

آنالیز عددی دال JET-GROUTING برای حفاریهای عمیق در خاک سست

رضا احمدی

دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی دانشگاه آزاد زنجان

Daryacheye_noor61@yahoo.com

خلاصه:

اصلی ترین علت خسارت دیدن ساختمانها در مجاورت گود برداریها ، جابجاییهای بیش از حد دیوار حائل و متعاقب آن نشست و بالا آمدگی زمین می باشد. بنابراین چنانچه حداقل خسارت مد نظر باشد باید جابجایی دیوار به حداقل مقدار خود برسد. در این مقاله اثر بخشی دال JET-GROUTING (J-G) در کاهش جابجایی دیوار ، نشست و بالا آمدگی زمین بررسی می شود. بدین منظور از نرم افزار المان محدود PLAXIS V8.2 برای آنالیز عددی مسئله استفاده می گردد.

کلمات کلیدی: jet grouting ، گودبرداری، نشست

مقدمه:

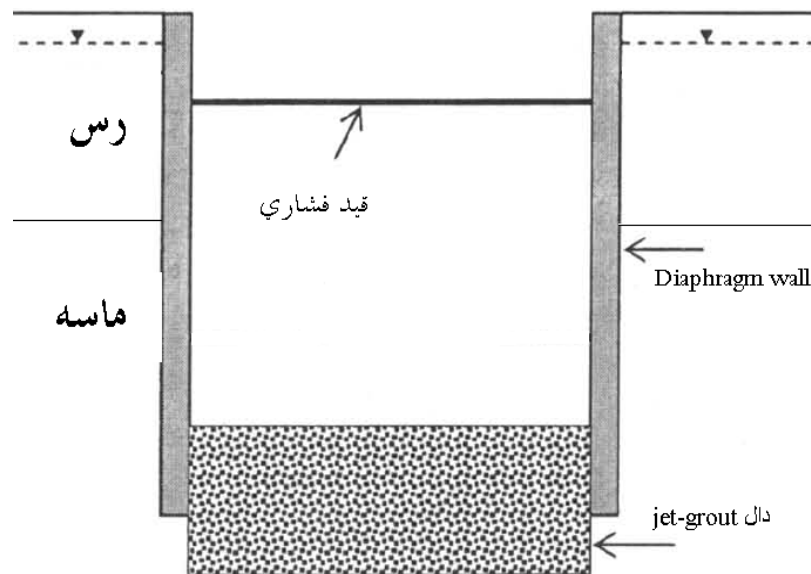
گودبرداری های عمیق اغلب در مناطق شهری پر ازدحام انجام می شود، بنابراین اکثر سایتهای ساخت و ساز با ساختمانهای مجاورشان محصور شده اند. تجربیات بدست آمده در کشور تایوان نشان می دهد که نشستهای قابل ملاحظه ای در نزدیکی یک سایت رخ می دهد که می تواند تا 3 ~ 4 برابر عمق حفاری گسترش یابد (WHO, MOH, 1990) این بدین معناست که سازه های واقع در این محدوده تحت تاثیر فعالیتهای حفاری قرار می گیرد. موارد متعددی از خسارات وارد به ساختمانهای مجاور در اثر عدم رعایت موارد ایمنی و حفاریهای غیر اصولی در ایران گزارش شده است، و بالتبع خسارت زیاد مالی ، جانی و و دعاوی مختلف در چنین رویدادهایی امر طبیعی می باشد. بنابراین زمانی که یک گود برداری عمیق طرح ریزی می شود، عدم خسارت به سازه های مجاور از دغدغه های اصلی مهندسين ، طراحان و پیمانکاران می باشد. معمولا در این گونه موارد دو روش کمکی قابل قبول پیشنهاد می شود که عبارتند از (1) استفاده از سیستم مهاربندی، (2) استفاده از روشهای بهبود خاک.

زمانی که سیستم مهاربندی شده در خاکهای سست رسی به تنهایی مورد استفاده قرار می گیرند معمولا کمانشهای نسبتا بزرگی در دیوار رخ می دهد که این امر به خاطر اینست که در این سیستم پس از آنکه حفاری تا تراز نصب مهار می رسد، مهار نصب می شود، بنابراین خمش دیوار قبل از آنکه مهارها به کار بیفتند رخ خواهد داد. بدین منظور قبل از حفاری یک پوشش J-G در محل کف گود برداری نصب می شود.

