



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# مطالعه رفتار شمع های گروهی حاوی شمع های غیرهمسان مستقر

## شده در بستر شنی

چکیده :

شمع ها یکی از قطعات سازه ای توصیه شده برای انتقال امن بارهای ابرسازه ها به لایه سخت حامل (استراتوم) از طریق خاک و بواسطه مقاومت اصطحکاکی و شمع های حامل انتهایی محسوب می شوند. شمع ها بارهای وارده را از طریق خاک های ضعیف به لایه های حامل سخت و پایدار (استراتوم) انتقال می دهند. شمع های گروهی شامل مجموعه ای از شمع ها با طول، قطر و بارگذاری عملیاتی یکسان می باشند. شمع های گروهی در پاره ای موارد به طور عمدی از طول های متفاوتی تشکیل شده اند که یک نمونه از آن ها برای شالوده های گسترده قابل تعریف می باشد. تفاوت های مشاهده شده در شمع های گروهی ناشی از عدم اطمینان موجود در شرایط خاک یا ناقص بودن فرایند ساخت و ساز شمع می باشد. شرایط خاک منجر به هدایت طراحان به سمت طراحی های شمعی با طول های غیرهمسان در ساختار سازه ای گردیده، با این وجود مطالعات انجام گرفته راجع به رفتار شمع های گروهی حاوی شمع هایی با اندازه های غیریکسان به شدت محدود و کمیاب می باشد. در این مقاله به طور اختصاصی به بررسی رفتار شمع های گروهی حاوی حداقل یک شمع غیرهمسان در مقیاس محدود آزمایشگاهی می پردازیم. هدف اصلی این تحقیق تاکید بر تاثیر شمع های غیرهمسان بر رفتار شمع های گروهی بواسطه روابط بارگذاری تعریف شده بین آن ها می باشد. یافته های تحقیق نشان داده که با افزایش تعداد شمع ها در گروه، اثر حمل بار تا انتهای سطح پایه بدلیل وجود شمع های غیرهمسان کاهش می یابد. کاهش بهره وری حمل بار در سیستم شمع های گروهی 2 شمع با شمع های غیرهمسان چیزی در حدود 90٪ بوده این در حالیست که در گروهی حاوی 9 شمع این مقدار به 5٪ کاهش می یابد.

کلید واژه ها : مقاومت اصطحکاکی، حامل انتهایی، شمع های گروهی، شمع های غیرهمسان، کاهش ظرفیت

حمل بار

## 1- مقدمه

غیرهمسان بودن شمع ها بدلیل نامشخص بودن شرایط خاک یا ناقص بودن عملیات ساخت و ساز شمع ها به وقوع می پیوندد. برای مثال در شرایطی که پارامترهای خاک به شکل کامل در دسترس نبوده، وجود شمع هایی با طول های غیرهمسان در گروه های شمعی تعریف شده برای نواحی مختلف اجتناب ناپذیر خواهد بود. این حالت به وفور در شمع های مستقر شده در خاک های شنی قابل مشاهده بوده که نمونه هایی از آن در مقالات 1-3 و 6 مورد مطالعه قرار گرفته اند.

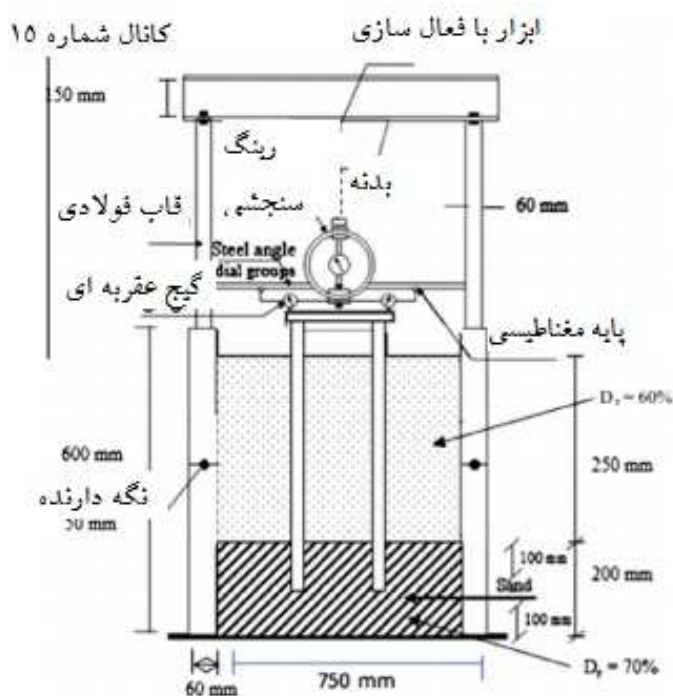
غیرهمسان بودن شمع های گروهی علی الخصوص در حالت شیب دار بودن بستری (استراتوم) که شمع ها روی آن واقع شده اند به کرات در طراحی های انجام گرفته به وقوع می پیوندد. از سوی دیگر استفاده از شمع های غیرهمسان در طراحی شالوده های گسترده به شکل عمودی و هدفمند انجام می گیرد. بازسازی شالوده های شمعی با استفاده از شمع هایی با قطرها، مصالح و طول های غیرهمسان ایجاد گروه های شمعی با مولفه های غیرهمسان را بدنبال خواهد داشت. این موضوع به کرات مورد توجه محققان قرار نگرفته چرا که مشکلات فراوانی مشکلات ساختمانی متعددی را بدنبال داشته و در عین حال فعالان و مدیران پروژه از فرصت کافی برای گزارش دهی و تفسیر نتایج در مطالعات موردی انتشار یافته بی بهره می باشند. با توجه به اهمیت این موضوع روش های ترکیبی برای تحلیل رفتار شمع های گروهی با مولفه های غیرهمسان در مرجع 4 پیشنهاد شده است. در تحلیل های انجام گرفته در مرجع 7 شمع هایی با طول - قطر متفاوت غیرهمسان در نظر گرفته شده اند، در این تحلیل ها سیستم 2 شمعی با دو شمع غیرهمسان مورد ارزیابی و آزمایش قرار گرفته است.

