



بررسی تاثیر شکل گوزپشتی دیوار ساحلی بلوک بتنی بر پایداری دیوار در شرایط لرزه‌ای و پیشنهاد شکل مناسب با توجه به ضریب زلزله و ارتفاع دیوار

مهدی جلیلی^۱، حسین سعادایی^۲، خسرو برگی^۳

^۱ دانشجوی دکتری خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، پست الکترونیکی: jalili@iust.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی، دانشکده عمران، دانشگاه تهران، پست الکترونیکی: hsaadai@ut.ac.ir

^۳ استاد، دانشکده عمران، پردیس فنی، دانشگاه تهران، پست الکترونیکی: kbargi@ut.ac.ir

jalili@iust.ac.ir

خلاصه

اسکله وزنی بلوکی متشکل از بلوکهای بتنی است که در اشکال مختلف بر روی هم قرار گرفته و مقطع دیوار را می‌سازند. جهت کاهش فشار جانبی خاک و افزایش پایداری دیوار در مناطق لرزه خیز، از شکل گوزپشتی استفاده می‌گردد. استفاده از شکل گوزپشتی مستلزم استفاده از ابعاد و چیدمان خاص بلوکها و در نتیجه افزایش هزینه‌های تهیه و اجرای بلوکها نسبت به مقطع پلکانی می‌باشد. در مقاله حاضر با انجام تحلیل‌های شبه استاتیکی با لحاظ مقادیر متفاوت ضریب زلزله و ارتفاع‌های مختلف دیوار، حجم بتن مورد نیاز مقاطع پلکانی و گوزپشتی مقایسه گردیده است.

کلمات کلیدی: دیوار ساحلی بلوکی، تحلیل شبه استاتیکی، چیدمان گوزپشتی، چیدمان پلکانی، مقطع بهینه

مقدمه

اسکله‌های بلوکی از متداول‌ترین اسکله‌های وزنی محسوب می‌شوند که متشکل از بلوکهای بتنی پیش ساخته مستقر بر یک لایه نازک بسترسازی می‌باشند و با استفاده از وزن زیاد خود در برابر فشار محرک خاک و سربارهای جانبی و ثقلی مقاومت می‌نمایند. این اسکله در صورت احداث بر روی بستر سخت، سازه ای با طول عمر بالا است که به نگهداری چندانی نیاز نخواهد داشت. این دیوارها در اعماق کم و زیاد در ایران و جهان اجرا شده است. برای مثال در بندر پتروشیمی پارس در منطقه عسلویه و برخی از اسکله‌های بندر تجاری کیش از این نوع اسکله استفاده گردیده است. ضمناً در بندر جبل علی در امارات متحده عربی و بندر صحار در عمان هم این نوع اسکله به کار رفته است. جایگذاری بلوکهای بتنی که منجر به تشکیل شکلهای مختلف این اسکله می‌گردند، معمولاً به دو صورت ساده (پلکانی) و گوزپشتی انجام می‌گردند. در جایگذاری ساده (پلکانی) هر بلوک دقیقاً بر روی بلوک تحتانی خود قرار می‌گیرد؛ به نحوی که سطح جلوی اسکله یک دیوار قائم را تشکیل دهد و سطح پشتی به صورت پلکانی باشد. به عنوان یک گزینه جایگزین مخصوصاً در مناطق لرزه‌خیز، به منظور کاهش فشار خاک به دیوار در هنگام وقوع زلزله، بلوکها به نحوی بر روی چیده می‌شوند که در نهایت مقطعی گوزپشت مانند تشکیل می‌گردد [1, 2, 3, 4]. در این روش بلوکها به صورتی بر روی بلوک تحتانی قرار داده می‌شوند که با خط قائم زاویه منفی ایجاد نمایند. در این شرایط فشار خاک به هنگام زلزله کاهش می‌یابد. علاوه بر این، فشار وارده بر خاک در تراز پی به دلیل افزایش لنگر مقاوم، به نسبت چینش پلکانی به صورت یکنواخت‌تری وارد می‌آید. با این وجود ساخت ساده‌تر و اجرای آسانتر اسکله در چینش پلکانی را می‌توان از مزایای این نوع چینش درمقایسه با نوع گوزپشتی به شمار آورد. در این مقاله با استفاده از روش شبه استاتیکی، اسکله بلوکی با آبخوره‌های گوناگون و مقاطع پلکانی و گوزپشتی برای ضرایب زلزله مختلف طراحی گردیده و حجم بتن مورد نیاز در هر یک از حالات با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

