# عمران نامه

شماره‌ی ششم

بهار ۱۴۰۳

# عمران نامه

شماره‌ی ششم

بهار ۱۴۰۳

## هیئت تحریریه


علی پارسیان — سخن مدیر مسئول

مریم پورزارعی — سخن سردبیر

پریا عبدی لر — تصفیه ی آب

**طراح و صفحه آرا**

زهرا صالحی — بهینه سازی


## فهرست

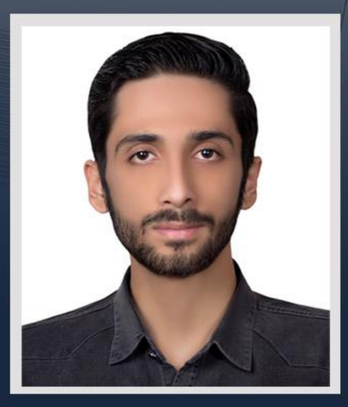

سخن مدیر مسئول ۱

سخن سردبیر ۳

تصفیه ی آب ۴

مدیریت ساخت و مدیریت پروژه ۱۶

بهینه سازی ۲۰



# سخن مدیر مسئول

بیارای دل را به دانش که ارز  به دانش بود تا توانی بورز

با سلام و احترام

مفتخریم که در ششمین دوره اتحادیه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران تیمی متشکل از افراد توانمند را گردهم آورده ایم تا در رشته مهندسی عمران که رشته ای نیازمند تلاش و تحقیق مستمر است به بهبود طراحی ، ساخت ، ارتقاء زیرساخت‌ها و در نهایت به زندگی اجتماعی کمک شایانی نماییم ،امیدواریم که این نشریه به پلی برجسته در جهت تبادل اطلاعات و ترویج علم ویژه انجمن های علمی دانشجویی مهندسی عمران کشور تبدیل گردد.

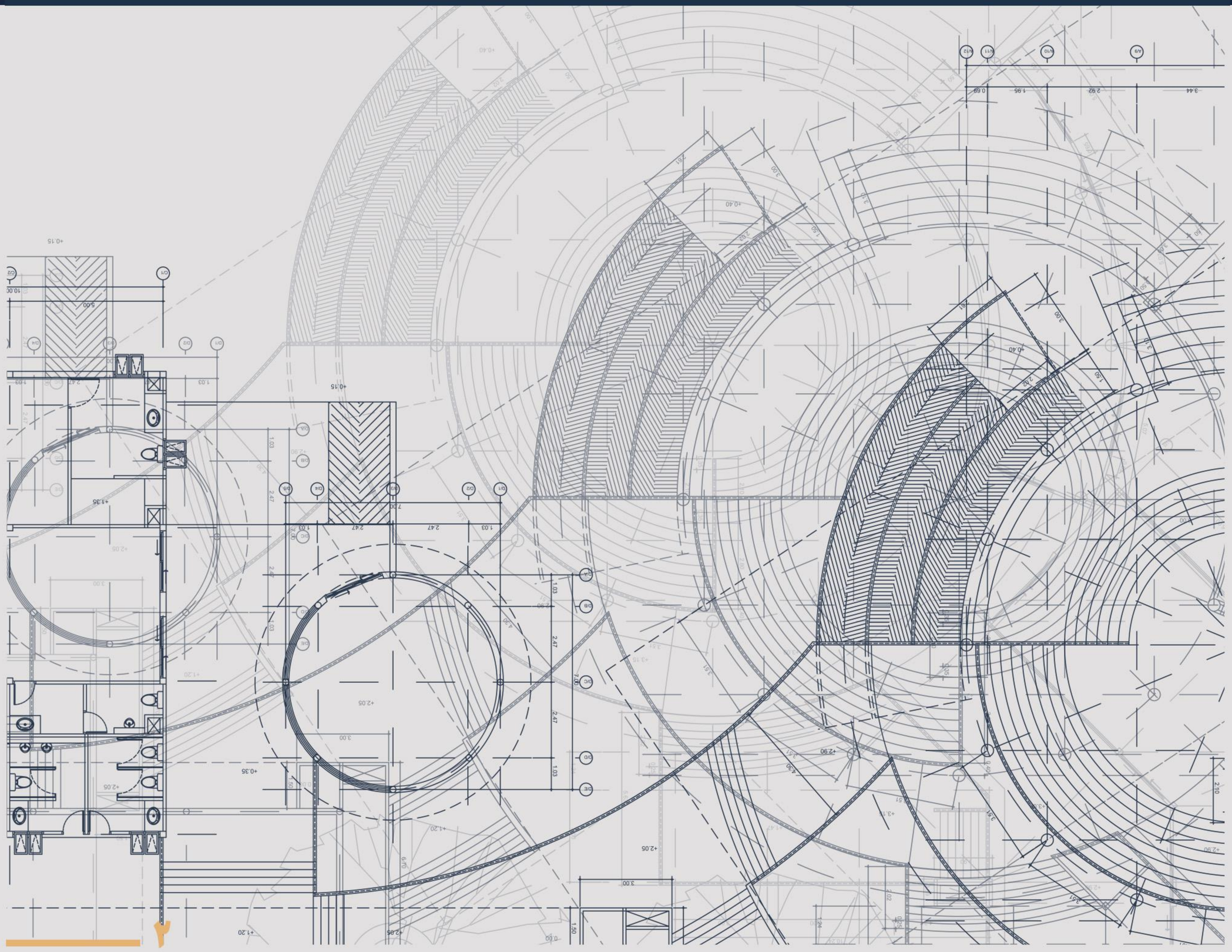
نشریه عمران نامه به صاحب امتیازی اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی عمران کشور، به عنوان یک صدای مشترک برای تمامی اعضای انجمن های علمی و دانشجویان این رشته، بر آن است که ارتباط و تبادل ایده و دانش را ترویج دهد. این نشریه فرصتی فراهم می کند تا ایده‌ها، تحقیقات و پژوهش‌های شما، در سطح ملی به اشتراک گذاشته شوند و بتوانیم درکنار یکدیگر مرزهای دانش این رشته را گسترش دهیم.

خواهشمندم با ارسال مقالات علمی، نظرات سازنده و مشارکت فعال خود، نشریه را به عنوان یک پل ارتباطی بین انجمن‌های مختلف تقویت کنید. هدف ما ارتقاء سطح علمی و تحقیقاتی در حوزه مهندسی عمران است و با اعتماد به توانمندی‌ها و انگیزه شما، معتقدیم که می توانیم با هم به این هدف دست یابیم.

با ادب و احترام

علی پارسیان

مدیر مسئول نشریه عمران نامه



# سخن سردبیر

به نام آن که بندگان را به خطاب کرامت با هزاران لطافت می نوازد و به سوی خود می نماید و می خواند، و سپاس و ثنای بی حد بر آستان صفات بی همتای احدیت که در کمال رافت و در نهایت عطوفت رخصت سخن گفتن بر بندگان خود عطا فرموده است.

عقربه ی زمان چرخید و چرخید تا دوباره بهاری نو را تجربه کنیم. تا دوباره به یاد آوریم بهار پس از زمستان را و حیات پس از مرگ را و یاد آوریم قدرت بی نظیر الهی را.

خدای را شاکریم که بار دیگر این فرصت را به ما داد که با تلاش های مضاعف اعضای هیئت تحریریه بتوانیم جلدی دیگر از نشریه ی عمران نامه را به صورت موضوع محور به انتشار برسانیم.

امید است توانسته باشیم گامی هر چند کوچک در جهت ارتقا علمی شما عزیزان برداشته باشیم.

از تمامی دوستانی که در این راه ما را یاری کردند کمال تشکر را داریم.

خدایا چنان کن سر انجام کار، تو خشنود باشی و ما رستگار

پریا عبدی‌لر

سردبیر نشریه عمران نامه

# تصفیه‌ی آب

# تصفیه‌ی آب

تصفیه آب برای مصرف بشر دارای سابقه‌ای بسیار طولانی و قدیمی است. بیکر BAKER به منابعی اشاره می‌کند که بر طبق آن، تاریخ تصفیه آب به دو هزار سال پیش از میلاد می‌رسد.

این مراحل تصفیه‌ای شامل جوشاندن و صاف کردن آب آشامیدنی می‌شده است. سیفون‌های فتیله‌ای که آب را از ظرفی به ظرف دیگر منتقل می‌نمایند، ناخالصی‌های معلق در فرایند را می‌گیرند. این عملیات در نقاشی‌های مصریان قرن 13 قبل از میلاد مسیح نشان داده شده است. درکتاب‌های رومیان و یونانیان نیز به این امر اشاره شده است. این حقیقت که عملیات تصفیه آب در اسناد پزشکی زمان‌های قدیم دیده می‌شود بیان‌گر آن است که بین پاکیزگی آب و سلامتی بشر ارتباطی مشاهده شده است. بقراط که پدر پزشکی جدید شمرده می‌شود می گوید: هرکس که می‌خواهد به نحوی شایسته در پزشکی به بررسی و تحقیق بپردازد باید آب مورد مصرف ساکنین یک ناحیه را مورد توجه قرار دهد زیرا آب در سلامت انسان ها بسیار نقش دارد.

وسائل اولیه تصفیه آب در منازل افراد مورد استفاده قرار می‌گرفت و تا حدود سده نخست میلادی هیچ نشانه‌ای دال بر وجود عملیات تصفیه‌ای بر روی آب مصرفی جامعه وجود نداشت.

برخی از آبراه‌های رومیان به حوضچه‌هائی متصل می‌شد که در آنها عمل ته‌نشینی آب صورت می‌گرفت و مجهز به کانال آبگیر شنی بود. این آبراه‌ها دارای تعدادی شیر بودند که برای مصرف عمومی توسط مردم مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در شهر ونیز که بر روی جزیره‌ای بدون منبع آب شیرین قرار گرفته است، آب حاصل از بارندگی از طریق حیاط‌ها و بام‌ها که متصل به آب‌انبارهای بزرگ بودند سرازیر می‌شد و در مسیر حرکت خود از فیلترهای شنی عبور می‌کرد.

اولین نوع از این آب‌انبارها در حدود 5 قرن پس از میلاد مسیح برای تهیه آب جهت مصارف خصوصی و عمومی ساخته شد. این آب‌انبارها حدود 13 قرن مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

عملیات تصفیه آب در قرون وسطی دچار رکورد گردید و مجدداً در قرن 18 مورد توجه قرار گرفت. در فرانسه و انگلستان امتیازاتی انحصاری برای وسائل صاف کردن صادر گردید. درست مثل زمان‌های قدیم این وسائل برای مصارف شخصی خانگی، انستیتوها و یا کشتی‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. در آغاز سده 19 میلادی تصفیه مناقع آب برای مصرف عموم در مقیاس بزرگ آغاز گردید.

شهر بیزلی در اسکاتلند به‌عنوان اولین شهری که آب مصرفی آن مورد تصفیه قرار گرفت شهرت دارد.

