مجله معماری و شهرسازی هورین، اردیبهشت ۱۴۰۲، دوره ۱، شماره ، ص ص ۲۵-۳۳

مجله علمی مطالعات پژوهشی

در هنر، معماری و شهرسازی آینده

Journalhi.com/arc

بررسی عملکرد سیستم ها و عناصر پوسته های هوشمند متحرک در راستای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ها

محمد صالحی مرزیجرانی [*1]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه رازی کرمانشاه

* نیاوران،، میدان قدس، دوراهی دزاشیب، مجتمع اداری تجاری نیاوران، طبقه ۳، واحد ۳۱۷، mohammad.salehi2074@gmail.com

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۱۲ اسفند ۱۴۰۱

پذیرش: ۱۸ فروردین ۱۴۰۲

ارائه در سایت: ۵ اردیبهشت ۱۴۰۲

کلید واژگان:

نمای متحرک هوشمند

ساختمان هوشمند

پوسته هوشمند

هوشمند سازی ساختمان

بهینه سازی انرژی

چکیده

رشد جمعیت در دهه های اخیر و مصرف روز افزون انرژی های تجدید ناپذیر و هزینه های بالای این دسته از انرژی و همچنین پیامد های ناگوار مصرف انرژی بر محیط زیست، بشر را به سمتی گرایش داده که در صدد مصرف انرژی هرچه کمتر و پاک روی بیاورد. علم معماری نیز از این قاعده مستثنی نبوده و معماران همواره در فکر ارائه طراحی هایی با مصرف انرژی حداقل و بالاترین کارایی بوده اند. از آنجایی که میزان مصرف انرژی ساختمانها نسبت به بخش های حمل و نقل و صنعت بسیار بالاتر می باشد، لذا باید با بهره گیری از استراتژی های طراحی نوین، این میزان مصرف انرژی را به حداقل رساند. پوسته ساختمان یکی از بخش های عمده و اصلی ساختمان است که بیشترین سهم را در ارتباط با فضای داخلی و محیط خارجی ساختمان دارد به همین دلیل هرگونه تغییرات در محیط خارجی و داخلی ساختمان می تواند تاثیری از پوسته ساختمان باشد. امروزه یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی، هوشمند سازی ساختمان ها خصوصا هوشمندسازی پوسته های ساختمان است. پوسته هوشمند نمایی است که نسبت به محیط اطراف خود واکنش نشان داده، انعطاف پذیر است و در جهت بهینه سازی فضای داخلی ساختمان عمل می کند و شرایط آسایش کاربران را در مواردی همچون میزان نور ورودی، تهویه طبیعی، بهبود شرایط آکوستیکی و ... فراهم می کند.

Investigating the performance systems and elements of mobile smart shells in order to optimize energy consumption in buildings

Mohammad Salehi Marzijrani *[1]

1-Master of Architecture student, Faculty of Art and Architecture, Razi University of Kermanshah

* Niavaran, Quds Square, Dorahi Dezashib, Niavaran commercial office complex, 3rd floor, unit 317, mohammad.salehi2074@gmail.com

Article Information

Original Research Paper

Received 2023-03-03

Accepted 2023-04-07

Available Online 2023-04-25

Keywords:

Smart animated view

Smart building

Smart skin

Smart building

Energy efficiency

Abstract

The population growth in recent decades and the increasing consumption of non-renewable energies and the high costs of this type of energy, as well as the unfortunate consequences of energy consumption on the environment, have pushed mankind in the direction of trying to consume as little and clean energy as possible. . Architecture is no exception to this rule and architects have always thought of providing designs with minimum energy consumption and the highest efficiency. Since the amount of energy consumption of buildings is much higher than the transportation and industry sectors, it is necessary to minimize this amount of energy consumption by using new design strategies. The shell of the building is one of the major and main parts of the building, which has the largest contribution in relation to the internal space and the external environment of the building, for this reason, any changes in the external and internal environment of the building can be an effect of the building shell. Nowadays, one of the ways to reduce energy consumption is to make buildings smarter, especially building shells. The smart shell is a facade that reacts to its surrounding environment, is flexible and works to optimize the interior space of the building and improve the comfort conditions of users in cases such as the amount of incoming light, natural ventilation, improvement of acoustic conditions, etc. provides.

۱- مقدمه

در اوایل قرن بیستم با ظهور نمای آزاد و فناوری های جدید ساخت، نما تعریف تازه ای یافت و در نتیجه کار طراحی نما تبدیل به یک مسئله مهم در معماری گردید. با تبدیل شدن نما به عنوان پرده بیرونی ساختمان، بحث نما با مفهوم پوسته مطرح شد. به کار گیری تکنولوژی هایی مانند متحرک سازی و ...، نماها و پوسته هایی به وجود می آورند که به لحاظ جلوه بیرونی و بازتاب درونی استثنایی و جذاب هستند.

نما که به گونه مناسب طراحی شده باشد می تواند مصرف انرژی در ساختمان را کاهش داده، نور روز را به مقدار لازم فراهم نموده، به سرعت تهویه هوا کمک کرده و همچنین ایجاد انرژی بیشتر نماید. نمای متحرک نه تنها در هر یک از این جنبه ها بلکه می تواند همه را به طور همزمان کنترل نماید. منتقدان این نما بر این نظرند که هزینه بالای ساخت و ساز، تعمیر و نگه داری برای این سیستم نمی تواند استفاده از آن را توجیه نماید.

برای متحرک سازی نما راهکارهای متفاوتی ارائه شده است. معماران و کمپانی های مختلف با مطالعه برروی ساز و کار سیستم ها و شناخت متریال گوناگون طرح های گوناگونی ارائه می دهند. طرح هایی که روز به روز پیشرفت کرده و به نیاز های کاربران و محیط پاسخ بهتری می دهد.

۲- روش تحقیق

این پژوهش از نوع توصیفی – تحلیلی است و بدین منظور از روش مطالعات کتابخانه ای و اسنادی برای دستیابی به منابع مورد نیاز پژوهش استفاده شده است.

۲-۱- ساختمان های هوشمند

با ظهور فن‌آوری های نوین، سیستم‌های الکترومکانیکی و هوشمند جایگزین سیستم‌های دستی شده اند. نحوه کنترل این مکانیسم ها نیز با روش‌های مختلفی مانند روش‌های مستقیم، غیرمستقیم و ... کنترل می‌شوند. در برخی از حالات هوشمند سازی این نوع نماها با استفاده از حس‌گرهای خاص انجام پذیرفته است. در نمونه‌های پیشرفته تر امروزی سیستم‌های کاملاً هوشمندی وجود دارد که با تغییر در خصوصیات ذاتی مصالح آن ها تغییر حالت می‌دهند. این مصالح با تغییر در شبکه کریستالی خود، تغییر حالت می‌دهند و مکانیسم حرکتی هوشمندی برای نماها ایجاد می‌کنند.