## 2- تجهیزات تست

برای بررسی رفتار شمع های گروهی حاوی یک شمع غیرهمسان مدفون شده در خاک های شنی از تست های آزمایشگاهی روی شمع های آلومینیومی تهیه شده در مقیاس محدود سود بُرده ایم. شمع های گروهی حاوی 2 ، 3 ، 6 و 9 شمع مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. شمع های گروهی به پایه مستقل از سر شمع متصل شده اند. رئوس (سرهای) شمع از جنس صفحات آلومینیومی بوده و در فرایند خودکار تولید شده اند. رئوس از سطحی هموار برخوردار بوده و در عین حال شیاری در مرکز صفحه فوقانی آن قرار گرفته تا حلقه نیروسنج کالیبره شده

با حداکثر ظرفیت 2 کیلونیوتن و دقت 0.01 کیلونیوتن از طریق یاتاقان توپی به آن متصل شود. گنج های دو عقربه ای با دقت 0.01 میلی متر برای اندازه گیری جابه جایی عمودی و چرخش شمع های گروهی مورد استفاده قرار گرفته اند. گنج های عقربه ای به شکل عمودی به انتهای سطح فوقانی سر شمع متصل شده اند. سیستم آزمایشگاهی مجموعاً متشکل از 9 شمع آلومینیومی مدور به قطر 12 میلی متر و طول 400 میلی متر بوده که از شمش های آلومینیومی تولید شده اند. برای تست غیرهمسان بودن شمع ها از نمونه های فولادی، پلاستیکی و چوبی مدور با قطر 12 میلی متر و طول های 350-400 ، 300 و 200 میلی متری استفاده شده است. شمع های مشابه دارای قطرهای 6 و 8 میلی متر بوده و جنس مصالح آن ها یکسان می باشد. در مجموع 33 شمع تولید شده اند. ترکیبی از این شمع ها برای ایجاد شمع های گروهی با مولفه های غیرهمسان مورد استفاده قرار گرفته اند. نمای کلی از چیدمان (لیوت) تجهیزات بکار رفته برای اجرای تست های بارگذاری در شکل 1 نمایش داده شده است. جابه جایی عمودی و چرخش شمع های گروهی از روی مقادیر به ثبت رسیده در گنج های عقربه ای تعیین می شود. بارها به شکل عمودی و هم مرکز به مدل سازی ارائه شده برای رئوس شمع اعمال شده و به شکل دستی بوسیله ماشین آلات بارگذاری کنترل می شوند. مخزن خاک آزمایشگاهی (سویل بین) از دو حلقه فولادی تشکیل شده که دارای ارتفاع 300 میلی متر و قطر 750 میلی متر می باشند. اتصال این حلقه ها به یکدیگر مخزن حاکی به ارتفاع 600 میلی متر را تشکیل می دهد. گوشه های مخزن خاک با استفاده از صفحات فولادی مدور در بالا و پایین تقویت شده تا از هرگونه تغییرشکل جانبی دیواره های کناری جلوگیری شده و در عین حال نصب حلقه های فولادی با استفاده از پیچ و مهره های فولادی تسهیل شود. دنده های فولادی عمودی به هر حلقه اضافه شده و به صفحات جانبی انتهایی هر حلقه جوش داده می شوند. مخزن خاک روی دو تیر فولادی تثبیت شده روی زمین قرار گرفته که این تیرها دقیقاً در جهت عمودی مستقر شده اند. قاب واکنشی پشتیبان سیستم بارگذاری به مخزن خاک متصل می شود. ابعاد مخزن خاک بسیار بزرگ بوده بگونه ای که غلبه بر نیروهای واکنشی شمع ها در شرایط مرزی را ممکن می سازد. در جدول 1 برنامه تست برای بارگذاری گروه شمعی 2 شمع (G1) نمایش داده شده است. در تنظیمات اعمالی شمع آلومینیومی به قطر 12 میلی متر و طول 400 میلی متر ثابت نگه داشته شده است. این شمع به عنوان شمع مرجع انتخاب شده و ضریب الاستیسیته آن برابر با 70 گیگاپاسکال می باشد. در این وضعیت نسبت EP/ES برابر خواهد بود با

1400 ، شمع دیگر با توجه به آزمایشات دستخوش تغییر شده تا گروه های مختلف مطابق اطلاعات جدول 1 ایجاد شوند. تفاوت در مولفه های شمع های گروهی با توجه به جنس شمع ها تعریف شده که به ترتیب برای شمع های فولادی ، چوبی و پلاستیکی برابر خواهند بود با (E=200، طول 350، E=15، طول 300 ، E=3، طول 200). تغییرات مرتبط با قطر شمع ها برای دو مقدار 8 و 6 میلی متر در جدول 1 نمایش داده شده اند. گروه دوم G2 شامل چیدمان 3 شمعی بوده که در ساختار مثلثی مستقر شده و ویژگی های شمع های مختلف با توجه به جنس مصالح دستخوش تغییر می شوند (جدول 2). یک شمع متفاوت پس از تکمیل آزمایشات گروه نخست G1 در طراحی ها لحاظ شده و دو شمع دیگر با مشخصات شمع پایه در وضعیت ثابت باقی مانده اند. در جدول 3 برنامه تست سیستم 6 شمعه نمایش داده شده است (G3). در این مرحله 6 شمع در ساختار مستطیلی مستقر شده اند و شمع های گوشه ای در هر آزمایش تغییر یافته تا غیرهمسان بودن شمع ها بوسیله آن ها مورد شبیه سازی قرار گرفته ، تمامی شمع ها از ورق آلومینیومی تولید شده و طول- قطر آن ها با توجه به شرایط آزمایشات دستخوش تغییر می شود. در نهایت برای گروه چهارم G4 چیدمان 9 شمعه تعریف شده که توالی آزمایشات مربوطه در جدول 4 نمایش داده شده است. در مجموع 60 تست آزمایشگاهی برای مطالعه و بررسی پاسخ شمع های گروهی با مولفه های غیرهمسان مورد استفاده قرار گرفته اند.



