

## مقایسه ضریب بازتاب پیشنهادی آیین نامه 2800 زلزله ایران با ضریب بازتاب واقعی به دست آمده از مناطق مختلف شهر گرگان در تعامل با پاسخ لرزه‌های سازه‌های فولادی

### پیام شفيعی فوجردی\*

کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران و معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گلستان، ایران

تاریخ پذیرش نهایی: 1397/11/24

تاریخ دریافت مقاله: 1397/08/30

### چکیده

تحقیق حاضر به دنبال نشان دادن نقش ضریب بازتاب (B) در روش استاتیکی خطی است. (B) تابع تبدیلی است که ورودی آن شتاب‌نگاشت حرکت بستر سنگی و خروجی آن شتاب‌نگاشت حرکت سطحی زمین است. روش‌های لرزه‌ای و ارزیابی صحیح از اطلاعات بر پایه اصول فیزیکی حاکم بر مشخصات انتشار امواج استوار است که می‌تواند شامل تولید، انتقال، جذب و بی‌نظمی امواج در سنگ‌های زمین و همچنین پدیده‌های انعکاس، شکستگی و از محور اصلی خارج شدن امواج باشد. هدف از این مطالعه بررسی جنس خاک در اعمال نیروی زلزله به سازه و اهمیت ضریب بازتاب در کنترل سازه است که با در نظر گرفتن مقادیر واقعی ضریب بازتاب محل احداث بنا، می‌توان سازه را از نظر اقتصادی بهینه کرد. در این تحقیق ساختمان فولادی با سیستم قاب خمشی متوسط یک‌مرتبه با ضریب بازتاب مطابق با استاندارد 2800 (ویرایش چهارم) و بار دیگر با ضریب بازتاب واقعی شهر گرگان، تحلیل و طراحی شد. نتایج نشان می‌دهد مقدار تغییر مکان طبقات ساختمان به طور میانگین 53/3 درصد کاهش یافت و مقدار دررفت طبقات آن نیز 25/3 درصد کاهش پیدا کرد.

### واژگان کلیدی:

دریافت، ضریب بازتاب، قاب خمشی متوسط، سنگ بستر.

\* نویسنده مسئول مکاتبات: [payamreal@gmail.com](mailto:payamreal@gmail.com)

## 1. مقدمه

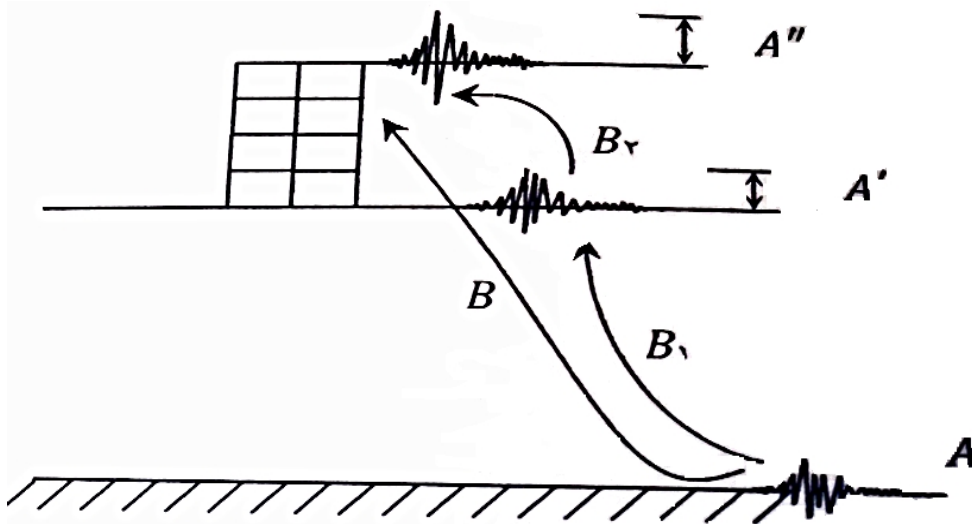
در این تحقیق تلاش شده است با استفاده از اطلاعات ژئوتکنیکی موجود در محل، به مطالعه ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر گرگان و ضریب بازتاب و نقش جنس خاک در این رابطه پرداخته شود که از اساسی‌ترین پارامترهای حاصل از مطالعات ژئوتکنیکی است که در ارزیابی واکنش خاک محل در برابر زلزله و در نهایت تحلیل خطر منطقه به کار می‌روند. پارامترهای دیگری مانند سرعت موج برشی و مدول برشی دانسیته، نوع خاک، شاخص خمیری، عدد نفوذ استاندارد، چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی نیز، غیرمستقیم از نتایج مطالعات ژئوتکنیک به دست می‌آیند. با استفاده از نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک در این منطقه، نوع خاک از عدد نفوذ استاندارد (SPT) به دست آمده است. با توجه به فرمول‌های محاسبه‌شده برای به‌دست‌آوردن سرعت موج برشی هر لایه خاک که توسط فاضلی و همکاران [3] وی انجام شده است، در این پژوهش برای خاک‌های ایران مطابق با فرمول‌های زیر سرعت موج برشی ( $V_s$ ) را به دست می‌آوریم:

$$V_s = 168N_{60}^{0.245} \text{ for Sand and Gravel} \quad (1)$$

$$V_s = 175N_{60}^{0.232} \text{ for Clay and Silte} \quad (2)$$

## 2. روش تحقیق

در این پژوهش با عنوان پاسخ لرزه‌ای ساختمان فولادی، با در نظر گرفتن مقدار واقعی ضریب بازتاب کلی سازه در شهر گرگان براساس تعریف استاندارد 2800 (ویرایش چهارم) [1]، برای تحلیل استاتیکی نیروی زلزله برابر است با  $C=ABI/R$  که در این رابطه A شتاب مبنای طرح، B ضریب بازتاب کلی بین خاک و سازه، I ضریب اهمیت سازه، و R ضریب رفتار سازه است. در بحث در نظر گرفتن اثر خاک در این سازه‌ها مطابق با تعریف استاندارد 2800 (ویرایش چهارم) و کتاب «مبانی مهندسی زلزله» دکتر محمدرضا تابش‌پور [2]، منظور کردن اثر ضریب بازتاب خاک منطقه با سازه، انجام شده است؛ بدین صورت که نسبت شتاب بیشینه سطح روی زمین PGA، به شتاب بیشینه روی سنگ بستر، ضریب بازتاب خاک  $B_1$  می‌شود. نسبت بیشینه شتاب سقف سازه به شتاب بیشینه روی سطح زمین، ضریب بازتاب سازه  $B_2$  می‌شود. ضریب بازتاب کلی از حاصل ضرب  $B=B_1 \times B_2$  به دست می‌آید. در شکل شماره 1 توضیحات دیده می‌شود.



شکل 1. توضیح چگونگی محاسبه ضریب بازتاب کلی بین خاک و سازه

در این صورت برای به دست آوردن این پارامتر نیازمند زلزله‌هایی هستیم که در منطقه گرگان رخ داده است؛ از این رو از سامانه شبکه شتاب‌نگاری کشور متعلق به وزارت راه و مسکن و شهرسازی [4] و از پنج رکورد زلزله مطابق با جدول شماره 1 استفاده می‌کنیم.

جدول 1. مشخصه‌های رکوردهای استفاده‌شده برای ضریب بازتاب خاک گرگان

نام زلزله	سال وقوع (میلادی)	شماره رکورد	بیشینه شتاب زمین واحد متر بر مجذور ثانیه ( $m/s^2$ )	بزرگای (ریشتر)
گرگان	1997	1713	55	4/7
گرگان (1)	1998	2233	18	4/5
گرگان (2)	2000	2386	22	5/7
گرگان	2004	3545	104	5/5
گرگان	2015	6637	11	4/3

این رکوردها یک بیشینه شتاب  $PGA^1$  در سنگ بستر دارند. با توجه به لوگ‌های آزمایشگاهی گردآوری‌شده از گمانه‌های خاک منطقه از دفاتر طرف قرارداد با نظام مهندسی (آزما، تدبیر، پی و هرم پی پاسارگاد) اقدام به مدل‌سازی این گمانه‌ها در نرم‌افزار ژئوتکنیکی NERA کردیم و با استفاده از

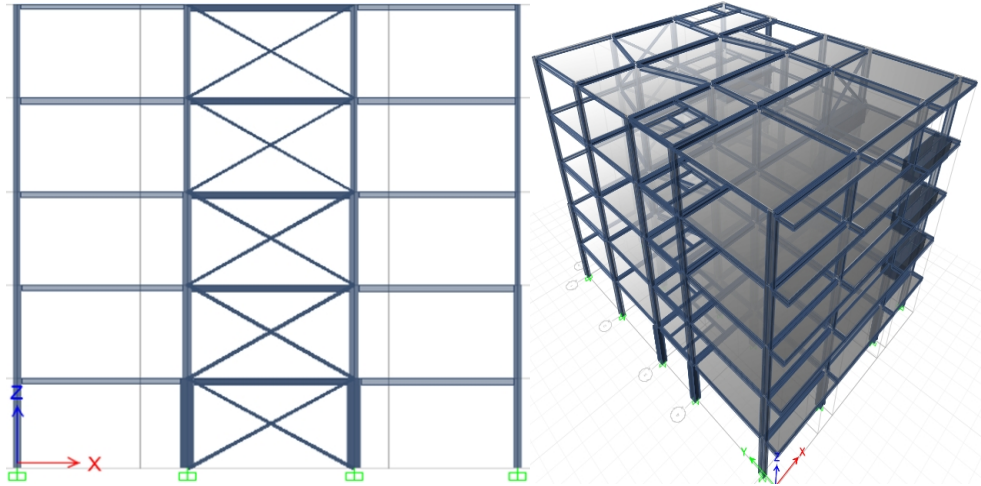
1. Peak Ground Acceleration

عدد SPT (عدد آزمایش نفوذ استاندارد) سرعت موج برشی در هریک از گمانه‌ها را به دست آوردیم. سپس پنج رکورد مورد نظر را به نرم‌افزار NERA دادیم و بیشینه شتاب PGA را روی سطح زمین به دست آوردیم. با نسبت‌گیری PGA سطح زمین به PGA سنگ بستر، با استفاده از نرم‌افزار MINITAB و مطابق با شکل شماره 2، نقشه ضریب بازتاب خاک منطقه به دست آمده است.



