



کاربرد خاک مسلح در ساختمان پناهگاههای زمینی و حفاظت از مخازن سوخت

کامبیز بهنیا

دانشکده فنی ، دانشگاه تهران

چکیده

می گیرد .

تکنیک خاک مسلح که مقاومت کششی جوشن های فولادی را با مقاومت فشاری و برشی خاک دانه ای درمی آمیزد موارد استفاده روزافزونی در کارهای ساختمانی و ابنیه فنی بدست آورده است .

در آنچه خواهد گذشت امکان استفاده از خاک مسلح در احرای پناهگاهها و حفاظت از مخازن سوخت مورد ارزیابی قرار گرفته است .

بناهای خاک مسلح بعلت انعطاف پذیری فوق العاده و حجم قابل ملاحظه سیر خوبی در برابر ضربه و انفجار می توانند باشند و از طرف دیگر چون مهمترین قسمت تشکیل دهنده آنها خاک است قابلیت استتار در خور توجهی نیز دارند .

۱- مقدمه

خاک مسلح در اواسط دهه ۱۹۶۰-۱۹۷۰ بوسیله هانری ویدال مهندس فرانسوی اختراع شد . این تکنیک سریعا در اغلب کشورهای جهان مورد استفاده قرار گرفت و در حال حاضر بسیاری از دیوارهای نگهبان و پایه های کناری پلها و خاکریزهای راه آهن در سراسر دنیا با بکار بردن این تکنیک ساخته می شوند . موارد استفاده دیگر خاک مسلح بناهای سنگین صنعتی و تاسیسات معدنی می باشد . کاربرد دیگر خاک مسلح که حاصل حجیم بودن و درعین حال انعطاف پذیری آن می باشد ساختمان پناهگاه و حفاظ در اطراف مخازن سوخت و اصولاً "مخازن مواد قابل انفجار و اشتعال می باشد . در این مقاله فقط قسمت اخیر بطور اجمال مورد بررسی قرار

۲- خلاصه ای در اصول کار خاک مسلح
خاک مسلح اساساً از خاک و جوشن های فلزی تشکیل می شود . این جوشن ها نوارهای فلزی می باشند که غالباً " بطور افقی در خاک قرار دارند و نیروی کششی قابل ملاحظه ای را تحمل می کنند .

این جوشن ها در خاک مسلح نظیر بتن مسلح خواص مکانیکی خاک را در جهتی که این خاک بیشتر در معرض نیروها قرار گرفته بهبود می بخشند .
پایه و اساس خاک مسلح بر وجود اصطکاک بین خاک و جوشن ها استوار است و بنابراین خاک مورد استفاده باید دارای اصطکاک داخلی مناسبی باشد .

تجربیات حاصل از این نوع ساختمانها و اندازه گیری هایی که در آن بعمل آمده مکانیسم کار خاک مسلح را بامشخص کردن توزیع نیروهای کششی در طول جوشن ها آشکار کرده است . در شکل یک این توزیع تنش به صورت ساده نشان داده شده است . نتایج زیر از این امر حاصل می شود :

۱- نیروی کششی دارای حداکثری است که به فاصله ای در پشت پوسته قرار گرفته است . پس می توان گفت که پوسته از نظر مکانیکی در مقایسه با جوشن ها نقش کم اهمیت تری دارد .

۲- نقاطی که در آنها کشش حداکثر است در روی یک منحنی که نزدیک پوسته واقع می شود قرار دارند .

۳- مولفه مماسی تنش وارد بر خاک روی هر یک از

نقاط کشش حداکثر بدنه خاک مسلح را در داخل سه دو منطقه تقسیم می‌کند:

– یک قسمت واقع در نزدیک پوسته که در آن تنش مماسی متوجه نما است. در این منطقه خاک گرایش به کشیدن جوشن هابطرف خارج دارد، این منطقه، منطقه محرک است.