اصطلاح هوشمند (اشتباهاً) برای توصیف برخی از اشیاء بی‌جان که رفتاری شبیه به موجودات زنده دارند اطلاق می‌شود. اما واژه هوشمند اولین بار در دهه ۱۹۸۰ برای توصیف یک نوع منحصر به فرد از ساختمان‌ها به کار برده شد. [۱] ساختمان هوشمند بیان کننده ارتباط قوی‌تر بین سیستم‌های ساختمانی است. بسیاری از نمونه های اولیه از ساختمان های هوشمند نشانگر تلاش برای به تصویر کشیدن و بهره برداری از روند غالب برای ترکیب مقادیر روزافزون فناوری اطلاعات در ساختمان است. لذا در ساختمان هوشمند کنترل و مدیریت ساختمان با استفاده از توانایی کامپیوتر برای رسیدن به نیازهای کاربران که شامل بهره وری، سودمندی، صرفه‌جویی در انرژی، سرگرمی، لذت، آسایش، بازگشت سرمایه و هزینه پایین است صورت پذیرفته است [۲]

گروه ساختمان هوشمند اروپا۱، ساختمان هوشمند را ساختمانی می داند که بهره وری در آن ساختمان برای کاربران به حداکثر می‌رسد و اجازه مدیریت موثر بر منابع با به حداقل رساندن هزینه زندگی را می‌دهد. اتکینز۲ یک ساختمان هوشمند را ساختمانی تعریف می‌کند که اتفاقات رخ داده در داخل و خارج آن موثرترین راه برای ایجاد محیط مناسب مورد نظر کاربران در هنگام تصمیم گیری است. در این تعریف اتکینز ساختمان هوشمند را به عنوان یک بدن زنده توصیف می‌کند که قابلیت تصمیم گیری (خروجی) بر اساس اطلاعاتی که دریافت می‌کند (ورودی) را دارد. [۳] در این نوع معماری الگوهای هوشمند دارای تعامل و انعطاف‌پذیری نسبت به محیط خود می‌باشند که با استفاده از برداشت، تحلیل و عکس‌العمل خود را با محیط تطبیق می‌دهند. این انعطاف‌پذیری طبیعی، بنا را قادر می‌سازدکه با شرایط جدید درگیر شود و مشکلات ایجاد شده در طی تعاملش با محیط در هر لحظه زمانی را حل کند. بدین ترتیب تغییرات خرد اقلیم و نیازهای بلند مدت و کوتاه مدت به صورت عملی وارد طرح می شوند. در این ساختمان‌ها معمولاً از هوش مصنوعی برای تامین سرمایش وگرمایش پویا، روشنایی، تهویه و با هدف بهینه سازی انرژی و رفاه کاربران، استفاده می شود. بنابراین معماری هوشمند در برابر خصوصیات پویای انرژی‌های خارجی و نیاز های کاربران داخلی باید پاسخگو باشد. [۱]

۲-۲- نماهای متحرک هوشمند

نمای متحرک هوشمند به نمایی اطلاق می‌شود که خود را به صورت پویا با شرایط محیطی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان منطبق می کند. نسخه اولیه چنین روش‌هایی در ساختمان با استفاده از سیستم‌های دستی صورت گرفته است. ایده تغییر از حالات دستی به دیگر حالات با پیشرفت تکنولوژی در نماها ایجاد شد. در چنین نماهایی، عناصرنما به شکل طبیعی، از طریق تنظیم خود به خود، به پیکربندی فعالی تبدیل می شوند. پوشش هوشمند، بخش هایی طبیعی ازساختمان هوشمند هستند که نقش حفاظتی در ساختمان را به عهده دارد. با پذیرش استعاره بیولوژیکی این واژه متوجه می‌شویم که این نوع پوشش‌ها در طبیعت، مانند پوست بدن انسان به وفور یافت می‌شود. این پوشش‌ها در ساختمان مانند پوست بدن، خود را به طور طبیعی تغییر نمی‌دهند اما به شکل دینامیکی حالت پویایی برای بهبود شرایط محیطی در داخل ساختمان به خود می‌گیرند. پوشش‌های ساختمانی یکی از مهمترین فاکتورها در تعدیل شرایط حرارتی داخلی ساختمان برای رسیدن به آسایش حرارتی هستند که بر روی میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها تاثیر دارند. استفاده از عناصر تطبیق‌پذیر در معماری می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی ایفا کند. [۴]

نماهای هوشمند از طریق تکنولوژی های هوشمند سازی (سنسور، سیستم کنترل و محرک) می توانند شرایط محیط راحس کرده و اصلاحات و تغییراتی را برای رسیدن به اهداف مشخص شده ایجاد کنند. نما از طریق سنسورهایی اطلاعات محیطی را دریافت کرده و این اطلاعات را به یک پردازشگر مرکزی می فرستد تا پس از پردازش داده ها دستورالعل های مناسب به نما داده شود و نما توسط محرک ها به حرکت درآید. در این فرایند، نما می تواند خود را با شرایط محیطی و بسیاری از متغیرهای داخل و خارج ساختمان، مانند گرمای خورشید، نور روز، تهویه و تولید انرژی تطبیق دهد. از ویژگی های اصلی نماهای هوشمند می توان به پویایی و فعال بودن؛ انعطاف پذیری و سازگاری با محیط داخل و خارج؛ واکنش پذیری و پاسخ ده بودن را اشاره کرد نماهای هوشمند یک روند حرکتی معماری است برای کاهش اتلاف انرژی، کاهش آلودگی هوا،

European Intelligent Building Group

[1] Atkins[1] European Intelligent Building Group

[2] Atkins

کاهش آلودگی صوتی، استفاده از انرژی های تجدید پذیر، ایجاد تعامل بین ساختمان و محیط، ایجاد تعامل بین ساختمان و کاربر.

در دهه های اخیر،کاربردپوشش‌های انفعالی مانند نما، دیوار و سقف برای اصلاح شرایط حرارتی داخل ساختمان ترقی کرده است. این نماها با توجه به سیستم‌هایی که در آنها به کار رفته است می‌توانند شرایط داخلی را بدون دخالت کاربر تنظیم کنند. به طور کلی نماهای متحرک (تطبیق‌پذیر) نسبت به شرایط مختلف محیط واکنش نشان می دهند.این واکنش از طریق ترکیب عناصر گوناگون مانند حس گرها، فعال کننده، منبع تغذیه، پردازنده سیگنال و شبکه ارتباطی ممکن می‌شود.[۵]

نماهای متحرکِ هوشمند می تواند خود را با شرایط مختلف محیطی و تغییرات آن تطبیق داده و زمینه کاهش مصرف انرژی ساختمان را فراهم کنند. برخی مزایا و معایب اینگونه نماها در جدول ذیل خالصه شده است:

جدول ۱ مزایا و معایب نماهای متحرک در ساختمان [۶]

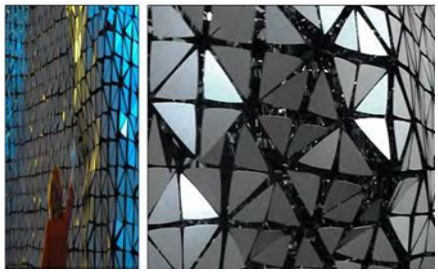
مزایا	معایب
کاهش مصرف انرژی ساختمان	هزینه اولیه بالا
وفق پذیری با محیط کار	هزینه بالای نگهداری و تعمیر
تنوع و زیبایی بصری	پیچیده بودن تکنولوژی طراحی و ساخت
پاسخ گویی به اقلیم	نیاز به افراد متخصص جهت اجر
عایق حرارتی و صوتی	مشکلات نظافتی سیستم
تعدیل میزان نور در ساعات مختلف روز	مشکلات نصب و اجرای حساس
ارتقای آسایش زندگی کاربران	

نماهای متحرک با توجه به سیستم هایی که در آنها به کار رفته میتوانند شرایط داخلی را بدون دخالت کاربر تنظیم کنند و نسبت به شرایط مختلف واکنش نشان دهند. این واکنش از طریق شبکه های ارتباطی کامپیوتری که شامل حسگرها، محرک ها، منبع تغذیه و پردازنده است صورت می‌گیرد.

نماهای متحرک از نظر نوع کنترل به دو دسته تقسیم می شوند:

۱.کنترل مستقیم.۲.کنترل غیر مستقیم.

