



شبیه سازی عددی گسترش جانبی ناشی از روانگرایی

علی یغفوری^۱، علی لشکری^۲، سید محمد بینش^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی شیراز

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی شیراز

(lashkari@sutech.ac.ir)

خلاصه

زمین لرزه در ساختمانهای ماسه ای اشباع می تواند موجب روانگرایی شود. در صورتی که ساختمان دارای شیبی هر چند ملایم نسبت به افق باشد، روانگرایی می تواند باعث ایجاد تغییر مکانهای جانبی بسیار بزرگ در توده روانگرا شده گردد که گسترش جانبی نامیده می شود. در این مقاله با بکار گیری یک مدل رفتاری پیشرفته در قالب یک نرم افزار اجزای محدود، پدیده گسترش جانبی شبیه سازی عددی شده است. در تحلیل های ارائه شده اثر تراکم خاک، عمق لایه روانگرا شده، شتاب بیشینه زمین لرزه و شیب لایه روانگرا شده بر گسترش جانبی بررسی شده است.

کلمات کلیدی: زمین لرزه، روانگرایی، مدل رفتاری، ماسه، گسترش جانبی

۱. مقدمه

روانگرایی می تواند آسیب های شدیدی را متوجه سازه های بنا شده روی خود نماید و همچنین پایداری سازه های نگهدارنده را با خطر رو به رو سازد. گزارش های معتبر از رویداد های پیشین نشان می دهند که جابجایی های گسترش جانبی (lateral spreading) ناشی از روانگرایی کلی یا موضعی توده خاک می تواند بسیار بزرگ باشد. پردازش تصاویر هوایی پیش و پس از زمین لرزه نیگاتا که در سال ۱۹۶۹ میلادی رخ داد، وقوع گسترش جانبی تا ۶ متر را نشان می دهد. [۱] Andrus & Youd وقوع گسترش جانبی به میزان ۱ متر را در زلزله Borah Park که در سال ۱۹۸۳ میلادی رخ داد را در ساختمانی حاوی ۱۵ تا ۳۰ درصد ریزدانه گزارش نمودند. بر اثر زمین لرزه (۱۹۸۹) Loma Prieta رخداد گسترش جانبی به میزان ۷/۵ و ۲۸ سانتیمتر در دو ساختمان مشاهده گردید. در هر دو ساختمان، خاک عمدتاً ماسه میانه تا درشت و بطور متوسط حاوی ۸ درصد ریزدانه بود [۲]. در زمین لرزه Kobe (۱۹۹۵)، مقایسه تصاویر هوایی نشان داد که در برخی نواحی گسترش جانبی به میزان ۲ تا ۶ متر رخ داده است [۳]. بررسی موارد تاریخی توسط [۳] Hamada et al. نشان داد که گسترش جانبی با بزرگایی در حدود ۲ متر می تواند به آسانی در ساختمان هایی با شیب کمتر از ۲ درصد رخ دهد. با بهره گیری از داده های تاریخی، [۳] Hamada et al. رابطه زیر را برای جابجایی ماندگار ناشی از گسترش جانبی پیشنهاد نمودند:

$$D = 0.75 H^{2/3} \theta^{1/3} \quad (1)$$

که D مقدار پیش بینی شده گسترش جانبی در سطح زمین به متر، H ضخامت ناحیه روانگرا شده به متر و θ شیب سطح زمین یا لایه غیر روانگرا (هر کدام که بیشتر باشد) به درصد می باشد. عدم توجه به تراکم خاک، بزرگترین ایراد رابطه (۱) می باشد. در واقع این رابطه بر اساس داده های تجربی حاصل از ساختمان های متشکل از ماسه شل یا بسیار شل بدست آمده است و کاربرد آن برای ساختمان های دارای ماسه متراکم منجر به پیش بینی های اغراق آمیز خواهد شد که با تجربه نیز سازگار نیست. به عنوان نمونه، [۴] Towhata et al. گسترش جانبی را در آزمایش میز لرزه بررسی نمودند. در این آزمایش ها ماسه با تراکم میانه انتخاب شده بود و مشاهده گسترش جانبی کوچک مویده اهمیت در نظر گرفتن اثر تراکم خاک می باشد. در حالی که رابطه (۱) تنها آثار عمق لایه روانگرا شده و شیب را در نظر می گیرد، [۵] Youd et al. همبستگی دیگری را منتشر نمودند که اثر عوامل بیشتری را لحاظ می کند:

$$D = -16.213 + 1.522M - 1.406 \log(R + 10^{0.89M - 5.64}) - 0.012R + 0.238 \log S + 0.54 \log T_{15} + 3.413 \log(100 - F_{15}) - 0.795 \log(d_{5.15} + 0.1 \text{ mm}) \quad (2)$$