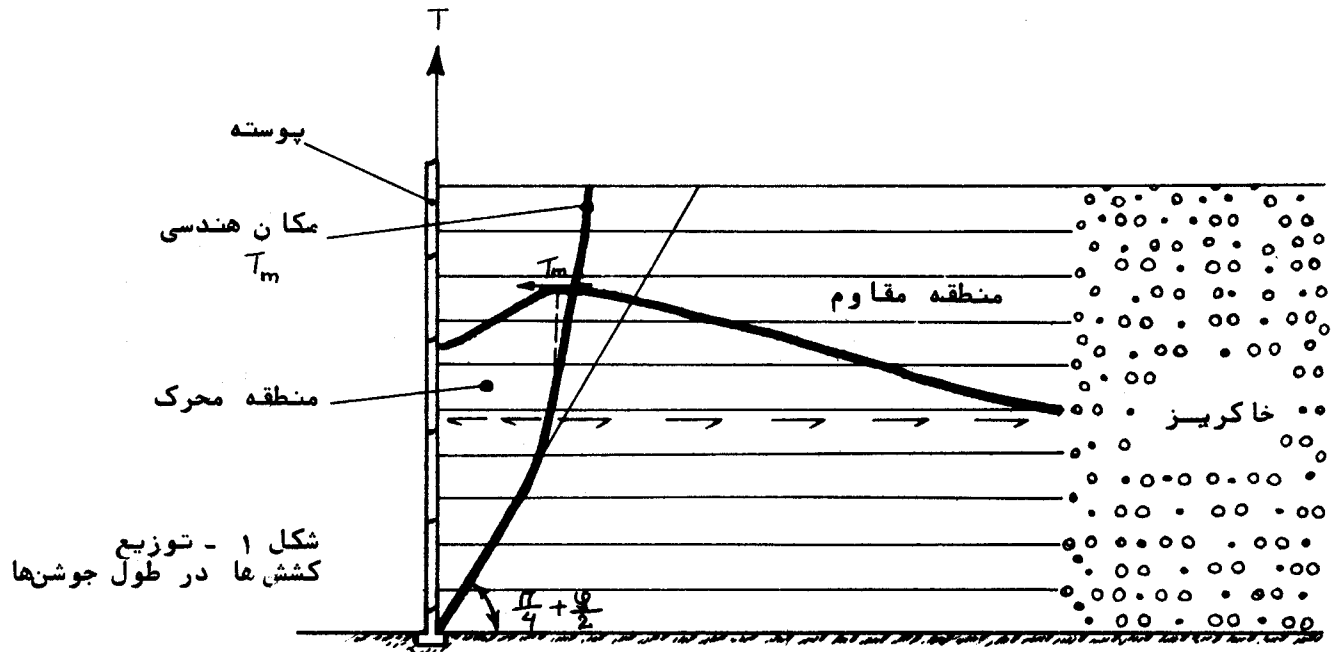
دو سطح جوشن برابر است با:

$$\tau = \frac{dT}{dl} \cdot \frac{l}{2b}$$

که در آن T: کشش در جوشن

l: طول نقطه مورد نظر در روی جوشن

b: عرض جوشن می‌باشند



شکل ۱ - توزیع کشش ها در طول جوشن ها

شکل ۱- توزیع کشش ها در طول جوشن ها

خود حایلی در برابر ضربه و انفجار بشمار می‌آیند می‌توان نتیجه گرفت که بناهای خاک مسلح می‌توانند پناهگاه و یا حفاظ مخازن مواد قابل احتراق و انفجار باشند.

۳- خاک مسلح و کاربرد آن در ساختمان پناهگاهها

بدلایلی که در زیر خواهد آمد یکی از بهترین روشهای ساختمان پناهگاههای زمینی استفاده از تکنیک خاک مسلح است. این دلایل بطور کلی عبارتند از:

۱- مقاوم بودن در برابر ضربه و انفجار

۲- قابلیت استتار

۳- سرعت اجرا

۴- پیش ساختگی

حال به بررسی دلایل فوق می‌پردازیم:

۱- مقاوم بودن در برابر ضربه و انفجار

اصولا خاک متراکم یکی از عناصر ضربه گیر است و

– در منطقه دوم که در عقب واقع است تنش مماسی بطرف داخل متوجه است و خاک گرایش به نگهداشتن جوشن ها دارد، این منطقه، منطقه مقاوم نامیده می‌شود.

یکی از جنبه های مشخصه ساختمانهای خاک مسلح این است که مرز بین دو منطقه محرک و مقاوم اساساً به حسب شکل هندسی ساختمان و فشارهای وارد بر آن و تغییر شکل زمین زیر آن و اصطکاک بین خاک و جوشن ها قابل تغییر و تحول است.

از آنچه گذشت می‌توان نتیجه گرفت که ابنیه خاک مسلح اصولاً "بناهایی حجیم و سنگین می‌باشند که جزءتشکیل دهنده اصلی آن خاک است و بنابراین قابلیت تغییر شکل پذیری آنها در مقایسه با دیگر بناها مثلاً "بتنی یا سنگی بسیار زیاد است. در نتیجه خطر انهدام بناهای خاک مسلح در اثر ضربه و ارتعاش کمتر از بناهای سنتی است (احتمال گسیختگی ترد برای آنها وجود ندارد).