دال ایجاد شده با jet grouting

J-G را می توان هم بصورت مهارهای تکی و یا بصورت یک دال پیوسته برای تامین مهار زیر سطحی استفاده کرد. مهمترین مزیت استفاده از این روشها ، نصب سیستم مهار قبل از اقدام به حفاری می باشد. بنابراین زمانی که حفاری انجام می گیرد بیشترین کارایی را در کنترل جابجایی دیوار و نشست زمین

دارد. لایه J-G معمولا در زیر پایین ترین تراز حفاری، جایی که دیوار دارای بیشترین کمانش می باشد قرار می گیرد. شکل 1 یک نمای شماتیک از اجرای دال jet grouting می باشد.



شکل 1-

آنالیز عددی:

برای طراحی و تحلیل پوشش J-G مورد استفاده در پایداری و نفوذ ناپذیری کف گود برداری آنالیز المان محدود انجام می گیرد. این آنالیز به کمک نرم افزار plaxis انجام می شود. در این مطالعه پارامتریک، گودبرداری با سپر فلزی و یک لایه مهاری مدل و آنالیز می شود. عرض حفاری 30m و عمق گودبرداری 20m می باشد. از سپریهایی به طول 25m استفاده می شود. وزن ساختمانهای مجاور با یک نیروی سطحی به اندازه 5 KN/m مدل می شود. تا تراز 20m از سطح زمین از خاک رس سست و زیر آن یک لایه ماسه نسبتا متراکم واقع شده است. مشخصات مصالح مورد استفاده در جدول زیر جمع بندی شده اند. در ابتدا گودبرداری متداولی بدون پوشش j-g آنالیز می شود (مورد 1) و سپس اثر نصب پوشش j-g بررسی می شود (مورد 2).

حفاری در 3 مرحله بصورت زیر انجام می شود:

(1) حفاری از سطح زمین تا عمق نصب مهاری

(2) نصب مهار در عمق مورد نظر

(3) حفاری تا تراز مورد نظر

جدول 1- مشخصات خاکریز و پوشش jet grouting مورد استفاده در آنالیز اجزا محدود

مصالح	γ_{unsat} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	K m/day	E kN/m ²	ν	C kN/m ²	ϕ 0
رس سست	16	18	1*10 ³	10000	.35	5	0
ماسه	17	20	1.0	40000	.3	1	32
jet-grouting	17	19	.5	120000	.3	900	0