روش طراحی

در طراحی اسکله‌های وزنی لازم است پنج مورد زیر کنترل گردند [5]:

- کنترل لغزش افقی: جهت مقابله با نیروهای جانبی
- کنترل واژگونی: جهت مقابله با لنگر ایجاد شده توسط نیروی جانبی و ثقلی
- کنترل تنش مجاز خاک: جهت مقابله با گسیختگی خاک زیر پی
- کنترل ناپایداری کلی: جهت اطمینان از پایداری کل مجموعه دیوار و خاک پشت و خاک زیر پی



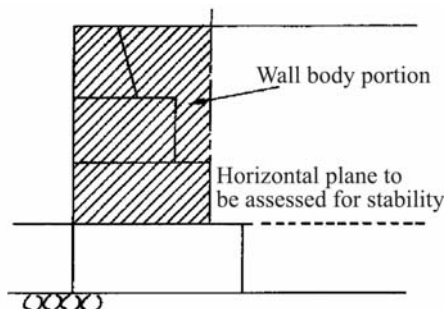
– کنترل نشست و تغییر شکل: جهت جلوگیری از صدمات ناشی از نشست و تغییر شکل اضافی در بندهای ذیل چگونگی کنترل هر یک از موارد فوق بیان می‌گردد.

کنترل لغزش

به منظور کنترل لغزش در هر تراز، مقطع فرضی که با رسم خطی از نقطه انتهایی بلوک رسم می‌شود، در نظر گرفته می‌شود (شکل (۱)). ضریب اطمینان کنترل لغزش عبارتست از:

$$F.S = \frac{\mu.V}{H}$$

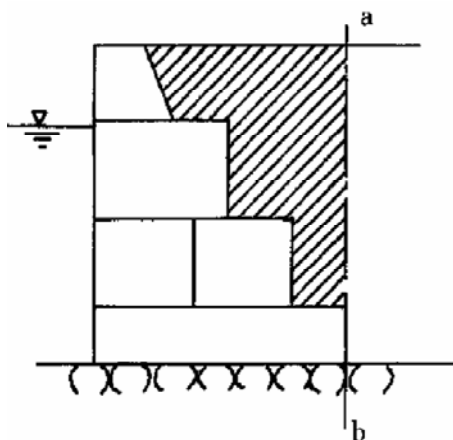
در رابطه فوق، μ : ضریب اصطکاک بین مقطع و پی، V : نیروی قائم موثر بر دیوار و H : نیروی افقی موثر بر دیوار می‌باشند.



شکل ۱- تعیین مقطع دیوار جهت بررسی پایداری در برابر لغزش در هر تراز [5]

کنترل واژگونی

به منظور کنترل واژگونی در هر تراز، هنگامیکه تنها یک بلوک در تراز مورد نظر وجود دارد، قسمت مقابل صفحه قائم گذرا از پنجه بلوک بالایی به عنوان بخشی از دیوار در نظر گرفته می‌شود. در شکل (۲) مقطع دیوار در محاسبات واژگونی نشان داده شده است.



شکل ۲- تعیین مقطع دیوار جهت بررسی پایداری در برابر واژگونی دیوار بلوکی [5]