در حالت مستقیم محرک باعث به حرکت در آوردن عنصر حرکتی بدون واسطه خواهد شد. این کار توسط منابع تامین کننده انرژی مثل موتورهای الکتریکی یا نیروی انسانی صورت میگیرد؛ اما در روش غیر مستقیم که حالت هوشمندانه حرکت نما می باشد تغییرات محیطی ابتدا توسط سنسورها دریافت شده و توسط پردازنده ها پردازش می شوند سپس واکنشی که نما در مقابله با تغییر پارامترها باید نشان دهد توسط عنصرهای فعال کننده به عناصر متحرک اعمال می شود. [۶]



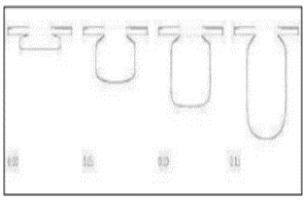
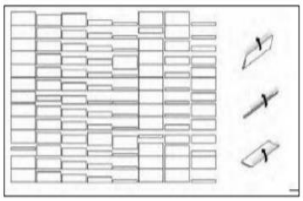
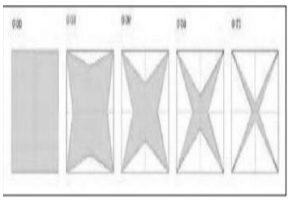
شکل ۱ پروژه Hyposurface طراحی شده توسط مارک گولتور که به روش غیر مستقیم به تغییرات محیط اطراف پاسخ می دهد. [۷]

۲-۳- انواع حرکت در نماهای متحرک

این نماها از لحاظ ساختار ظاهری و نحوه حرکت به پنج دسته تقسیم می شوند:

۱.انقباض و انبساط ۲.بالونی ۳. مثلثی گسترش پذیر ۴.کشویی و چرخشی ۵.کشویی و جمع شونده. [۸]

جدول ۲ دسته بندی انواع حرکت در نماهای متحرک هوشمند [۸]

نوع نما	نمونه موردی
Scissornet: Contracting and Expanding انقباض و انبساط	
Balloon: Inflate and Deflate بالونی	
Wave: sliding and Rotating کشویی و چرخشی	
Square-tic: Sliding and Retracting کشویی و جمع شونده	
مثلثی گسترش پذیر	

۲-۴- سیستم های نماهای متحرک

یک نمونه از سیستم های متحرک، «پارچه ای» است؛ مانند پرده های ریلی که می تواند به بالا و پایین حرکت داده شود با سایبان های متصل شده به ریل و قابل حرکت که در هر دو امکان دید به خارج وجود دارد. نوع دیگر که معمولا مورد استفاده قرارمی گیرد، «کرکره» است که از لوورهای قابل تنظیم برای تنظیم نور خورشید تشکیل شده است. این کرکره را می توان به

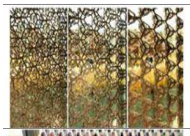
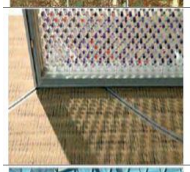
بخش های جداگانه تقسیم کرد به طوری که به عنوان مثال، قسمت بالای آن نسبت به قسمت پایین در موقعیتی قرار گیرد که به نور خورشید اجازه نفوذ به عمق اتاق را بدهد؛ که امروزه این کرکره ها مجهز به موتورو سنسور هستند که به طور خودکار بسته به موقعیت خورشید لوورها تنظیم میشوند.

در این بخش به ذکر چند سیستم که توسط کمپانی IBI طراحی شده اند و نمونه های ساخته شده با این سیستم ها پرداخته می شود. این کمپانی در سال ۲۰۰۸ در یک سرمایه گذاری مشترک بین Buro Happold با Hoberman و همکاران تاسیس شده است که به طراحی و ارائه نسل جدیدی از ساختمان اختصاص داده شده است. در سیستم Tessellate، که با استفاده از فلزات مختلف یا پلاستیک ساخته می شود، با حرکت لایه ها روی یکدیگر، باعث تنظیم میزان نور ورودی و اشعه ی خورشید، کنترل تهویه و جریان هوا و حفظ حریم خصوصی می شود.در سیستم Adaptive Fritting، که با استفاده از شیشه یا پلاستیک ساخته شده، با جابه جایی لایه های شیشه ای باعث کنترل دید و میزان شفافیت و ... شده.همچنین در سیستم Permea، که در ساخت آن از فلز استفاده شده با حرکت پانل ها موازی سطح ساختمان و پنهان شدن لایه ها در حالت جمع شده باعث کاهش جذب انرژی خورشید، کنترل جریان هوا و تهویه، کنترل سایه، کنترل حریم خصوصی و حفاظت در برابر گرد و غبار می باشد. برای طبقه بندی بهتر این سیستم ها به صورت جدول ارائه می گردند:

جدول ۳ انواع سیستم های متحرک که توسط کمپانی ABI طراحی شده اند.

نام سیستم	نوع سیستم	متریال	اجزا	کارکرد	میزان صرفه جویی
Tessellate	حرکت لایه ها روی هم	فلزات مختلف و یا پلاستیک	مجموعه‌ای از پانل های روی هم چیده شده	تنظیم کننده میزان ورود نور و اشعه خورشید.کنترل تهویه و جریان هوا. حفظ حریم خصوصی.کنترل دید و ایجاد سایه های متنوع	کاهش مصرف کل 6.% انرژی کاهش بار 21%% سرمایش سالانه بیشتر از سایبان ثابت
Adaptive Fritting	جابه جایی لایه های شیشه ای	شیشه یا پلاستیک fritted	واحد یکپارچه شیشه ای با الگوهای گرافیکی قابل حرکت	تنظیم کننده میزان ورود نور و جذب انرژی خورشید.کاهش تابش خیره کننده.حفظ حریم خصوصی.کنترل دید و میزان شفافیت	کاهش اوج بار 91%% الکتریسیته در ساختمان‌های تجاری
Strata		فلز، پلاستیک و چوب	مجموعه ای از واحدهای مدولار جمع شونده در یک پروفیل باریک	کنترل سایه .کاهش جذب انرژی خورشید و تابش خیره کننده. کنترل جریان هوا و تهویه	
Permea	حرکت پانل ها موازی سطح ساختمان و پنهان شدن لایه ها در حالت جمع شده	فلز	مجموعه ای از صفحات فلزی قرار گرفته روی یکدیگر	کاهش جذب انرژی خورشید وتابش خیره کننده.کنترل جریان هوا و تهویه کنترل سایه. کنترل حریم خصوصی حفاظت در برابر گرد و غبار	

جدول ۴ بررسی نمونه های موردی سیستم های نمای متحرک [۹]

نام سیستم	نمونه موردی	متریال	سال اجرا	
Tessellate	SimonsCenter forGeometry &Physics	فولاد ضد زنگ،واترجت برش.شیشه	۲۰۱۰	
Adaptive Fritting	Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering	چاپ دیجیتال بر روی اکرلیک شفاف،استال برش لیزری،فولاد ضد زنگ،شیشه	۲۰۱۰	
Strata	City of Justice (AP+TSJ)	الومینیوم، فولاد	۲۰۰۶-۲۰۱۱	
Permea	Aldar Central Market	الومینیوم، فولاد	۲۰۰۶-۲۰۱۰	

۲-۵- انواع نماهای متحرک با توجه به نوع کاربرد

به طور کلی نماهای هوشمند متحرک از لحاظ کاربرد به ۴ گروه زیر تقسیم می شوند:

۱-نماهای هوشمند متحرک و کنترل دما

۲- نماهای هوشمند متحرک و کنترل روشنایی و دید

۳-نماهای هوشمند متحرک و تهویه طبیعی

۴-نماهای هوشمند متحرک و تولید انرژی. [۱۰]

نماهای متحرک و کنترل دما (حرارت خورشیدی)

این نماها با هدف جذب انرژی خورشیدی در فصل زمستان و کاهش جذب آن در تابستان بکار برده میشوند. بر اساس اظهارات گیونی سایبان های متحرک هنگامی که در بیرون ساختمان قرار میگیرند تاثیر بیشتری بر دمای تابشی خورشید دارند. (اخوت، بالی): انرژی حرارتی خورشید توسط عوامل مختلفی از جمله کرکره های متحرک بیرونی و پیش آمدگی های قابل تنظیم کنترل می شود.