شکل ۱- تنظیمات کامل آزمایشگاهی

جدول ۱- برنامه تست چیدمان ۲ شمعی، ویژگی های شمع غیرهمسان

شماره تست	T2-1	T2-2	T2-3	T2-4	T2-5	T2-6	T2-7	T2-8	T2-9	T2-10	T2-11	T2-12
مواد	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber
ضریب انبساطی	400	400	400	400	350	350	350	350	300	300	300	300
طول	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
قطر	0.11	0.11	0.12	0.113	-	-	-	-	-	-	-	-
بار نهایی ناشی از جابه جایی - چرخش	-	-	-	-	0.11	0.01	0.012	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01
شماره تست	T2-13	T2-14	T2-15	T2-16	T2-17	T2-18	T2-19	T2-20	T2-21	T2-22	T2-23	T2-24
مواد	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber
ضریب انبساطی	200	200	200	200	400	400	400	400	400	400	400	400
طول	12	12	12	12	8	8	8	8	6	6	6	6
قطر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بار نهایی ناشی از جابه جایی - چرخش	0.005	0.004	0.01	0.008	0.02	0.018	0.008	0.02	0.006	0.004	0.005	0.004

جدول ۲- برنامه تست چیدمان ۳ شمعی، ویژگی های شمع غیرهمسان

شماره تست	T3-1	T3-2	T3-3	T3-4	T3-5	T3-6	T3-7	T3-8	T3-9	T3-10	T3-11	T3-12
مواد	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber
ضریب انبساطی	70	3	200	15	70	3	200	15	70	3	200	15
طول	400	400	400	400	350	350	350	350	300	300	300	300
طول	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
قطر	0.29	0.22	0.25	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
بار نهایی ناشی از جابه جایی - چرخش	-	-	-	-	0.15	0.11	0.18	0.12	0.12	0.1	0.15	0.11
شماره تست	T3-13	T3-14	T3-15	T3-16	T3-17	T3-18	T3-19	T3-20	T3-21	T3-22	T3-23	T3-24
مواد	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber	Aluminum	Plastic	Steel	Timber
ضریب انبساطی	70	3	200	15	70	3	200	15	70	3	200	15
طول	200	200	200	200	400	400	400	400	400	400	400	400
طول	12	12	12	12	8	8	8	8	6	6	6	6
قطر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بار نهایی ناشی از جابه جایی - چرخش	0.08	0.08	0.12	0.085	0.12	0.0858	0.1275	0.06	0.04	0.06	0.1	0.039

### 3- روال آزمایشات

شن استفاده شده دارای ذرات با دانه بندی متوسط بوده و وزن واحد خشک حداقلی، وزن واحد خشک حداکثری، ضریب یکنواختی آن به ترتیب برابر است با 15، 18.5 و 5.95. سایر مشخصات شن آزمایشگاهی در جدول 5 نمایش داده شده است. منحنی توزیع اندازه ذرات شن در شکل 2 قابل رویت بوده، بستر شنی در مخزن خاک در لایه هایی با ضخامت 100 میلی متر ایجاد شده است. برای اطمینان از همگنی ساختار شنی، وزن طراحی شده شن با دقت 0.001 کیلو نیوتن از طریق بارش در مخزن خاک حاصل گردیده است. با فشردن سازی شن چگالی نسبی 70٪ را برای لایه ای به قطر 100 میلی متر از راس شمع ایجاد نموده ایم که 8.3 برابر بزرگتر از قطر بزرگترین شمع لحاظ شده در شمع های گروهی آزمایشگاهی می باشد. سطح فوقانی شن تشکیل شده با استفاده از صفحه فولادی صیقل داده شده تسطیح شده و شمع/ شمع های مدل سازی شده با دقت کافی به راس شمع متصل و در سطح شن فشرده مستقر می شوند. افزودن شن تاجایی ادامه یافته که ارتفاعی حداقل 8 برابر قطر شمع بالاتر از نوک شمع را حاصل نموده و پس از فشردن سازی در توالی قبلی تا ضخامت 100 میلی

متر گسترش یافته تا چگالی نسبی 70٪ را حاصل نماید. فشرده سازی برای لایه های 100 میلی متری به شکل دستی انجام گرفته که بدین منظور از ابزار کوبشی فولادی با وزن 40 نیوتن و قطر 200 میلی متر استفاده شده است.

شن فشرده نشده برای احاطه محور شمع ها تا ارتفاع 250 میلی متر مورد استفاده قرار گرفته که در این حالت چگالی نسبی شن 60٪ می باشد. این چگالی با افزودن وزن طراحی شده در ارتفاع متناظر از مخزن خاک تخمین زده می شود. برای تثبیت چگالی نسبی شن آزمایشگاهی دو جعبه آلومینیومی با ابعاد 50 \* 50 \* 30 میلی متر را در محفظه آزمایشگاهی قرار داده تا چگالی نسبی واقعی را به کمک آن ها محاسبه نماییم. وزن واحد نمونه شن تولید شده مورد بازنگری قرار گرفته تا ارتفاع کلی شن های پیرامونی به 350 میلی متر رسیده و راس شمع به شکل آزادانه روی سطح زمین قرار گرفته ، حداکثر زاویه اصطحکاک داخلی بین مواد تشکیل دهنده محور شمع و شن  $\Theta'$  با استفاده از ابزارآلات تست بُرشی به شکل مستقیم و بکمک رویه های آزمایشگاهی تعیین می شود (شکل 3). تست های نیروی بُرشی مستقیم از طریق تعاملات شکل گرفته بین شن و نمونه های آزمایشگاهی آلومینیومی، فولادی، چوبی و پلاستیکی (به ابعاد 60 \* 60 میلی متر) اجرا می شوند.