رابطه محاسبه ضریب اطمینان کنترل واژگونی عبارت است از:

$$F.S = \frac{M_r}{M_o}$$

که در رابطه فوق داریم: M_r : لنگر مقاوم در واژگونی و M_o : لنگر واژگونی محرک

کنترل ظرفیت باربری

با استفاده از روابط کلاسیک محاسبه ظرفیت باربری (Vesic) این مورد محاسبه و با مقادیر ضرایب اطمینان پیشنهاد شده در [6] کنترل شده است. روش (Vesic) روشی معمول در محاسبه ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌باشد. جهت کنترل ظرفیت باربری پی دیوار بلوکی به این روش شالوده دیوار به همراه برآیند بارهای وارده در تراز پی، به صورت شالوده سطحی فرض شده و محاسبات مربوطه انجام می‌پذیرد. ضریب اطمینان کنترل ظرفیت باربری در این روش با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود:



$$q_{ult} = CN_c s_c d_c i_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$Q_{ult} = q_{ult} B'$$

$$F.S. = \frac{Q_{ult}}{V}$$

پارامترهای به کار رفته در روابط فوق عبارتند از:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

S_i : ضریب شکل، d_i : ضریب عمق، i_i : ضریب میل بار، B' : عرض پی، B' : عرض موثر پی، e : خروج از مرکزیت بار و D_f : عمق قرارگیری پی

ضرایب اطمینان مورد استفاده در محاسبات مطابق جدول (۱) می‌باشد.

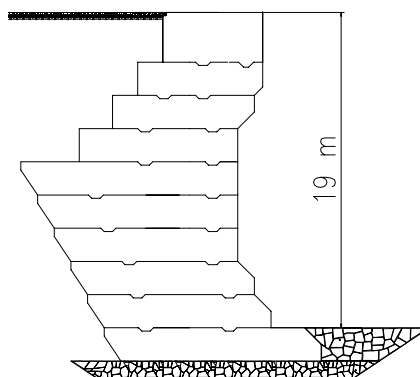
جدول ۱- ضرایب اطمینان کنترل پایداری دیوار بلوکی

مورد کنترلی	شرایط استاتیکی	مرجع ضریب اطمینان پیشنهاد شده	شرایط لرزه ای (شبه استاتیک)	مرجع ضریب اطمینان پیشنهاد شده
کنترل لغزش	۱/۲	[5]	۱/۰	[5]
کنترل واژگونی	۱/۲	[5]	۱/۱	[5]
کنترل ظرفیت باربری به روش (Vesic)	۳/۰	[6]	۲/۰	[6]
کنترل پایداری کلی	۱/۳	[5]	۱/۲	[7]
خروج از مرکزیت مجاز بار (در تراز شالوده)	۰/۱۶	[1]	۰/۳۳	[1]

فرضیات مورد استفاده در محاسبات

مشخصات ژئوتکنیکی منطقه

در طراحی اسکله‌های وزنی مشخصات خاک بستر بویژه از نقطه نظر تامین باربری مناسب پی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. به منظور انجام محاسبات طراحی ارائه شده در ادامه گزارش از مشخصات خاک محل احداث اسکله‌های بلوکی در بندر پتروشیمی پارس در عسلویه استفاده شده است. دلیل این انتخاب مناسب بودن خاک محل جهت احداث اسکله وزنی و تجربه موفق احداث اسکله بلوکی با آبخور نسبتاً بالا (شکل (۳)) در محل می‌باشد.



شکل ۳- مقطع اسکله بلوکی اجرا شده در بندر پتروشیمی پارس

نیمرخ تحتانی منطقه مورد نظر به طور عمده از شش لایه خاک دانه‌ای متشکل از شن لای دار که به توالی تکرار شده است و ماسه شنی با میان لایه‌ای به ضخامت کم از سیلت، تشکیل شده است. مشخصات فیزیکی و مکانیکی این لایه‌ها به شرح جدول (۲) می‌باشد.



جدول ۲- مشخصات نیمرخ تحتانی در محل احداث اسکله بلوکی در بندر پتروشیمی

نوع خاک	شن لای دار	سیلت	شن لای دار	ماسه شن دار	شن لای دار	شن و ماسه رس و لای دار
عمق لایه (m)	۰-۱۰	۱۰-۱۲	۱۲-۱۴	۱۴-۲۱	۲۱-۲۸	۲۸-۳۸
وزن مخصوص اشباع خاک (gr/cm^3)	۲/۱	۲	۲/۱	۲	۲/۱	۲/۱
مدول الاستیسیته (MPa)	۸۰	۱۰	۱۲۰	۶۰	۱۲۰	۸۰
ضریب پواسون	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
زاویه اصطکاک داخلی خاک (درجه)	۴۵	۴۵	۴۵	۳۸	۴۵	۳۷

ترازهای جزر ومدی

نظر به اینکه ترازهای جزر و مدی منطقه عسلویه در محاسبات انجام شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند ترازهای جزر و مدی این منطقه به شرح جدول (۳) ارائه گردیده‌اند [8].

