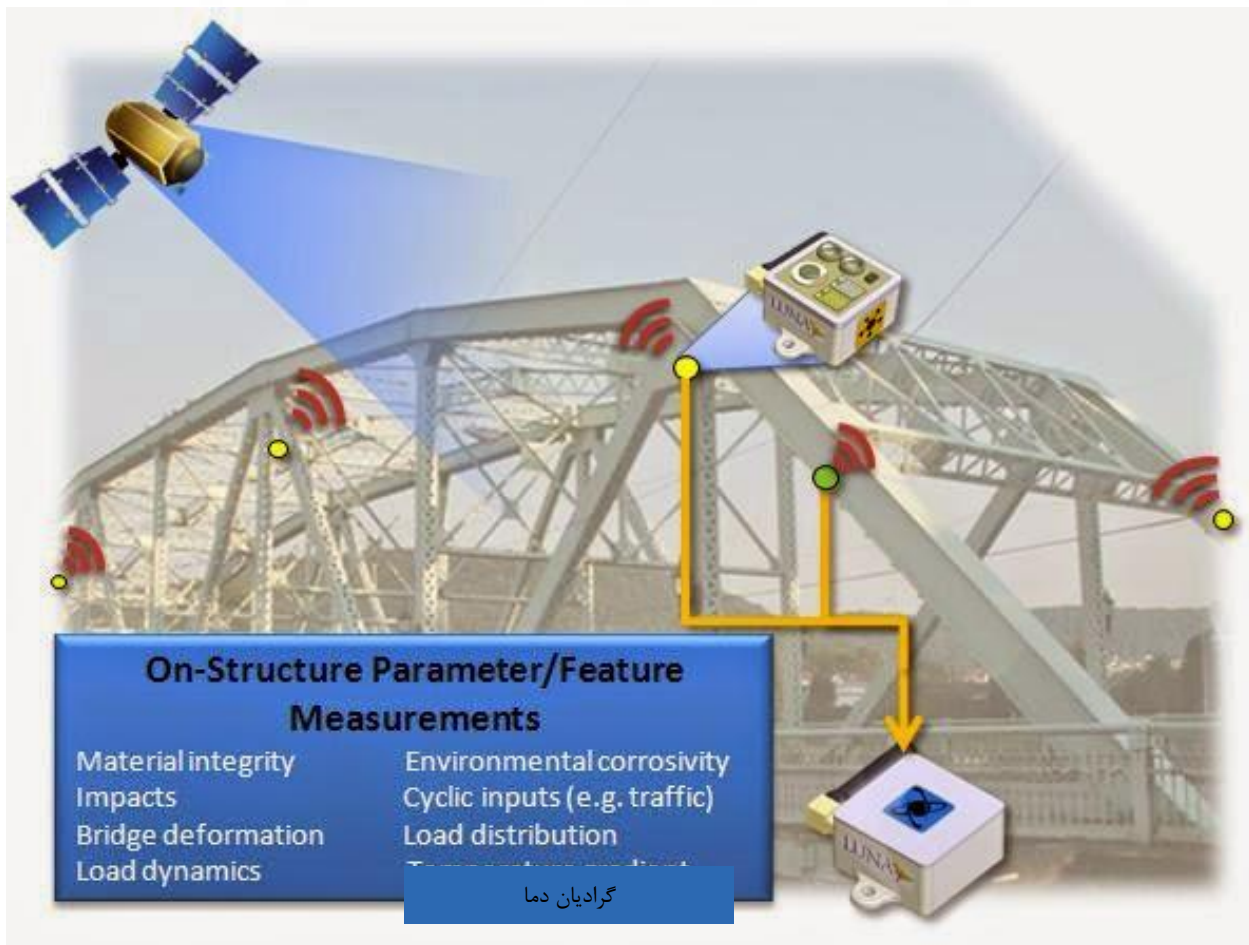


## نظارت بر سلامت سازه

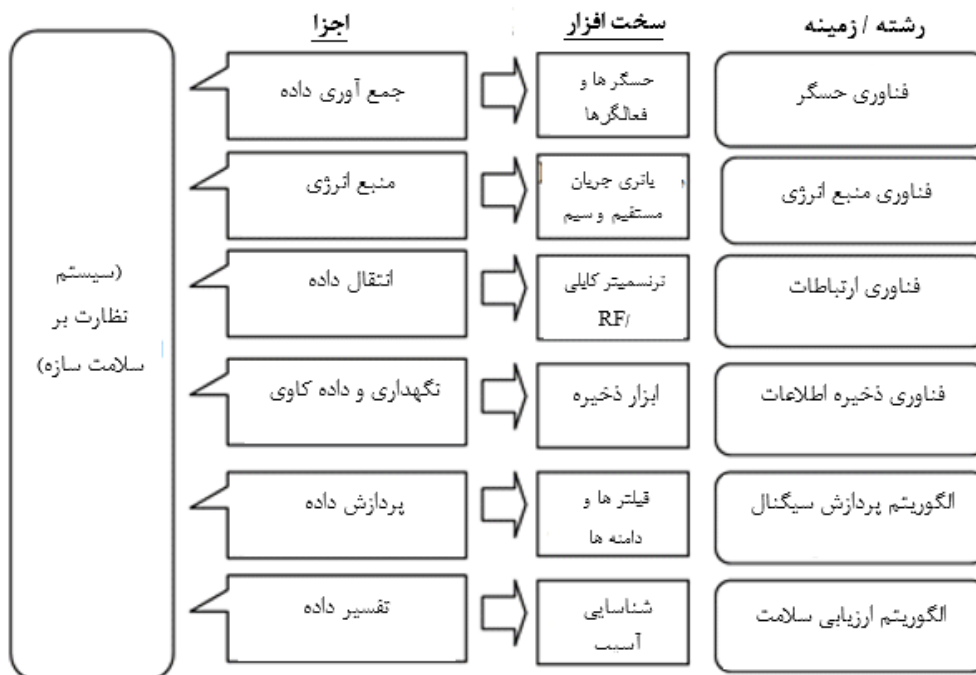
نظارت، یک اصطلاح بسیار رایج است - که من فکر می‌کنم در هر زمینه‌ای امروزه از آن استفاده می‌شود؛ اما نظارت بر چه؟ پاسخ «نظارت بر سیستم» است. چرا ما به نظارت نیاز داریم؟ برای اینکه بتوانیم تغییراتی را که باگذشت زمان در سیستم اتفاق می‌افتد را بررسی کنیم و برای تغییرات آینده آماده باشیم. به عنوان مثال بیاید در مورد نظارت بر سلامت صحبت کنیم. وقتی احساس مریضی می‌کنید چه کار می‌کنید؟ به دکتر مراجعه می‌کنید. دکتر چه کار می‌کند؟ او شما را معاینه می‌کند و بعد از تشخیص، برای شما دارو تجویز می‌کند؛ اما آیا این نظارت است؟ نه او چندین بار شما را فرامی‌خواند تا اینکه اطمینان کند که حال شما کاملاً خوب شده است. چه زمانی به شما اجازه مرخصی می‌دهد؟ هنگامی که او مطمئن شود که شما کاملاً خوب هستید و دیگر تغییرات منفی در بدن شما اتفاق نمی‌افتد و تا آن زمان او حال شما را تحت «نظارت» قرار می‌دهد. او ممکن است شما را چند روز یا چند هفته یا چند ماه دیگر دوباره معاینه کند تا تغییراتی را که در بدن شما اتفاق می‌افتد، چک کند. اگر او این نظارت بر سلامتی شما را متوقف کند، من مطمئن هستم که درمان شما مدت زمان بیشتری طول خواهد کشید و این اهمیت نظارت را نشان می‌دهد.

در مثالی که زدیم، بدن شما یک موجود زنده بود که می‌توانست با تغییرات منفی مبارزه کند و با محیط سازگار شود؛ بنابراین در اکثر موارد بیماری، شما حتی برای مدت زمان طولانی به دکتر مراجعه نمی‌کنید و حال شما خوب می‌شود، اما به هر حال برای بهبود کامل برخی اوقات به مراجعه به پزشک نیاز دارید؛ اما در سیستمی که ما در مورد آن بحث خواهیم کرد، این سیستم قادر به سازگاری با تغییرات محیط اطراف خود نیست. به عنوان مثال در سازه‌های فولادی اگر ما گام‌های لازم برای نگهداری آن‌ها را بر نداریم، زنگ می‌زنند و نهایتاً سختی خود را از دست خواهند داد. خب چه کسی می‌داند که یک زمین لرزه در راه است. سازه به تنهایی نمی‌تواند خودش کاری انجام دهد؛ بنابراین، کسی باید بر سازه به صورت منظم فقط برای بررسی تغییراتی که در آن رخ می‌دهد، نظارت کند. در کوتاه مدت ما سلامت آن را بررسی می‌کنیم؛ اما یادمان باشد که ما دکتر نیستیم و سازه هم بیمار ما نیست.

کل مهندسی سازه بر تحلیل و طراحی احتمالاتی متمرکز است. نه بار گذاری‌ها قطعی است و نه مقاومت مصالح؛ و ما در تعامل با تغییرات همه چیز هستیم؛ بنابراین، بسیار مهم است که ما اطلاعاتی از رفتار سازه در هنگام بارگذاری شدید که در اثر آن تخریب سازه صورت نگیرد و یا مقاومت خود را از دست ندهد و حتی به حالت نزدیک فروپاشی نرسد را در هر نقطه‌ای از طول عمر سازه داشته باشیم.



تصویری شماتیک از نحوه عملکرد سیستم‌ها (جمع آوری داده‌ها از ثبت کننده اطلاعات)



سیستم نظارت بر سلامت سازه (با تشکر از MIT)

چه چیزی را باید در یک سازه نظارت کنیم؟ چه زمانی مهم است که سلامت سازه را بررسی کنیم؟

موارد زیر، مواردی کلیدی هستند که ما باید در یک سازه به نظارت آن‌ها بپردازیم:

۱. تشخیص آسیب وارده به سازه

۲. نوع آسیب

۳. محل آسیب

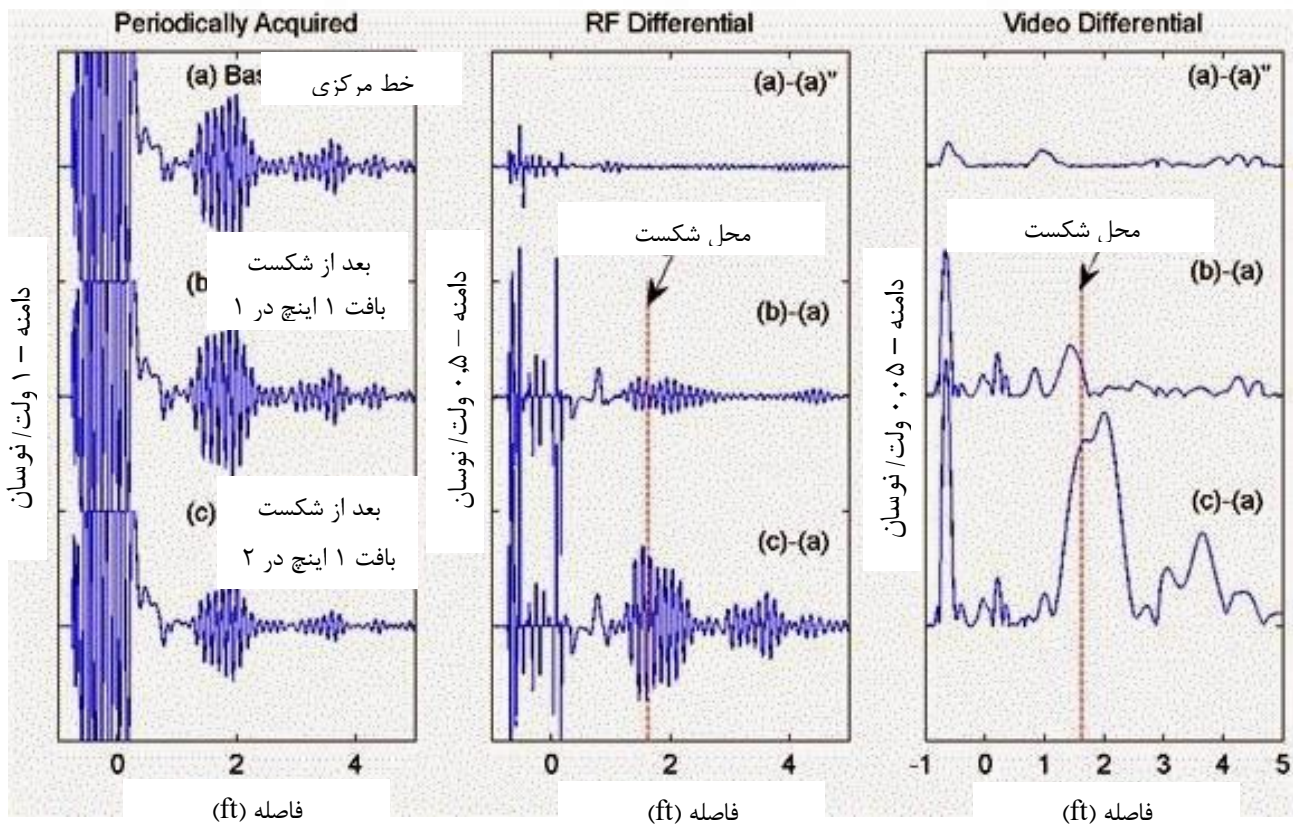