هدف استفاده از این ابزارها این است که میزان حرارت وارده به داخل ساختمان را به میزان دلخواه کنترل کنیم. گیونی ادعا می‌کند که کرکره های بیرونی قابل تنظیم، اجازه ورود نور بـه طور کامل در فـصل زمستان را می دهنـد. بنابـراین آنـها از سیستـم‌های ثابت بسیـار کارآمدتر هستند. [۶]

شکل ۲ استفاده از کرکره های متحرک بیرونی و تاثیر بسیار زیاد آن بر کاهش انرژی تابشی خورشید [۶]

از نمونه های موفق دیگر این نماها میتوان به برج های دو قلوی البحر ابوظبی اشاره کرد. Aedas Architects یک نمای پاسخگو به این شرایط اقلیمی طراحی نموده است که طرح آن برگرفته از سایه بان های مشبک سنتی الالمی به نام مشربیه می باشد که صفحه ای مشبک است و از عناصر معماری سنتی اسلامی می باشد. آنها با متحرک ساختن آن، این الگو را به روز کرده که به کاربران اجازه میدهد که از دید بهتر و نور طبیعی بهره مند شوند. [۶]

شکل ۳ برج های دو قلوی البحر، ابوظبی. الگوی نمای متحرک.

نمای متحرک و کنترل روشنایی

نماهای متحرکی که نور خورشید را کنترل می کنند بسیار شبیه به نماهایی هستند که حرارت خورشید را کنترل می کنند اما دارای چند سیستم دیگر مانند سیستم پیچیده عنبیه در انستیتوی عرب و یا استفاده از مصالح هوشمند مانند پنجره های الکتروکرومیک به صورت ترکیبی با عناصر متحرک هستند [۱۰]

یکی از ویژگی های بسیار خوب نماهای متحرک عکس العمل آنها در بهینه سازی نور ورودی به ساختمان ها می باشد با توجه به اینکه حرکت مسیر خورشید دارای الگوی ثابتی است، لذا با در نظر گرفتن محل ساختمان نسبت به خط استوا و هم چنین عرض جغرافیایی محل می توان به راحتی نمایی با الگوی مناسب حرکتی برای ساختمان طراحی کرد.

فرونشست زمین احتمالاً یکی از بارزترین اثرات زیست محیطی پمپاژ آب‌های زیرزمینی است. در سطح جهان ، تقاضای آب شیرین دلیل اصلی این پدیده است. فرونشست زمین ناشی از زهکشی سیستم آبخوان می‌تواند مقادیر کلی تا ۱۴.۵ متر برسد. گسترش فضایی این پدیده معمولاً گسترده است و تعریف آن اغلب دشوار است. تراکم آبخوان به بسیاری از اثرات اقتصادی-اجتماعی و هزینه‌های بالای مربوط به زیرساخت کمک می‌کند. در حال حاضر ، روش‌های زیادی برای تجزیه وتحلیل تراکم آبخوان استفاده می‌شود. این‌ها شامل رابطه اساسی بین هد آب زیرزمینی و جهت جریان آب زیرزمینی ، فشار آب و قابل فشردگی ماتریس سفره آب است. چنین راه حل‌هایی نتایج مدل‌سازی رضایت بخشی را فراهم می‌کنند. بااین‌حال ، تحقیقات بیشتری لازم است تا مدل‌سازی کارآمدتری از تراکم سفره فراهم شود. اخیراً ، تداخل سنجی راداری ماهواره‌ای (InSAR) به پیشرفت چشمگیری در نظارت و تعیین توزیع‌های فرونشست زمینی- زمینی در سراسر جهان کمک کرده است. بنابراین ، اجرای این روش می‌تواند راه را برای توسعه مدل‌های فشرده‌سازی آبخوان کارآمدتر هموار کند.(Gazy.etal2020)

فرونشست زمین یکی از مهم‌ترین خطرات زمین‌شناسی در پکن چین است و دامنه و بزرگی آن طی چند دهه گذشته به‌سرعت در حال رشد است که دلیل اصلی آن برداشت طولانی‌مدت آب‌های زیرزمینی است. از رادار دیافراگم مصنوعی تداخل سنجی (InSAR) برای نظارت بر تغییر شکل در پکن استفاده‌شده است، اما کمبود تحلیل تحول مکانی طولانی مدت نشست زمین وجود دارد. در مطالعه انجام‌شده باهدف شناسایی و توصیف تغییرات مکانی - زمانی در نشست زمین در دشت پکن با استفاده از تداخل‌سنج پراکنده پایدار (PSI) و تجزیه‌وتحلیل مکانی جغرافیایی متمرکزشده است. فرونشست زمین در طی سال‌های ۲۰۰۳–۲۰۱۵ با استفاده از تصاویر ENVISAT ASAR (2003–2010، 2011–2015) RADARSAT-2) و (2010–2015 TerraSAR-X) کنترل شد ، با نتایج مطابق با اندازه‌گیری‌های تسطیح مستقل. سرعت تغییر شکل مبتنی بر رادار از ۱۳۶.۹ to تا +۱۵.۲ میلی‌متر در سال طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۳ و از ۱۴۹.۴ to تا +۸.۹ میلی‌متر در سال در سال ۲۰۱۱-۲۰۱۵ نسبت به نقطه مرجع متغیر بود. مناطق اصلی فرونشست شامل مناطق چائویانگ ، تونگژو ، شونی و چانگپینگ است که هفت کاسه نشست بین سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۱۵ مشاهده‌شده است. روش تجزیه‌وتحلیل فن برابر (EFAM) نشان می‌دهد که حداکثر جهت گسترده به سمت شرق بوده است ، با سرعت رشد ۱۱.۳۰ کیلومترمربع در سال . مناطق فرونشست دیفرانسیل عمدتاً در مرزهای هفت کاسه نشست قرار داشتند ، همان‌طور که توسط شیب نرخ فرونشست نشان داده‌شده است. قابل‌ذکر است منطقه بیشترین فرونشست به‌طورکلی با الگوهای کاهش آب زیرزمینی در دشت پکن سازگار بوده است.. (Zhou, etal .2018)

طبق مطالعه انجام‌شده خصوصیات و مکانیزم تغییر شکل یک سیستم سفره آب زیرزمینی را در پاسخ به نوسانات فصلی سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد که پمپاژ آب زیرزمینی پس از تجربه نشست طولانی‌مدت زمین به‌شدت تنظیم‌شده است. دو گمانه با عمق ۱۲۲۶ متر و ۹۰۵ متر در دو سایت متفاوت از منطقه ساحلی تیانجین که فرونشست شدید زمین از دهه ۱۹۵۰ رخ داده بود ، حفر شد. نتایج پژوهش بیانگر این مطلب است که فرونشست زمین تحت نظارت نشان می‌دهد که آبخوان کم‌عمق به عامل اصلی فرونشست زمین تبدیل شده است و هنوز هم تراکم غیر الاستیک در سفره‌های زیرزمینی وجود دارد که سطح آب زیرزمینی بهبود یافته است. تنش‌های قبل از تحکیم نشان می‌دهد که خاک‌های رسی در عمق کمتر از ۱۰۰ متر تحت یکپارچه هستند و خاک‌های رسی عمیق حالت نرمال تا بیش‌ازحد را نشان می‌دهند. اثرات نوسان سطح آب زیرزمینی حلقوی بر تغییر شکل با استفاده از آزمون بارگیری و تخلیه مکرر بررسی شد. تغییرات نسبت باطل در چرخه‌های بارگیری / تخلیه نشان می‌دهد که سرعت تغییر شکل غیر الاستیک به‌تدریج کاهش می‌یابد و میزان تغییر شکل کشسان با افزایش تعداد چرخه‌ای تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. تغییر شکل نمونه‌های خاک از ۱۰۰ تا ۴۰۰ متر بیشتر برای کشش تنش در محدوده تنش بیش‌ازحد کشسان است. این یافته‌ها حاکی از آن است که آبگیری زیرزمینی در آبخوان کم‌عمق (عمق کمتر از ۱۰۰ متر) هدف اصلی برای کنترل فرونشست زمین خواهد بود. نوسانات سطح آب زیرزمینی بالاتر از

مقدار قبل از تحکیم در ۱۰۰-۴۰۰ متر فقط منجر به تغییر شکل الاستیک و قابل بازیابی می‌شود حتی تغییر شکل دائمی باقی مانده کوچک نیز ممکن است برای مدت طولانی ادامه یابد. نتایج بهبود درک تغییر شکل در سفره‌های زیرزمینی شهری پیچیده تحت تأثیر نوسانات سطح آب زیرزمینی و اهمیت مدیریت برنامه‌ریزی شهری برای کنترل فرونشست زمین در شهرهای ساحلی را برجسته می‌کند (Yang,etal.2019).