جدول ۳- برنامه ریزی تست ساختار ۶ شمع ، ویژگی های شمع غیرهمسان

شناسه تست

مواد آزمایشگاهی

ضرب الامتیته

طول

قطر

جابه جایی میانگین

چرخش

T6-1	T6-2	T6-3	T6-4	T6-5	T6-6
Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
70	70	70	70	70	70
400	350	300	200	400	400
12	12	12	12	8	6
0.86	0.34	0.31	0.25	0.32	0.288
-	-	-	-	-	-

جدول ۴- برنامه تست ساختار ۹ شمع ، ویژگی های شمع غیرهمسان

شناسه تست

مواد آزمایشگاهی

ضرب الامتیته

طول

قطر

جابه جایی میانگین

چرخش

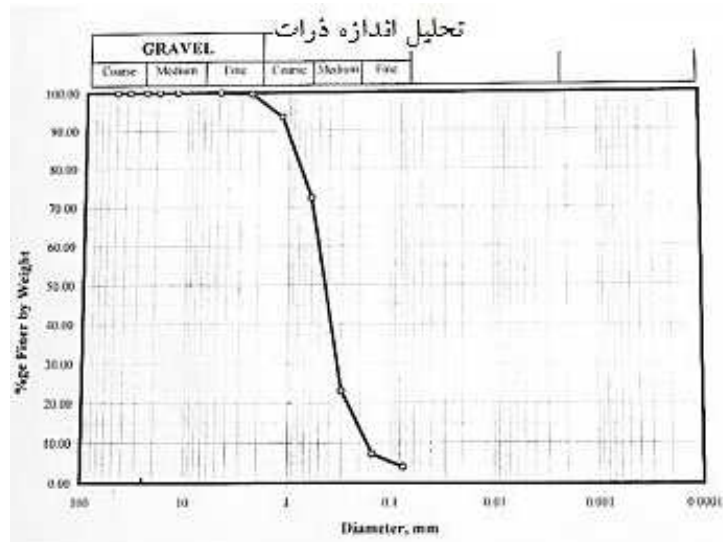
T9-1	9 T9-2	9 T9-3	9 T9-4	T9-5	T9-6
Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
70	70	70	70	70	70
400	350	300	200	400	400
12	12	12	12	8	6
0.74	0.7	0.69	0.67	-	-
-	-	-	-	0.725	0.71

زوایای اصطحکاک داخلی برای نمونه های آلومینیومی، فولادی، چوبی و پلاستیکی به ترتیب برابرند با 17، 18، 16 و 9 درجه. نتایج تست بُرشی مستقیم در شکل 3 نمایش داده شده اند. برای تولید بار از سیستم بارگذاری

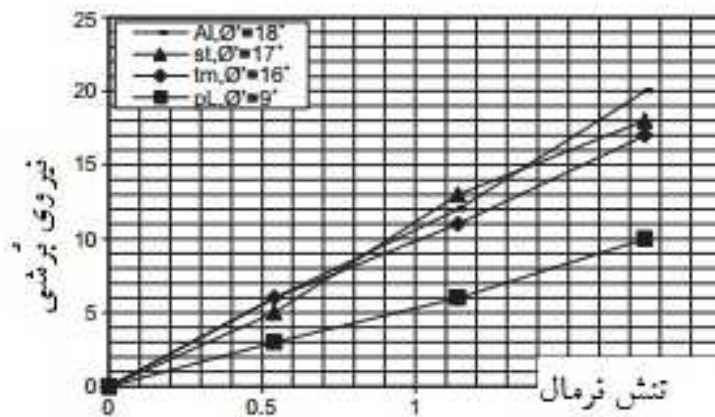
دستی با توانایی تولید بارهای محوری هم مرکز استفاده شده است. برای اندازه گیری بار از حلقه سنجشی کالیبره شده استفاده نموده ایم. بارگذاری به شکل تدریجی و مرحله به مرحله انجام گرفته است. هر مرحله از بارگذاری افزایشی ثابت نگه داشته شده تا زمانی که هیچ تغییر قابل ملاحظه ای در شرایط شمع های تحت آزمایش به وقوع نپیوسته، به عبارتی دیگر تفاوت بین دو مقدار قرائت شده متوالی در 3 اندازه گیری متوالی برای باری یکسان کمتر از 0.01 میلی متر می باشد (بازه زمانی 5 دقیقه ای). جابه جایی متناظر شمع های گروهی با استفاده از گیج های دو عقربه ای اندازه گیری شده است. این اطلاعات برای طراحی چیدمان شمع های گروهی، معادلات بار- جابه جایی هر آزمایش مورد استفاده قرار گرفته اند. چرخش در هر مرحله از بارگذاری محاسبه و نسبت به بارهای اعمالی محاسبه شده است. علاوه بر این چرخش نسبی  $\Delta L/L$  نیز بر اساس تفاوت بین دو مقدار قرائت شده از گیج های عقربه ای محاسبه شده که در این رابطه  $\Delta L$  جابه جایی افقی به مقدار L بین مقادیر ثبت شده برای دو گیج عقربه ای می باشد. بار نهایی شمع های گروهی در جابه جایی 5٪ قطر مرجع شمع (12 میلی متر) اندازه گیری شده که در این وضعیت چرخش سر شمع برابر با 1:500 یا کمتر خواهد بود.

کاهش ظرفیت تحمل بار  $n_0$  به عنوان ظرفیت بارگذاری نهایی شمع های گروهی در حالت بکارگیری شمع های غیرهمسان و تفریق آن از ظرفیت بارگذاری نهایی شمع های گروهی با مولفه های یکسان و تقسیم نتیجه به بارنهایی شمع های گروهی با مولفه های یکسان مطابق معادله 1 بدست می آید. تست های مرجع در گروه هایی با شمع های یکسان اجرا شده تا کاهش ظرفیت بارگذاری ناشی از وجود شمع های غیرهمسان از طریق آن مورد مطالعه قرار گرفته، در ادامه کار کاهش ظرفیت بر حسب مقیاس طول و نسبت قطر شمع های غیرهمسان به شمع مرجع ترسیم شده است. ذکر این نکته خالی از فایده نبوده که در تست های مرجع روی شمع های گروهی هیچ گونه چرخشی مجاز نمی باشد. این مقدار از طریق تفاوت های موجود در مقادیر به ثبت رسیده در دو گیج عقربه ای مورد تایید قرار می گیرد. شمع های گروهی تا زمانی که زاویه گردش ثبت شده کمتر از 1:1000 باشد فاقد چرخش می باشند.