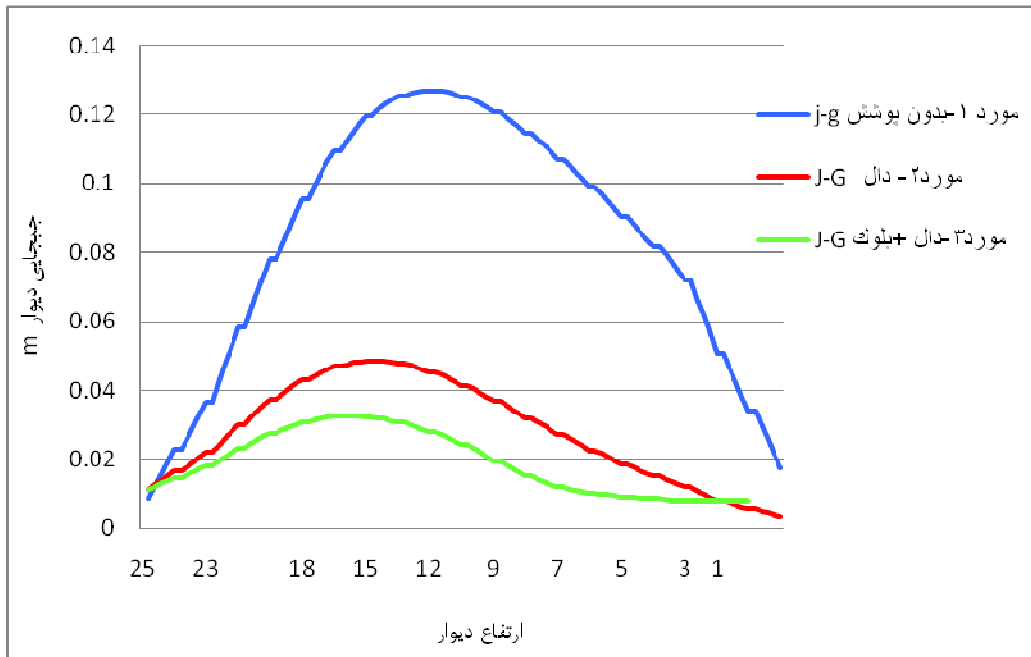
جدول 2- مشخصات سپری

Diaphragm wall	EA kN/m	EI kNm ² /m	W kN/m/m	d m	ν
	7.5*10 ⁶	1*10 ⁶	10	10	0

جدول 3- مشخصات مشخصات قید فشاری

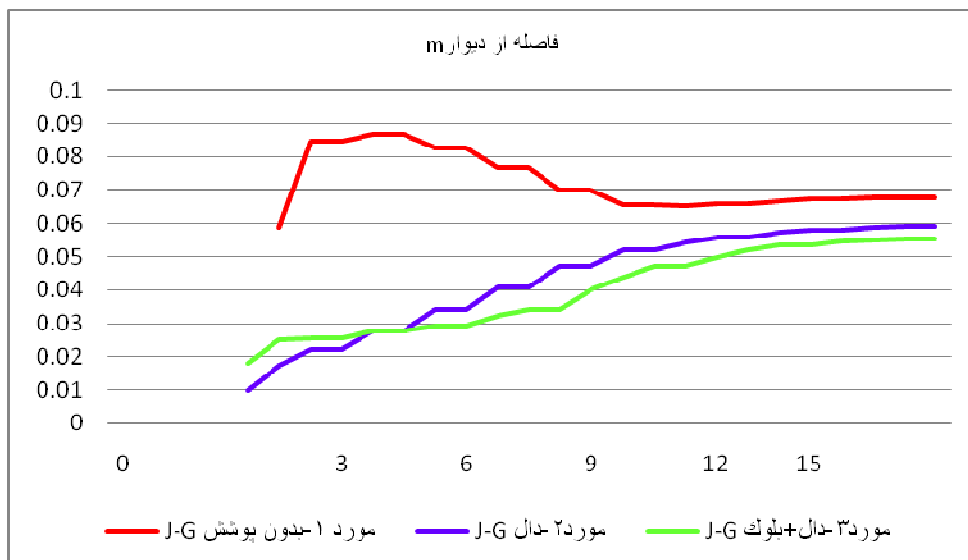
مشخصات	EA kN/m	L _s	F _{max,comp}	F _{max,tens}
strut	200000	5.0	1*10 ¹⁵	1*10 ¹⁵

شکل 2 پاسخ دیوار را در مرحله آخر حفاری در هر 3 مورد با هم مقایسه می کند. بدیهی است که وجود پوشش z-G کمانش دیوار را بصورت قابل توجهی کاهش می دهد (مورد 2). گسترش z-g به سمت بالا و پایین باعث کاهش بیستر کمانش دیوار می شود (مورد 3،4).



