خدمات پیشگیری از شکستگی پوکی استخوان است. از طرفی وجود روابط تنگاتنگ میان سازمان‌های فعال برای پیشگیری از این بیماری، ایجاب می‌کند که این حوزه از دیدگاه زیست‌بومی بررسی گردد. بنابراین هدف از انجام این مطالعه، شناسایی عناصر و بازیگران زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان در سلامت هوشمند است.

روش بررسی: یک مرور نظام‌مند کیفی از نوع فراترکیب برای یافتن منابع مربوط به پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان انجام شد. بدین‌منظور پایگاه‌های علمی Web of Science, Scopus, PubMed بررسی گردیدند و از بین ۱۰۳٤٤ منبع یافت شده، ۱۵۵ مورد برای انجام فراترکیب انتخاب شدند. در پایان با به‌کارگیری روش آنتروپی شانون، مقوله‌های هر بعد، رتبه‌بندی شدند.

یافته‌ها: این مرور نظام‌مند، نشان داد که زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان دربرگیرنده‌ی چهار دسته عنصر اصلی یعنی اصلاح سبک زندگی(تغذیه، ورزش، پیشگیری از سقوط، ترک دخانیات، الکل و کافئین)، بالینی(غربالگری، تشخیص و درمان دارویی و غیر دارویی)، فناورانه(زیرساخت، پلتفرم و کاربرد) و زمینه‌ای(فرهنگی، مشارکت اجتماعی، سیاستی، اقتصادی و آموزش) است که در رتبه‌بندی کاربرد و زیرساخت جایگاه اول و دوم و پلتفرم و آموزش به‌طور مشترک جایگاه سوم را گرفتند. بازیگران نیز در سه لایه هسته اصلی(اعضای تیم پیشگیری و درمان شکستگی، بنگاه‌های مرتبط با پیشگیری و درمان شکستگی، سایر ذینفعان حوزه سلامت، بنگاه‌های فناورانه)، لایه توسعه‌یافته(افراد مبتلا یا در معرض خطر، ذینفعان آموزش، ذینفعان فرهنگی، ذینفعان اجتماعی، ذینفعان حوزه سلامت) و لایه خارجی(سازمان‌های بین‌المللی، وزارت‌خانه‌های ملی) دسته‌بندی شدند. در رتبه‌بندی، افراد مبتلا یا در معرض خطر، سایر ذینفعان حوزه سلامت و اعضای تیم پیشگیری و درمان شکستگی، به‌ترتیب جایگاه‌های اول تا سوم را گرفتند.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد که عناصر«فناورانه»، «زمینه‌ای»، «اصلاح سبک زندگی» و «بالینی» به‌ترتیب در جایگاه‌های اول تا چهارم قرار دارند. همچنین، رتبه اول به بازیگران لایه توسعه یافته اختصاص یافت؛ بازیگران هسته اصلی رتبه‌ی دوم و بازیگران لایه خارجی رتبه‌ی سوم را گرفتند.

واژه‌های کلیدی: زیست‌بوم، سلامت، هوشمند، پیشگیری اولیه، پوکی استخوان

۱ دانشیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲ استاد گروه الگوریتم‌ها و محاسبات، دانشکده علوم مهندسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳ دانشیار مرکز تحقیقات استئوپروز، پژوهشکده علوم بالینی غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

٤ دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

مقدمه

سلامت هوشمند، یک سیستم ارایه خدمات درمانی است که از فناوری‌هایی مانند تجهیزات پوشیدنی، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی بهره می‌برد. این سیستم به اتصال ذینفعان و نهادهای مرتبط کمک کرده و مدیریت فعالانه‌ی نیازهای درمانی را از طریق روش هوشمندانه تسهیل می‌کند(۱). همچنین، با تشکیل تیم‌های بین‌رشته‌ای و ایجاد شبکه‌ای از شرکای متخصص، می‌توان از ظرفیت سلامت هوشمند برای پیشگیری از بیماری‌ها استفاده کرد(۲) که این رویکرد به یک زیست‌بوم هماهنگ و کارآمد نیاز دارد(۳).

استفاده از ظرفیت ابزارهای هوشمند در پیشگیری و مدیریت بیماری‌ها نیازمند ارتقای مهارت و دانش به‌کارگیری فناوری‌ها توسط متخصصان و تعامل چندذینفعی است(٤). اثربخشی هوشمندسازی سلامت به همکاری نزدیک مهندسان فناوری اطلاعات، پزشکان، بیماران، مراکز درمانی و کسب‌وکارهای مرتبط بستگی دارد(۵). برای تحقق این هدف، ایجاد یک زیست‌بوم مناسب ضروری است تا راهکارهای هوشمند به‌طور مؤثر در زیرساخت‌های موجود ادغام شوند و ارزش افزوده‌ای برای تمامی بازیگران سیستم سلامت ایجاد کنند(٦). با وجود مزایای زیست‌بوم جامع، احصای تمام عناصر و ذینفعان آن به‌دلیل وسعت و پیچیدگی حوزه‌ی سلامت دشوار است؛ بنابراین، طراحی زیست‌بوم با تمرکز بر یک بیماری خاص می‌تواند منطقی‌تر و کارآمدتر باشد. این رویکرد به تسهیل همکاری و هماهنگی میان ذینفعان کمک می‌کند و می‌تواند به بهبود نتایج سلامت منجر شود.

بیماری‌های غیرواگیردار، شایع‌ترین علت مرگ‌ومیر زودرس و ناتوانی در جهان هستند(۷) و ۷۱ درصد از کل مرگ‌ها را شامل می‌شوند(۸). پوکی استخوان به‌عنوان شایع‌ترین بیماری متابولیکی استخوان، یک بیماری مزمن و تهدید اقتصادی-اجتماعی است که با سالمندی جمعیت به اپیدمی جهانی تبدیل شده است(۸). این بیماری پیامدهای زیادی از جمله کاهش کیفیت زندگی، از دست دادن استقلال، درد و ناتوانی، و افزایش خطر شکستگی مجدد به میزان ۲ تا ۳ برابر پس از اولین شکستگی دارد(۹).

این بیماری، بار مالی زیادی بر نظام سلامت کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته تحمیل می‌کند(۱۰). همچنین، نتایج مطالعه‌ی کشوری استئوپروز ایرانیان (Iranian Multicenter Osteoporosis Study) یا آیموس (IMOS) نشان می‌دهد شیوع استئوپنی و استئوپروز در ۱۴۵۰ شرکت‌کننده‌ی ایرانی ۵۰ سال به بالا به‌ترتیب ٤۹/۸٪ و ۲۹/۸٪ است(۱۱). از میان افراد مبتلا به پوکی استخوان ۸۸/٤٪ از این افراد قبلاً از تشخیص خود بی اطلاع بودند که این شرایط پوکی استخوان را پیچیده‌تر می‌کند؛ به‌ویژه این‌که شکستگی می‌تواند اولین نشانه‌ی وجود پوکی استخوان برای بیمار باشد(۱۲).

با توجه به قابل پیشگیری بودن این بیماری(۱۳)، کم هزینه‌تر بودن خدمات پیشگیری از شکستگی نسبت به هزینه‌های درمان(۱٤) و این‌که مداخلات سلامت هوشمند در بیماران مبتلا به شکستگی‌های ناشی از شکنندگی و برای پیشگیری از شکستگی‌های ثانویه، نسبت به مراقبت‌های معمول دو برابر بیشتر مؤثر است(۱۵)، لازم است تمهیدات لازم برای پیشگیری از بیماری صورت گیرد.

پژوهش‌های انجام شده در خصوص مطالعه و تحقیق زیست‌بوم سلامت هوشمند، دارای نواقصی همچون تمرکز صرف بر چارچوب‌های فنی(۱٦) و استفاده از فناوری‌های هوشمند و نوظهور همچون هوش‌مصنوعی و یادگیری ماشین(۱۷)، توجه به زیست‌بوم در مراحل درمان و نادیده گرفتن بخش پیشگیری(۱۸) و حل چالش زیست‌بوم سلامت هوشمند با استفاده از فناوری هوشمند(۱۹) و هماهنگ‌سازی مراکز ارایه خدمات سلامت و منازل جهت پایش و مراقبت(۲۰) هستند. همچنین، در پژوهش‌های ناظر بر یک بیماری خاص مانند آسم(۱۸)، مراقبت و درمان سالمندان(۲۱)، اندام فوقانی سکته مغزی(۲۲)، پارکینسون(۲۳) و بیماری مزمن نوجوانان در حال گذر از وابستگی به خودمدیریتی(۲٤) همه عناصر شناسایی شده الزاماً قابل تعمیم به بیماری‌های دیگر نیستند؛ برخی پژوهش‌ها هم که به قدرت فناوری‌های دیجیتال و هوشمند برای مقابله با بیماری پوکی استخوان پرداخته‌اند، بیشتر ناظر به تشخیص تحلیل رفتگی استخوان(۲۵)، خود مدیریتی بلندمدت پوکی استخوان(۲٦)، مدل مراقبتی هوشمند برای شکستگی‌های لگن(۲۷) و مراقبت پس از شکستگی(۲۸) بوده‌اند، فلذا به پیشگیری از بیماری توجه نکرده و دیدگاه زیست‌بومی در به‌کارگیری ابزارهای هوشمند و با تمرکز بر این بیماری وجود ندارد و عناصر و بازیگران درگیر در مدیریت این بیماری را شناسایی نکرده‌اند.