شکل ۲- منحنی توزیع اندازه ذرات برای شن



شکل ۳- زوایای اصطحکاک درونی بین بدنه شمع و ذرات شن

جدول ۵- ویژگی‌ها، های شنی

وزن واحد حداکثری	18.5
وزن واحد حداقلی	15
کاهش یکنواختی ظرفیتی	5.95
قطر موثر	0.08
گرانش خاص	2.56
ضریب الاستیسیته	0.05

واضح است که برنامه تست طراحی شده و تجهیزات آزمایشگاهی در دسترس بسیار ساده و کم هزینه بوده اما تفاوت های ایجاد شده در این تست ها تاثیر پذیری نتایج حاصله از ضریب مقیاس را در پی خواهد داشت.

$$\eta_{th} = \frac{\text{ظرفیت نهایی همسان} - \text{ظرفیت بارگذاری نهایی غیرهمسان}}{\text{ظرفیت همسان}} \quad (1)$$

ظرفیت همسان

#### 4- نتایج آزمایشات و بحث و بررسی

##### 4-1: چیدمان 2 شمعی

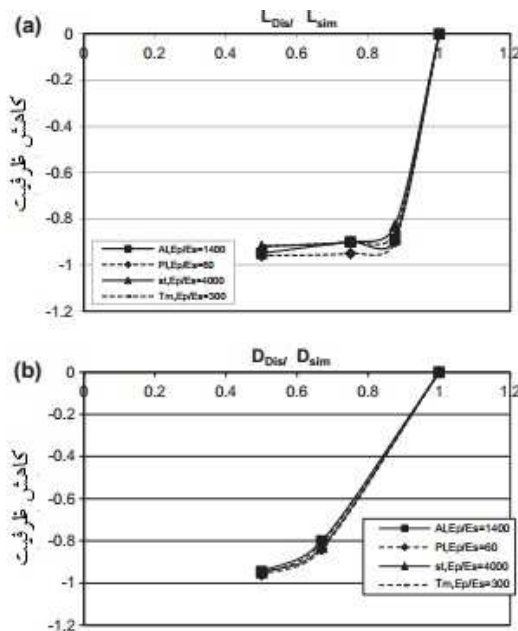
شکل های 4-1 و 2 نشان دهنده تاثیر نسبت طول شمع ( $l_{dis}/l_{sim}$ ) و نسبت قطر ( $d_{dis}/d_{sim}$ ) بر واکنش چیدمان 2 شمعی می باشند.  $L_{dis}$  طول شمع غیرهمسان و  $l_{sim}$  طول شمع های مشابه (طول مرجع)،  $d_{dis}$  قطر شمع غیرهمسان و  $d_{sim}$  قطر شمع های مشابه (قطر مرجع) می باشند.

شکل 4-1 مهر تاییدی بر کاهش نسبت  $l_{dis}/l_{sim}$  بوده، در این وضعیت طول شمع غیرهمسان کاهش یافته و مساحت ناحیه استقرار و چرخش شمع افزایش و نتیجتاً بارگذاری نهایی شمع های گروهی کاهش می یابند. کاهش ظرفیت بارگذاری شمع های گروهی تا نسبت  $l_{dis}/l_{sim}$  برابر با 0.9 ادامه می یابد. در مقادیر بالاتر از این نسبت نیز افزایش ظرفیت بارگذاری با نرخ آهسته تری ادامه می یابد. علت این امر قابلیت کنترلی تعریف شده برای ارزیابی ظرفیت بارگذاری نهایی شمع های گروهی بوده که مقادیر بزرگتر از  $l_{dis}/l_{sim}$  برای تعریف جابه جایی شمع های گروهی مورد استفاده قرار می گیرند. برای  $l_{dis}/l_{sim}$  کمتر از 0.92 کنترل تخصیص بار نهایی بر حسب چرخش به وقوع پیوسته در شمع های گروهی انجام می گیرد. چرخش شمع های گروهی عمدتاً ناشی از چرخش شمع مرجع بوده که در این حالت شمع غیرهمسان در عمل ثابت باقی مانده لذا تاثیرگذاری آن در شمع های گروهی در پایین ترین سطح ممکن قرار خواهد داشت.

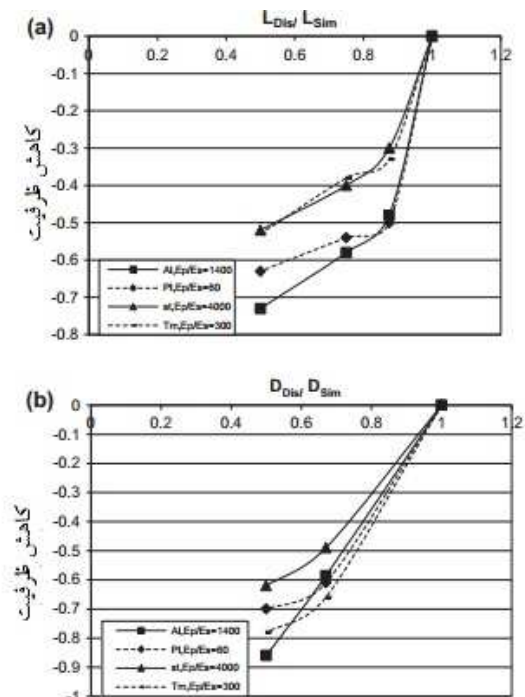
نکته قابل توجه اینکه تاثیر EP/ES در محدوده اولیه کاهش ظرفیت بارگذاری شمع های گروهی مطابق شکل 4-1 ناچیز می باشد. علت این امر تاثیر ناچیز EP/ES بر جابه جایی عمودی شمع های گروهی در مقایسه با چرخش شمع های گروهی می باشد.