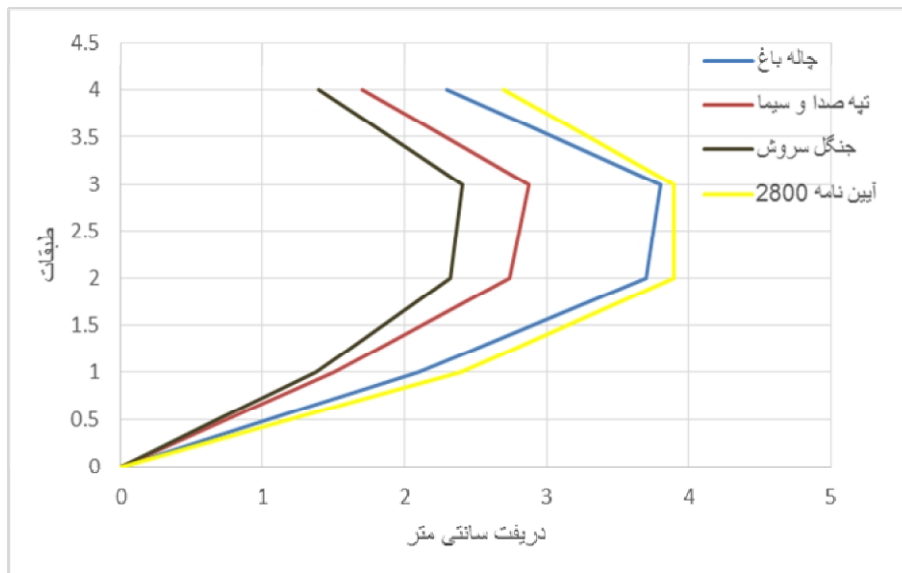
شکل 2. ضریب بازتاب خاک شهر گرگان

سازه مورد مطالعه در شکل شماره 3 در شهر گرگان در منطقه جنگل سروش قرار داد. این سازه برای خاک تپ سوم که دارای ساختار فولادی چهارطبقه روی شالوده با سیستم دوگانه و مهاربندی دارای کنسول‌های 1/5 متری بوده است، به صورت شکل زیر اجرا شده است:



شکل 3. سازه مورد مطالعه در شهر گرگان

با استفاده از ضرایب بازتابی که در شکل شماره 2 به دست آوردیم، ضریب بازتاب برای محل احداث بنا در جنگل سروش 0/6، در تپه صداوسیما 1/2 و در چاله باغ 1/4 است. پس از تحلیل سازه، نمودارهای مقایسه‌ای آن به صورت شکل شماره 4 خواهد بود:



شکل 4. نتایج حاصل از دریفت سازه در مناطق مختلف با آیین نامه 2800

### 3. نتیجه گیری

دریافت یعنی جابه جایی دو کف نسبت به هم یا جابه جایی دو سقف نسبت به هم؛ از این رو در کنترل پیچش در آیین نامه 2800 نقش بسزایی را ایفا می کند که منجر به کاهش یا افزایش سختی پس از تحلیل سازه در طراحی آن می شود؛ از این رو بهتر است در طراحی سازه ها مقدار واقعی ضریب بازتاب سازه وفق نتایج ژئوتکنیک در نظر گرفته شود تا پاسخ واقعی سازه نسبت به حالت دست بالای که آیین نامه پیشنهاد داده است، به دست آید. همان طور که در نمودار - شکل شماره 4 مشخص شده است، دریافت طبقات سازه در منطقه جنگلی سرش نسبت به سازه ای که با آیین نامه 2800 زلزله ایران طراحی شده بود، به طور میانگین 65 درصد کاهش، برای منطقه صداوسیما 50 درصد کاهش، و برای منطقه چاله باغ 45 درصد کاهش را نشان می دهد. این نتایج در طراحی بهینه و اقتصادی سازه های فلزی نقش بسزایی دارد.

## منابع

- 1- آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (1391)، استاندارد 2800 ویرایش چهارم، تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
- 2- تابش پور، م. (1395)، مبانی مهندسی زلزله، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
- 3- فاضلی، ع؛ علیزاده، ف. (1389)، «همبستگی بین سرعت موج برشی (Vs) و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) برای خاک‌های ایران»، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.
- 4- [www.ismn.bhrc.ac.ir](http://www.ismn.bhrc.ac.ir)