۴. شدت آسیب

همین جا دست نگه دارید و این مطلب را از خودتان بپرسید «چگونه می‌توان آسیب را در یک سازه شناسایی کرد؟»

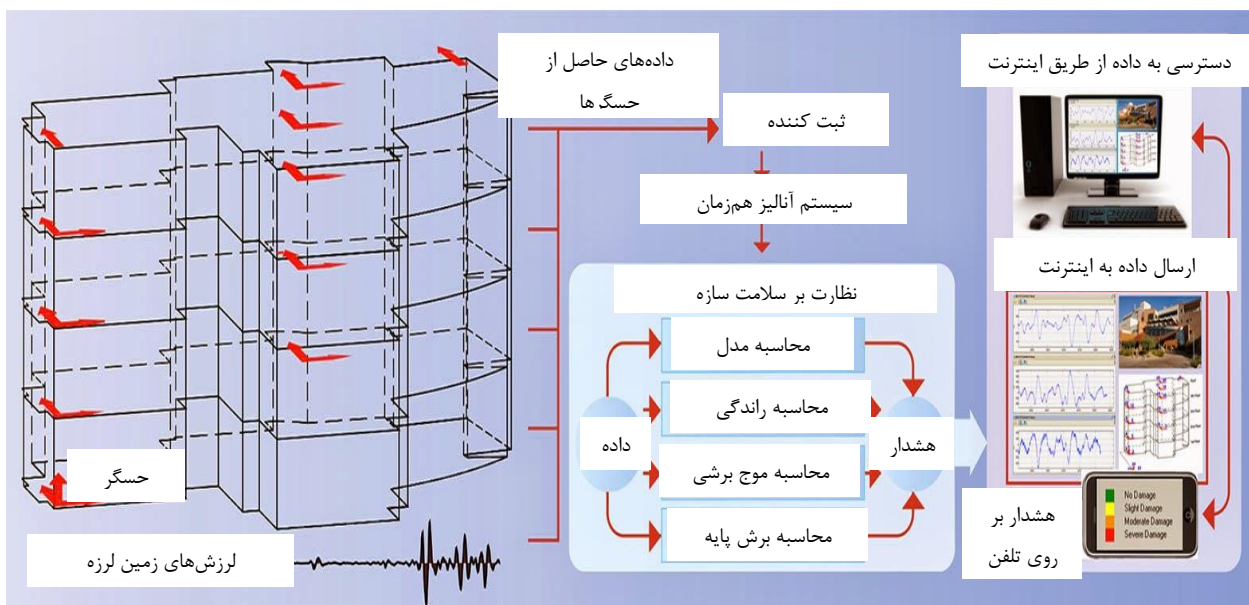
هنگامی که داده‌ها را از ابزار ثبت داده‌ها دریافت می‌کنید و تغییراتی را در فرکانس طبیعی سیستم مشاهده می‌کنید و یا می‌بینید که انحنا در سازه بیش از حد مجاز آن است و یا می‌بینید که چرخش در اتصالات بیش از حد است و یا حتی متوجه می‌شوید که سیستم بدون بارگذاری دینامیکی تغییر شکل داده است و این اتفاق در اثر فقط وزن خود سازه است؛ اینجا است که می‌توانید بگویید که یک چیزی در سازه مشکل دارد. در همه موارد فوق، سازه سختی و مقاومت خود را در یک جهت یا جهت دیگر، از دست می‌دهد. همه این موارد نشان می‌دهد که چیزی در سازه در حال تغییر است که خوب نیست و شما باید اقدامات فوری را برای رفع آن انجام دهید.