شکل 4-2 نشان دهنده این واقعیت بوده که با افزایش جابه جایی و چرخش شمع های گروهی قطر شمع غیرهمسان کاهش می یابد. جابه جایی ساختار تک شمعی و شمع های گروهی با افزایش نسبت  $L/D$  افزایش می یابد. به عبارتی دیگر تاثیر شمع غیرهمسان در جابه جایی شمع های گروهی با کاهش قطر  $DDIS$  افزایش می یابد. علاوه بر این چرخش شمع های گروهی با کاهش قطر شمع افزایش می یابد. شکل 4-2 نشان دهنده کنترل پذیری بار نهایی شمع گروهی از طریق جابه جایی شمع های گروهی تا حداکثر نسبت  $DDIS/DSIM$  0.65 بوده، در مقادیر کمتر از این مقدار شمع های گروهی نهایی بوسیله چرخش ایجاد شده کنترل می شوند. با توجه به این شکل ها می توان به وضوح مشاهده نمود که تفاوت معناداری در نسبت  $EP/ES$  و تاثیر آن بر کاهش ظرفیت بارگذاری شمع های گروهی یافت نمی شود.

نکته جالب توجه اینکه کاهش ظرفیت سیستم دو شمع با نزدیک شدن  $DDIS/DSIM$  به سمت 1 میل نموده، این بدان معناست که بارگذاری نهایی ساختار دو شمع و کاهش ظرفیت بوقوع پیوسته در آن به تدریج ناپدید می شود. به منظور بهره برداری عملیاتی از این نتیجه گیری و محدود کردن کاهش ظرفیت 4 نمونه تعریف شده برای شمع های گروهی در سطح 0.2، تفاوت بین طول و قطر شمع ها حداکثر مقادیر 0.95 و 0.9 را اتخاذ خواهند نمود.



شکل 4-1: منحنی تغییرات طول نسبت به کاهش ظرفیت بارگذاری برای  $EP/ES$  مختلف در ساختار 2 شمعی، 2- منحنی تغییرات قطر- کاهش ظرفیت در ساختار 2 شمعی



شکل 4-5: 1- منحنی تغییرات طول- کاهش ظرفیت برای ساختار 3 شمعی در  $EP/ES$  مختلف، 2- منحنی قطر- کاهش ظرفیت در ساختار 3 شمعی

#### 2-4 : چیدمان سه شمعی

کاهش ظرفیت ساختار 3 شمعی استقرار یافته در الگوی مثلثی برای حالت کوتاه تر بودن یک شمع از دو شمع دیگر مورد بررسی قرار گرفته است (شکل 5-1). حالت بعدی برای کوچکتر بودن قطر یک شمع از دو شمع دیگر ترسیم شده است (شکل 5-2). با توجه به این اشکال می توان مشاهده نمود که کاهش ظرفیت ساختار 3 شمعی با کاهش طول - قطر شمع غیرهمسان افزایش می یابد. این افزایش به شکل خطی تا حالت قرارگرفتن طول شمع غیرهمسان در 90٪ طول شمع مرجع ادامه می یابد. در مقادیر کمتر از این سطح برای نسبت های LDIS/LSIM کمتر از 0.9 کاهش ظرفیت با آهنگ آهسته تری همچنان ادامه دار خواهد بود. علت بالقوه این رفتار تغییر شیوه بروز خطا از جابه جایی شمع های گروهی به چرخش این شمع ها می باشد.

با کوچک شدن قطر شمع غیرهمسان، تاثیر آن بر چیدمان شمع های گروهی افزایش یافته و در نتیجه آن ظرفیت بارگذاری نهایی شمع های گروهی با شمع غیرهمسان در نتیجه ظرفیت پایین تر چیدمان شکل گرفته کاهش می یابد.

با توجه به شکل های 5-1 و 2 می توان مشاهده نمود که آثار ناپیوسته بجا گذاشته شده از EP/ES احتمالاً ناشی از ضریب سختی نسبی شمع غیرهمسان بوده که خود بر اساس نسبت EA/LDIS بیان می شود. در این رابطه E ضریب الاستیسیته شمع، A سطح مقطع و LDIS طول شمع غیرهمسان می باشد. سختی نسبی شمع غیرهمسان متفاوت از سختی نسبی شمع های مشابه می باشد. واضح است که با توجه به نتایج حاصله اثر ترکیبی برای نسبت طول و سختی نسبی شمع ها برقرار می باشد.

با توجه به نتایج حاصله می توان مشاهده نمود که شمع هایی با طول 92٪ نسبت به شمع مرجع در ساختار 3 شمعی کاهش ظرفیت بارگذاری تا 93٪ را بدنبال خواهند داشت. علاوه بر این کاهش قطر شمع تا 90٪ ظرفیت بارگذاری را تا 80٪ کاهش می دهد (شمع های گروهی با مولفه های یکسان). درصد کاهش بهره وری ساختار 3 شمعی برای قطرهایی با اندازه حداکثر 95٪ برقرار بوده، علاوه بر این وجود شمع با قطر محدودتر با نسبت حداکثر 40٪ بوسیله جابه جایی گروهی و نه چرخش مورد کنترل قرار می گیرد. توجه داشته باشید که بارگذاری نهایی ساختار 3 شمعه بوسیله جابه جایی شمع های گروهی با نسبت کمتر از LDIS/LSIM کنترل می شود.

#### 3-4 : چیدمان 6 شمعی

یکی از شمع های گوشه ای در ساختار 6 شمع برای طول های مختلف مورد آزمایش قرار گرفته تا تاثیر غیرهمسانی طول بر پاسخ شمع های گروهی مورد ارزیابی قرار گیرد. علاوه بر این شمع های گوشه ای با قطرهای مختلف برای بررسی تاثیر غیرهمسان بودن قطر شمع بر پاسخ شمع های گروهی مورد آزمایش قرار گرفته اند (شکل های 1-6 و 2).