جدول ۳- ترازهای جزر و مدی منطقه عسلویه

MSL(m CD)	MHHW(m CD)	MLLW(m CD)
۱/۲	۱/۸۳	۰/۵۷

سایر متغیرهای مورد استفاده در محاسبات

به منظور مقایسه رفتار اسکله‌های مورد بحث در شرایط مختلف لرزه‌ای، سه ضریب زلزله ضعیف (۰/۱۲)، متوسط (۰/۱۸) و شدید (۰/۲۲۵) بر اساس ضرایب موجود در [5] انتخاب شده است. همچنین محاسبات برای پنج اسکله با آبخوره‌های ۴، ۵، ۷، ۸/۵ و ۱۳/۵ متر نسبت به CD که به ترتیب برای پهلویی‌شنورهای یک هزار، دوهزار، پنج هزار، ده هزار و ۵۵ هزار تنی مناسب می‌باشند، انجام گردیده‌اند. لازم به ذکر است که بر اساس معیارهای توصیه شده در [5]، تراز تاج اسکله ۱/۲ متر بالاتر از تراز حداکثر مد در نظر گرفته شده است.

نتایج محاسبات

بر اساس محاسبات انجام شده به روش شبه استاتیکی، مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله‌های بلوکی در ارتفاع‌های مختلف بر اساس ضرایب زلزله ذکر شده، در اشکال (۴) الی (۸) ارائه گردیده است. مقاطع نشان داده شده جهت اقتناع حداقل ضرایب اطمینان ارائه شده در جدول (۱) طراحی گردیده‌اند.

ضریب زلزله ۰/۲۲۵		ضریب زلزله ۰/۱۸		ضریب زلزله ۰/۱۲	
۶	۵	۴	۳	۲	۱

شکل (۴) - مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله بلوکی با آبخور ۴ متر نسبت به CD

۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷

شکل (۵) - مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله بلوکی با آبخور ۵ متر نسبت به CD

۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳

شکل (۶) - مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله بلوکی با آبخور ۷ متر نسبت به CD

۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹

شکل (۷) - مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله بلوکی با آبخور ۸/۵ متر نسبت به CD



۳۰	۲۹	۲۸	۲۷	۲۶	۲۵

شکل (۸) - مقاطع گوزپشتی و پلکانی اسکله بلوکی با آبخور ۱۳/۵ متر نسبت به CD

مشخصات هریک از مقاطع در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- ابعاد بلوک‌های طراحی شده بر اساس شماره گذاری در اشکال (۴) تا (۸)

شماره مقطع	طول بلوک پائین (m)	طول بلوک بالا (m)	تعداد و ارتفاع بلوک ها
۱	۳/۸	۱/۸	۱*۱+۵*۱/۵
۲	۲/۵	۱/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۳	۵	۲/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۴	۳/۲	۱/۷	۱*۱+۵*۱/۵
۵	۳/۵	۶/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۶	۵	۳/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۷	۴/۶	۲/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۸	۳/۱	۱/۸	۱*۱+۵*۱/۵
۹	۶	۴	۱*۱+۵*۱/۵
۱۰	۴/۷	۱/۸	۱*۱+۵*۱/۵
۱۱	۷/۲	۵/۵	۱*۱+۵*۱/۵
۱۲	۶/۳	۴/۲	۱*۱+۵*۱/۵
۱۳	۶	۳/۵	۱*۱+۷*۱/۵
۱۴	۴	۲/۳	۱*۱+۷*۱/۵
۱۵	۷/۵	۵/۵	۱*۱+۷*۱/۵
۱۶	۵/۸	۲/۸	۱*۱+۷*۱/۵
۱۷	۹/۵	۷	۱*۱+۷*۱/۵
۱۸	۷/۵	۴	۱*۱+۷*۱/۵
۱۹	۷	۴	۱*۱+۸*۱/۵
۲۰	۴/۳	۲/۳	۱*۱+۸*۱/۵
۲۱	۹/۵	۵	۱*۱+۸*۱/۵
۲۲	۶/۸	۵/۵	۱*۱+۸*۱/۵
۲۳	۱۱	۸	۱*۱+۸*۱/۵
۲۴	۹/۵	۶/۸	۱*۱+۸*۱/۵
۲۵	۱۰	۶	۱۲*۱/۵
۲۶	۵/۸	۳/۹	۱۲*۱/۵
۲۷	۱۴	۹	۱۲*۱/۵
۲۸	۸/۵	۵/۳	۱۲*۱/۵
۲۹	۱۶/۵	۱۳/۵	۱۲*۱/۵
۳۰	۱۲/۳	۸/۸	۱۲*۱/۵