مخاطرات طبیعی عبارت‌اند از تغییرات شدید در سامانه زمین که منجر به تلفات انسانی و نیز سبب آسیب به تأسیسات ارزشمند ازجمله ساختمان‌ها می‌شود.

پدیده ی فرونشست زمین، درز و شکافهای ایجاد شده درطرح تغذیه ی مصنوعی جنوب نیروگاه شهیدمفتح همدان به صورت نمونه ای تحقیق شده است. پدیده ی ایجاد شده در زمین شناسی و آب زیرزمینی نادر است. که در این تحقیق مشخصات هندسی درز و شکافهای استخرهای تغذیه اندازه گیری شده است. چاه نگار های زمین شناسی موجود از محل بررسی و نتایج گویای وجود الیه های ریز دانه در ساختمان زمین شناسی آبخوان است که بر اثر بهره برداری بی رویه آب زیرزمینی جابه جا شده اند، که ماسه دهی چاه های آب نیروگاه و اطراف آن شاهدی بر این ادعا است. در جایگاه تغذیه ی مصنوعی بررسی شده این تحقیق تفاوت کیفیت آب تغذیه و آب آبخوان به ناپایداری و تحرک بیشتر به ته نشست های دانه ریز و جابه جائی آنها شدت بخشیده، و افزون بر آن، عدم رعایت خصوصیات هیدرولیک چاه های تغذیه باعث ایجاد جریان آشفته و جابه جائی بیشتر ته نشست های ریز دانه، و در نتیجه فرونشست زمین در استخرهای تغذیه شده است.(خورسندی اقایی،۱۳۹۸)در سال های اخیر افت سطح آب های زیرزمینی باعث فرونشست زمین در دشت کاشمر بردسکن در استان خراسان رضوی شده است. این فرونشست باعث ایجاد و توسعه ی گسترده ی درز و شکاف های کششی در این دشت شده است. به منظور شناخت این مخاطره ی زمین شناسی با استفاده از تصاویر ماهواره های Envisat و ۱ Sentinel در سال های ۲۰۱۰-۲۰۰۳ و ۲۰۱۷-۲۰۱۴ محدوده های فرو نشست دشت و گسترش این شکاف ها بررسی گردید. برای مطالعه ی شرایط زیرسطحی و ارتباط آن با موقعیت شکاف ها با استفاده از اطلاعات چاه های مشاهده ای و نتایج مطالعات ژئوالکتریک، ضخامت و بافت رسوبات و توپوگرافی سنگ کف برای دشت ترسیم شده است. موقعیت درز و ترک ها در دشت تعیین و با مقادیر فرو نشست و نوع رسوبات زیرسطحی و توپوگرافی سنگ بستر مقایسه شده است. نتایج تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که انطباق مکانی بالایی بین محل درز و شکاف ها با مناطق فرونشست دیده می شود و تفاوت در میزان فرونشست زمین مهم ترین علت تشکیل درز و شکاف ها در منطقه ی موردمطالعه است. بیش ترین تعداد شکستگی ها در غرب این دشت مشاهده می شود. در این منطقه دو پروفیل در راستای مختلف ترسیم گردید. در این پروفیل ها تغییرات سطح آب زیرزمینی، جنس و ضخامت رسوبات و گسترش افقی و عمودی آن ها، مقدار فرونشست، توپوگرافی سنگ بستر و محل درز و شکاف ها با یکدیگر مقایسه شده اند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که ارتباط مستقیم میان فرونشست زمین با افت سطح آب زیرزمینی و جنس رسوبات وجود دارد. علاوه بر آن، انطباق درز و شکاف ها با نقاط افزایش شیب یا پرتگاه های سنگ بستر که در آنجا مقدار فرونشست و در نتیجه استرس کششی افقی به بیش ترین مقدار می رسد، هم خوانی دارد. راستای غالب درز و شکاف ها بر اساس نمودار گل سرخی، دارای روند شمال شرق-جنوب غرب است. (سعیدی،بهار ۱۳۹۸)

فرونشست زمین شامل دو فرآیند پایین رفتن ملایم و فرورفتگی ناگهانی بخش‌های گسسته سطح خاک می‌شود. جابجایی اصولاً به سمت پایین است، اگر چه تغییر شکل افقی مرتبط اغلب تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. استخراج آب زیرزمینی با ایجاد تراکم آبخوان حساس نقش مستقیمی در فرونشست زمین بازی می کند. استخراج مایعاتی مثل: آب، نفت خام، گاز طبیعی از سازندهای زیرسطحی از مهمترین دلایل فرونشست زمین (شامل انسانی و طبیعی) می‌باشند. مشکلات اصلی ناشی از فرونشست شامل: ۱) تغییرات متفاوت در ارتفاع و شیب کانال‌های جریان، زه کشی‌ها و ساختارهای حمل آب ۲) خرابی چاه‌های آب به علت فشارهای زیاد ایجاد شده توسط فشردگی سیستم‌های آبخوان ۳) تجاوز جزر و مدی در مناطق ساحلی دشتی و ۴) در مناطق فرونشست شدید باعث افزایش شدت فشردگی و کشیدگی در سازه‌های مهندسی می‌شود. روش‌های ژئودتیک هوابرد و فضابرد مانند تداخل‌سنجی تفاضلی فضابرد و روش‌های LiDAR هوابرد که در دو دهه گذشته پیشرفت‌های زیادی داشته‌اند، می‌توانند تغییرات را در موقعیت سطح زمین اندازه‌گیری کنند. InSAR از سیگنال‌های راداری برای اندازه‌گیری تغییر شکل پوسته زمین در جزئیات مکانی و قدرت تفکیک اندازه‌گیری بالا استفاده می‌کند. روش InSAR می‌تواند جابجایی زمین را با دقت زیرمیلیمتر در جزئیات مکانی بالا (قدرت تفکیک ۱۰-۱۰۰ متر) و در پوشش‌های مکانی بالا (۱۰۴- ۱۰۵ کیلومتر مربع) در راستای خط دید ماهواره اندازه‌گیری کند. InSAR میلیون‌ها داده نقطه‌ای را در منطقه-ای بزرگ فراهم نموده و اغلب ارزان‌تر از ترازیابی و نقشه‌برداری‌های GPS می‌باشد. هرچند تکنیک های GPS به لحاظ دقت مورد قبول و تایید است ولی به لحاظ مسائلی چند مانند هزینه ی بالای اجرا در نصب و پایش ایستگاه‌های دائم، گستره‌ی زمین لغزش، نابسامانی در دوره‌ی زمانی پایش به واسطه‌ی تغییر در بودجه و اعتبارات سالیانه و در نهایت عدم نظارت و مدیریت پیوسته از گذشته تا حال در ایران موفق نبوده و از حد چند مورد و تعداد محدودی از سال‌ها تجاوز نکرده است (شیروانی و همکارن، ۱۳۹۳،ص۲).