از طرف دیگر، شناسایی عناصر و بازیگران کلیدی در زیست‌بوم سلامت از لحاظ هدفمندکردن هوشمندسازی بسیار اهمیت دارد؛ بدین‌ترتیب، پژوهش حاضر برای پر کردن این شکاف‌ها و در صدد شناسایی عناصر و بازیگران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی‌استخوان در سلامت هوشمند است.

بنابراین، سوال اصلی تحقیق حاضر این است که عناصر و بازیگران زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان در سلامت هوشمند کدامند؟

روش بررسی

زیست‌بوم یک موضوع پیچیده و چندبعدی است(۲۹) و ترکیب آن با سلامت هوشمند که سیستم پیچیده و چندبازیگری متشکل از عناصر، رفتارها و تعامل‌های ناهمگن است(۳۰) و پیشگیری(که از طریق تیم‌های بین‌رشته‌ای و موقعیت‌های چندگانه فراهم می‌شوند)(۲) باعث چند برابر شدن پیچیدگی آن می‌شود؛ با توجه به این‌که در بررسی پدیده‌های پیچیده به‌کارگیری روش کیفی باعث ایجاد درک عمیق‌تری از زمینه‌ها، روابط و پیچیدگی‌های مربوط به موضوع می‌شود(۳۱) برای این پژوهش مرور نظام‌مند کیفی انتخاب شد.

مرور نظام‌مند کیفی روشی برای یکپارچه‌سازی با مقایسه کردن یافته‌ها از پژوهش کیفی است که دانش انباشته ناشی از این روند به توسعه‌ی یک نظریه جدید، یک روایت فراگیر، تعمیمی وسیع‌تر یا تفسیری تازه منجر می‌شود(۳۲). یکی از فنونی که برای این کار استفاده می‌شود، فراترکیب است که هدف آن، توسعه‌ی نظریه، خلاصه‌سازی و تعمیم در سطح بالا برای ایجاد دسترسی بیشتر به یافته‌های کیفی به‌منظور کاربرد عملی آن‌هاست(۳۳). بدین‌ترتیب، شناسایی و دسته‌بندی عناصر و بازیگران زیست‌بوم با توجه به هدف پژوهش نیاز به ایجاد چارچوب و تفسیری جدید و تعمیمی وسیع‌تر دارد که با انجام فراترکیب محقق می‌شود.

به‌منظور تحقق هدف پژوهش، روش هفت مرحله‌ای Sandelowski و Barroso (۳۳) استفاده گردید.

- مرحله اول: تنظیم سوال پژوهش

تنظیم سوال پژوهش نیازمند تعیین پارامترهایی است که برای تحقیق حاضر این‌گونه بیان می‌شوند:

چه‌چیزی: عناصر و بازیگران زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان در سلامت هوشمند کدامند؟

جامعه مورد مطالعه: اسناد بالادستی به زبان فارسی(همچون گایدلاین مربوط به بیماری پوکی استخوان، سند ملی سلامت و سند ملی پیشگیری و کنترل بیماری‌های غیرواگیردار) و منابع اطلاعاتی به زبان انگلیسی از پایگاه‌های علمی Web of Science ,Scopus ,PubMed بررسی شدند.

چه‌زمانی: پژوهش‌های منتشرشده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ بررسی گردیدند.

چگونه: گردآوری داده‌ها از پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه زیست‌بوم سلامت هوشمند پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان انجام شد.

- مرحله دوم: مرور نظام‌مند ادبیات

جدول ۱ پایگاه‌های علمی بررسی شده از طریق رشته جستجوی مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول ۱: نتایج جستجو در پایگاه‌های مطالعاتی

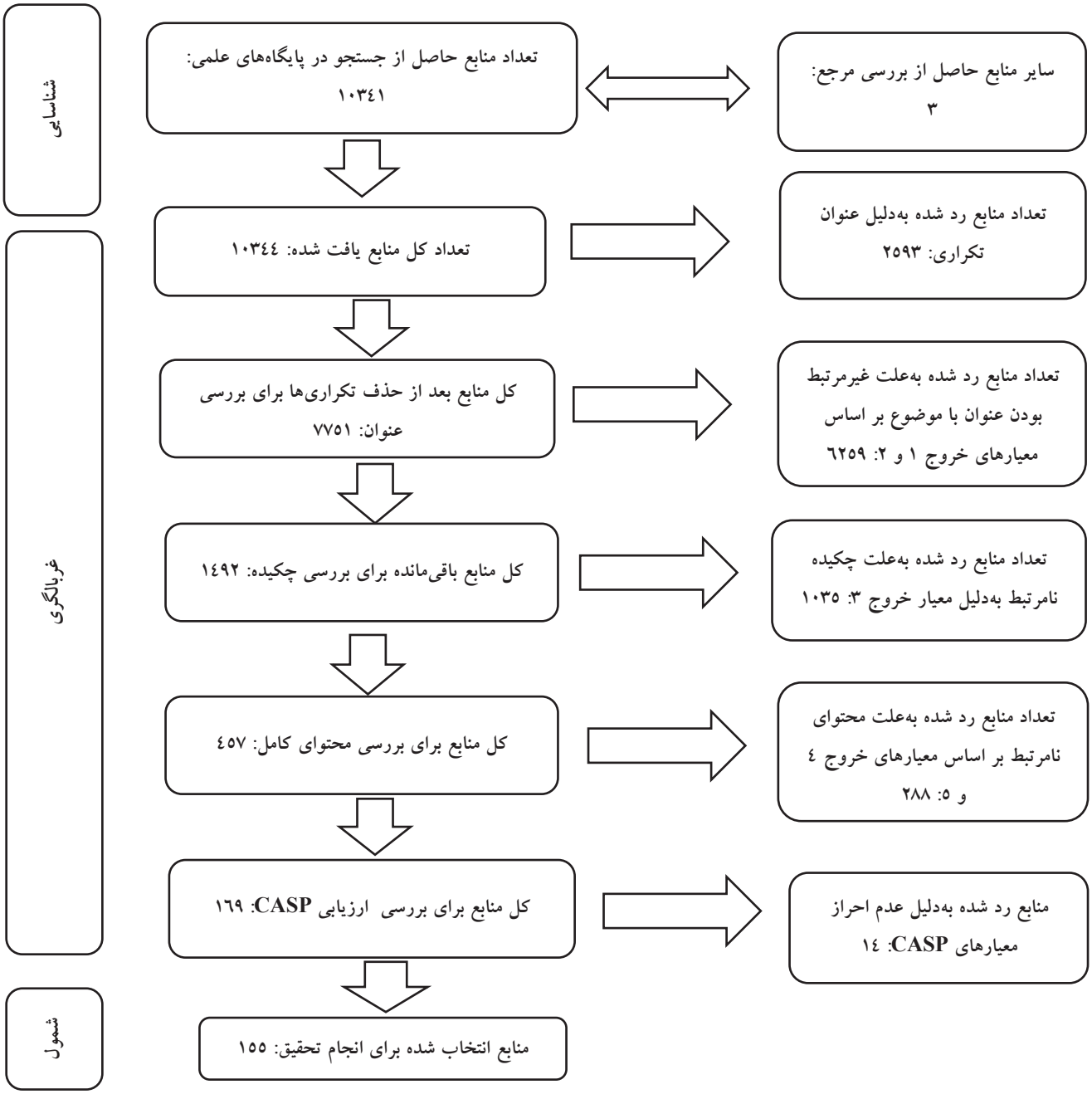
رشته جستجو	پایگاه داده	تعداد منابع
(integrat* OR stakeholder OR network OR player OR ecosystem) AND (osteoporosis OR fracture OR health) AND (smart* OR connect* OR intelligent* OR digital) AND (prevent* OR manag*)	Web of Science	٦١٩٦
	PubMed	١٤٨٤
	Scopus	٢٦٦١

با توجه به جدول ۱، بیشترین تعداد منابع یافت شده مربوطه به پایگاه Web of Science و سپس Scopus و در انتها PubMed است.

- مرحله سوم: انتخاب متون مناسب

پژوهش حاضر دارای چهار ضلع اصلی زیست‌بوم، سلامت هوشمند و پیشگیری، شکستگی ناشی از پوکی استخوان است؛ برای انتخاب منابع معیارهای ورود و خروج بررسی گردیده و محققان در هر بازبینی تعدادی مقالات را بر اساس معیارهای خروج رد کردند. فرایند بازبینی به‌صورت خلاصه در نمودار ۱ آورده شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]



نمودار ۱: فرایند گزینش و انتخاب مقالات بر اساس مدل پریزما

همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، معیارهای ورود منابع به این تحقیق عبارتند از:

۱. ثبت شدن پژوهش در پایگاه‌های معتبر؛ ۲. داشتن حداقل دو ضلع از چهار ضلع پژوهش(زیست‌بوم، سلامت هوشمند، پیشگیری، شکستگی ناشی از پوکی استخوان)؛ ۳. کامل بودن گزارش و داشتن کیفیت لازم.

معیارهای خروج نیز شامل این موارد است:

۱. پژوهش‌هایی که فقط یک ضلع از سه ضلع مثلث پژوهش را داشته باشند؛ ۲. پژوهش‌های منتشر شده به زبان غیر انگلیسی ۳. پژوهش‌هایی که علی‌رغم داشتن دو ضلع پژوهش، با حوزه‌ی موردنظر تحقیق مرتبط نباشند؛ ۴. نامرتبط بودن اطلاعات پژوهش در رسیدن به هدف پژوهش؛ ۵. پژوهش‌های چاپ شده در مجلات بی‌کیفیت.

همچنین، کیفیت پژوهش‌ها با استفاده از برنامه‌ی مهارت‌های ارزیابی حیاتی یا روش CASP شامل ۱۰ گویه بررسی شد(۳۳). پژوهشگر، مطالعات منتخب را از نظر اهداف، روش‌ها، نمونه‌گیری، جمع‌آوری داده‌ها و ملاحظات اخلاقی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

ارزیابی کرد و مقالات با امتیاز ۲۵ یا بیشتر را برای فراترکیب انتخاب نمود.

- مرحله چهارم: استخراج اطلاعات

اطلاعات ۱۵۵ منبع نهایی براساس مرجع مربوط به هر منبع شامل اطلاعات مربوط به نام، نام خانوادگی نویسنده، سال انتشار و مؤلفه‌های مهم مورد اشاره در هر منبع استخراج گردید. مؤلفه‌های استخراج‌شده به‌عنوان کد در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها

- مرحله پنجم: تجزیه و تحلیل و تلفیق نتایج

در این مرحله با استفاده از روش تحلیل محتوای قراردادی(۳٤) از کدهای استخراج شده از مرحله قبل، مفاهیم مشابه در دسته‌های مشابه طبقه‌بندی شدند. پس از شناسایی کدها و مقوله‌ها، دو بعد اصلی یعنی عناصر و بازیگران شناسایی شدند و به سوال پژوهش پاسخ داده شد. بر این اساس، ٤ دسته مقوله اصلی و ۱۷ مقوله‌ی فرعی برای عناصر و ۳ دسته مقوله‌ی اصلی و ۱۱ مقوله‌ی فرعی برای بازیگران شناسایی گردید.

در نهایت، برای تعیین وزن عناصر و بازیگران و اهمیت آن‌ها در پیشگیری از شکستگی، از روش آنتروپی شانون(۳۵) استفاده شد تا با شمارش فراوانی و بار اطلاعاتی هر مفهوم، درجه اهمیت محاسبه گردد.

- مرحله ششم: کنترل کیفیت

در روش فراترکیب، محقق رویه‌های زیر را برای حفظ کیفیت اعمال نمود(۳۳):

– در سراسر تحقیق، تلاش نمود تا با فراهم کردن توضیحات روشن و واضح برای گزینه‌های موجود در تحقیق، گام بردارد.

محقق هر دو راهکار جستجوی الکترونیکی و دستی را برای یافتن مقالات مربوط اتخاذ نمود.

– از برنامه‌های شناخته‌شده مانند CASP برای ارزیابی کیفیت مطالعات کیفی استفاده نمود.

– از رویکرد شناخته‌شده‌ی تحلیل محتوای قراردادی(۳٤) برای سنتز استفاده نمود.

– محقق بر اساس راهکار اشباع در نمونه‌گیری Finfgeld-Connett (۳٦) با مراجعه به دامنه‌ی گسترده‌ای از اطلاعات تا رسیدن به نقطه‌ی اشباع اقدام به جمع‌آوری اطلاعات نموده و موارد بی‌کیفیت براساس معیارهای تعیین‌شده و ارزیابی‌های انتقادی را حذف کرد.

- مرحله هفتم: ارایه یافته‌ها

در این پژوهش، کدهای اولیه شناسایی و سپس با در نظر گرفتن مفهوم کدها، مفاهیم مشابه استخراج شدند. پس از تحلیل محتوا، ۱۵۵ مقاله نهایی انتخاب و دو بعد عناصر و بازیگران به‌عنوان کدهای محوری شناسایی شدند. مفاهیم مرتبط در جداول ۲ و ۳ ارایه شده‌اند.

جدول ۲: عناصر شناسایی شده از اسناد و مقالات

عناصر	مقوله اصلی	مقوله فرعی
اصلاح سبک زندگی	فعالیت بدنی	انجام فعالیت بدنی، فعالیت بدنی درون و برون خانه
	ورزش	انجام ورزش تحمل وزن(قدم زدن، تای چی، پیاده‌روی)، آموزش و مشاوره در خصوص انجام ورزش، انجام ورزش مقاومتی، انجام ورزش تعادلی
	عدم استعمال الکل، دخانیات و کافئین	ترک دخانیات و الکل، کاهش یا ترک مصرف کافئین، آموزش و مشاوره در خصوص ترک مصرف دخانیات و الکل
	پیشگیری از سقوط(زمین‌خوردن)	اقدام پیشگیری از سقوط، ارزیابی عوامل خطر، اصلاح سبک زندگی، آموزش و مشاوره در خصوص پیشگیری از سقوط، اصلاح عوامل مرتبط با فرد، اصلاح عوامل مرتبط با محیط
	تغذیه مناسب	داشتن رژیم غذایی غنی با کلسیم و ویتامین دی، داشتن رژیم غذایی حاوی پروتئین، ویتامین دی، مصرف سایر مواد معدنی(روی، منیزیم، سیلیکون)، آموزش و مشاوره در خصوص تغذیه جهت پیشگیری از شکستگی، مصرف ویتامین دی، مصرف مکمل(کلسیم، ویتامین دی)
	نور خورشید	جذب نور خورشید

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

بالینی	غربالگری	فراهم کردن امکان غربالگری، ارزیابی خطر شکستگی اولیه، ارزیابی خطر شکستگی ثانویه، معاینه و شرح حال پزشکی، ارزیابی شکستگی مهره‌ای، استفاده از خدمات یکپارچه شکستگی (FLS)
	تشخیص	تشخیص شکستگی، انجام سنجش تراکم استخوان (BMD)، نشانگر بیوشیمیایی، مقادیر آزمایشگاهی(شمارش سلول‌های خونی، بیوشیمی خون، سطح ویتامین دی سرم)، به‌کارگیری ابزارهای تعیین خطر شکستگی
	درمان‌های دارویی و غیر دارویی	اقدام به دارو درمانی، به‌کارگیری داروهای ضدجذب، به‌کارگیری داروهای آنابولیک، هورمون درمانی، انجام اقدامات توانبخشی و کاردرمانی
فناورانه	زیرساخت	فناوری‌های حمایتی، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا
	پلتفرم	پلتفرم اطلاعاتی، پلتفرم ارتباطی، پلتفرم تصمیم‌گیری
	کاربرد	تحلیل و تصمیم هوشمند، نظارت و مراقبت هوشمند، شخصی‌سازی سلامت، توانمندسازی فرد
زمینه‌ای	فرهنگی	ایجاد باورهای بهداشتی در مورد پیشگیری از پوکی استخوان، اصلاح رفتار جهت پیشگیری از پوکی استخوان
	آموزشی	ارتقای سواد سلامت عمومی جهت پیشگیری از شکستگی، ارتقای سواد سلامت دیجیتال جهت پیشگیری از شکستگی
	مشارکت اجتماعی	ایجاد جوامع همکاری جهت تعامل در راستای پیشگیری از شکستگی، حمایت اجتماعی لازم جهت پیشگیری از شکستگی
	سیاستی	تدوین قوانین و مقررات لازم جهت پیشگیری از شکستگی، سیاست‌های دولت، اسناد بالادستی و گایدلاین‌ها
	اقتصادی	تأمین بودجه لازم جهت پیشگیری از شکستگی، تخصیص مالی لازم جهت پیشگیری از شکستگی

طبق یافته‌های جدول ۲، چهار عنصر(عوامل اصلاح سبک زندگی، بالینی، فناورانه و زمینه‌ای) برای عناصر شناسایی شدند.

عوامل اصلاح سبک زندگی: مفاهیم این دسته به داشتن فعالیت بدنی(۳۷) و ورزش(۳۹و۳۸)، عدم استعمال دخانیات، الکل و کافئین(۴۰)، پیشگیری از زمین خوردن(سقوط)(۴۲و۴۱)، تغذیه مناسب(۴۴و۴۳) و جذب نور خورشید(۴۵) مرتبط بوده(۴۶) و اهمیت پیشگیری از پوکی استخوان از طریق مداخلات سبک زندگی را نشان می‌دهند(۴۷).

عوامل بالینی: این عوامل شامل اقدامات غربالگری برای شناسایی افراد در معرض خطر(۴۹و۴۸)، تشخیص شکستگی(۵۱و۵۰) و اقدامات دارویی(۵۳و۵۲) و غیر دارویی(۵۴) هستند. اهمیت غربالگری در پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان(۵۵) و تشخیص و دارودرمانی به‌عنوان راهی برای کاهش خطر شکستگی ناشی از این بیماری مرتبط با عوامل بالینی هستند(۵۵).

عوامل فناورانه: در پژوهش سلامت هوشمند این عوامل شامل سه مقوله‌ی زیرساخت(۵۷و۵۶)، پلتفرم(۵۸و۵۷) و کاربرد(۶۰و۵۹) است. زیرساخت به اجزای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای ارایه خدمات فناوری اطلاعات اشاره دارد(۶۱)؛ پلتفرم‌ها محیط‌هایی برای توسعه و اجرای برنامه‌ها بر اساس زیرساخت‌ها هستند(۶۲). عوامل کاربردی به استفاده‌ی مستقیم کاربران از فناوری‌های هوشمند مربوط می‌شود(۶۳). عملیاتی شدن زیرساخت‌ها و دستیابی به کاربردهای ملموس از طریق پلتفرم‌ها امکان‌پذیر است(۲۴).

عوامل زمینه‌ای: این دسته شامل عوامل فرهنگی(۶۵و۶۴)، آموزشی(۶۷و۶۶)، مشارکت اجتماعی(۶۹و۶۸)، سیاستی(۷۱و۷۰) و اقتصادی(۷۳و۷۲) در زمینه پیشگیری از شکستگی هستند و به تغییر رفتار، آگاهی بخشی، اصلاح باورها و حمایت اجتماعی اشاره دارند(۷۴). عوامل فرهنگی مجموعه‌ای از دانش‌ها، باورها و عادات هستند(۷۵). عوامل سیاستی به نظام‌های حکمرانی و تأثیرات آن‌ها بر جامعه می‌پردازند(۷۶)؛ مشارکت اجتماعی به فعالیت‌های داوطلبانه و همکاری افراد برای تقویت روابط اجتماعی اشاره دارد(۷۷). آموزش فرایند انتقال دانش و مهارت‌ها از نسلی به نسل دیگر است و یکی از نتایج کلیدی آن، سواد به معنای توانایی خواندن و درک اطلاعات است(۷۸).

به گفته‌ی Moor در دهه‌های اخیر با افزایش میزان ارتباطات بین سازمان‌ها و پیچیده‌تر شدن روابط بین کسب‌وکارها و از سوی دیگر با شتاب فزاینده‌ی تغییرات محیطی در جهان کسب‌وکار، رفتار سازمان‌ها را می‌توان به رفتار جانداران یک زیست‌بوم تشبیه کرد. تفکر زیست‌بومی در روابط کسب وکار و سازمان‌ها را اولین بار او به‌کار برد. وقتی این مفهوم در حوزه‌ی کسب وکار به‌کار می‌رود،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

حاکی از وجود وابستگی‌های متقابل و هم‌تکاملی (CO-evolutionary) میان بازیگران آن است که در طول زمان پدیدار می‌گردد(۷۹).

زیست‌بوم کسب‌وکار Moor شامل سه لایه‌ی هسته‌ی کسب‌وکار(ارایه‌دهندگان محصولات و خدمات اصلی، تأمین‌کنندگان مستقیم)، لایه توسعه‌یافته(مشتریان مستقیم، مشتریان غیرمستقیم، تأمین‌کنندگان اصلی، تأمین‌کنندگان محصولات و خدمات مکمل، سازمان‌های استاندارد) و لایه خارجی(سرمایه‌گذاران، مالکان، اتحادیه‌های تجاری و اتحادیه‌های کارگری، مؤسسه‌های دولتی و دیگر سازمان‌های دولتی قانون‌گذار) است(۷۵).

جدول ۳: بازیگران شناسایی شده برای زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی

بازیگران	مقوله اصلی	مقوله فرعی
هسته‌ی اصلی	اعضای تیم پیشگیری و درمان پوکی استخوان	تیم متخصصان پوکی استخوان، پزشکان و پرستاران بالینی، مشاوران و متخصصان حوزه اسکلتی عضلانی، متخصصان و مشاوران مربوط به اصلاح سبک زندگی
	بنگاه‌های مرتبط با پیشگیری و درمان شکستگی	انجمن‌های علمی- تحقیقاتی مرتبط با پیشگیری و درمان پوکی استخوان، بنیادهای ملی و بین‌المللی مرتبط با پیشگیری و درمان پوکی استخوان، کلینیک‌ها و مراکز تخصصی مرتبط با پیشگیری و درمان
	سایر ذینفعان و بنگاه‌های مرتبط با حوزه‌ی سلامت	اورژانس و بیمارستان، داروخانه، آزمایشگاه‌ها، شرکت‌های دارویی
	بنگاه‌های فناوری	بنگاه‌های مرتبط با هوشمندسازی
لایه‌ی توسعه یافته(مکمل)	افراد مبتلا یا در معرض خطر	سالمندان، مبتلایان به بیماری زمینه‌ای، مبتلایان به پوکی استخوان، کودکان و نوجوانان، زنان یائسه، شهروندان عادی
	ذینفعان حوزه آموزش	بنگاه‌های مرتبط با آموزش(دانشگاه، مدارس)، دانش‌آموزان و دانشجویان، دانشجویان پزشکی، پژوهشگران
	ذینفعان فرهنگی	رسانه‌های جمعی، شهرداری
	ذینفعان اجتماعی	شرکت‌های بیمه، بنگاه‌های اجتماعی، اعضای خانواده و دوستان، مددکاران اجتماعی
	ذینفعان حوزه سلامت	مراکز ارایه خدمات سلامت، پزشکان عمومی، اعضای مراقبت سلامت در منزل
لایه‌ی خارجی	سازمان‌های بین‌المللی	سازمان جهانی بهداشت، فدراسیون‌های بین‌المللی
	وزارت‌خانه‌های ملی	وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی سلامت، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی آموزش، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی سیاست، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی فناوری، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی فرهنگی، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی اجتماعی، وزارت‌خانه‌های مرتبط با حوزه‌ی اقتصادی

طبق یافته‌های جدول ۳، بازیگران شناسایی شده بر اساس مدل زیست‌بوم کسب وکار Moor در سه لایه، دسته‌بندی گردیدند.

لایه اول شامل تیم‌های درمان و بنگاه‌های مرتبط(۸۱و۸۰) لایه دوم شامل بیماران و ذینفعان آموزشی و اجتماعی(۸۳و۸۲)، و لایه سوم شامل تسهیل‌گران بین‌المللی و ملی مانند سازمان جهانی بهداشت و وزارت‌خانه‌ها(۸۵و۸٤) است

در انتها و به‌منظور تعیین میزان اهمیت هریک از عناصر و بازیگران، رتبه‌بندی با به‌کارگیری روش آنتروپی شانون انجام شد که خلاصه نتایج در جداول ٤ و ٥ ارایه گردیده است.

برای محاسبه‌ی بار اطلاعاتی عدم اطمینان و ضریب اهمیت از روابط(۱) و(۲) استفاده شد(۳٦). بر این اساس مطابق جداول ٤ و ٥، رتبه و سهم بازیگران و عناصر مشخص گردید.

رابطه‌ی(۱):

$$E_j = -K\sum_{n=1}^{m}(P_{ij} * lnP_{ij}), (j = 1,2,\dots,n) \quad k = \frac{1}{ln\, m}$$

رابطه‌ی(۲):

$$W_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^{n} E_j}$$

طبق رتبه‌بندی موجود در جدول ٤، در پیشگیری از شکستگی در سلامت هوشمند، عوامل فناورانه در جایگاه اول قرار دارند، پس از آن عوامل زمینه‌ای و اصلاح سبک زندگی و در انتها عوامل بالینی اهمیت دارند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

جدول ۴: خلاصه نتایج رتبه‌بند عناصر زیست‌بوم

عناصر	فراوانی	وزن	رتبه عنصر	مقوله اصلی	رتبه در عنصر	رتبه کل
فناورانه	۱۰۳	۰/۰۳۳	۱	زیرساخت	۲	۲
				پلتفرم	۳	۳
				کاربرد	۱	۱
زمینه‌ای	۶۹	۰/۰۳۳	۲	فرهنگی	۲	۱۱
				آموزش	۱	۳
				مشارکت اجتماعی	۳	۱۳
				سیاستی	٤	۱٤
				اقتصادی	۵	۱٦
اصلاح سبک زندگی	٦۳	۰/۰۲۹	۳	فعالیت بدنی	۱	٤
				ورزش	۳	٦
				عدم استعمال الکل، دخانیات و کافئین	۲	۵
				پیشگیری از سقوط(زمین خوردن)	۵	۱۲
				تغذیه مناسب	٤	۱۰
				نور خورشید	٦	۱۵
بالینی	٤۷	۰/۰۲۷	٤	غربالگری	۲	۸
				تشخیص	۱	۷
				درمان‌های دارویی و غیردارویی	۳	۹

از میان عناصر اصلاح سبک زندگی، فعالیت بدنی و عدم استعمال دخانیات و الکل و کافئین به‌ترتیب رتبه‌ی اول و دوم را گرفتند و ورزش، تغذیه مناسب، پیشگیری از سقوط و نور خورشید در جایگاه سوم تا ششم قرار گرفتند. در عناصر بالینی، رتبه اول به «درمان‌های دارویی و غیردارویی» و رتبه‌ی دوم و سوم به‌ترتیب به «غربالگری» و «تشخیص» تعلق گرفت. عناصر «کاربرد»، «زیرساخت» و «پلتفرم» نیز رتبه‌های اول تا سوم فناوری را گرفتند. همچنین در عناصر زمینه‌ای، اولویت اول به «آموزش» تعلق گرفت، پس از آن عوامل «فرهنگی» و «مشارکت اجتماعی» و در انتها «سیاسی» و «اقتصادی» قرار گرفتند.

همچنین، نتایج رتبه‌بندی که در جدول ۵ ارایه شده، نشان می‌دهد که بازیگران لایه توسعه‌یافته در جایگاه اول و پس از آن بازیگران هسته اصلی و لایه خارجی در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

جدول ۵: خلاصه نتایج رتبه‌بند بازیگران زیست‌بوم

عناصر	فراوانی	وزن	رتبه عنصر	مقوله اصلی	رتبه در عنصر	رتبه کل
لایه توسعه‌یافته	۱٤٤	۰/۰٤۹	۱	افراد مبتلا یا در معرض خطر	۱	۱
				بنگاه‌ها و ذینفعان آموزشی	٤	٦
				ذینفعان فرهنگی	۵	۸
				بنگاه‌ها و ذینفعان اجتماعی	۳	٤
				ذینفعان حوزه‌ی سلامت	۲	۹
هسته اصلی	۸۹	۰/۰٤٤	۲	اعضای تیم پیشگیری و درمان شکستگی	۲	۳
				بنگاه‌های مرتبط با پیشگیری و درمان پوکی استخوان	۳	۵
				ذینفعان و بنگاه‌های حوزه‌ی سلامت	۱	۲
				بنگاه‌های فناورانه	٤	۷
لایه خارجی	٤٦	۰/۰۳۷	۳	سازمان‌های بین‌المللی	۲	۱۰
				وزارت‌خانه‌های ملی	۱	٦

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

طبق نتایج رتبه‌بندی جدول ۵، در میان بازیگران هسته‌ی اصلی، ذینفعان و بنگاه‌های سلامت رتبه اول را کسب کردند، درحالی‌که اعضای تیم پیشگیری و بنگاه‌های مرتبط با پیشگیری به‌ترتیب در جایگاه‌های دوم و سوم قرار داشتند. بنگاه‌های فناورانه رتبه‌ی چهارم را به خود اختصاص دادند. در لایه‌ی توسعه‌یافته، افراد مبتلا یا در معرض خطر، اول شدند و ذینفعان حوزه‌ی سلامت، اجتماعی و فرهنگی به‌ترتیب سایر رتبه‌ها را دریافت کردند. در لایه‌ی خارجی، وزارت‌خانه‌های ملی رتبه اول را کسب کردند.

بحث

در پژوهش حاضر، ۷ بعد اصلی(٤ بعد مربوط به عناصر و سه بعد مربوط به بازیگران) و ۲۸ مقوله‌ی فرعی برای زیست‌بوم شناسایی شدند. پس از رتبه‌بندی عناصر، مشخص شد که رتبه اول عناصر با اختلاف زیاد به عوامل فناورانه اختصاص دارد؛ همچنین با توجه به محور اصلی این زیست‌بوم که پیشگیری از شکستگی است، هرچند برتری عوامل زمینه‌ای بر عوامل اصلاح سبک زندگی با اختلاف اندکی است ولی حکایت از اهمیت عوامل زمینه‌ای همچون آموزش، فرهنگی و مشارکت اجتماعی دارد؛ در رتبه‌بندی بازیگران، با اینکه لایه‌ی توسعه‌یافته در تقسیم‌بندی Moor در جایگاه دوم قراردارد ولی در این پژوهش با اختلاف بسیار زیادی رتبه اول را گرفت که ممکن است ناشی از درگیر بودن زیاد این بازیگران با موضوع پیشگیری از بیماری باشد.

پژوهش‌های مشابهی مانند پژوهش‌های Serbanati و همکاران، Oshni-Alvandi و همکاران، Viswanathan و همکاران و Witte، عناصر و بازیگران سلامت هوشمند را شناسایی کرده‌اند، اما برخلاف این پژوهش، بر بیماری خاصی تمرکز نداشته‌اند(۸۸-۸٦و۲). برخی محققان مانند Iyawa و همکاران، Bobin و همکاران و Sezgin و همکاران بر یک بیماری خاص متمرکز شده‌اند، اما بیشتر بر ابعاد فناورانه و حوزه‌ی سلامت توجه داشته و موضوع پیشگیری را مدنظر قرار نداده‌اند(۲٤و۲۲و۱۸). برای مثال، Iyawa و همکاران بر بیماران مبتلا به آسم تمرکز کرده و عمدتاً عناصر فناورانه را شناسایی و بازیگران را به حوزه‌ی سلامت محدود کرده است(۱۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زیست‌بوم سلامت هوشمند برای پیشگیری از شکستگی، به سایر حوزه‌ها از جمله آموزش، سیاست، اقتصاد، مشارکت اجتماعی و فرهنگ نیز مرتبط است. این امر همچنین در پژوهش Ruokolainen و همکاران مورد اشاره قرار گرفته ولی تمرکز آن‌ها بر حوزه‌ی آموزش و سیاست برای بیماری دیگری بوده است(۲۳). Bettiga و همکاران(۲۰۲۰) نیز به تأثیر فناوری و آگاهی‌بخشی برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی پرداخته‌اند که در مقایسه با این پژوهش ناقص هستند(۸۹).

نتایج این پژوهش با تحقیق Gupta و همکاران(۲۰۲۲) که بر بهبود مدیریت پوکی استخوان در عصر سلامت هوشمند با دیدگاه زیست‌بومی تأکید دارند، هم‌راستاست(۲۸). تفاوت این است که پژوهش Gupta و همکاران فقط بر ابزارهای هوشمند تمرکز کرده و به پیشگیری از شکستگی نپرداخته است. Yadav و همکاران نیز بر اهمیت ادغام فناوری‌ها با منابع دیگر تأکید کرده‌اند، اما پیشگیری را نادیده گرفته‌اند(۹۰).

در پژوهش Alhussein و Hadjileontiadis به قدرت فناوری و ابزارهای هوشمند به‌ویژه برنامه‌های کاربردی موبایل در مدیریت بیماری پوکی استخوان تأکید شده است(۲٦) که علاوه بر این‌که پیشگیری از شکستگی مدنظر نبوده، طبق نتایج پژوهش حاضر، فناوری باید با سایر عناصر(اصلاح سبک زندگی، بالینی و زمینه‌ای) عجین شود تا نتیجه‌ی مطلوب برای پیشگیری از شکستگی حاصل گردد و در این راستا، همه‌ی انواع فناوری(زیرساخت برای آماده‌سازی زمینه استفاده از سایر فناوری‌ها، پلتفرم به‌عنوان واسط میان زیرساخت و کاربرد و کاربرد که عمدتاً با کاربر نهایی در ارتباط است) باید دخالت داشته باشند.

با توجه به این‌که پژوهش‌های انجام شده مربوط به پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان در سلامت هوشمند، دیدگاه زیست‌بومی ندارند و بر به‌کارگیری ابزارها و فناوری‌های هوشمند تأکیدکرده‌اند، می‌توان گفت ارایه زیست‌بوم اقدام نوآورانه‌ای در این زمینه محسوب می‌شود. این مرور نظام‌مند کیفی با محدودیت‌هایی مواجه بود. اول این‌که تنها اسناد و مقالات به زبان فارسی و انگلیسی بررسی شدند و ثانیاً پژوهشی در مورد زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی در سلامت هوشمند انجام نشده است. عناصر و بازیگران شناسایی‌شده نظری هستند و نیاز به پژوهش میدانی دارند.

نتیجه‌گیری

این مرور کیفی نشان داد که زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی در سلامت هوشمند، علاوه بر عناصر فناورانه و بالینی نیازمند عوامل اصلاح سبک زندگی و زمینه‌ای است. قرار گرفتن عناصر زمینه‌ای در جایگاه دوم و بازیگران لایه‌ی توسعه‌یافته در جایگاه اول تأییدی بر این امر است. نتایج این پژوهش، جهت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

آگاهی مدیران و سیاست‌گذاران حوزه‌ی سلامت و هوشمندسازی با مفاهیم، ظرفیت‌ها و فواید زیست‌بوم سلامت هوشمند جهت پیشگیری از شکستگی و به‌کارگیری آن در تصمیم‌ها و سیاست‌ها راه‌گشاست. با توجه به این‌که تمرکز اصلی پژوهش بر پیشگیری بوده و مراحل درمان و پیگیری به‌طور جدی مورد توجه قرار نگرفته‌اند، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران علاقه‌مند با انجام پژوهش‌هایی به بهبود زیست‌بوم کمک کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود که عناصر و بازیگران فناورانه با توجه به گستردگی و تنوعی که دارند به صورت جداگانه و عمیق‌تر مورد بررسی و تحقیق قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش بر خود لازم می‌دانند تا از نظرات ارزشمند داوری که به بهبود این مقاله کمک نموده است، تشکر و قدردانی نمایند. این پژوهش بخشی از رساله دکتری با عنوان«طراحی زیست‌بوم پیشگیری از شکستگی ناشی از پوکی استخوان در سلامت هوشمند مبتنی بر هستی‌شناسی» است که مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران با کد اخلاق IR.TUMS.EMRI..1402.002 REC قرار گرفت.

References

1. Tian S, Yang W, Le-Grange JM, Wang P, Huang W & Ye Z. Smart healthcare: Making medical care more intelligent. Global Health Journal 2019; 3(3): 62-5.

2. Serbanati LD, Ricci FL, Mercurio G & Vasilateanu A. Steps towards a digital health ecosystem. Journal of Biomedical Informatics 2011; 44(4): 621-36.

3. Janjua NK, Hussain M, Afzal M & Ahmad HF. Digital health care ecosystem: SOA compliant HL7 based health care information interchange, Istanbul, Turkey: 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, 2009.

4. Guasti L, Dilaveris P, Mamas MA, Richter D, Christodorescu R, Luments J, et al. Digital health in older adults for the prevention and management of cardiovascular diseases and frailty. Aclinical consensus statement from the ESC council for Cardiology practice/Taskforce on geriatric Cardiology, the ESC digital health committee and the ESC working group on e-Cardiology. ESC Heart Failure 2022; 9(5): 2808-22.

5. Alaiad A & Zhou L. Patients' adoption of WSN-based smart home healthcare systems: An integrated model of facilitators and barriers. IEEE Transactions on Professional Communication 2017; 60(1): 4-23.

6. Mc-Kinsey & Company. Digital health ecosystem: A payer perspective. Available at: https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2020/02/1559-Digital-health-ecosystems-A-payer-perspective.pdf. 2019.

7. Kontis V, Mathers CD, Rehm J, Stevens GA, Shield KD, Bonita R, et al. Contribution of six risk factors to achieving the 25×25 non-communicable disease mortality reduction target: A modelling study. The Lancet 2014; 384(9941): 427-37.

8. Worlh Health Organization. Noncommunicable diseases. Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases. 2024.

9. Szulc P & Bouxsein ML. Overview of osteoporosis: Epidemiology and clinical management. Vertebral fracture initiative resource document. Available at: https://www.osteoporosis.foundation/sites/iofbonehealth/files/2021-01/2011_VertebralFractureInitiative_PartI_OsteoporosisFractures_Eng.pdf. 2011.

10. Hernlund E, Svedbom A, Ivergard M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: Medical management, epidemiology and economic burden: A report prepared in collaboration with the international osteoporosis foundation (IOF) and the European federation of pharmaceutical industry associations (EFPIA). Archives of Osteoporosis 2013; 8(136): 1-115.

11. Ahmadi M, Fahimfar N, Mansourzadeh MJ, Mohseni V, Khalagi K, Sanjari M, et al. Incidence rate of osteoporotic fracture in iranian population aged 50 years and older: Iranian multicenter osteoporosis study (IMOS). London: World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 2024.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

12. Sanjari M, Yarmohammadi H, Fahimfar N, Hajivalizadeh F, Hesari E, Mansourzadeh MJ, et al. Mind the osteoporosis care gap with timely diagnosis: An executive summary of nationwide osteoporosis Campaigns 2019–2021. Journal of Diabetes and Metabolic Disorders 2023; 22(2): 1365-72.

13. Ostvar A, Fahimfar N, Sanjari M, Jalili A, Sajadi M, Panahi N, et al. Clinical guide to management and treatment of osteoporosis and sarcopenia. Tehran: Evan Publication; 2021: 42-3[Book in Persian].

14. Kemmak AR, Rezapour A, Jahangiri R, Nikjoo S, Farabi H & Soleimanpour S. Economic burden of osteoporosis in the world: A systematic review. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran 2020; 34(154): 1-8.

15. Backman C, Papp S, Harley A, Houle S, Skidmore B, Poitras S, et al. Protocol for a scoping review of patient–clinician digital health interventions for the population with hip fracture. BMJ Open 2022; 12(11): 1-4.

16. Aujla GS, Jindal A, Chaudhary R, Kumar N, Vashist S & Sharma N. DLRS: Deep learning-based recommender system for smart healthcare ecosystem. Shanghai, China: ICC 2019-2019 IEEE International Conference on Communications (ICC), 2019.

17. Jain M, Goel A, Sinha S & Dhir S. Employability implications of artificial intelligence in healthcare ecosystem: Responding with readiness. Foresight 2021; 23(1): 73-94.

18. Iyawa GE, Khan A, Dagadu S, Magtubo KM & Sievert RC. Identifying the components of a smart health ecosystem for asthma patients: A systematic literature review and conceptual framework. The IoT and the Next Revolutions Automating the World 2019; 1(1): 122-32.

19. Abugabah A, Nizamuddin N & Alzubi AA. Decentralized telemedicine framework for a smart healthcare ecosystem. IEEE Access 2020; 4(8): 166575-88.

20. Mendonça M, Jeronimo T, Juliao M, Santos J, Pombo N & Silva BMC. An IoT-based healthcare ecosystem for home intelligent assistant services in smart homes, Braga, Portugal: 6th EAI International Conference, HealthyIoT, Springer, 2019.

21. Abugabah A & Nizamuddin N. Smart healthcare ecosystem for elderly patient care, Opatija, Croatia: 43th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), IEEE, 2020.

22. Bobin M, Bimbard F, Boukallel M, Anastassova M & Ammi M. SpECTRUM: Smart ECosystem for sTRoke patient′ s upper limbs monitoring. Smart Health 2019; 13(1): 100066.

23. Ruokolainen J, Nätti S, Juutinen M, Puustinen J, Holm A, Vehkaoja A, et al. Digital healthcare platform ecosystem design: A case study of an ecosystem for Parkinson's disease patients. Technovation 2023; 120(1): 102551.

24. Sezgin E, Weiler M, Weiler A & Lin S. Proposing an ecosystem of digital health solutions for teens with chronic conditions transitioning to self-management and independence: Exploratory qualitative study. Journal of Medical Internet Research 2018; 20(9): 1-13.

25. Afsarimanesh N, Alahi MEE, Mukhopadhyay SC & Kruger M. Smart sensing system for early detection of bone loss: Current status and future possibilities. Journal of Sensor and Actuator Networks 2018; 7(10): 1-11.

26. Alhussein G & Hadjileontiadis L. Digital health technologies for long-term self-management of osteoporosis: Systematic review and meta-analysis. JMIR Mhealth and Uhealth 2022; 10(4): 1-26.

27. Yadav L, Gill TK, Taylor A, De-Young J, Visvanathan R & Chehade MJ. "Context, content, and system" supporting digital health hub (DHH)-enabled models of care (MoCs) for fragility hip fractures: Perspectives of diverse multidisciplinary stakeholders in South Australia from qualitative in-depth interviews. Archives of Osteoporosis 2021; 16(167): 1-15.

28. Gupta A, Maslen C, Vindlacheruvu M, Abel RL, Bhattacharya P, Bromiley PA, et al. Digital health interventions for osteoporosis and post-fragility fracture care. Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease 2022; 14(1): 1-12.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

29. Peltoniemi M & Vuori E. Business ecosystem as the new approach to complex adaptive business environments. Available at: https://wordpress-futures-prod.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/01/09023251/Business-Ecosystem.pdf. 2008.

30. Sebastiani R & Anzivino A. The long and winding road of eHealth. The service ecosystem perspective. Journal of Business and Industrial Marketing 2022; 37(10): 2036-49.

31. Merriam SB & Tisdell EJ. Qualitative research: A guide to design and implementation. 4th ed. USA: John-Wiley and Sons; 2015: 3.

32. Grant MJ & Booth A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information and Libraries Journal 2009; 26(2): 91-108.

33. Sandelowski M & Barroso J. Handbook for synthesizing qualitative research. New-York: Springer Publishing Company; 2007: 40-50.

34. Hsieh HF & Shannon SE. Three approaches to qualitative content analysis. Qualitative Health Research 2005; 15(9): 1277-88.

35. Yang W, Xu K, Lian J, Ma C & Bin L. Integrated flood vulnerability assessment approach based on TOPSIS and Shannon entropy methods. Ecological Indicators 2018; 89(1): 269-80.

36. Finfgeld-Connett D. A guide to qualitative meta-synthesis. New-York, USA: Routledge; 2018: 27.

37. Carter DD, Robinson K, Forbes J & Hayes S. Experiences of mobile health in promoting physical activity: A qualitative systematic review and meta-ethnography. PLoS One 2018; 13(12): 1-31.

38. Coll PP, Phu S, Hajjar SH, Kirk B, Duque G & Taxel P. The prevention of osteoporosis and sarcopenia in older adults. Journal of the American Geriatrics Society 2021; 69(5): 1388-98.

39. Skorupski N & Alexander IM. Multidisciplinary osteoporosis management of post low-energy trauma hip-fracture patients. American Academy of Nurse Practitioners 2013; 25(1): 3-10.

40. Hawker G, Ridout R, Ricupero M, Jaglal S & Bogoch E. The impact of a simple fracture clinic intervention in improving the diagnosis and treatment of osteoporosis in fragility fracture patients. Osteoporosis International 2003; 14(2): 171-8.

41. Ong TIW, Lim LL, Chan SP, Chee WSS, Ch'ng ASH, Chong EGM, et al. A summary of the malaysian clinical practice guidelines on the management of postmenopausal osteoporosis, 2022. Osteoporosis and Sarcopenia 2023; 9(2): 60-9.

42. Ye C, Li J, Hao S, Liu M, Jin H, Zheng L & et al. Identification of elders at higher risk for fall with statewide electronic health records and a machine learning algorithm. International journal of medical informatics 2020; 137(1): 104105.

43. Lu J, Ren Z, Liu X, Xu YJ & Liu Q. Osteoporotic fracture guidelines and medical education related to the clinical practices: A nationwide survey in China. Orthopaedic Surgery 2019; 11(4): 569-77.

44. Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster JY, Borgstrom F, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. Osteoporosis International 2008; 19(4): 399-428.

45. Hosseini Z, Karimi Z, Mohebi S, Sharifirad Gh, Rahbar A & Gharlipour Z. Nutritional preventive behavior of osteoporosis in female students: Applying health belief model (HBM). International Journal of Pediatrics 2017; 5(1): 4137-44.

46. Cosman F, De-Beur SJ, Le-Boff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Osteoporosis International 2014; 25(10): 2359-81.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

47. Rossini M, Adami S, Bertoldo F, Diacinti D, Gatti D, Giannini S, et al. Guidelines for the diagnosis, prevention and management of osteoporosis. Reumatismo 2016; 68(1): 1-39.

48. Axelsson KF, Johansson H, Lundh D, Moller M & Lorentzon M. Association between recurrent fracture risk and implementation of fracture liaison services in four swedish hospitals: A cohort study. Journal of Bone and Mineral Research 2020; 35(7): 1216-23.

49. Makras P, Anastasilakis AD, Antypas G, Chronopoulos E, Kaskani EG, Matsouka A, et al. The 2018 guidelines for the diagnosis and treatment of osteoporosis in Greece. Archives of Osteoporosis 2019; 14(1): 1-10.

50. Charatcharoenwitthaya N, Jaisamrarn U, Songpatanasilp T, Kuptniratsaikul V, Unnanuntana A, Sritara C, et al. Summary of the thai osteoporosis foundation (TOPF) clinical practice guideline on the diagn osis and management of osteoporosis 2021. Osteoporosis and Sarcopenia 2023; 9(2): 45-52.

51. Suh B, Yu H, Kim H, Lee S, Kong S, Kim JW, et al. Interpretable deep-learning approaches for osteoporosis risk screening and individualized feature analysis using large population-based data: Model development and performance evaluation. Journal of Medical Internet Research 2023; 25(e40179): 1-19.

52. Anpalahan M, Venkatesan S & Anpalahan A. Fragility fractures in chronic kidney disease: Assessment and pharmacologic management. Advances in Nephrology 2014; 2014(727135): 1-7.

53. Sale JEM, Beaton D, Posen J, Elliot-Gibson V & Bogoch E. Systematic review on interventions to improve osteoporosis investigation and treatment in fragility fracture patients. Osteoporosis International 2011; 22(7): 2067-82.

54. Gregson CL, Armstrong DJ, Bowden J, Cooper C, Edwards J, Gittoes NJL, et al. UK clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis. Archives of Osteoporosis 2022; 17(58): 1-46.

55. Nuti R, Brandi ML, Checchia G, Di-Munno O, Dominguez L, Falaschi P, et al. Guidelines for the management of osteoporosis and fragility fractures. Internal and Emergency Medicine 2019; 14(1): 85-102.

56. Amato F, Balzano W & Cozzolino G. Design of a wearable healthcare emergency detection device for elder persons. Applied Sciences 2022; 12(2345): 1-11.

57. Peek STM, Wouters EJM, Luijkx KG & Vrijhoef HJM. What it takes to successfully implement technology for aging in place: Focus groups with stakeholders. Journal of Medical Internet Research 2016; 18(5): 1-13.

58. Li L, Novillo-Ortiz D, Azzopardi-Muscat N & Kostkova P. Digital data sources and their impact on people's health: A systematic review of systematic reviews. Frontiers in Public Health 2021; 9(645260): 1-19.

59. Akkas MA, Sokullu R & Cetin HE. Healthcare and patient monitoring using IoT. Internet of Things 2020; 11(100173): 1-17.

60. Bajenaru L, Marinescu IA, Dobre C, Draghici R, Herghelegiu AM & Rusu A. Identifying the needs of older people for personalized assistive solutions in Romanian healthcare system. Studies in Informatics and Control 2020; 29(3): 363-72.

61. Erl T, Puttini R & Mahmood Z. Cloud computing: Concepts, Technology and architecture. UK: Pearson Education; 2013: 45.

62. Chai W, Brush K & Bigelow SJ. What is a platform as a service (PaaS). Available at: https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/Platform-as-a-Service-PaaS. 2024.

63. Navaz AN, Serhani MA, El-Kassabi HT, Al-Qirim N & Ismail H. Trends, technologies, and key challenges in smart and connected healthcare. IEEE Access 2021; 9(1): 74044-67.

64. Mc-Leod KM & Johnson CS. A systematic review of osteoporosis health beliefs in adult men and women. Journal of Osteoporosis 2011; 2011(197454): 1-11.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

65. Roh YH, Koh YD, Noh JH, Gong HS & Baek GH. Effect of health literacy on adherence to osteoporosis treatment among patients with distal radius fracture. Archives of Osteoporosis 2017; 12(42): 1-6.

66. Baker DI, Gottschalk M & Bianco LM. Step by step: Integrating evidence-based fall-risk management into senior centers. The Gerontologist 2007;47(4): 548-54.

67. Marsh D, Akesson K, Beaton DE, Bogoch ER, Boonen S, Brandi ML, et al. Coordinator-based systems for secondary prevention in fragility fracture patients. Osteoporosis Iinternational 2011; 22(7): 2051-65.

68. Portz JD, Ford KL, Doyon K, Bekelman DB, Boxer RS, Kutner JS, et al. Using grounded theory to inform the human-centered design of digital health in geriatric palliative care. Journal of Pain and Symptom Management 2020; 60(6): 1181-92.

69. Monaco A, Palmer K, Holm-Ravn-Faber N, Kohler I, Silva M, Vatland A, et al. Digital health tools for managing noncommunicable diseases during and after the covid-19 pandemic: Perspectives of patients and caregivers. Journal of Medical Internet Research 2021; 23(1): 1-9.

70. Gallegos-Rejas VM, Thomas EE, Kelly JT & Smith AC. A multi-stakeholder approach is needed to reduce the digital divide and encourage equitable access to telehealth. Journal of Telemedicine and Telecare 2023; 29(1): 73-8.

71. Katapally TR. The smart framework: Integration of citizen science, community-based participatory research, and systems science for population health science in the digital age. JMIR Mhealth and Uhealth 2019; 7(8): 1-12.

72. Aerts A & Bogdan-Martin D. Leveraging data and AI to deliver on the promise of digital health. International Journal of Medical Informatics 2021; 150(1): 104456.

73. Hartzler AL, Tuzzio L, Hsu C & Wagner EH. Roles and functions of community health workers in primary care. The Annals of Family Medicine 2018; 16(3): 240-5.

74. Sun H, Creemers BPM & De-Jong R. Contextual factors and effective school improvement. School Effectiveness and School Improvement 2007; 18(1): 93-122.

75. Tylor EB. Primitive culture: Researches into the development of mythology, philosophy, religion, art, and custom. England: John Murray; 1871: 35.

76. Minogue K. Politics: A very short introduction. England: Oxford University Press; 2000: 112 .

77. Putnam RD. Bowling alone: The collapse and revival of American community. USA: Touchstone Books by Simon and Schuster; 2001: 30.

78. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Education for all: The quality imperative paris. Available at: https://www.unesco.org/gem-report/en/efa-quality. 2005.

79. Moore JF. Predators and prey: A new ecology of competition. Harvard Business Review 1993; 71(3): 75-86.

80. Young ES, Reed MJ, Pham TN, Gross JA, Taitsman LA & Kaplan SJ. Assessment of osteoporosis in injured older women admitted to a safety-net level one trauma center: A unique opportunity to fulfill an unmet need. Current Gerontology and Geriatrics Research 2017; 2017(4658050): 1-6.

81. Bogoch ER, Elliot-Gibson V, Beaton DE, Jamal SA, Josse RG & Murray TM. Effective initiation of osteoporosis diagnosis and treatment for patients with a fragility fracture in an orthopaedic environment. Journal of Bone and Joint Surgery 2006; 88(1): 25-34.

82. Mercer K, Giangregorio L, Schneider E, Chilana P, Li M & Grindrod K. Acceptance of commercially available wearable activity trackers among adults aged over 50 and with chronic illness: A mixed-methods evaluation. JMIR Mhealth and Uhealth 2016; 4(1): 1-17.

83. Habib MA, Mohktar MS, Kamaruzzaman SB, Lim KS, Pin TM & Ibrahim F. Smartphone-based solutions for fall detection and prevention: Challenges and open issues. Sensors (Basel) 2014; 14(4): 7181-208.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

84. Machleid F, Kaczmarczyk R, Johann D, Balciunas J, Atienza-Carbonell B, Von-Maltzahn F, et al. Perceptions of digital health education among european medical students: Mixed methods survey. Journal of Medical Internet Research 2020; 22(8): 1-13.

85. Lyles CR, Adler-Milstein J, Thao C, Lisker S, Nouri S & Sarkar U. Alignment of key stakeholders' priorities for patient-facing tools in digital health: Mixed methods study. Journal of Medical Internet Research 2021; 23(8): 1-13.

86. Oshni-Alvandi A, Bain C & Burstein F. Understanding digital health ecosystem from Australian citizens' perspective: A scoping review. PloS One 2021; 16(11): 1-26.

87. Viswanathan M, Reddy S, Berkman N, Cullen K, Middleton JC, Nicholson WK, et al. Screening to prevent osteoporotic fractures: Updated evidence report and systematic review for the US preventive services task force. The Journal of the American Medical Association (JAMA) 2018; 319(24): 2532-51.

88. Witte AK. A review on digital healthcare ecosystem structure: Identifying elements and characteristics. Available at: https://web.archive.org/web/20220915015141id_/https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1227&context=pacis2020. 2020.

89. Bettiga D, Lamberti L & Lettieri E. Individuals' adoption of smart technologies for preventive health care: A structural equation modeling approach. Health Care Management Science 2020; 23(2): 203-14.

90. Yadav L, Haldar A, Jasper U, Taylor A, Visvanathan R, Chehade M, et al. Utilising digital health technology to support patient-healthcare provider communication in fragility fracture recovery: Systematic review and meta-analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019; 16(4047): 1-22.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

Journal of Payavard Salamat
Vol. 18, No. 6, Feb 2025

Smart Health Ecosystem of Osteoporotic Fracture Prevention: A Qualitative Systematic Review

Ayoub Mohammadian[1] (Ph.D.), Ali Moini[2*] (Ph.D.), Mahnaz Sanjari[3*] (Ph.D.), Zahra Abdullahzade[4] (M.S.)

1 Associate Professor, Department of Information Technology Management, Faculty of Industrial and Technology Management, School of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
2 Professor, Department of Algorithms and Calculations, Faculty of Engineering Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3 Associate Professor, Osteoporosis Research Center, Endocrinology and Metabolism Clinical Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4 Ph.D. Candidate in Information Technology Management, Faculty of Industrial and Technology Management, School of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Received: 28 Sep. 2024
Accepted: 28 Feb. 2025

Background and Aim: Smart health, due to its capacity in disease prevention, is a suitable solution for providing osteoporosis fracture prevention services .Also, the existence of close relationships between active organizations for the prevention of this disease requires this area to be examined from the perspective of the ecosystem. Therefore, the purpose of this study is to identify the factors and players of the ecosystem of preventing fractures caused by osteoporosis in smart health.

Materials and Methods: A qualitative systematic review of meta-synthesis was conducted to find resources related to the prevention of osteoporosis-related fractures. For this purpose, scientific databases of Web of Science, Scopus and PubMed were examined and 155 were selected from 10344 sources found. At the end, by using the Shannon entropy method, the categories of each dimension were ranked.

Results: This systematic review demonstrated that the ecosystem for preventing fractures caused by osteoporosis comprises four main categories of factors: lifestyle (nutrition, exercise, fall prevention, cessation of tobacco, alcohol, and caffeine consumption), clinical (screening, diagnosis, and drug therapy), technological (infrastructure, platform, and application), and contextual (cultural, social participation, policy, economic, and education). The application and infrastructure secured the first and second positions in the ranking, while the platform and education collectively ranked third. Ecosystem participants were also categorized into three core layers: the fracture prevention and treatment team members, firms related to fracture prevention and treatment, and other health stakeholders; the extended layer, which includes affected or at-risk individuals, education stakeholders, cultural stakeholders, social stakeholders, and health stakeholders; and the external layer, comprising international organizations and national ministries. In the ranking, affected or at-risk individuals, other health stakeholders, and fracture prevention and treatment team members earned first to third positions, respectively.

Conclusion: The research results showed that “technological”, “contextual”, “lifestyle change” and “clinical” factors are in the first to fourth places, respectively. Also, among the players, the first place was assigned to the extended layer, the main core took the second place, and the external layer took the third place.

Keywords: Ecosystem, Health, Smart, Primary Prevention, Osteoporosis

*** Corresponding Authors:**
Moini A
Sanjari M
Emails:
moeini@ut.ac.ir
msanjari@tums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

Copyright © 2025 the Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.