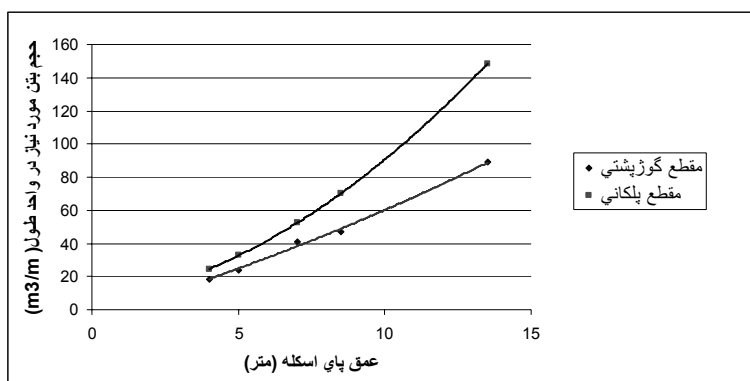
حجم برآورد شده بتن برای واحد طول هر یک از مقاطع پلکانی و گوزپشتی به شرح جدول (۵) می‌باشد.

جدول ۵- حجم بتن مورد نیاز برای واحد طول اسکله بلوکی بر حسب عمق پای اسکله و ضریب زلزله (m^3/m)

$k_h=0.225$	$k_h=0.18$	$k_h=0.12$	عمق پای اسکله (m CD)
مقطع گوزپشتی			
۳۸/۲	۲۵/۰۸	۱۸/۵۶	۴
۵۲/۱۳	۳۳/۳۱	۲۴/۰۸	۵
۸۲/۲	۶۳/۴۳	۴۰/۹۶	۷
۱۱۳/۵۸	۸۳/۶۸	۴۶/۸۳	۸/۵
۲۰۶/۲۵	۱۳۳/۱۲۵	۸۸/۹۰	۱۳/۵
مقطع پلکانی			
۴۴/۷۵	۳۴	۲۴/۲۵	۴
۶۰/۳۵	۴۶/۷	۳۳/۰۵	۵
۹۶/۲۵	۷۵/۷۵	۵۲/۲۵	۷
۱۲۵	۹۵	۷۰	۸/۵
۲۶۴	۲۰۱	۱۴۸/۵	۱۳/۵

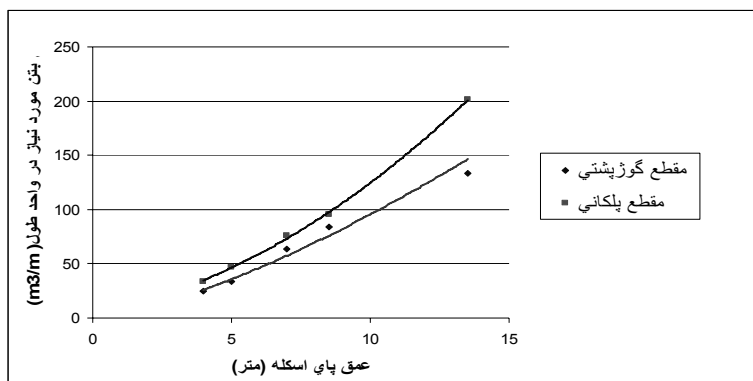
بحث بر نتایج به دست آمده

حجم بتن مورد نیاز اسکله‌های بلوکی با مقطع پلکانی و گوزپشتی در شرایط لرزه‌ای ($k_h=0.12$) در نمودار شکل (۹) با یکدیگر مقایسه شده‌اند.