تکنیک تداخل سنجی راداری(D-InSAR) روشی است که با مقایسه فازهای دو تصویر راداری که از یک منطقه در دوزمان مختلف اخذ شده اند قادر به محاسبه ی جابه جایی سطح زمین در آن بازه زمانی است. (حشمی،شیما؛المدرسی،علی ،ص ۷) که برای اولین بار به منظور شناسایی و اندازه گیری میزان فرونشست زمین در منطقه ایی از کالیفرنیا به کمک تصاویر سی ست در سال ۱۹۸۹ بکار برده شد (گابریل و همکاران،۱۹۸۹،ص۹۱۸۳) از سال۱۹۹۰،نظارت بر حرکت زمین در مقیاس وسیع با استفاده از تکنیک D-InSAR پیشرفت چشمگیری داشته است (گراندین و همکاران، ۱۳۹۵،ص۱) و به طور خاص این تکنیک می‌تواند جابجایی سطح زمین را با دقت یک سانتی متر یا کمتر فراهم سازد. (گابریل و همکاران، ۱۹۸۹،ص ۱). این تکنیک با برخورداری از پوشش زمینی وسیع و نیز قدرت تفکیک زمانی و مکانی زیاد، یکی از دقیق ترین و کم‌هزینه ترین فنون سنجش از دور برای شناسایی و پایش جابه‌جایی‌های بوجود آمده در سطح زمین است (خوش‌باطن، محبوبه، ۱۳۹۵، ص۱). از مزایای این تکنیک می‌توان به قابلیت کار در تمام شرایط بد جوی و طول شب و روز و برخورداری از پوشش زمینی وسیع و قدرت مکانی وزمانی زیاد و دقت در مقیاس میلی‌متر و هزینه کم در شناسایی جابه جایی های اتفاق افتاده در سطح زمین (خوش‌باطن، ۱۳۹۵، ص۲، به نقل از گابریل و همکاران، ۱۳۶۸، ص۲) و از معایب این روش، ناتوانی این روش در مناطق با پوشش گیاهی متراکم و یا نرخ تغییرات سطحی بالا به دلیل از بین رفتن همدوسی در جفت تصاویر انتخابی اشاره کرد.(احمدزاده، حسن، ۱۳۹۳، ص ۲۰) برای ساخت اینترفروگرام دو تصویر راداری SAR با همدوسی مناسب نیاز است،این دو تصویر میتواند از دو آنتن نصب شده رویی یک سکو بدست آید (تداخل سنجی راداری تک مسیر) یا از گذرهای متفاوت در زمان های مختلف(تداخل

سنجی راداری گذر تکراری) بدست آید(Masont and Figel, 1998, p. 442) در روش تداخل سنجی مسیر مجدد فاکتورهای زیادی مثل فاصله ی بین آنتن و نقاط زمینی ،توپوگرافی سطح،مدار ماهواره، ویژگی های ضریب دی الکتریک سطح زمین، اتمسفر و سیستم نویز، همگی روی تداخل سنج تاثیر می گذارند (Benfert et al., 2001) پس می بایست این اثرات تا حدممکن تعدیل شوند (رستمی،۱۳۹۷). مناسب‌ترین روش استفاده از داده‌های راداری و تکنیک تداخل سنجی تفاضلی است. ازآنجایی‌که فشردگی فیزیکی و افت فشار ازجمله عوامل اصلی فرونشست در مکان‌هایی هستند که آب ازآنجا استخراج‌شده است، پهنه‌بندی یکپارچه D-InSAR و بررسی هم‌زمان آن با عوامل زیرسطحی، الگوی بی‌هنجاری تغییر شکل که توسط عوامل زیرسطحی ایجادشده را به‌خوبی نمایان می‌کند و نشان می‌دهد که کاربرد D-InSAR در پیمایش فرونشست مفید واقع‌شده است. بدین منظور در منطقه کرمان روش تداخل سنجی تفاضلی داده‌های راداری D-InSAR بر روی‌داده‌های ماهواره‌های ENVISAT و PALSAR راداری به ترتیب از سنجنده ASAR و ALOS در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ به کار گرفته شد. خشکی محیط اثر تغییر فاز ناشی از ترکیبات اتمسفر را تعدیل کرد و فقدان پوشش گیاهی چالش، همدوسی در فاز تصاویر رادار را به حداقل رسانید و امکان سنجش تغییرات را در بازه زمانی سالیانه برای داده‌های راداری در باند C ,L را میسر کرد. حداکثر میزان جابجایی توسط باند C برابر با ۰.۱۴ متر و توسط باند L برابر با ۰.۱۲ متر برآورد شد. در نهایت نتایج پژوهش نشان داد که رابطه معناداری بین میزان فرونشست منطقه و برداشت آب زیرزمینی وجود دارد (امامی، و دیگران، زمستان ۱۳۹۹)

همچنین پژوهش دیگری که توسط محرابی در تابستان ۱۳۹۸ در زمینه بررسی فرونشست زمین در منطقه کرمان انجام شده است نشان داد که تغییرات ارتفاعی رخداده در سطح زمین که غالباً به‌صورت فرونشست و گاهی بالاآمدگی ظاهر می‌شود، به‌عنوان یک مخاطره خاموش ولی جدی در محدوده شهرها به‌حساب می‌آید، که می‌تواند به‌مرورزمان صدمات جدی به تأسیسات شهری وارد سازد. به دلیل تغییرات رخداده در سطح آب‌های زیرزمینی شهر کرمان، پدیده فرونشست و بالاآمدگی با شدت زیادی در این محدوده وجود دارد که می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به شهر وارد نماید و هدف از تحقیقی که انجام داده‌اند پایش این تغییرات است. طبق این تحقیق با استفاده از تکنیک تداخل سنجی تصاویر راداری میزان تغییرات ارتفاعی رخداده در محدوده شهر کرمان بررسی و نحوه تغییرات مکانی آن در طول ۱۴ سال اخیر مورد پایش قرار گرفت. در این راستا از ۶ تصویر از سنجنده ASAR و ۲ تصویر از سنجنده SENTINEL1 مربوط به چهار دوره زمانی، استفاده‌شده و با انجام تکنیک تداخل سنجی، چهار تداخل‌نگاشت از محدوده مورد مطالعه تهیه گردیده است. با مطالعه تداخل نگاشت‌ها، نرخ و دامنه فرونشست و بالاآمدگی استخراج گردید. بر این اساس حداکثر نرخ فرونشست و بالاآمدگی در چهار دوره زمانی مربوط به سال‌های ۱۳۸۶ - ۱۳۸۳، ۱۳۸۹- ۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۹۱و ۱۳۹۶-۱۳۹۳، به ترتیب ۷/۳، ۷/۶، ۹ و ۱۰/۶ سانتیمتر در سال فرونشست و ۶، ۶/۶، ۵ و ۴/۶ سانتیمتر در سال بالاآمدگی بوده است. استخراج عرصه در معرض مخاطره نشان داد که از مجموع مساحت محدوده در حدود ۴۳ درصد در پهنه‌های پرخطر تا نسبتاً پرخطر قرار دارد. شواهد میدانی نشان می‌دهد که علاوه بر محدوده‌های فرونشستی، در مناطق با نرخ تورم و بالاآمدگی زیاد نیز آثار و شواهد خسارات به ساختمان‌ها به‌وضوح دیده می‌شود. همچنین نقشه‌های جابجایی ایجادشده نشان می‌دهد که سطح زمین در شهر کرمان از سال ۱۳۸۳ تاکنون دچار یک‌روند فرونشست فزاینده‌ای شده است به‌طوری‌که علاوه برافزایش نرخ فرونشست، محدوده‌های بیشتری از شهر درگیر آن شده است. (محرابی، ۱۳۹۸).