با توجه به شکل 1-6 می توان مشاهده نمود که کاهش ظرفیت شمع های گروهی به شکل خطی با کاهش طول شمع های غیرهمسان افزایش می یابد. در عین حال توجه داشته باشید که کاهش ظرفیت شمع های گروهی برای کاهش 0.5 واحدی طول مرجع حداکثری مقداری برابر با 0.3 را به خود اختصاص می دهد.

توجه داشته باشید که کاهش ظرفیت 10٪ در صورت قرارگرفتن طول شمع غیرهمسان در 82٪ طول شمع مرجع حاصل می شود. با توجه به شکل 6 می توان به وضوح مشاهده نمود که بار نهایی شمع های گروهی به جابه جایی بیش از حد مولفه های تشکیل دهنده ای شمع گروهی وابسته می باشد. با کاهش قطر شمع غیرهمسان کاهش ظرفیت ساختار 6 شمعی مسیر صعودی را طی می نماید (شکل 2-6)

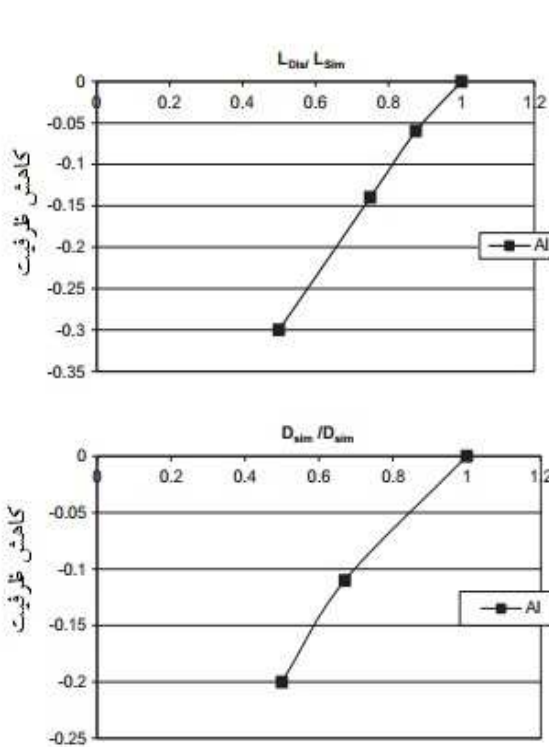
جابه جایی مدل های تک شمعی و شمع های گروهی با کاهش طول شمع در قطر ثابت افزایش یافته ، علاوه بر این عکس این قضیه نیز برای کاهش قطر در طول ثابت صادق می باشد. علاوه بر این با توجه به شکل های 1-6 و 2 می توان به وضوح مشاهده نمود که پاسخ شمع های گروهی برای تغییرات لحاظ شده در شمع غیرهمسان (طول و قطر معادل به 0.5 طول - قطر مرجع) مستقل از چرخش شمع های گروهی می باشد. تناظر مستقیمی بین این نتیجه گیری و شکل های 1-6 و 2 برقرار می باشد. با توجه به اطلاعات نمایش داده شده در شکل های 1-6 و 2 می توان مشاهده نمود که تاثیر غیرهمسانی قطر شمع کمتر از تاثیر غیرهمسانی طول شمع می باشد.

#### 4-4 : چیدمان 9 شمعی

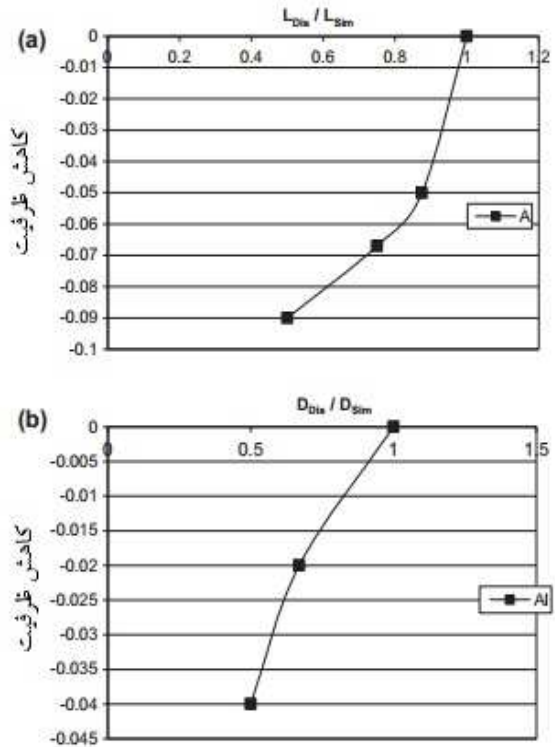
شمع قرار گرفته در گوشه چیدمان 9 شمعی برای طول های مختلف آزمایش شده تا تاثیر غیرهمسان بودن طول شمع بر پاسخ آن مورد اندازه گیری قرار گیرد. علاوه بر این شمع هایی با قطرهای مختلف در آزمایشات مختلف نصب شده تا تاثیر تفاوت قطر بر پاسخ بارگذاری شمع های گروهی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته ، انتخاب شمع های گوشه ای برای اعمال تغییرات ابعادی بر پاسخ شمع های گروهی برجسته سازی تغییرات ایجاد شده در

پاسخ حاصله را در پی خواهد داشت. بی شک اثر غیرهمسان بودن شمع ها برای شمع های گوشه ای بیشتر از شمع های مرکزی یا شمع های مستقر شده روی اضلاعی سازه می باشد. در شکل های 1-7 و 2 تاثیر شمع های گوشه ای مختلف بر پاسخ شمع های گروهی نمایش داده شده است. کاهش طول شمع های غیرهمسان تا 50٪ طول پایه کاهش ظرفیت بارگذاری به میزان 9٪ را بدنبال خواهد داشت. این کاهش ظرفیت برای تغییر قطر تا سطح 50٪ چیزی در حد 4٪ را شامل می شود.