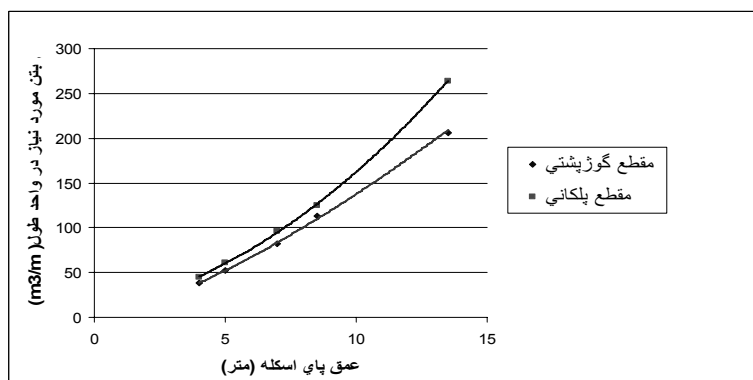
شکل (۹) - مقایسه حجم بتن مورد نیاز در دو مقطع گوزپشتی و پلکانی برای ضریب زلزله 0.12

ملاحظه می‌گردد استفاده از مقطع گوزپشتی در تمامی ارتفاع‌ها منجر به کاهش حجم بتن مورد نیاز می‌گردد. لیکن این کاهش حجم بتن در آبخورهای بیش از ۷ متر قابل توجه می‌باشد. با افزایش آبخور و در نتیجه افزایش ارتفاع کل دیوار، کاهش فشار جانبی به واسطه ایجاد شکل گوزپشتی سبب کاهش قابل ملاحظه حجم بتن مورد نیاز در واحد طول دیوار می‌گردد به نحویکه این اختلاف در آبخور ۱۴ متر بیش از ۶۵٪ می‌باشد.



شکل (۱۰) - مقایسه حجم بتن مورد نیاز در دو مقطع گوزپشتی و پلکانی برای ضریب زلزله ۰/۱۸

همانگونه که در شکل فوق ملاحظه می‌گردد، در زلزله متوسط در نظر گرفته شده نیز استفاده از مقطع گوزپشتی در تمامی ارتفاع‌ها منجر به کاهش حجم بتن مورد نیاز می‌گردد. در این زلزله کاهش حجم بتن در آبخورهای بیش از ۱۰ متر قابل توجه می‌باشد. حداکثر اختلاف حجم بتن مورد نیاز بین چیدمان گوزپشتی و پلکانی بیش از ۵۰٪ می‌باشد.



شکل (۱۱) - مقایسه حجم بتن مورد نیاز در دو مقطع گوزپشتی و پلکانی برای ضریب زلزله ۰/۲۲۵

ملاحظه می‌گردد در زلزله شدید در نظر گرفته شده نیز استفاده از مقطع گوزپشتی در تمامی ارتفاع‌ها منجر به کاهش حجم بتن مورد نیاز می‌گردد. در این زلزله کاهش حجم بتن در آبخورهای بیش از ۱۲ متر قابل توجه بوده و حداکثر اختلاف حجم بتن مورد نیاز بین چیدمان گوزپشتی و پلکانی بیش از ۲۵٪ می‌باشد.

نکته قابل توجه در نمودارهای اشکال (۹) تا (۱۱) کاهش درصد اختلاف حجم بتن مورد نیاز بین چیدمان گوزپشتی و پلکانی، با افزایش ضریب زلزله می‌باشد، به نحویکه در زلزله ضعیف این درصد اختلاف به حدود ۲/۵ برابر زلزله شدید می‌رسد. به عبارت دیگر می‌توان نتیجه‌گیری نمود با افزایش ضریب زلزله تاثیر شکل گوزپشتی در کاهش فشار جانبی خاک کمتر می‌شود اما در آبخورهای بالا استفاده از شکل گوزپشتی همچنان موجب کاهش چشم گیر حجم بتن در مقطع اسکله می‌گردد.