طبق پژوهش انجام شده توسط حاجب در سال ۱۳۹۸ ، رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای آب در سال های اخیر، سبب برداشت بی رویه از منابع آب سطحی و زیرزمینی شده است. برداشت آب زیرزمینی و پایین رفتن سطح آب در آبخوان‌ها معمولا می تواند فرونشست زمین و به تبع آن مختل شدن خطوط آب رسانی و راه آهن و گاز، تخریب پی ساختمان ها، تغییرات شیب زمین و کاهش ضریب ذخیره آبخوان را در پی داشته باشد. در این مطالعه، ابتدا با استفاده از داده های ماهواره ی ENVISAT و به کمک تکنیک تداخل سنجی رادار دهانه مصنوعی(InSAR) و با استفاده از آنالیز سری زمانی SBAS، نرخ فرونشست سالانه زمین در دشت های جعفرآباد و قنوات استان قم برای بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۰ برآورد شده است. در ادامه با استفاده از تغییرات تراز آب پیزومترهای منطقه و ضخامت لایه های ریزدانه با قابلیت فرونشست دائم، ارتباط تغییرات مکانی نرخ فرونشست در نقاط مختلف آبخوان با برداشت بی رویه آب زیرزمینی بررسی شده است. نتایج آنالیز سری زمانی تصاویر تداخل سنجی نشان می‌دهند که نرخ متوسط فرونشست در دشت های جعفرآباد و قنوات به ترتیب ۳۵و ۲۸ میلیمتر در سال در راستای خط دید ماهواره است. نقشه پهنه بندی فرونشست حاصل از پردازش تداخل سنجی راداری در تلفیق با داده های تراز آب پیزومترها و ضخامت لایه های ریز دانه حاکی از این است که فرونشست علاوه بر افت تراز آب به جنس خاک لایه های زیرین نیز وابستگی داردو بیشترین نرخ نشست در مناطقی رخ داده است که از یک سو تراکم چاه های بهره برداری آب زیاد است و از سوی دیگر لایه های ضخیم رس وجود دارد (حاجب، و دیگران، زمستان۱۳۹۸).

کشاورزی در دره مرکزی ، کالیفرنیا ، با زیرساخت های مدیریت آب های سطحی و تأمین آب زیرزمینی امکان پذیر است. با این حال ، اضافه برداشت آب زیرزمینی منجر به فرونشست زمین می شود ، که خود تهدیدی برای کنترل سیل و زیرساخت های انتقال آب است. نظارت ، مدلسازی و مدیریت فرونشست زمین برای اطمینان از تأمین آب و زیرساخت های آن برای آینده بسیار مهم است. تشخیص فرونشست زمین دشوار است زیرا تغییر شکل تدریجی سطح زمین در مناطق وسیعی است که می تواند ۱۰ کیلومتر گسترش یابد. رادار دیافراگم مصنوعی تداخل سنجی (InSAR) برای تشخیص تغییر شکل در طول زمان با استفاده از یک سری تصاویر تکراری که به پوشش ابر نفوذ می کنند ، استفاده می شود. تکنیک های سری زمانی InSAR ماهواره ای و هوابرد توسعه مناطق فرو نشست در دره و خطرات محلی و زیرساخت های فردی را شناسایی و رصد می شود. (Jones,etal.2020)

همچنین دشت میناب در استان هرمزگان در دهه های اخیر با توسعه کشاورزی رشد جمعیت را تجربه کرده است. میزان کم بارندگی در سالهای اخیر ، خشکسالی های پی در پی ، و محدودیت منابع آب سطحی ، شیوه های آبیاری نامنظم در بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه ، همراه با الگوی کشت نامناسب ، باعث استخراج چاه های آب در منطقه شده است. استخراج این چاه ها و منابع آب زیرزمینی منجر به عدم تعادل سفره آب در منطقه و کاهش سطح آب های زیرزمینی شده است. پیامدهای این روند باعث ایجاد و گسترش فرونشست در منطقه شده است. (Arvin,2019) مرکز دره San Joaquin یکی از پربارترین مناطق کشاورزی در ایالات متحده است. کشاورزان برای تأمین تقاضای آب آبیاری ، به انحرافات آبهای سطحی اعتماد زیادی می کنند. با این حال ، خشکسالی های ۲۰۰۷-۲۰۱۰ و ۲۰۱۲-۲۰۱۷ باعث افزایش شدید پمپاژ آبهای زیرزمینی شده است که باعث فرونشست زمین با تنوع شدید در مکان ، بزرگی (کل فرونشست) و میزان فرونشست می شود. در مطالعاتی که انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که فرونشست زمین در مناطقی واقع شده

است که تقاضای آب برای کشاورزی و تراکم چاه های آب زیرزمینی بیشترین است ، در حالی که میزان فرونشست به شدت بر میزان آبهای سطحی محلی و وارداتی و منابع آب زیرزمینی تأثیر می گذارد (Jeanne,etal.2019) ..

۳- روش تحقیق

این پژوهش ازلحاظ روش تحقیق، توصیفی تحلیلی است و با توجه به ماهیت موضوع و شاخص‌های موردبررسی رویکرد حاکم بر این پژوهش از نوع پیمایشی با استفاده از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده است. روش تحقیق تحلیل محتوا از روش‌های اسنادی است که به بررسی نظام مند، عینی، کمّی و تعمیم پذیر پیام‌های ارتباطی می‌پردازد. این روش در دسته‌بندی روش‌ها، پنهانگر محسوب می‌شود و از آن برای بررسی محتوای آشکار پیام‌های موجود در یک متن می‌پردازد و در نتیجه وارد تاویل و نشانه شناسی محتوای پیام نمی‌شود. تحلیل محتوا روشی مناسب برای پاسخ دادن به سؤال‌هایی درباره محتوای یک پیام است. هر چند در رویکردهای اولیه، ادعا می‌شد که تحلیل محتوا می‌تواند علاوه بر محتوای پیام، به ویژگی‌های مؤلف و تأثیر بر مخاطب بپردازد، اما امروزه دو کارکرد اخیر را تنها در روش‌های تلفیقی میدانی و اسنادی امکان‌پذیر می‌دانند.(Neondorf, 2016)

تحلیل محتوا، فرآیند تبدیل کیفیت ها به کمیت ها و سپس تبدیل همین کمیت به کیفیت است. این روش، بیش تر در روند پژوهی، پژوهش های تلفیقی، بررسی تصویر واقعیت ها و نیز بررسی میزان انطباق برنامه ها با ویژگی ها و ویژگی های ساختاری و محتوایی بکار برده می شود. روش تحلیل محتوا بر این فرض بنا شده است که با تحلیل پیام های زبانی می توان به کشف معانی، اولویت¬ها، نگرش ها، شیوه های درک و سازمان یافتگی جهان دست یافت. این روش که در رشته های گوناگون علوم اجتماعی همچون ارتباطات، جامعه شناسی، علوم سیاسی و روان شناسی، کاربرد دارد، پژوهشگران نسبت به آن (به منزله روشی انعطاف پذیر برای تحلیل داده ها)، توجهی ویژه دارند. روش تحلیل محتوا، بین دو قطب عینی و ذهنی قرار می گیرد. به بیان دیگر، رویکرد تلفیقی تحلیل محتوا، امروزه می تواند کاربردی تر (از کمی گرایی یا کیفی گرایی صرف در تحلیل محتوا) باشد (قائدی و همکار، ۱۳۹۵).