سیستم تصفیه آب متشکل از عملیات ته نشین‌سازی بود که متعاقب آن فیلتراسیون انجام می‌شد. این سیستم تصفیه در سال 1804 آغاز به کار کرد. به تدریج در اروپا استفاده از این سیستم متداول گردید و در پایان قرن 19 بیشتر منابع عمده آب شهری فیلتر می‌شد. این فیلترها از نوع ماسه‌ای کند بودند.

توسعه عملیات تصفیه آب در آمریکا پس از اروپا صورت گرفت. اولین تلاش برای فیلتراسیون در شهر ریچموند ایالت ویرجینیا در سال 1932 انجام گرفت ولی پروژه منجر به شکست گردید و چندین سال طول کشید تا تلاش مجددی برای انجام آن صورت پذیرد. پس از جنگ‌های داخلی تلاش‌های دیگری انجام شد تا از الگوی فیلتراسیون اروپائی پیروی شود اما تعداد کمی از آنها با موفقیت همراه بود. به‌طور مسلم ماهیت ذرات جامد معلق در رودخانه‌های اروپا تفاوت داشت و فرایند کند فیلتراسیون ماسه‌ای نمی‌توانست به خوبی مؤثر باشد. توسعه فیلترهای شنی تند که به‌صورت هیدورلیکی تمیز می‌شد رد اواخر قرن 19 منجر به کارائی بیشتر فرایند تصفیه آب گردید، و با پایان این قرن کاربرد آن در مقیاس وسیع انجام می‌شد.

در خلال دو ثلث آخر قرن 19 فیلتراسیون برای بهبود کیفیت ظاهری آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

یکی از مزایای شناخته نشده‌ی آن عبارت بود از حذف میکروارگانیسم‌هائی که شامل عوامل بیماری‌زا نیز می‌شد، و هم‌چنین موجب گواراتر شدن آب می‌گردید. پی بردن به خواص فیلتراسیون در ربع آخر قرن 19 سبب ساخت و توسعه واحدهای مختلف فیلتراسیون در سراسر اروپا و آمریکا گردید. در انتهای قرن 19 فیلتراسیون به‌عنوان عامل اصلی جلوگیری از بیماری‌های منشأ آبی به حساب می‌آمد.

پذیرش تئوری میکروبی در مورد انتقال بیماری‌ها منجر به انجام عملیات گندزدائی بر روی منبع آب مصرفی جامعه گردید. در ابتدا گندزدائی به‌صورت موقت انجام می‌گرفت. انجام این عمل با استفاده از پودرهای رنگ‌بر و هیپوکلریت‌ها در موارد خاص در قرن‌های 18 و 19 میلادی صورت می‌گرفت. اولین واحدی که به‌طور دائم آب را کلرینه می‌کرد، در سال 1902 در بلژیک راه‌اندازی شد.

تولید کلر مایع اولین بار در سال 1909 برای گندزدائی آب آغاز گردید، و در فیلادلفیا به سال 1913 برای اولین بار جهت ضدعفونی آب استفاده از سایر مواد مصرفی برای گندزدائی از جمله ازون به‌طور هم‌زمان توسعه پیدا کرد ولی مصرف آن فراگیر نشد. گندزدائی و استفادهٔ وسیع از کلر در منابع آب مصرفی کاهش بسیار زیادی در مرگ و میر ناشی از بیماری‌های با منشأ آبی را سبب گردید.

سایر فرایندهای تصفیه آب با سرعت و گستردگی کمتری توسعه یافتند. منعقدسازی همراه با فیلتر شنی سریع به‌عنوان فرایند مکمل ته‌نشینی در ایالات متحده توسعه یافت.

نرم کردن آب‌های سخت در قرن نوزدهم در اروپا انجام می گرفت. اما تا آغاز قرن بیستم برای مصارف عمومی آب گسترش پیدا نکرد. ظرفیت ذغال برای جداسازی مواد آلی محلول در آزمایش‌های مربوط به فیلتراسیون مورد توجه قرار گرفت، اما برای مصرف عمومی آب استفاده نشد. اصلاح این ماده و تبدیل آن به کربن فعال همراه با استفاده آن در واحدهای تصفیه آب اخیراً انجام گرفته است. همان‌طوری‌که استفاده از غشاهای مصنوعی برای عملیات فوق فیلتراسیون و جداسازی مواد معدنی محلول به تازگی انجام شده است.

پیشرفت‌های انجام شده در فرایندهای تصفیه آب در طول قرن حاضر از آن‌چه که قبلاً در طی تمام تاریخ رخ داده بیشتر است. به استثنای چند مورد فرایندهای تصفیه بدون اتکا به اطلاعات علمی در مورد اصول عملکردشان و تنها با وسائل اندک برای ارزیابی کمی میزان تأثیر آنها توسعه یافته‌اند. تنها در طی 30 الی 40 سال اخیر آگاهی های علمی بر فرایندهای تصفیه آب عملاً تأثیر گذار بوده است. جالب است بدانید یک تئوری منجر به بروز تغییرات چندی در فرایندهای اصلی تصفیه آب گردیده است. فهم مبانی علمی سبب بهتر شدن فرایندها و توسعهٔ جامع‌تر وسائل و افزایش کل راندمان راهبردی تصفیه آب گردیده است.

## آلودگی آب شرب و اهمیت تصفیه

همان‌طور که می‌دانید آب بیش از سه‌چهارم سطح کره زمین را پوشانده است. 97/2 درصد از آب‌های موجود در این سیاره در اقیانوس‌ها و دریاها انباشته شده‌اند، لیکن تنها حدود 2/8 درصد از آب‌های موجود قابل شرب می باشد. قدر قابل توجهی از کل آب‌های سطح کره زمین به صورت مناطق قطبی، یخچال‌های طبیعی، رطوبت هوا و خاک می‌باشد که عملاً غیرقابل دسترسی است و تنها 0/62 درصد از آن در رودخانه‌ها جاری بوده و یا به‌صورت دریاچه‌های آب شیرین و منابع زیرزمینی قرار گرفته‌اند و انسان‌ها آب آشامیدنی خود را از این منابع تأمین می نمایند.

امروزه این منابع محدود آب شیرین قابل دسترس در معرض انواع آلودگی‌های میکروبی و شیمیائی قرار گرفته، و آلاینده‌های فراوانی از طریق فاضلاب‌های صنعتی و کودهای شیمیائی منابع حیاتی انسان‌ها را به‌طور جدی تهدید می‌نماید.

۱) متأسفانه با توسعه تمدن جدید و صنعتی شدن جوامع، فاضلاب‌های صنعتی، مواد سمی، (فلزات سنگین) و آلودگی‌های مضر که برای سلامتی موجود تهدید به حساب می آید، از قبیل اسیدیته آزاد، مواد قلیائی، گازهای سمی، مواد رادیواکتیو، میکروارگانیسم های بیماری‌زا، چربی و روغن و ... را وارد آب‌های شیرین قابل دسترس می‌نمایند.

۲) مواد شوینده که در عصر ما بسیار توسعه یافته و حجم وسیعی را تشکیل می‌دهد، هر روز و هر ساعت از طریق چاه‌های فاضلاب وارد آب‌های زیرزمینی گردیده و مولکول‌های کربن‌دار حلقوی (هیدروکربورها) موجود در آن که به آسانی قابل استحاله و تغییر نیستند، را وارد آب‌های زیرزمینی می‌گردانند و آلودگی شیمیائی ایجاد می‌نمایند. متأسفانه با تمام تلاشی که به عمل آمده در حال حاضر فقط 25 درصد از پاک کننده‌ها (دترجنت‌ها) در شرایط معمولی تجزیه می‌گردند (جزء انواع تجزیه شونده می‌باشند) و 75 درصد آنها استحاله نمی‌گردد و مولکول‌های حلقوی کربن‌دار آنها شکسته نمی‌شوند.

۳) تصفیه‌خانه‌های آب شرب جهت مبارزه با آلودگی‌ها با اضافه کردن مقداری کلر که ارزان‌ترین و قابل دسترس‌ترین آنتی‌اکسیدان است، میکروب‌ها و ویروس‌ها را در شرایطی خاص (نه به‌طور کامل) از بین می‌برند. هنگامی که کلر به‌عنوان گندزدائی کننده در تصفیه آب به کار می‌رود، در اثر ترکیب کلر با مواد آلی مثل اسید هیومیک تولید تری هالومتان‌ها THMS یا هالوفرم‌ها را می‌نماید، تری‌هالومتان‌های اصلی عبارتند از: کلروفرم (CHCL3)، برمودی کلرومتان (CHBRCL2)، دی‌برموکلرومتان (CHBR2CL) و برموفرم (CHBR3). شواهدی در دست است که این ترکیبات خاصیت سرطان‌زائی دارند، که برای سلامتی انسان‌ها جداً مضر تشخیص داده شده‌اند. در شکل تصفیه آب به‌صورت رایج این‌گونه مواد هم‌چنان در آب باقی می‌مانند و کلر اضافی باقی‌مانده نیز اثر زیان‌آور خود را بر سلامتی انسان‌ها وارد می‌سازد. در هر حال تصفیه‌های اولیه تأثیر زیادی در رابطه با مقابله با آلودگی شیمیائی و عناصر محلول در آب نمی‌توانند انجام دهند. فلزات مضر و نمک‌های زیان‌آور هم‌چنان از طریق آب آشامیدنی وارد بدن انسان‌ها می‌گردند و اثرات تخریبی خود را به‌جای خواهند گذاشت.

۴) آب حاوی محلول نمک‌ها و فلزات زیان‌آور، که میزان آن با: ELECTRICAL CONDUCTIVITY, TDS TOTAL DISSOLVED SOLIDS، مشخص می‌گردد، متابولیسم سلولی و سوخت و ساز سلول‌های بدن انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در رسیدن غذا و اکسیژن کافی به نسوج و بافت‌های بدن اختلال ایجاد می‌نماید. این اختلال به‌صورت خستگی مفرط، ناراحتی‌های پوستی، ضعف در عضلات بدن، سردرد و ... ظاهر می‌گردد. مواد زائد آب در سیستم گردش خون به‌صورت رسوباتی در جداره رگ‌ها باقی می‌مانند و موجب تصلب شرائین، فشار خون، کاهش کارائی کلیه‌ها و کاهش ترشحات مفید غدد بدن و نهایتاً سکته‌های قلبی، مغزی و سایر عوارض خطرناک می‌گردند.

۵) میزان آب موجود در بدن انسان 66 درصد تا 85 درصد است که مقدار آن در خون 79 درصد می‌باشد. آب سالم و بهداشتی آبی است که قادر به انجام مأموریت‌های ضروری برای حیات پرنشاط و سالم باشد. سوخت و ساز سلولی عمدتاً توسط آب صورت می‌پذیرد و آب به‌طور دائم سلول‌ها و بافت‌ها را با حمل مواد غذائی تغذیه کرده و سپس مواد زائد آنها را به خارج از بدن حمل می‌کند، که در صورت اشباع بودن مولکول‌های آب از عناصر زائد این توانائی کاهش می‌یابد و عوارض آن به‌صورت‌های گوناگون در زندگی ما ظاهر می‌گردد.