انتخاب مقطع مناسب در آبخورهای متفاوت و سطوح مختلف زلزله مستلزم مقایسه نسبی بین احجام بتن، تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت، حمل و نصب بلوک‌ها و مسایل اجرایی مرتبط با نوع چیدمان بلوک‌ها می‌باشد. در صورت امکان تامین جرثقیل‌های با توان بالا جهت جابجایی بلوک‌های بزرگ و نیز ارزانی و در دسترس بودن بتن در محل پروژه، ممکن است اجرای مقطع پلکانی در آبخورهای پائین (کمتر از ۷ متر) در مقایسه با اجرای مقطع گوزپشتی که مستلزم دقت بیشتر در چیدمان بلوک‌ها می‌باشد، مناسب تر باشد. از طرفی در آبخورهای بالا با توجه به افزایش چشم گیر ابعاد بلوک‌ها در مقطع پلکانی و لزوم در نظر گرفتن تمهیدات خاص جهت حمل و نصب بلوک‌ها، استفاده از مقطع گوزپشتی منجر به کاهش هزینه‌های احداث اسکله می‌گردد.

جمع بندی

شکل گوزپشتی مقطع مناسبی برای اسکله‌های بلوک بتنی در مناطق زلزله خیز است. با توجه به دشواری‌های اجرای این مقطع لازم است مقایسه نسبی بین کاهش احجام بتن در اسکله با مقطع گوزپشتی و مقطع ساده پلکانی انجام پذیرد. در شرایطیکه استفاده از شکل گوزپشتی منجر به کاهش



- اندک حجم بتن مصرفی گردد استفاده از مقطع پلکانی با توجه به سهولت اجرا و تنوع کمتر در ابعاد بلوکها و در نتیجه ساخت آسان آنها مناسب تر می‌باشد. با توجه به تحقیق ارائه شده در این مقاله، نتایج زیر بدست آمده است:
۱. استفاده از شکل گوزپشتی در تمامی سطوح زلزله‌های ضعیف ($k_1=0.12$)، متوسط ($k_1=0.18$) و شدید ($k_1=0.225$) منجر به کاهش حجم بتن مصرفی می‌گردد.
 ۲. درصد کاهش حجم بتن در شکل گوزپشتی در مقایسه با شکل پلکانی در تمامی سطوح زلزله با افزایش آبخور به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد.
 ۳. در زلزله‌های ضعیف کاهش ابعاد بلوکها و در نتیجه حجم بتن مصرفی با افزایش آبخور در مقطع گوزپشتی در مقایسه با مقطع پلکانی، حدود ۲/۵ برابر این کاهش حجم در زلزله‌های شدید می‌باشد.
 ۴. با توجه به مسایل اجرایی و محدودیت‌هایی نظیر تجهیزات مورد نیاز جهت جابجایی بلوکهای با ابعاد بزرگ، استفاده از مقطع گوزپشتی در آبخورهای بیش از ۷ متر در تمامی سطوح زلزله توصیه می‌گردد.

مراجع

1. EAU, 2004, Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterway, Ernst & Sohn, Berlin.
2. PIANC, 2001, "Seismic Design Guidelines for Port Structures" International Navigation Association, Balkema Publications ISBN 90 265 18188.
3. Tsinker, P., 2004, Port Planning, Planning, Construction, Maintenance and Security, John Willry and Sons, Inc.
۴. داوری، مهدی، علی عسگری، ابوالفضل، فاخر، علی (۱۳۸۳). شکل مناسب اسکله‌های بلوک بتنی در مناطق لرزه‌خیز، ششمین همایش سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی صفحه ۴۱
5. OCDI, 2002, Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan, Japan, 600p.
6. Bowles, J.E., 1996, Foundation Analysis and Design, 5th Ed., McGraw-Hill Inc., 1169p.
7. British Standards, 1986, Code of practice for Foundations (Formerly CP 2004).
۸. ترازهای جزر و مدی، ۱۳۸۵، سازمان نقشه‌برداری کشور