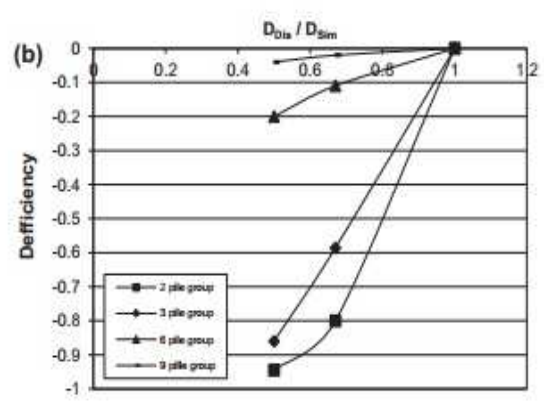
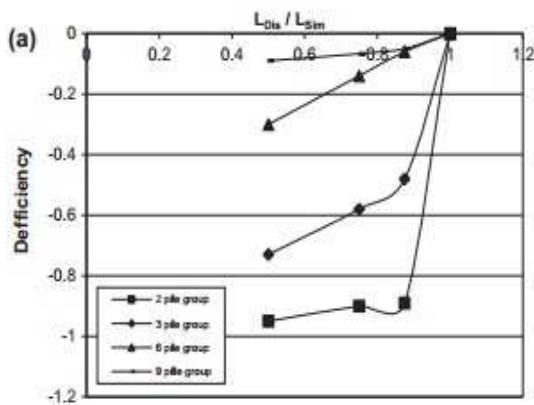
با افزایش تعداد شمع های مشابه در ساختار شمع های گروهی، تاثیر غیرهمسان بودن شمع های موجود در گروه کاهش می یابد. مطالعه انجام گرفته بر اساس وجود یک شمع غیرهمسان در شمع های گروهی انجام پذیرفته است. بر اساس نتایج بدست آمده می توان مشاهده نمود که با افزایش تعداد شمع های مشابه، تاثیر شمع های غیرمشابه کاهش یافته و ظرفیت بارگذاری شمع ها نیز به همان نسبت کاهش می یابد. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داده که ساختار 2 شمعی چندان قابل توصیه نبوده چرا که تاثیر مثبت قابل ملاحظه ای را برای چالش های بوقوع پیوسته در خلال ساخت بدنبال نخواهد داشت. در صورتی که کاهش ظرفیت بارگذاری نهایی شمع های گروهی به 10٪ محدود باشد، آنگاه طول کاهش یافته شمع های غیرهمسان در سطوح 50؛ 80 و 90٪ برای ساختارهای 9، 6 و 3 شمعی قابل توصیه می باشد (شکل 8-1).



شکل ۶- ۱: کاهش ظرفیت نسبت به تغییرات طول شمع برای  
چیلمان ۶ شمعی، ۲- کاهش ظرفیت نسبت به نوسانات قطر  
در  $E_p/E_s = 1400$ .



شکل ۷- ۱: کاهش ظرفیت بارگذاری نسبت به تغییرات طول برای  
چیلمان ۹ شمعی، ۲- کاهش ظرفیت نسبت به نوسانات قطر  
در  $E_p/E_s = 1400$ .



شکل ۸- ۱: مقایسه کاهش ظرفیت بارگذاری برای گروهی آلومینیومی در  
نسبت های طول غیر ثابت، ۲- مقایسه کاهش ظرفیت برای نسبت های قطری مختلف

تفاوت های بوقوع پیوسته در قطر شمع تاثیر به مراتب ضعیف تری را بر پاسخ شمع های گروهی بدنبال خواهد داشت. در صورتی که کاهش ظرفیت بارگذاری شمع های گروهی برای کاهش قطر 10٪ در ساختار 9 شمعی، 6 و 3 شمعی به 50، 70 و 95٪ محدود باشد آنگاه طراحی ساختاری شمع های غیرهمسان کاهش قطر شمع را تا حد امکان محدود می سازد (شکل 8-2).

## 5- نتیجه گیری

در این تحقیق یکی از مشکلات عملیاتی به وقوع پیوسته در خلال طراحی- ساخت سازه های شمعی را مورد بررسی قرار می دهیم. نتایج بدست آمده با توجه به مقیاس پذیری تست های آزمایشگاهی به شیوه اجرایی و در چهارچوبی کیفی قابل پیاده سازی می باشند. در خلال این مطالعه نتیجه گیری های زیر حاصل شده است :

1. توصیه شده در سازه های 2 شمعی از مولفه هایی با طول و قطر یکسان استفاده شده تا از هرگونه کاهش ظرفیت بارگذاری در پاسخ سیستم گروهی جلوگیری شود

2. در صورتی که کاهش ظرفیت نهایی سیستم 3 شمعی محدود به 10٪ باشد ، آنگاه طول شمع غیرهمسان حداکثر 98٪ طول شمع های مشابه را شامل شده و قطر تمامی شمع ها یکسان در نظر گرفته می شود. علاوه بر این بازه مجاز برای تغییرات قطر شمع ها حداکثر 95٪ قطر شمع اصلی را شامل می شود (ساختار 3 شمعی با طول ثابت).

3. در ساختار 6 شمعی و برای حداکثر کاهش ظرفیت بارگذاری 10٪، حداکثر انحراف طول شمع های غیرهمسان گوشه ای برابر با 80٪ طول سایر شمع ها بوده و قطر تمامی شمع ها یکسان فرض می شود. انحراف قطر مجاز برای طول ثابت و حداکثر کاهش ظرفیت 10٪ روی 70٪ تنظیم شده است.

4. در ساختار 9 شمعی و برای کاهش ظرفیت مجاز 9٪ ، حداکثر انحراف طول شمع غیرهمسان نسبت به 8 شمعی همسان برابر با 50٪ بوده که در این حالت قطر شمع ها ثابت در نظر گرفته می شود. از سوی دیگر شمع های گوشه ای غیرهمسان با انحراف قطر 50٪ حداکثر کاهش ظرفیت بارگذاری نهایی 4٪ را بدنبال خواهند داشت.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی