

بررسی تغییرات مسطحاتی ناشی از نیروی اعمال شده توسط باد و توفان به سازه‌های بلند با استفاده از مشاهدات GPS و مشاهدات شتاب سنج

عبدالرحمان مصطفائی^۱، ابوالفضل غلامعلی^۲، حمیدرضا حسین آبادی^۳

۱- عضو هیئت علمی گروه نقشه‌برداری دانشگاه زابل

۲- عضو هیئت علمی گروه نقشه‌برداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمین

۳- عضو هیئت علمی گروه عمران دانشگاه زابل

a_mostafaie@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله دو روش مختلف، استفاده از سری زمانی مشاهدات GPS و مشاهدات شتاب سنج، جهت نمایش تغییرات مسطحاتی ناشی از نیروی اعمال شده توسط باد و توفان به سازه‌های عظیم، مقایسه شده است. روش اول بر مبنای آنالیز سری زمانی مشاهدات GPS و روش دوم براساس استفاده از داده‌های استخراج شده از شتاب سنج بنا شده‌اند. جابجایی‌هایی با فرکانس کمتر از فرکانس شتاب سنج توسط GPS قابل تشخیص بوده، اما مشاهدات ناشی از آن نویز آلود هستند. بهبود نسبت سیگنال به نویز، به روش‌های مختلف حذف و کاهش نویز امکان‌پذیر می‌باشد. در این مقاله مدل‌سازی سری‌های زمانی GPS، جهت تشخیص عکس‌العمل‌های جزئی ساختمان‌ها در مقابل نیروی باد، ارائه شده است. روش پیشنهاد شده جهت آنالیز سیگنال GPS، تلفیق مشاهدات شتاب سنج و GPS می‌باشد، که به صورت واضح و روشن، واکنش ساختمان‌ها را در مقابل نیروهای ناشی از باد و توفان نشان می‌دهد. جهت تشخیص بردار جابجائی، از الگوریتم فیلتر کردن تغییرات ناگهانی و نویزهایی با فرکانس پائین، و آنالیز طیفی جابجائی سازه استفاده شده است.

کلمات کلیدی: جابجائی سازه، GPS، شتاب‌سنج، فیلتر کردن، باد و توفان.

۱. مقدمه

امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، افزایش قابل توجهی در تعداد و ابعاد ساختمان‌ها به وجود آمده است. به منظور جلوگیری از تخریب این سازه‌ها توسط عوامل طبیعی از جمله باد و توفان‌های مهیب، بایستی ساختار مهندسی این گونه سازه‌ها در مقابل نیروهای خارجی دارای مقاومت و پایداری بالایی باشند. لازمه این امر، توانایی تشخیص میزان دوران و جابجایی مسطحاتی و ارتفاعی سازه، متناسب با نوع سازه از طریق تجهیزات دقیق و قابل اطمینان می‌باشد. بررسی پیوسته تغییرات و جابه‌جایی‌های سازه، برای متخصصان امکان مقایسه بین فاز مطالعاتی و اجرایی را فراهم می‌آورد و آن‌ها را در بررسی نوع سیستم سازه‌ای راهنمایی می‌نماید. مانیتور کردن تغییرات سازه به مدت طولانی، می‌تواند جهت بدست آوردن آنالوهای تغییر شکل سازه مورد استفاده قرار گیرد و رفتار سازه از لحاظ عادی یا غیرعادی بودن وضعیت نیروهای خارجی وارد بر آن، بررسی گردد. نمایش رفتار دینامیکی سازه‌های عظیم، به طور کلی بر مبنای اندازه‌گیری‌های بدست آمده از شتاب‌سنج و بادسنج‌های نصب شده در بام سازه استوار است.

باتوجه به این که GPS یک منبع غنی اخذ اطلاعات فنی و محاسبه مختصات می‌باشد و باتوجه به محدودیت‌های شتاب‌سنج، علاقه‌مندی بیشتری به سمت گسترش روش‌هایی که به منظور تعیین فرکانس‌های پائین عکس‌العمل ساختمان‌های بلند در مقابل نیروهای خارجی، از متدهای نوینی همچون اطلاعات اخذ شده از GPS استفاده می‌کنند، وجود دارد. اما از سوی دیگر، در جابجائی‌های بدست آمده از GPS، سیگنال‌های جابجائی حقیقی در مقایسه با نویزهای موجود در سیگنال، ضعیف هستند (نسبت سیگنال به نویز پائین)، و بایستی به روش‌های مختلف و با استفاده از فیلترهای مختلف این نویزها را از مشاهدات رفع نمود. یکی از مسائل پیچیده از لحاظ مهندسی، اندازه‌گیری دینامیکی جابجائی نسبی بین طبقات ساختمان (دریفت) به طور مستقیم، می‌باشد که در صورت استفاده از GPS، در سازه‌های بزرگ نظیر آسمان خراش‌ها و پل‌های معلق، می‌توان مقدار این جابه‌جایی‌ها را با دقت بسیار خوبی به دست آورد (شکل ۱).

به علت محدودیت GPS از نظر نرخ نمونه برداری (کمتر از ۲۰ هرتز)، در محاسبه جابجائی طبقات پایین سازه از آن استفاده نمی‌شود، بلکه تنها از GPS در بالاترین سقف سازه استفاده می‌شود. دقت مشاهدات GPS از نظر مسطحاتی $\pm 1\text{ cm}$ و از نظر ارتفاعی $\pm 2\text{ cm}$ می‌باشد [1]. پس برای اندازه‌گیری جابجائی دینامیکی بین طبقات، از دستگاه شتاب‌سنج استفاده می‌شود که با استفاده از تکنیک‌ها و نیروهای فیزیکی و قوانین نیرو