اکنون نکته مهم این است که محل آسیب را شناسایی کنید. در مورد استفاده از ابزار دقیق برای نظارت بر سلامت سازه (SHM)، شما فقط یک دستگاه ثبت کننده ندارید؛ در واقع این دستگاه‌ها در سراسر ساختمان قرار گرفته‌اند و بنابراین هر کجا که آسیب وارد شود، می‌توانید از تغییرات ثبت شده در یک وسیله مشخص آن را پیدا کنید. به عنوان مثال، در یک قاب، دستگاه را در اتصالات، در مرکز قاب و در مرکز دو ستون نگه دارنده آن قرار داده‌اید. فرض کنید که آسیب در مرکز رخ داده است؛ در این صورت تغییر ناگهانی در قرائت دستگاه متصل به آن مشاهده می‌شود؛ اما اگر تمام ابزارها تغییراتی را در قرائت‌هایشان نشان دهند، ممکن است مشکلی در کل ساختمان باشد؛ یعنی ممکن است که در طول زمان، ساختمان سختی و مقاومت خود را از دست داده و بنابراین فرکانس طبیعی آن تغییر کرده است.





تصویر بالا چگونگی تشخیص آسیب به واسطه قرائت از دستگاه را نشان می دهد.



### نظارت در یک ساختمان

همیشه مهم است که اطلاعات جمع آوری شده از ساختمان را بلافاصله پس از خطرات طبیعی مانند سونامی و زلزله بررسی کنید. چنین خطراتی می تواند به شدت به ساختمان آسیب برساند و می تواند ساختمان را به شدت سست کند. از ثبت این اطلاعات می توان به تحلیل مواردی از قبیل موج برشی چگونه در سراسر ساختمان عبور می کند، اولین نقطه آسیب کجا بوده، چگونه

آسیب در سراسر ساختمان گسترش یافته، کدام عضو اول دچار شکست شده، کدام اتصال اول دچار شکست شده و غیره پرداخت. همچنین در مورد انفجار در داخل ساختمان‌ها، می‌توان از ایمنی ساختمان و غیره اطمینان حاصل کرد.

اما چگونه مطمئن شویم که آیا بار طراحی شده حداکثر باری است که ساختمان می‌تواند تحمل کند؟ نظارت دقیق بر سلامت سازه می‌تواند در این مورد نیز به ما کمک کند. از داده‌های جمع‌آوری شده ما همیشه می‌توانیم به‌طور معکوس بار قابل تحمل را محاسبه کنیم و از این محاسبه معکوس می‌توان اطمینان حاصل کرد که بار وارده یک بار تحت کنترل است. همچنین تعداد وسایل نقلیه‌ای که می‌توانند از یک پل به‌راحتی عبور کنند از چنین داده‌های ثبت شده‌ای محاسبه می‌شود.

برخی از اصولی که باید برای نظارت بر سلامت سازه بدانید:

- اصل ۱: تمام مصالح دارای معایب و نقص ذاتی هستند.
- اصل ۲: ارزیابی آسیب نیاز به مقایسه بین دو حالت سیستم دارد.
- شناسایی وجود و محل آسیب را می‌توان بدون نظارت انجام داد، اما شناسایی نوع آسیب موجود و شدت آسیب مستلزم نظارت است.
- حسگرها نمی‌توانند آسیب را اندازه بگیرند. استخراج ویژگی‌ها از طریق پردازش سیگنال و طبقه‌بندی آماری برای تبدیل داده‌های حسگرها به اطلاعات آسیب، ضروری است.
- طول و مقیاس زمانی وارد شدن آسیب به سازه، مستلزم خصوصیات سیستم سنجش SHM است.
- اندازه آسیب‌هایی که می‌توان از تغییرات در دینامیک سیستم تشخیص داد، نسبت معکوس با بازه فرکانس تحریک دارد.

اگر ادامه بدهم، لیستی طولانی از کاربردهای نظارت بر سلامت سازه وجود خواهد داشت، اما من این را به خود خوانندگان واگذار می‌کنم که بسته به علاقه خود تا هر عمقی که می‌خواهد در این حیطه مطالعه کنند؛ اما چیزی که مطمئن هستیم، این است که این زمینه هنوز هم در حال رشد است و در آینده نزدیک بسیار حیاتی خواهد بود؛ بنابراین اگر شما به این زمینه علاقه دارید، قطعاً آن را مطالعه کنید؛ اما قبل از آن، اطمینان حاصل کنید که تمام اصول اولیه مهندسی سازه را به‌درستی می‌دانید.

مترجم: پوریا نخعی

منبع:

<http://www.thestructuralmadness.com/2014/12/structural-health-monitoring.html>