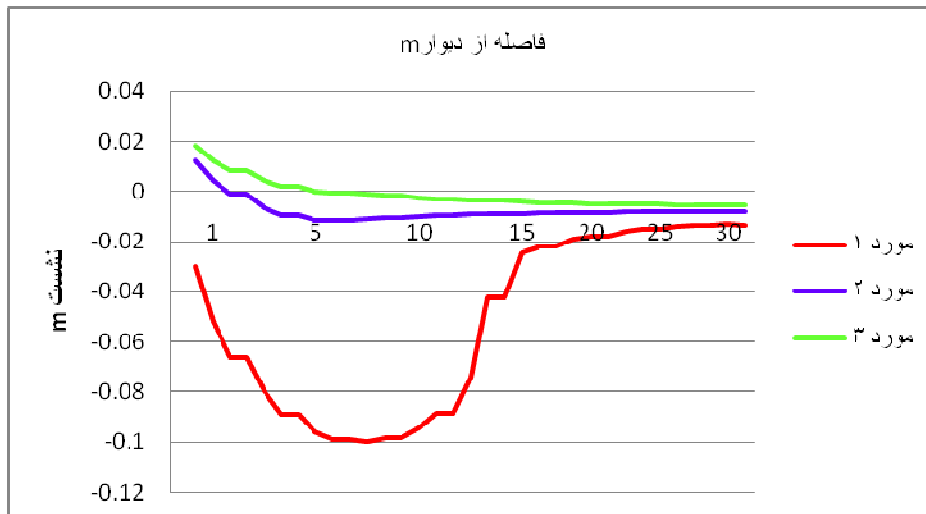
شکل 2 مقایسه پاسخ دیوار

نمودار شکل 3 نشان می دهد که در صورت اجرای پوشش J-G برامدگی کف ترانشه بصورت قابل ملاحظه ای کاهش می یابد (مورد 2 ~ 4). این موضوع بیانگر آنست که وجود المان J-G در کنترل کسترش تسلیم پلاستیک رس سست در نزدیکی دیوار بسیار موثر می باشد بنابراین باعث افزایش پایداری کف می گردد. با این حال برامدگی (ناشی از باربرداری در اثر خاکبرداری) حاصل در بخش مرکزی کف با وجود المان jet-Grouting کاهش قابل توجهی ندارد.



شکل 3- برامدگی کف گودبرداری (m)

نمودار شکل 4 نشست حاصل از گودبرداری را در سطح زمین در مجاورت دیوار نشان می دهد. مطابق شکل اثر بخشی پوشش jet-grouting کاملاً مشهود می باشد. ایجاد بلوک jet-grouting در جلوی دیوار تاثیر بیشتری در کنترل نشست زمین دارد که در مورد کنترل نشست سازه های مجاور حساس قابل توجه می باشد.



شکل 4- نشست حاصل از گودبرداری در سطح زمین

نتیجه گیری:

با استفاده از نرم افزار اجزا محدود plaxis حالت‌های مختلف گود برداری با وجود و عدم وجود المانهای J-G مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. برای ایجاد مهار بندی موثر بدیهی است که باید جابجایی دیوار قبل از نصب قید فشاری کمترین مقدار خود را داشته باشد. این مطالعات نشان می دهد که طراحی گود برداری همراه با دال J-G و یا دال J-G در کنار بلوک J-G در کنترل جابجایی های دیوار بسیار موثر می باشد. ایجاد بلوک J-G در جلوی دیوار امکان کنترل جابجایی های دیوار را در مراحل اولیه حفاری قبل از نصب قیدهای فشاری فراهم می کند. پایداری کف گودبرداری به خاطر کاهش وسعت منطقه تسلیم پلاستیک در رس سست در مجاورت دیوار بصورت قابل ملاحظه ای افزایش می یابد بنابراین برآمدگی کف کاهش می یابد. هر چند که مطابق آنالیز انجام شده برآمدگی کف در بخش مرکزی کف با وجود المانهای J-G بهبود قابل ملاحظه ای نشان نمی دهد.

مراجع:

- 1-Ho, C. E., Lim, C. H., and Tan, C. G. (2005). "Jet grouting applications for large scale basement construction in soft clay." *Geotechnical Special Publication No.136*, ASCE, 1-15.
- 2-Ho, C. E., Tan, C. G., and Lim, C. H. (1998). "Fan shaped jet grout strut for improved excavation support." *Proc. 2nd Int. Conf. on Ground Improvement Techniques*, Singapore, CI Premier, 605-612.
- 3-Clough, G. W., Hansen, L. A., and Mana, I. A. (1979). "Predictions of supported excavation movements under marginal stability conditions in soft clay." *Proc. 3rd Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics*, Aachen, 1485-1502.

4- http://www.haywardbaker.com/services/jet_grouting.htm

5- Gaba, A. R. (1990). "Jet grouting at Newton Station, Singapore." *Proc. 10th Southeast Asian Geotechnical Conference*, Taipei, 2, SEAGS, 77-79.