۶) توجه به امر بهداشت آب آشامیدنی و مضرات ناشی از آلودگی‌های مختلف آب در سال 78 توجه همراهان گروه تصفیه آب را به خود جلب نمود. آنان جهت پرهیز دادن از امراض و ناراحتی‌های ناشی از این آلودگی‌ها، و توسعه آگاهی عمومی نسبت به آنها تلاش‌های خود را آغاز کردند. استفاده گسترده از سیستم‌های تصفیه (REVERSE OSMOSIS) اسمز معکوس از نتایج این فعالیت‌هاست. REVERSE OSMOSIS سیستمی است که با بهره گیری از قانون اسمز در طبیعت می‌تواند آب‌های آلوده و ناسالم با عبور دادن از فیلتری مخصوص به نام (MEMBRANE) به آب سالم بهداشتی تبدیل نماید، که نزدیک به مختصات استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) می‌باشد. این سیستم مولکول های آب را غربال کرده و مولکول‌های اشباع نشده و سالم را از مولکول‌های اشباع شده جدا می‌نماید.

انـواع میکروب‌هـا و ویروس‌هـا کـه در اندازه‌هـای فیزیکـی 0/03 تـا 3 میـکرون مشـخص مـی گـردد و هم‌چنیـن انـواع فلـزات سـنگین و نمک‌هـای زیـان‌آور را به‌صـورت پسـاب خـارج مـی نمایـد و تنهـا بـه آب سـالم و بهداشـتی اجـازه عبـور و خروج از سیسـتم را می‌دهـد کـه قابـل شرب و اطمینان‌آور است.

دسـتگاه‌های کوچـک پرتابـل و خانگـی و اداری اسـمز معکـوس قابـل دسـترس‌ترین سیسـتم و با شـرایط کاملاً اقتصـادی جهت تأمیـن آب آشـامیدنی سـالم در منـزل و محیـط کار می‌باشـد. با ایـن دسـتگاه‌ها دیگـر نیـازی بـه تهیـه آب معدنـی بسـته‌بندی شـده نخواهیـد داشـت و از مضرات بی‌شمار آب‌های ناسالم در امان خواهید بود.

## تصفیه‌ی آب صنعتی

انواع تصفیه :

- تصفیه خارجی :

کلیـه روشـها بـرای رهایـی از مشـکلات ناشـی از وجـود ناخالصـی قبـل از ورود اب بـه داخـل واحـد صنعتـی را تصفیـه خارجـی گوینـد کـه شـامل روشـهایی چـون اهـک زنـی اسـتفاده از رزیـن هـای تعویض یونی و فیلتراسیون می باشد.

- تصفیه داخلی :

در صـورت کـم بـودن دبـی اب ممکـن اسـت هزینـه تصفیـه اب بـه روشـهای خارجـی خیلـی زیـاد باشـد لـذا بـرای حـذف کامـل نـا خالصـی هـا بـا افزودن مـواد شـیمیایی مناسـب بـه اب در خـود واحد صنعتی عمل تصفیه انجام می پذیرد که به ان تصفیه داخلی می گویند.

**" تاریخچه رزین های تعویض یونی"**

رزیـن هـای تعویـض یونـی ذرات جامـدی هسـتند کـه مـی تواننـد یـون هـای نـا مطلـوب در محلول را با همان مقدار اکی والان از یون مطلوب با بار الکتریکی مشابه جایگزین کنند.

در سال 1850 یک خاک شناس انگلیسی متوجه شد محلول سولفات امینیومی در لایحه های خاک عبور می کند امونیوم خود را با کلسیم عوض کرده و به صورت سولفات کلسیم در می اید که ادامه تعقیبات منجر به شناسایی سیلیکات الومینیوم به عنوان یک ماده تعویض کننده یون گردید . به رزین های معدنی زئولیت می گویند که قادرند یونهای کلسیم و منیزیوم را از اب حذف کرده و به جای ان سدیم ازاد کنند از این رو به زئولیتهای سدیمی مشهور شده اند اما زئولیتهای سدیمی قادر به تصفیه سیلیس اب نبودند و این علت دانشمندان را بر ان داشت تا زئولیتهایی در هلند ساخته شود که به جای سدیم فعال هیدروژن فهال دالشتند که به زئولیتهای کاتیونی معروف شدند و می توانستند تمام نمکهای محلل در اب را به اسیدهای مربوطه تبدیل کنند در حال حاظر رزینهای کاتیونی ضعیف و قویو همچنین رزینهای انیونی ضعیف و قوی تولید گردیده است .

رزیـن هـا در داخـل سـتونهای مخصـوص از جنـس اسـتیل (فـولاد زنـگ نزن) روی لایهـای سیلیس مشبک ریخته می شود و اب خام از بالا روی ان ریخته و از پایین ستون خارج می شود .

**- احیای رزین:**

پس از اینکه مدتی از رزین استفاده گردید مدت تصفیه ان کم می شود و باید عمل احیا روی ان انجام گیرد که شامل مراحل زیر می باشد.

شستشوی معکوس که اب از کف بستر رزین به طرف بالا جریان پیدا می کند که هدف معلق کردن دانه ای رزین می باشد .

تزریق ماده شیمیایی احیا کننده (هنگامی که نمک استفاده می شود تا زمانی که اب خروجی تلخ است یعنی منیزیم)

شستشوی اهسته : به خاطر توزیع ماده شیمیایی در سرتاسر بستر رزین و در نتیجه تماس بهتر ماده شیمیایی با دانه های رزین

شستشوی سریع به خاطر حذف باقیمانده ماده احیا کننده تا دستگاه برای سرویس دهی مجدد اماده گردد.

**- الکترو دیالیز:**

کمتر از ربع قرن است الکترودیالیز به عنوان یک روش صنعتی برای تصفیه اب در جهان مطرح شده است . الکترودیالیز همانند روش رزینهاست ولی به جای دانه های ریز از غشاهای صفحه ای با مقاومت مکانیکی بالا استفتده می شود . این غشاء دارای دو نوع کاتیونی و انیونی می باشد که غشاءهای انیونی دارای بار الکتریکی مثبت بوده و فقط انیونها می توانند ازان عبور کنند . غشاءهای کاتیونی دارای بار الکتریکی منفی بوده و تنها کاتیونها اجازه عبور را دارند .

**- اسمز معکوس:**

فرایندی فیزیکی است که می توان از محلولی به کمک یک غشاء نیمه تراوا حلال تقریبا خالص تهیه کرد .

اسمز معکوس می تواند 99% مواد معدنی حل شده و 97% مواد الی و کلوئیدی اب را حذف کند . در اسمز معکوس اب خام توسط پمپ به داخل محفظه ای که دارای غشاء نیمه تراوا می باشد رانده می شود چون تقریبا فقط اب خالص می تواند از غشاء عبور کند.

**بررسی روش های تصفیه آب خانگی و کاربرد آنها**

دستگاههای تصفیه آب خانگی برای حذف یا کاهش مواد زائد آب آشامیدنی بکار می‌روند.

این مواد عمدتا عبارتند از :

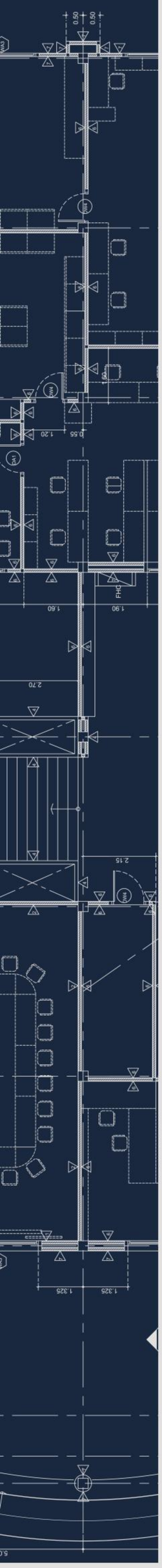
الف) سختی آب

ب) کلر و ترکیبات بیماریزای کلر

ج) فلزات سنگین

د) آلودگی های میکربی

در زیر به بررسی این پارامترها و روشهای تصفیه آن ها می پردازیم :



**الف) سختی آب**

املاح موجود در آب موجب بالا رفتن سختی آب می‌شوند

تماس آب با ترکیبات آهکی موجود در زمین باعث ورود عوامل سختی در آب‌ها شده و معمولا آب‌های زیر زمینی از سختی زیادتری نسبت به آب های سطحی برخوردارند.

سختی آب، عملا شاخص میزان فعل و انفعال آب با صابون است و برای شستشو با آب های سخت تر به صابون زیادتری نیاز است. سختی آب به مجموعه املاح کلسیم و منیزیم موجود در آب بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم اطلاق می‌شود.

طبقه بندی آب ها از نظر سختی بشرح زیر می باشد:

آب های سبک : ۶۰-۰ میلی گرم در لیتر

آب های با سختی متوسط : ۱۲۰-۶۰ میلی گرم در لیتر

آب های سخت : ۱۸۰-۱۲۰ میلی گرم در لیتر

آب های خیلی سخت: بیشتر از ۱۸۰ میلی گرم در لیتر

آب های سخت در درجه حرارت بالا در جداره کتری و دیگ های بخار رسوبات کربنات کلسیم ایجاد می‌کند. مطالعات اخیر نشان داده که مصرف آب های سخت تر بعلت وجود منیزیم و کلسیم مرگ های ناگهانی ناشی از امراض قلبی و عروقی را به شدت کاهش میدهد.

در حال حاضر هیچگونه رابطه ای میان پیدایش سنگ کلیه و سختی آب گزارش نشده است.

علاوه بر این وجود کلسیم و منیزیم در آب های آشامیدنی سخت مانع جذب فلزات سنگین نظیر سرب، کادمیوم، روی و مس و رسوب آنها در استخوانها می شود. در عین حال در نقاطی از روسیه که از آب های نسبتا سخت استفاده می کنند به مواردی از پیدایش سنگ در مجاری ادرار برخورده اند. این موضوع تقریبا در آب های با سختی 500 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم به اثبات رسیده است.

از سوی دیگر در نقاطی که از آب های نرم تر استفاده می شود. به فشار خون، وجود چربی و کلسترول در خون برخورده اند که هر دوی این عوامل میتوانند در مرگهای ناگهانی بسیار مؤثر باشد. به طور کلی میتوان گفت که در نقاطی که آب سخت مصرف می شود امراض قلبی کمتر از نقاطی است که ساکنین آنها آب های سبک تر مصرف می کنند. به علاوه بروز سکته های قلبی در نقاط با آب های سخت تر به مراتب کم تر از نقاط با آب های سبک تر است.

### ب) کلر

برای میکرب زدایی، در تصفیه خانه های شهری کلر به آب افزوده میشود

کلر و ترکیبات آن برای ضدعفونی آب آشامیدنی در تصفیه خانه ها به آب اضافه میگردد. در سالهای اخیر تحقیقات بعمل آمده نشان داده اند که مواد آلی موجود در آب با کلر ترکیب شده و ایجاد تری هالومتان ها، کلرات و سایر ترکیبات جانبی مضر و سمی می نمایند که باعث بروز انواع بیماریهای صعب العلاج در انسان میگردند.

### ج) فلزات سنگین

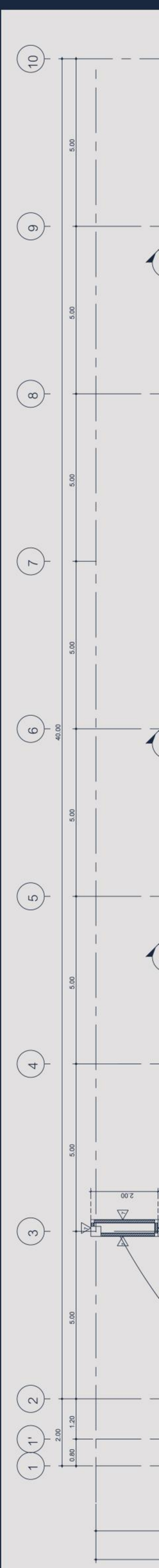
فلزات سنگین از طریق نفوذ پساب صنعتی در آب آشامیدنی به انسان منتقل میشود

فلزات سنگین با توجه به توسعه شهرنشینی و صنایع که منجر به افزایش میزان فاضلاب و پساب تولید گردیده است، عمدتا از طریق دفع نادرست و غیربهداشتی فاضلاب شهری و پساب صنعتی وارد محیط زیست می گردد. مرگ و میرهای آبزیان در اثر تخلیه پساب های محتوی فلزات سنگین در دنیا و ایران بی سابقه نیست. سبزیجات اطراف تهران نیز که با فاضلاب آبیاری میشود از این آلودگی ها بی بهره نمیباشد. فلزات سنگین شامل سرب، جیوه، روی، نیکل، کرم، کادمیوم و غیره میباشد. وجود فلزات سنگین در غلظت بیش از استاندارد در آب شرب باعث عوارض مختلف نظیر مسمومیت، حساسیت شدید، ضایعات کروموزومی، عقب افتادگی ذهنی، فراموشی، پارکینسن، سنگ کلیه، نرمی استخوان و انواع سرطان منجمله سرطان پروستات میگردد. یکی از کارشناسان محیط زیست، آلودگی محیط مخصوصا آب با فلزات سنگین را بعنوان بزرگترین گناهی که بشر در طبیعت انجام میدهد ارزیابی نموده است..

### د) میکرواورگانیزم های بیماری زا

میکربها از طریق نفوذ فاضلاب انسانی در آب آشامیدنی به انسان منتقل می شوند

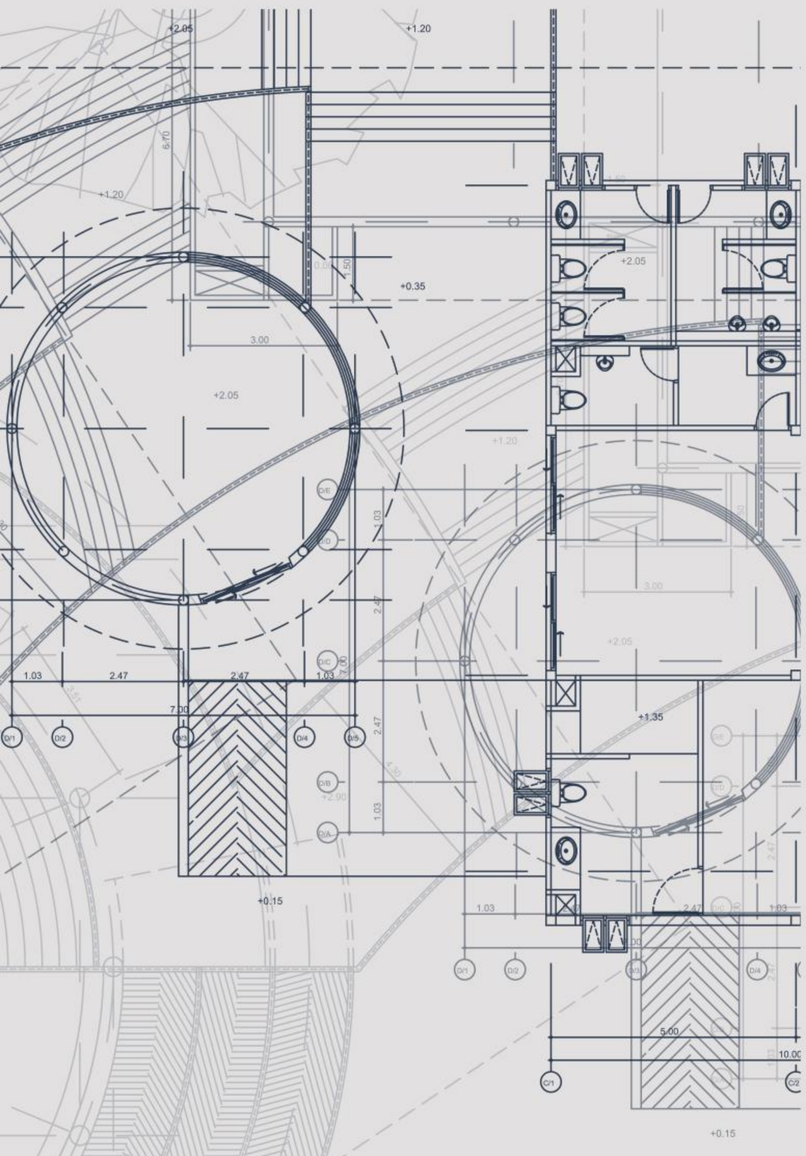
امراض مختلفی بوسیله آب به انسان منتقل می شوند. از جمله این امراض می توان وبا، حصبه، اسهال میکربی و خونی، هپاتیت، سل، دیفتری، انگلهای خونی و کبدی را نام برد. عوامل بروز این بیماریها که شامل تک یاخته ها، ویروس ها، باکتری ها، کرم ها و انگلها می باشند، از طریق نفوذ فاضلاب در آب آشامیدنی به انسان منتقل می شود. بیماری های ناشی از آب آلوده سالانه نزدیک به یک میلیارد انسان را در روی کره زمین مبتلا می کند و باعث مرگ حدود ۱۰ میلیون نفر می شود.



# تفاوت‌های مدیریت ساخت و مدیریت پروژه

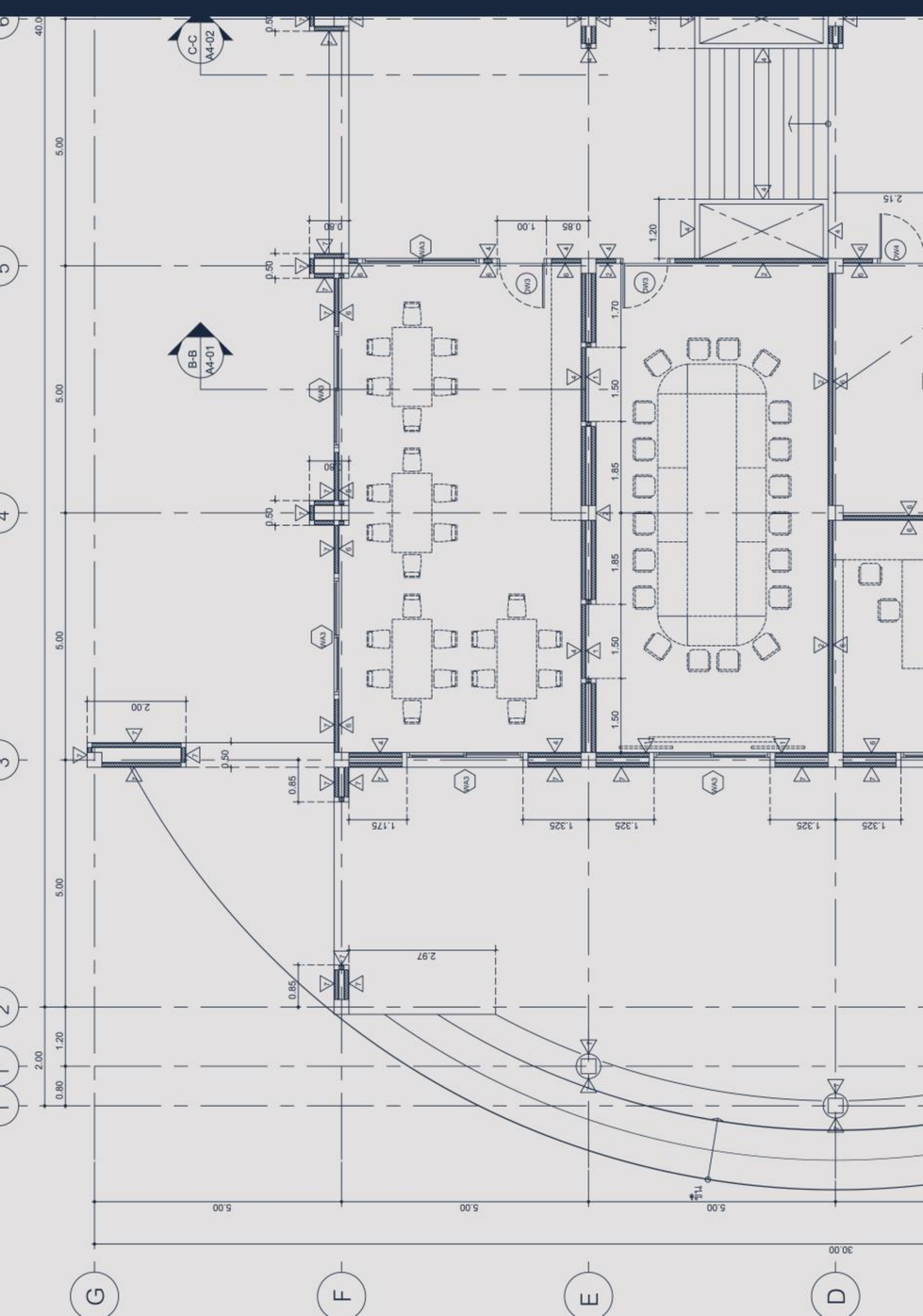
# تفاوت های مدیریت ساخت و مدیریت پروژه

در بازار امروز، انتخاب های مربوط به ساخت و ساز بیشتر و بیشتر متنوع می شوند. سال های نه چندان دور، تصمیمات مالک به انتخاب طراح، پیمانکار و سازنده محدود می‌شد. بااین حال، این انتخاب ها به شدت گسترش یافته است. نه تنها ابزارها، روش ها و رویه های ساخت و سازگسترش یافته است، بلکه جایگزین های فرآیند مدیریت برای ساخت و سازعملاً نامحدود شده اند. با این حال، دو گزینه اصلی وجود دارد که در صنعت رایج است، مدیریت پروژه و مدیریت ساخت.



### مدیریت پروژه

روش مرسوم مدیریت ساخت است. مالک قرارداد مستقیم هم با مشاور و هم با پیمانکار دارد. مالک می تواند کنترل مستقیم بر تمام جنبه ها و کیفیت پروژه را حفظ کند. این فرآیند به مالک اجازه می دهد تا انعطاف بیشتری در تصمیم گیری داشته باشد. مالک در نهایت تصمیمات نهایی را میگیرد. علاوه بر این، مالک ممکن است از مزیت مناقصه رقابتی برخوردار شود.



### مدیریت ساخت

یک روش مترقی و "راحت تر" برای مدیریت پروژه های ساختمانی است. مالک تنها یک قرارداد مستقیم با مدیر ساخت دارد. پیمانکار به یک پیمانکار فرعی برای مدیر ساخت (مشاور) تبدیل می شود.

مالک با اینکه مجبور است هر تصمیمی را بگیرد درگیر نمی‌شود و قریب به اتفاق در تکمیل کار با کاهش زمان مواجه می شود. در نهایت، بخش مالی مالک فقط باید با یک شرکت سر و کار دارد.

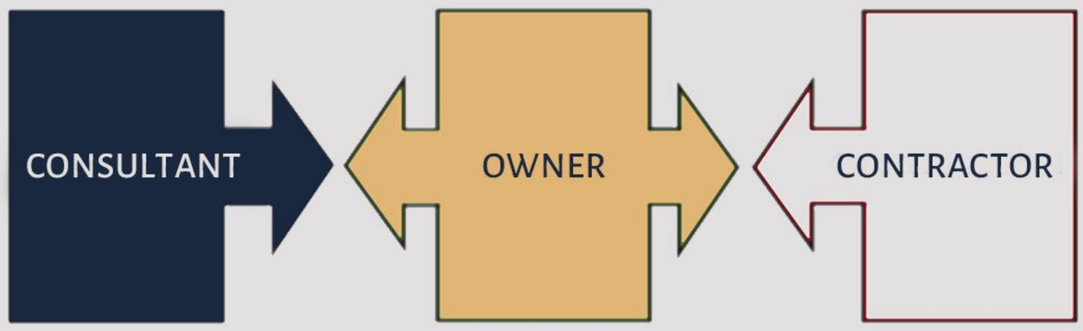
## دلیل ایجاد فلسفه مدیریت ساخت:

در بسیاری از مواقع، تیم های متنوع کاری، با سطح تخصص های متفاوت و فرهنگ های مختلف در یک منطقه خاص با پیچیدگیها و عدم قطعیتهای فراوان گرد هم می آیند تا اقدام به ساخت یک  پروژه میلیارد دلاری نمایند. پروژه ای که ممکن است به واسطه ریسک های فراوان جغرافیایی، سیاسی، فرهنگی و البته منطقه ای با مشکلات فراوانی مواجه گردیده و نیاز به نگاهی متفاوت داشته باشد. همین موضوع باعث گردیده تا نرخ شکست صنعت ساخت نسبت به تمام صنایع دیگر بالاتر بوده و این صنعت در زمره پر ریسک ترین صنایع در دنیا قرار گیرد و کشورهایی چون انگلستان و آمریکا فلسفه جدیدی به نام مدیریت ساخت را ایجاد نموده و سالیان متمادی بر روی توسعه آن، چه از منظر علمی و تخصصی و چه از نگاه اجرایی، سرمایه گذاری فراوانی نمایند.

باور اشتباه دیگر آنست که برخی فکر میکنند مدیر ساخت همان سرپرست یا تنها مدیر فاز ساخت/اجرا است. این نیز باور غلطی است. طبق تعریف انجمن مدیریت ساخت آمریکا، مدیر ساخت وظایفی دارد که قبل از شروع پروژه و در مرحله مطالعات شروع گردیده و حتی پس از اتمام ساخت نیز میتواند ادامه یابد

تفاوت آنجاست که هر مدیر پروژه ای نمیتواند اقدام به مدیریت پروژه های ساخت بنماید و این مدیر ساخت است که اساسا برای مدیریت پروژه های ساخت تربیت میگردد. این همان دلیلی است که محدوده های دانشی مدیر ساخت متفاوت شده و گرایش هایی به نام مدیریت پروژه ومدیریت ساخت زیرمجموعه رشته معماری و مهندسی عمران ایجاد شده اند. این دقیقا همان دلیلی است که دسته بندی های مختلف صنعت ساخت ایجاد شده و از این متخصصان در جایگاه متفاوتی استفاده مینماید  پس مدیر ساخت همان مدیر پروژه نبوده و برای تبدیل شدن به مدیر ساخت باید دانشی بسیار فراتر کسب نمود.

# دیاگرام مدیریت پروژه و معایب و مزایا

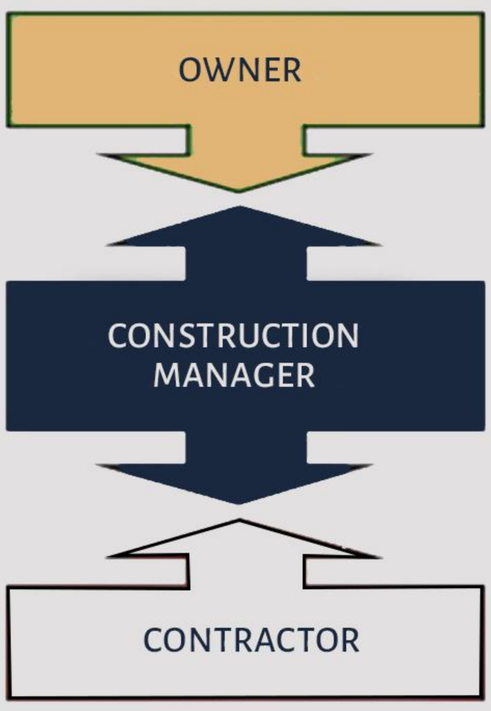



**معایب:**

- مالک می تواند با جزئیات جزئی پروژه غرق شود
- حساب های پرداختنی مالک
- باید با چندین شرکت سر و کار داشته باشد

**مزایا:**

- مالک کنترل تمام جنبه ها/کیفیت پروژه را حفظ می کند
- مالک انعطاف پذیری در تصمیم گیری را حفظ می کند مالک تصمیم نهایی را می گیرد.




**مزایا:**

- معاملات حساب های پرداختنی مالک تنها با یک شرکت است.
- مالک می تواند کاهش زمان را در تکمیل کار متوجه شود.
- افزایش مسئولیت کنترل کیفیت با مشاور.
- مالک با اینکه مجبور باشد هر تصمیمی را بگیرد درگیر نمی شود

**معایب:**

- مالک سطحی زیادی از روابط خود را با تمامی شرکت ها از دست می دهد.
- به جز مدیر ساخت مالک می تواند پول بیشتری نسبت به فرآیند معمولی سرمایه گذاری کند (منافع و نیاز به ازای هر پروژه).

نه تنها تمامی تکنیک ها و مبانی که یک مدیر پروژه باید فرا گیرد مدیر ساخت نیز باید فرا گیرد، بلکه نیاز به محدوده های دانشی متفاوت و البته فراتری برای مدیریت پروژه های صنعت ساخت دارد. از طرفی ساختار متفاوت صنعت ساخت این الزام را ایجاد مینماید تا مبانی مدیریت برنامه ریزی ،هزینه ،کیفیت ایمنی، طرح و برنامه ریسک ،پایداری مدلسازی اطلاعات ساختمان،قرارداد ادعا آنالیز تاخیرات و بسیاری از مبانی دیگر به شکلی تخصصی و مختص صنعت ساخت تدوین و ارائه گردد موضوعی که باید به شکل مناسبی به یادگیری آن اقدام نماید.

## وظایف مدیریت پروژه و ساخت

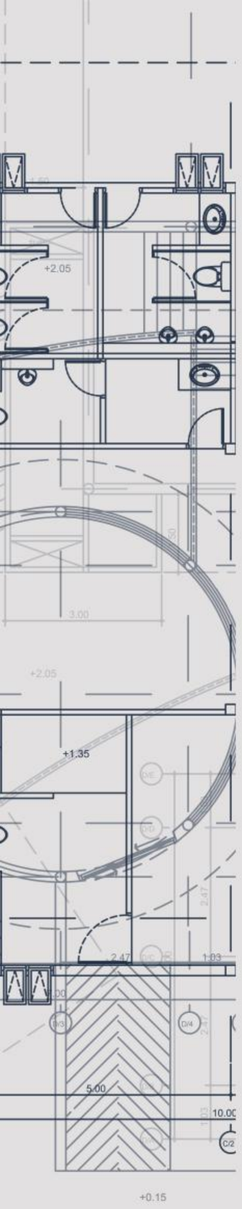
### وظایف مدیریت ساخت

مدیریت پروژه
مدیریت تصمیم گیری
مدلسازی اطلاعات
مدیریت اطلاعات
مدیریت منابع
مدیریت ارزش
مدیریت ریسک
مدیریت پایداری
مدیریت برنامه
مدیریت ایمنی
مدیریت قرارداد
مدیریت کیفی
مدیریت زمان بندی
مدیریت بودجه و هزینه

### وظایف مدیریت پروژه

برنامه ریزی فعالیت ها
نگهداری
مدیریت مستندات
نظارت بر پیشرفت
مدیریت ریسک
برآورد هزینه
کنترل زمان
سازماندهی نیرو ها
اجرای پروژه
برقراری ارتباط
رهبری پروژه

# بهینه‌سازی



# بهینه سازی

بهینه سازی یکی از مواردی است که امروزه در دنیا بسیارمورد توجه قرارگرفته است و درتمام رشته ها کاربرد بسیار دارد ، درواقع منشا نظریه بهینه سازی از حرکت ماهیان درمقابل خطر حمله کوسه می باشد به این صورت که ماهیان کم هوش در مقابل خطر، حرکت هوشمندانه ازخودنشان میدادند و به چند دسته تقسیم میشدند که احتمال زنده بودنشان را بالا میبرد.