۴- یافته ها

تکنیک تداخل سنجی راداری روشی است که با مقایسه فازهای دو تصویر راداری که از یک منطقه در دوزمان مختلف اخذ شده اند قادر به محاسبه ی جابه جایی سطح زمین در آن بازه زمانی است. (حشمی،شیما؛المدرسی،علی ،ص ۷). که برای اولین بار به منظور شناسایی و اندازه گیری میزان فرونشست زمین در منطقه ایی از کالیفرنیا به کمک تصاویر C set در سال ۱۹۸۹ بکار برده شد (Gabriel et al., 1989, p. 9183).از سال ۱۹۹۰،نظارت بر حرکت زمین در مقیاس وسیع با استفاده از تکنیک D-InSAR پیشرفت چشمگیری داشته است و به طور خاص این تکنیک می‌تواند جابجایی سطح زمین را با دقت یک سانتی متر یا کمتر فراهم سازد. این تکنیک با برخورداری از پوشش زمینی وسیع و نیز قدرت تفکیک زمانی و مکانی زیاد، یکی از دقیق ترین و کم‌هزینه ترین فنون سنجش از دور برای شناسایی و پایش جابه‌جایی‌های بوجود آمده در سطح زمین است. (خوش‌باطن، محبوبه، ۱۳۹۵، ص۱). از مزایای این تکنیک می‌توان به قابلیت کار در تمام شرایط بد جوی و طول شب و روز و برخورداری از پوشش زمینی وسیع و قدرت مکانی وزمانی زیاد و دقت در مقیاس میلی‌متر و هزینه کم در شناسایی جابه جایی های اتفاق افتاده در سطح زمین (خوش‌باطن، ۱۳۹۵، ص۲، به نقل از (Gabriel etal, 1989, p. 2) و از معایب این روش، ناتوانی این روش در مناطق با پوشش گیاهی متراکم و یا نرخ تغییرات سطحی بالا به دلیل از بین رفتن همدوسی اشاره کرد.(احمدزاده، حسن، ۱۳۹۳، ص ۲۰) در روش تداخل سنجی مسیر مجدد فاکتورهای زیادی مثل فاصله ی بین آنتن و نقاط زمینی ،توپوگرافی سطح،مدار ماهواره،ویژگی های ضریب دی الکتریک سطح زمین ،اتمسفر و سیستم نویز ،همگی روی تداخل سنج تاثیر می گذارند (Benfert et al.,2001) پس می بایست این اثرات تا حدممکن تعدیل شوند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

فرونشست از جمله پدیده‌های ژئوتکنیکی است که می‌تواند به سبب عوامل متعددی رخ دهد. شایع‌ترین عامل فرونشست برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی است که امروزه با پیشرفت شهرنشینی و نیاز روز افزون به منابع آب به یک مشکل فزاینده تبدیل شده است و بسیاری از مناطق دنیا با مخاطرات آن روبرو هستند. امروزه استفاده بیش از پیش از منابع طبیعی از جمله مسائل مطرح در جهان و ایران است. پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی و همچنین استفاده بیش از حد از منابع طبیعی موجب بروز مسائل و مشکلاتی شده است و منابع زیست محیطی را به خطر انداخته است. مباحث مزبوط به توسعه پایدار و اهداف آن و همچنین طراحی بهینه از نقطه نظر ایمنی و امنیت پارامترهای زیست محیطی در فرایند ساخت و بهره برداری از یک پروژه دارای اهمیت هستند. لذا هدف پژوهش حاضر شناسایی پارامترهای زیست محیطی تاثیر گذار بر فرونشست زمین است که عمدتا از تکنیک سنجش از دور در تهیه این لایه های اطلاعاتی بهره گرفته شده است. روش پژوهش بصورت مطالعه عمیق و تحلیل محتوای محتوای اسنادی انجام گرفته است؛ نتایج تحلیل محتوای اسنادی حاصل شده در این پژوهش در بیانگر این مطلب است پارامترهای زیست محیطی تاثیر گذار بر فرونشست زمین شامل: پوشش گیاهی، سطح آب زیرزمینی و تراکم چاه ها و ... می باشند. همچنین طبق نتایج بررسی ها، در مناطق با تراکم چاه های بالا و سطح آب زیرزمینی پایین تر دارای فرونشست بیشتر می باشند.

۶- مراجع

[۱] امامی،صدیقه:المدرسی،سیدعلی: سنجره ای موسایی، محمد،(۱۳۹۹).رویکرد تحلیل راداری در سنجش وضعیت تغییرات هیدرومورفوتکتونیک مرکز ایران (دشت یزد اردکان).

[۲]حاجب،زهرا؛موسوی،زهرا:معصومی،زهره،رضایی،ابوالفضل،(۱۳۹۸).مطالعه فرونشست دشت قم با استفاده از تداخل سنجی راداری و ویژگی های هیدروژئولوژیکی آبخوان. فصلنامه علوم زمین، پیاپی ۱۱۴ (زمستان ۱۳۹۸)، صص ۲۵۱ -۲۵۸.

[۳] خورسندی آقایی ،احمد،(۱۳۹۸). بررسی فرونشست زمین، مطالعه موردی: فرونشست زمین استخرهای تغذیه مصنوعی جنوب نیروگاه همدان، شمالغرب ایران، نشریه: مهندسی منابع آب، عضو هیت علمی پردیس صنعت آب و برق دانشگاه شهید بهشتی .

[۴] رستمی،عارف:خاوریان،حسن:المدرسی،علی:اصغری،صیاد.(۱۳۹۷) پایش زمین لغزش ها به روش اینتروفرومتری تفاضلی پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

[۵] سعیدی، حمید: لشکری پور،غلامرضا :غفوری، محمد،(۱۳۹۸) . ارزیابی درز و شکاف های حاصل از فرونشست زمین در دشت کاشمر-بردسکن در شمال شرق ایران، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، پیاپی (۳۵). ۷۴ -۸۸

مجله مخاطرات محیط طبیعی، پیاپی ۲۶ (زمستان ۱۳۹۹)، صص ۱ -۲۰.

[۶] قائدی، محمدرضا؛ گلشنی، علیرضا،(۱۳۹۵)، "روش تحلیل محتوا، از کمی گرایی تا کیفی گرایی."نشریه روش ها و مدل های روان شناختی، سال ۷، شماره ۲۳، ۵۷-۸۲.

[۷] عدالت،علی:خداپرست،مهدی،(۱۳۹۵)، ارزیابی و مدلسازی فرونشست دشت علی آباد قم با استفاده از شبکه عصبی م دانشگاه قم، دانشکده فنی و مهندسیصنوعی و داده های تداخل سنجی راداری.دکترای تخصصی ((phd دانشگاه قم، دانشکده فنی و مهندسی.

[۸] محرابی،علی:غضنفرپور،حسین:(تابستان۱۳۹۸)پایش روند تغییرات ارتفاعی سطح زمین در شهرکرمان و تعیین مناطق پرخطر با استفاده از تصاویر راداری ASAR و SENTINEL نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، پیاپی ۳۰ (تابستان ۱۳۹۸)، صص ۱۶۷ -۱۸۲.

[۹] مرانی،سعید: شاهرخی، مهدی، (۱۳۹۸) . روش‌های زمین آماری در مدلسازی کمی و کیفی آبخوان‌ها مطالعه موردی دشت سیرجان با GIS & GMS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه غیاث‌الدین جمشید کاشانی، دانشکده عمران و مکانیک.

[10] Neondorf, Kimberly E., (2016), "Guide to Content Analysis", translated by Hamed Bakhshi and Vajihe Jalaian .

[11] Arvin, A., Vahabzadeh, G., Mousavi, S. R., & Bakhtyari Kia, M. (2019). Geospatial modeling of land subsidence in the south of the Minab watershed using remote sensing and GIS. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 10(3), 19-34.

[12] Guzy, A., & Malinowska, A. A. (2020). State of the art and recent advancements in the modelling of land subsidence induced by groundwater withdrawal. Water, 12(7), 2051.

[13] Jones, C. E., Farr, T. G., Liu, Z., & Miller, M. M. (2020). Measuring Subsidence in California and Its Impact on Water Conveyance Infrastructure. In Advances in Remote Sensing for Infrastructure Monitoring (pp. 211-226). Springer, Cham.

[14] Jeanne, P., Farr, T. G., Rutqvist, J., & Vasco, D. W. (2019). Role of agricultural activity on land subsidence in the San Joaquin Valley, California. Journal of hydrology, 569, 462-469.

[15] Yang, J., Cao, G., Han, D., Yuan, H., Hu, Y., Shi, P., & Chen, Y. (2019). Deformation of the aquifer system under groundwater level fluctuations and its implication for land subsidence control in the Tianjin coastal region. Environmental monitoring and assessment, 191(3), 1-14.

[16] Zhou, C., Gong, H., Zhang, Y., Warner, T. A., & Wang, C. (2018). Spatiotemporal evolution of land subsidence in the Beijing plain 2003–2015 using persistent scatterer interferometry (PSI) with multi-source SAR data. Remote Sensing, 10(4), 552.