بهینه سازی به دو صورت بیان می شود :

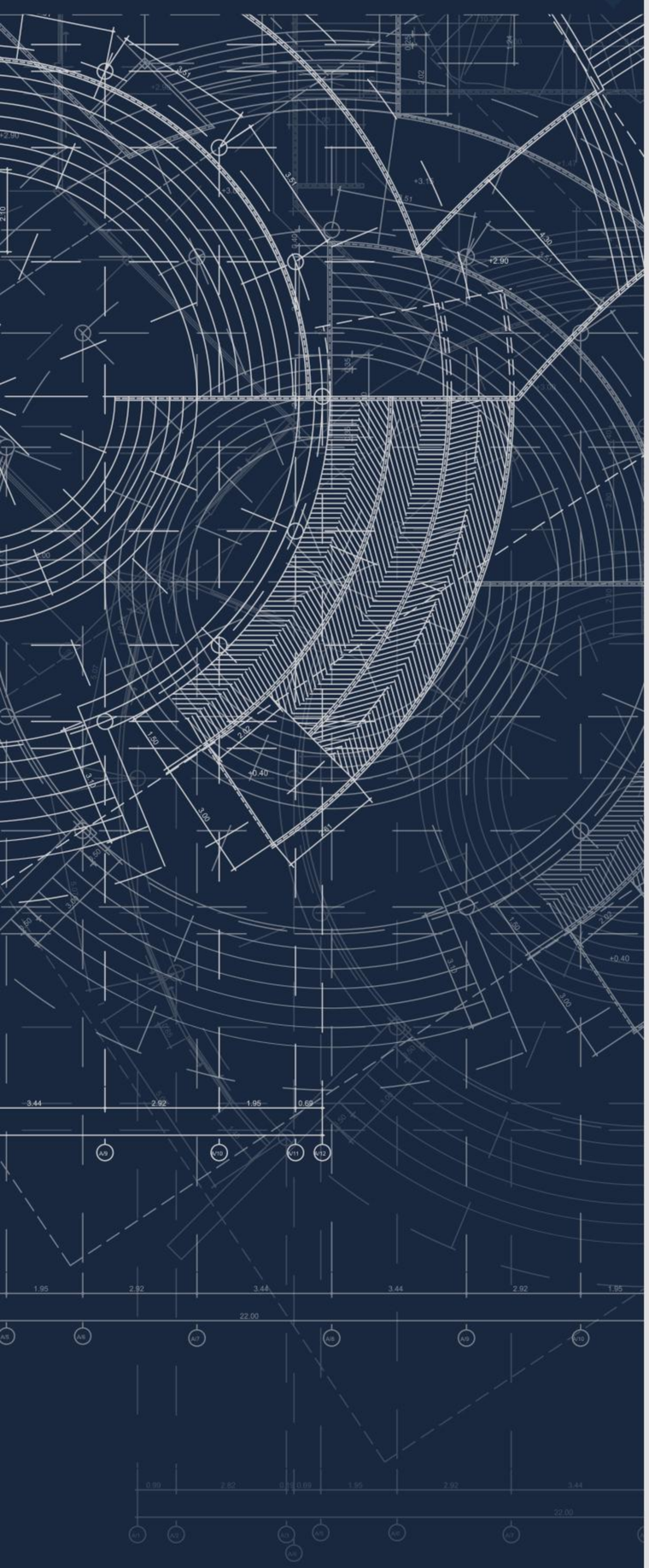
کمینه کردن

بیشینه کردن

کمینه کردن مانند کارخانه ای که برای کم کردن استهلاک و یا خرابی دستگاهای خود نیازمندطرحی میباشد;

و بیشینه کردن مانند این است که شرکتی مشتاق طرحی میباشد تا او را به سودبیشتر برساند .

امروزه بهینه سازی درژنتیک ،برق ،و.... کاربردهای بسیارمهم وحیاتی دارد .



اولین الگوریتم بهینه سازی PSO میباشد و با گذر زمان الگوریتم های بهتر و کاربردی تر برای دستیابی به بهترین جواب در کمینه و بیشینه کردن مطرح شد.

البته هم اکنون نیز از الگوریتم PSO نیز استفاده میشود ولی به دلیل پیچیدگی و ... کمتر استفاده میشود ،ولی لازمه شروع و فهمیدن بهینه سازی میتواند از الگوریتم PSO باشد .

طراحان از طريق شبيه سازي عددي، طراحي ها را با سرعت بيشتري انجام دهند. با اين وجود، اين روش نيز شامل يک فرآيند سعي و خطا است و در بسياري از موارد به سامانه بهينه منجر نميشود.

به طور كلي مي توان از سه مرحله مهم براي بهينه سازي يک سامانه نام برد:

مرحله اول:

درک سامانه و متغيرهاي مختلفي است كه بر روي آن تاثير مي گذارند.

مرحله دوم:

انتخاب تابعي به عنوان معيار عملكرد سامانه است. اين معيار به متغيرهاي سامانه وابسته است و تاثير زيادي روي كارآيي سامانه دارد.

مرحله سوم :

انتخاب مقدار متغيرهاي سامانه است و اين انتخاب به گونه اي است كه سامانه بهينه مي شود.

انتخاب روش بهینه سازی به عواملي نظیر خطی بودن مساله، تعداد متغیرهای طراحی، تعداد توابع هزینه و مقید یا غیر مقید بودن مساله بستگی دارد. منظور از تابع هزینه تابعی است که معیاری براي کارایی سامانه می باشد. در طراحی مهندسی گاهی لازم است قیدهایی را به مساله تحمیل کنیم. مثلا ممکن است بخواهیم بال یا پره را به گونه ای طراحی کنیم که ضخامت آن از مقدار معینی بیشتر یا کمتر شود. به این نوع طراحی، طراحی مقید گفته می‌شود. اما در طراحی غیر مقید، قیدی به مساله اعمال نمی‌شود.

یکی از کاربردهای بهینه سازی ،تشخیص آسیب های سازه می باشد که در ادامه به بررسی آن میپردازیم که از مقالات ISI برگرفته شده است .

**مقدمه:**

سازه های مهندسی عمران ممکن است در طول عمر مفید خود آسیب های ناشی از منابع مختلف مانند شرایط محیطی ناگوار، بارگذاری بیش از حد، فرسودگی مواد یا عدم نگهداری کافی را تجربه کنند. برای جلوگیری از خرابی و خسارت های سنگین و افزایش طول عمر سازه ها، شناسایی آسیب های اولیه و مهم ضروری است. در مهندسی، روش های تشخیص آسیب به دو دسته عمده روش های مخرب و غیر مخرب طبقه بندی می شوند. به طور کلی، روش های مخرب با توجه به معایب آنها مناسب نیستند؛ بنابراین ، استفاده از روش های غیر مخرب توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. اعمال سازه های بزرگ که به مشاهدات محلی در یک منطقه محدود می شود، بسیار وقت گیر و گران است. موج فشار، اولتراسونیک، اشعه ایکس، صدا شناسی و رادیوگرافی نمونه هایی از این روش ها هستند. در مقابل، روش های تشخیص آسیب مبتنی بر ارتعاش، یک روش غیر مخرب جهانی بر اساس این اصل است که آسیب و خسارت، خواص فیزیکی را تغییر می دهد که این امر منجر به تغییر خواص دینامیکی سازه نیز می شود. بنابراین، می توان از طریق ویژگی های دینامیک ارتعاش سازه، آسیب را پیش بینی کرد.

به طور کلی، سه نوع ویژگی دینامیک اندازه گیری شده شامل پارامترهای کیفی، عملکرد پاسخ فرکانسی (FRF) و پاسخ های تاریخ زمان وجود دارد. به طور سنتی، پارامترهای کیفی مانند فرکانس های طبیعی، اشکال مودی و نسبت میرایی، از رایج ترین ویژگی های دینامیک برای شناسایی آسیب هستند. به خصوص، استفاده از فرکانس های رزونانس به عنوان شاخص آسیب در سال های اولیه تشخیص خسارت مبتنی بر ارتعاش بسیار رایج بود زیرا بدست آوردن این فرکانس ها کار ساده ای بود MAITY . و TRIPATHY از الگوریتم ژنتیکی برای تشخیص آسیب های ساختاری ناشی از تغییرات در فرکانس های طبیعی استفاده کردند PAWAR . و GANGULI از اعمال تغییر در فرکانس ها و یک سیستم فازی ژنتیکی برای تعیین موقعیت و میزان شکاف در یک تیر مدور توخالی با دیواره نازك استفاده کردند.

متاسفانه در بسیاری از موارد خسارت، فرکانس های رزونانس به آسیب ساختاری به خصوص در موارد متعدد آسیب در سازه های بزرگ غیر حساس هستند. برای کاربرد حوزه ای، یکی دیگر از مشکلات این است که فرکانس طبیعی به شدت به تغییرات محیطی از جمله نوسانات دما یا رطوبت حساس است. در مقایسه با روشهای مبتنی بر فرکانس، مزایای استفاده از اشکال مودی به عنوان یک ویژگی دینامیک کارآمد، بسیار زیاد است. اشکال مودی را می توان به طور مستقیم یا غیر مستقیم به عنوان ویژگی های دینامیکی برای تشخیص آسیب های ساختاری استفاده کرد. روش های مبتنی بر اشکال مودی در مقایسه با تکنیک های مبتنی بر فرکانس، حساسیت کمتری نسبت به تغییرات محیطی داشته و نتایج بهتری در تعیین موقعیت و شدت آسیب ارائه می دهند. SHI و همکاران موقعیت آسیب سازه را با استفاده مستقیم از اشکال مودی ناقص تعیین کردندPARLOO . و همکاران از حساسیت اشکال مودی برای تغییر در جرم یا سختی به منظور تشخیص آسیب در تیرهای ساختمانی مانند استفاده کردند ELSHAFEY . و همکاران یک آزمایش تجربی برای بررسی تکنیک مبتنی بر تفاوت اشکال مودی اصلاح شده به منظور تشخیص وقوع آسیب ساختاری انجام دادند HUTH . و همکاران استفاده از مقیاس آسیب شاخص ناحیه شکل مودی برای تشخیص آسیب در پل های بتنی محکم را توسعه دادند.

ALVANDI و CREMONA نشان دادند که تغییر در انحنای اشکال مودی، تغییر در انعطاف پذیری و تغییر در روش های انعطاف پذیری انحنا، منجر به تشخیص وتعیین موقعیت عناصر آسیب دیده یک تیر می شود، اما در صورت بروز آسیب های پیچیده و گوناگون، این تکنیک ها کاربرد کمتری خواهند داشت. در مرحله اول، محل شکاف از طریق اختلاف بین انحنای شکل مودی تیرهای ترك خورده و سالم شناسایی شد. سپس در مرحله دوم، یک روش به روز رسانی مدل مبتنی بر حساسیت پاسخ به منظور تعیین مکان و عمق شکاف استفاده شد DAWARI . و VESMAWALA از روش های مبتنی بر انحنای مودالواختلاف انعطاف پذیری مودال برای شناسایی و تعیین موقعیت آسیب لانه زنبوری در تیرهای بتنی محکم استفاده کردند. CHOI و همکاران از برخی شاخص های آسیب شناسی مبتنی بر تغییر در توزیع مجدد مودال یک سازه صفحه ای برای تشخیص آسیب در مدل ساختار عددی و تجربی استفاده کردند. سیدپور یک روش دو مرحله ای برای شناسایی موقعیت و میزان موارد آسیب های متعدد در سیستم های ساختاری پیشنهاد کرد. در مرحله اول، یک شاخص مبتنی بر انرژی کشش مودال برای تعیین موقعیت آسیب احتمالی یک ساختار توسعه یافت. در مرحله دوم، شدت واقعی آسیب از طریق بهینه سازی ازدحام ذرات با استفاده از نتایج مرحله اول تعیین شد. متاسفانه، روش های مبتنی بر اشکال مودی اغلب بسیار حساس به نقص در داده های اندازه گیری شده بوده و از این رو نیاز به اندازه گیری تعداد زیادی از سنسورها برای اطمینان از صحت نتایج دارند. علاوه بر این، این روش ها مبتنی بر آنالیز مودال تجربی برای استخراج اشکال مودی بوده که حساس به خطاهای انسانی و آلودگی صوتی هستند.

از سوی دیگر داده های FRF یا داده های سری زمانی، ویژگی های دینامیک مطلوب تری برای تشخیص آسیب بر اساس ارتعاش هستند. این داده ها در زمان واقعی به راحتی قابل اندازه گیری هستند، زیرا آنها نیاز به تعداد کمی سنسور و کمترین دخالت انسان دارند BANDARA . و همکاران یک روش تشخیص آسیب مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از FRF برای تشخیص آسیب غیر خطی برای یک سطح معین از تحریک پیشنهاد کردند.

ZIMIN و ZIMMERMAN یک الگوریتم آنالیز دوره ای دامنه زمانی مبتنی بر کامپیوتر را برای تعیین وجود آسیب ساختاری توسعه دادند FU . و همکاران یک رویکرد مبتنی بر حساسیت پاسخ برای شناسایی آسیب محلی در ساختار صفحه ای ایزوتروپیک از پاسخ های دینامیک ساختاری اندازه گیری شده در دامنه زمان ارائه کردند. BAGHERI و KOUREHLI یک روش برای شناسایی آسیب سازه های تحت تحریک لرزه ای از طریق تبدیل موجک مجزا با استفاده از تغییر در پاسخ های ارتعاش لرزه ای به وسیله آنالیز واکنش های جابجایی یا سرعت پیشنهاد کردند. در مقایسه با پارامترهای مودال و FRF، داده های دامنه زمانی نیاز به پردازش داده بسیار کمتری دارند که این امر باعث کاهش حساسیت در آلودگی یا از دست دادن اطلاعات حیاتی می شود.

در این مقاله یک روش جدید برای شناسایی آسیب بر اساس داده های دامنه زمانی به منظور شناسایی آسیب در سیستم های ساختاری ارائه شده است. این روش پیشنهادی از تغییر در پاسخ های شتاب و یک الگوریتم بهینه سازی کارآمد به نام »تکامل دیفرانسیلی« برای شناسایی موقعیت و شدت آسیب استفاده می کند. بازده روش با استفاده از نمونه های آزمایش عددی با توجه به سطح بالای خطا از جمله خطای FEM و نویز اندازه گیری سنجیده می شود.

### استفاده از پاسخ های دامنه زمانی به عنوان یک شاخص آسیب

یکی از ویژگی های اصلی پویایی و دینامیک سازه، پاسخ دامنه زمانی است که می تواند به طور مستقیم با هزینه کمتر از سایر داده ها اندازه گیری شود. در این مطالعه، پاسخ دامنه زمانی یک ساختار تحت یک بارگذاری دینامیک خارجی برای شناسایی آسیب مورد استفاده قرار می گیرد. برای به دست آوردن پاسخ های وابسته به زمان سازه، معادله دیفرانسیل حاکم بر حرکت پویای سازه باید حل شود. معادله دیفرانسیل حرکت برای یک سازه خطی می تواند به صورت زیر بیان شود:

$$[1] \quad M\ddot{X}_t + C\dot{X}_t + KX_t = F_t$$

که در آن M، C و K به ترتیب نشان دهنده ماتریس جرم، ماتریس میرایی و ماتریس سختی ساختار است؛ $\ddot{x}t$ ، $\dot{x}t$ و $xt$ به ترتیب نشان دهنده بردارهای شتاب، سرعت و جابجایی گرهی در سیستم مختصات جهانی و $F(t)$ نیز بردار وابسته به زمان بارهای اعمال شده خارجی است روش گام به گام برای حل معادله دیفرانسیل معمولی مرتبه دوم در دامنه زمانی بدست آمده از معادله (1) مناسب است.

در اینجا روش Newmark که یکی از رایج ترین روش های گام به گام است، برای مکان گره در مرحله n+1 ارزیابی پاسخ های دینامیک سازه استفاده می شود. با توجه به روش Newmark، تغییر nام می تواند به صورت زیر تعیین شود:

$$[2] \quad x_{n+1} = K_e^{-1} \times F_e$$

که در آن KE و FE به ترتیب ماتریس سختی معادل و نیروی گرهی معادل سازه هستند و با استفاده از معادلات (3) و (4) به صورت زیر تعریف می شوند:

$$[3] \quad K_e = a_0 M + a_1 C + K$$

$$[4] \quad F_e = F + M(a_0 X_n - a_2 X_n - a_3 X_n) + C(a_1 X_n - a_{24} X_n - a_5 X_n)$$

در نهایت، برای تعیین بردارهای سرعت و شتاب گرهی، معادلات (5) و (6) را می توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$[5]\quad \boldsymbol{X_{n+1} = a_0(X_{n+1} - X_n) - a_2X_n - a_3X_n}$$

$$[6]\quad \boldsymbol{\dot{X}_{n+1} = \dot{X}_n - a_6\ddot{X}_n - a_7\ddot{X}_{n+1}}$$

که درآن عوامل Al (l =0،.....،7) به صورت زیر تعیین می شوند:

$$a_0 = \frac{1}{\alpha\Delta t^2}\ a_1 = \frac{\beta}{\alpha\Delta t}\ , a_2 = \frac{1}{\alpha\Delta t}\ a_3 = \frac{1}{\alpha 2} - 1\ , a_4 = \frac{\beta}{\alpha} - 1\ , a_5 = \frac{\Delta t}{2}\left(\frac{\beta}{\alpha} - 2\right),$$

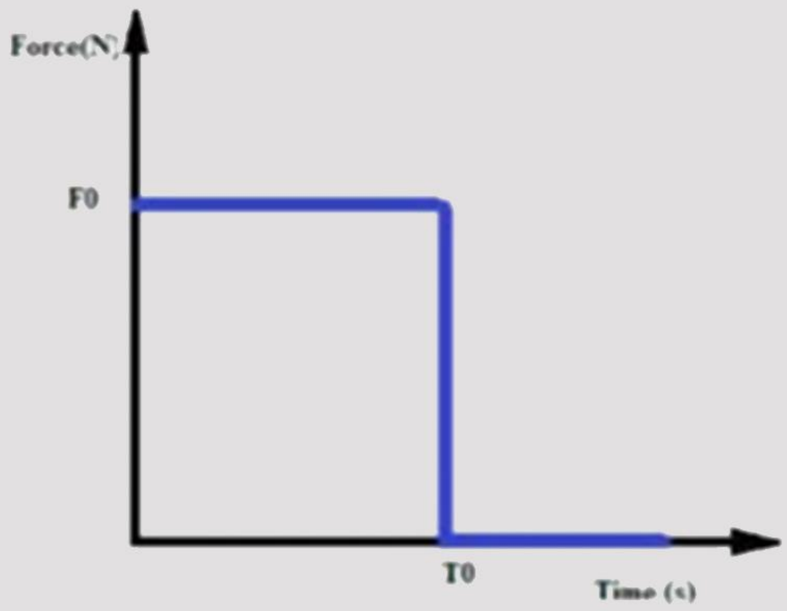
$$[7]\qquad a_6 = \Delta t\ (1 - \alpha), a_7 = \beta\Delta t$$

بنابراین $\alpha = ۱/٤(۱+\gamma)^۲$ و $\beta = ۱/۲ + \gamma$ و در این پژوهش $\gamma$ برابر صفر در نظر گرفته شده است.

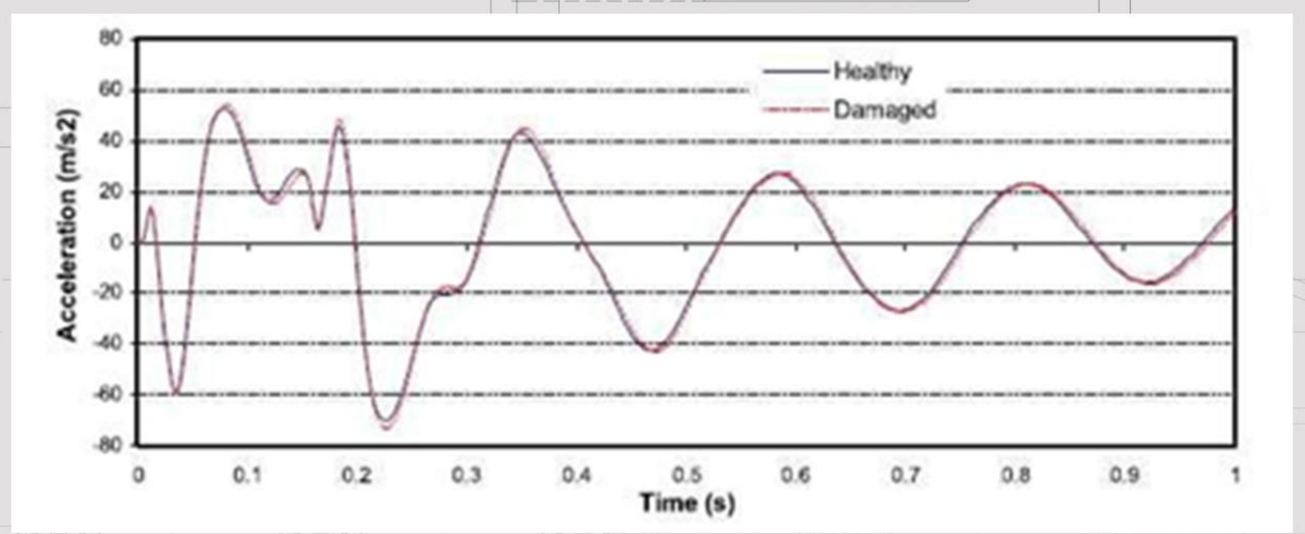
شتاب وابسته به زمان سازه تحت بار دینامیکی، حاوی اطلاعات مناسبی است که می تواند برای تشخیص آسیب مورد استفاده قرار گیرد. بروز هر گونه آسیب در سازه می تواند منجر به تغییر در شتاب ساختاری شود. به منظور بررسی حساسیت پاسخ های شتاب به عنوان یک داده دامنه زمان برای آسیب ساختاری، یک مطالعه موردی به شرح زیر انجام می شود. تیر کنسولی که در شکل ۱ نشان داده شده است را در نظر بگیرید که دارای یک مورد آسیب دوگانه به علت کاهش 20 درصدی مدول الاستیسیته عنصر 4 و 12 است. همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است یک بارگذاری ناگهانی در انتهای تیر در جهت Y اعمال شده است. که در آن $F_0 = 200N$ و $T_0 = 15.0$ ثانیه است.

شکل ۱: تیر کنسولی با یک مورد آسیب دوگانه تحت بارگذاری ناگهانی.

شتاب تاریخچه زمانی گره شماره ۵ در حالت سالم و آسیب دیده تعیین شده و در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطورکه مشاهده شد، پاسخ های شتاب به دلیل بروز آسیب ساختاری تغییر می کنند. بنابراین، پاسخ های شتاب تاریخچه زمانی به آسیب های ساختاری حساس بوده و می تواند به عنوان یک شاخص در شناسایی آسیب استفاده شود.




شکل ۲. بارگذاری ضربه‌ای اعمال شده در آخرین گره تیر.




شکل ۳. پاسخ شتاب تاریخچه زمانی گره شماره ۵ در حالت سالم و آسیب دیده.

روش پیشنهادی برای تشخیص آسیب:

قانون اساسی و پایه برای روش های تشخیص آسیب مبتنی بر لرزه این است که آسیب و خسارت منجر به تغییر در مشخصات جرم، سختی و میرایی یک ساختار می شود. این تغییرات منجر به تغییر در ویژگی های ارتعاش و لرزه ای سازه خواهد شد که یک عامل کلیدی برای شناسایی آسیب ها در مقایسه با پاسخ های لرزه ای سازه قبل و بعد از آسیب می باشد. مسئله تشخیص و شناسایی آسیب می تواند به صورت "یافتن مجموعه ای از متغیرهای آسیب به منظور به حداقل رساندن / حداکثر سازی یک شاخص همبستگی بین داده های پاسخ یک سازه قبل و بعد از آسیب" تفسیر شود. بنابراین در این پژوهش برای یافتن موقعیت و شدت خسارت در یک سازه، از یک روش بهینه سازی به صورت زیر استفاده می شود:

$$[8]\quad Find\ Minimize: \quad X^T = \{x_1, x_2, \dots \dots x_n\} \qquad w(X) \qquad X^1 \le X \le X^u$$

که در آن $x^T = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$، یک بردار متغیر آسیب شامل مکان و میزان آسیب های مجهول است؛ $x^1$ و $x^u$ پایین ترین و بالاترین کران بردار آسیب هستند. W نیز یک تابع هدف است که باید به حداقل برسد.

## 1.3 متغیرهای آسیب

در اینجا متغیر آسیب از طریق کاهش نسبی مدول الاستیسیته یک عنصر ساختاری به صورت زیر تعریف می شود:

$$[9]\quad x_i = \frac{E - E_i}{E}\ , i = 1,2, \dots, n$$

که در آن E مدول الاستیسیته سازه سالم و Ei مدول الاستیسیته I امین عنصر آسیب دیده است. در حقیقت در این معادله، Xi i امین جزء بردار آسیب × است، که در آن X نشان دهنده شدت آسیب و i نیز نشان دهنده موقعیت مکانی عنصر آسیب دیده است.

## 2.3 تابع هدف

انتخاب تابع هدف برای مسئله تشخیص آسیب به دلیل نقش اساسی آن در همگرایی الگوریتم بهینه سازی، یک مسئله حیاتی و بسیار مهم است. در بسیاری از تحقیقات، شاخص های همبستگی متعددی به عنوان تابع هدف انتخاب شده اند. در این مطالعه یک تابع هدف کارآمد مبتنی بر شتاب وابسته به زمان در نقاط محدود سازه به صورت زیر تعریف شده است:

$$[10]\ w_X = -\frac{(a_d^T \times aX)^2}{(a_d^T \times a_d)\left(a(X)^T \times a(X)\right)}$$

که در آن ad بردار پاسخ شتاب سازه آسیب دیده و a(×) بردار پاسخ شتاب یک مدل تحلیلی است. مقدار w از حداقل مقدار 1- تا حداکثر مقدار 0 متغیر است. این مقدار زمانی حداقل می شود که بردار پاسخ شتاب تحلیلی برابر با بردار پاسخ شتاب سازه آسیب دیده باشد، که در آن ad = a(x) خواهد بود.

همانطور که در معادله (11) تعریف شده است، برای m تعداد از نقاط اندازه گیری (سنسورها)، بردارهای پاسخ شتاب (ad و a(×)) از m بردار پاسخ شتاب مربوط به m نقطه اندازه گیری تشکیل می شوند.

$$[11]\quad a_1 = \{\}, a_2 = \{\}, \ldots\ldots, a_n = \{\} \Rightarrow \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ . \\ . \\ . \\ a_m \end{pmatrix}$$

که در آن a نشان دهنده بردار پاسخ شتاب استفاده شده در تابع هدف، a1، a2 و am به ترتیب نشان دهنده بردارهای پاسخ شتاب مربوط به نقاط اندازه گیری 1، 2 و m است؛ و m نیز تعداد نقاط اندازه گیری (سنسورها) را نشان می‌دهد.

## 3.3. الگوریتم بهینه سازی

ازآنجا که مسئله تشخیص آسیب مبتنی بر بهینه سازی ممکن است دارای راه حل های محلی بسیار متعددی باشد، انتخاب یک الگوریتم کارآمد برای حل مشکل تشخیص آسیب از اهمیت بالایی برخوردار است. برای انتخاب یک الگوریتم مناسب، دستیابی به راه حل جهانی با استفاده از آنالیزهای ساختاری کمتر، اصلی ترین فاکتوری است که باید مورد توجه قرار گیرد. در این مطالعه، الگوریتم تکاملی دیفرانسیلی (DEA) برای حل مشکل استفاده می شود.

در سال 1997، یک الگوریتم بهینه سازی جدید به نام DEA توسط STORN و PRICE پیشنهاد شد . توانایی دستیابی به راه حل جهانی و حل مشکلات غیرخطی با استفاده از یک تابع هدف غیر قابل تفکیک، از مزایای اصلی این الگوریتم است. مراحل اصلی این الگوریتم شامل مرحله ۱: تخمین اولیه، مرحله۲: جهش، مرحله۳: چلیپایی (همگذری)، مرحله ۴: انتخاب و مرحله 5: همگرایی را می توان به صورت زیر توضیح داد :

### مرحله‌ی ۱: تخمین اولیه

پارامترهای اولیه، ثابت ها و جمعیت اولیه شناسایی می شوند. همانند دیگر الگوریتم های تکاملی، DEA جستجو را از یک اجتماع اولیه شروع می کند. اجتماع اولیه در فضای جستجو به صورت تصادفی به شکل زیر بوجود می آید:

$$X^l \le X_i \le X^u \ , i = 1,2, \dots\dots, np \qquad [12]$$

که درآن $x^l$ و $x^u$ به ترتیب پایین ترین و بالاترین کران یک بردار متغیر هستند. همچنین np تعداد جمعیت اولیه است که باید حداقل 4 باشد.

### مرحله‌ی ۲: جهش

برای یک بردار معین $x_i$ $(i=1, 2, 3, \dots, np)$ یک بردار جهش توسط یک ترکیب خاص از سه راه حل مختلف موجود به صورت زیر تعریف می شود:

$$V_i = X_{r_1} + mc.(X_{r_2} - X_{r_3}), r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq i \qquad [13]$$

که درآن سه شاخص مختلف $r_3 \in \{1, 2, 3, \dots, np\}$ و $r_1$، $r_2$ به طور تصادفی به گونه ای انتخاب می شوند که از شاخص i متفاوت باشند. همچنین، $mc \in [0 , 2]$ یک فاکتور واقعی و ثابت است که افزایش تنوع دیفرانسیلی $(xr_2 - xr_3)$ را کنترل می کند.

### مرحله‌ی ۳: همگذری

به منظور افزایش تنوع بردار پارامتر ناهموار، هم گذری با استفاده از تولید بردارهای آزمایش Ui (i=1, 2,..., np) به صورت زیر معرفی می شود:

$$u_{ji} = \begin{cases} v_{ji} & if\,(rand_{ji} \le cc \;\; or \; j = irnd_i) \\ x_{ji} & else \end{cases} \quad [14]$$

$$j = 1,2, \dots \dots, n$$

که در آن randji یک عدد تصادفی یکنواخت عضو [1, o] و cc ثابت همگذری عضو [0,1] و irndi یک عدد صحیح تصادفی عضو {1, 2 ,...n} است که تضمین می کند که Ui حداقل یک پارامتر از Vi را دریافت می‌کند.

### مرحله‌ی ۴: انتخاب

برای انتخاب نهایی، بردار هدف xi با بردار آزمایشی Ui مقایسه شده است. اگر بردار Ui مقدار تابع هدف کوچکتری نسبت به xi ارائه دهد، xi بر روی Ui تنظیم می شود؛ در غیر این صورت، مقدار قبلی xi حفظ می شود.

### مرحله‌ی ۵: همگرایی

در این مرحله، همگرایی راه حل کنترل می شود. اگر راه حل همگرا باشد بهینه سازی متوقف می شود؛ در غیر این صورت راه حل دوباره به مرحله 2 بازگردانده می شود.
نمودار جریان روش پیشنهادی را می‌توان به طور مختصر در شکل ۴ نشان داد.
در ادامه آزمایشاتی دیگر انجام می شود که درنتیجه گیری بیان می شود.

## ۵. نتیجه گیری:

این مقاله یک مطالعه کامل از یک تکنیک تشخیص آسیب مبتنی بر ارتعاش ارائه می دهد که از یک الگوریتم بهینه سازی کارآمد و موثر همراه با تابع هدف مبتنی بر پاسخ شتاب، برای شناسایی موقعیت مکانی و شدت آسیب های متعدد در سازه ها استفاده می کند. ابتدا، مسئله تشخیص آسیب به صورت یک مسئله بهینه سازی استاندارد با هدف به حداقل رساندن یک تابع هدف برای یافتن متغیرهای آسیب پایدار، در نظر گرفته شده است. تابع هدف بر اساس یک بردار حاوی پاسخ های شتاب برگرفته از تعداد محدودی از نقاط اندازه گیری تعریف شده است. DEA به عنوان یک الگوریتم بهینه سازی جهانی برای حل صحیح و کامل مسئله بهینه سازی استفاده می شود. چهار نمونه گویا به منظور ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی برای تشخیص آسیب های ساختاری، به صورت عددی مورد آزمایش قرار گرفتند. برای اطمینان کامل، سطح صدای بالای 15% به داده های عددی اضافه شده و یک مطالعه در مورد حساسیت صدا به منظور بررسی قدرت صدای روش توسعه یافته انجام شده است. نتایج عددی با در نظر گرفتن صدای اندازه گیری شده نشان می دهد که ترکیبی از AROF و DEA می تواند یک ابزار قوی برای تشخیص آسیب ساختاری، حتی در سطوح صدای بالای (15%) ارائه دهد. نتایج مطالعات پارامتری نشان می دهد که طرح شناسایی آسیب با وجود نقاط اندازه گیری توسعه بیشتری می یابد. به عبارت دیگر، تأثیر موقعیت مکانی سنسور بر نتایج پیش بینی آسیب در سازه های کوچک خیلی دقیق نیست. علاوه بر این، این روش قادر به شناسایی تعداد و موقعیت های مختلف المان های آسیب دیده است. روش پیشنهادی همچنین می تواند داده های ناقص ارتعاش را که از تعداد محدودی از نقاط اندازه گیری به دست آمده اند، کنترل کند. در مقایسه با روش های مبتنی بر مودال، این روش نیاز به پس پردازش بسیار کمتر بر روی داده های ثبت شده و همچنین نقاط اندازه گیری کمتر دارد؛ در نتیجه روش پیشنهادی برای نظارت بر سلامت آنلاین مناسب تر است.

# عمران نامه

شماره‌ی ششم