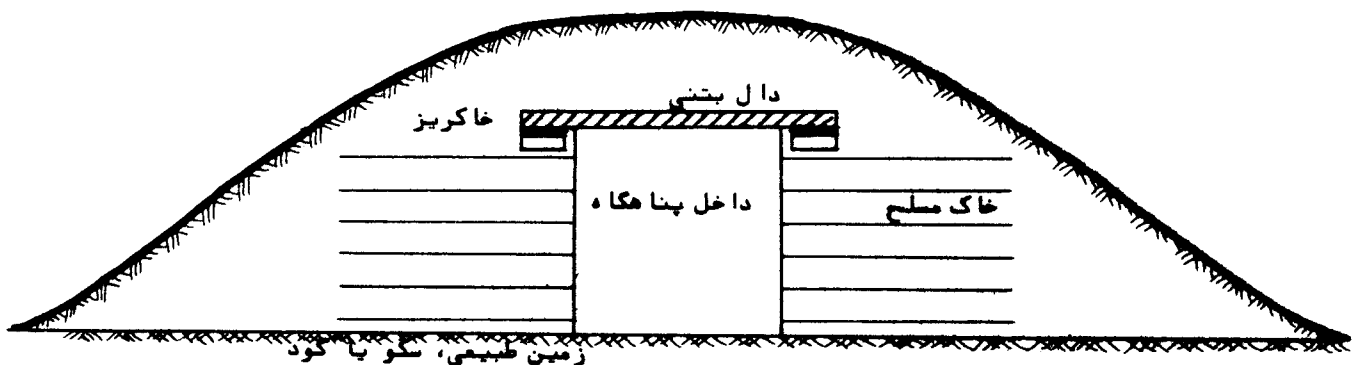
با توجه به این اصل که احجام قابل ملاحظه خاک

را تایید می‌نمایند و خاک مسلح را به عنوان یکی از بهترین راه حلها برای انجام مقاصد دفاعی نظامی معرفی می‌کنند. در این مورد می‌توان از پناهگاه‌های خاک مسلح در جزایر اقیانوس کبیر محل آزمایشهای هسته‌ای فرانسه و نیز در آلمان غربی نام برد.

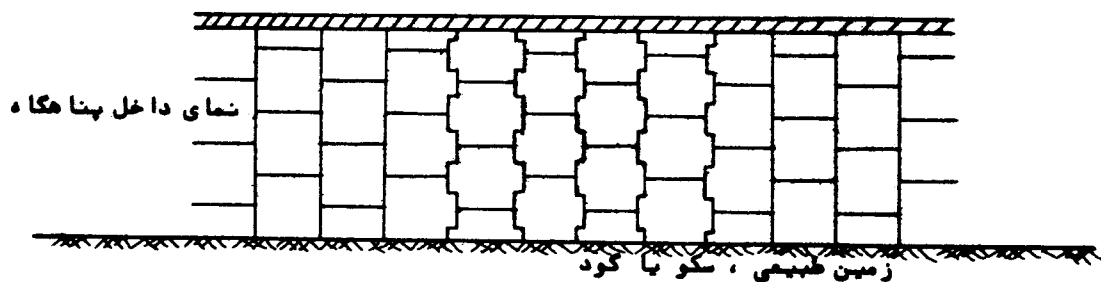
می‌توان گفت که انواع گلوله به هنگام نفوذ در خاک بسرعت قابلیت انهدام خود را از دست می‌دهند و از طرف دیگر ارتعاشات ناشی از ضربه گلوله نیز سریعاً " در داخل خاک مستهلک می‌شوند.

بررسی های متعددی که در مورد مقاومت ابنیه خاک مسلح در برابر ضربه و ارتعاشات بعمل آمده نیز مطالب فوق

برش عرضی :



برش طولی :



ارتفاع آزاد داخل پناهگاه $3/5$ تا 4 متر

عرض پناهگاه 4 تا 5 متر

طول پناهگاه نامحدود

ضخامت دال بتنی سقف متغیر و تابع نوع بتن مسلح ساده یا پیش‌تنیده و ارتفاع خاکریز در بالای آن

ارتفاع خاکریز روی سقف بیش از $2/5$ متر

شیب شیروانی های خاکریز حداکثر $1:3$ هر قدر شیب ملایم تر باشد بیشتر به استتار کمک می‌کند.

شکل ۲- نمایش ساده شده یک پناهگاه خاک مسلح و شکل ظاهری آن در زیر خاکریز.

که سطح آب زیر زمینی بالا است و یا خطر زیر آب رفتن زمینهای محل موجود است می توان کف پناهگاه را بر روی سکوی از مصالح زهکش و در سطحی بالاتر از خطر بنا کرد. در هر صورت شرایط ناتراوا کردن کف و دیوارهای پناهگاه در هر طرح باید بصورت حالت خاص مورد بررسی قرارگیرد.

۴- کاربرد خاک مسلح در حفاظت از مخازن سوخت اصولاً، در استانداردهای مربوط به ساختن مخازن سوخت، محدودیتی از نظر ساختن حفاظ در اطراف آنها وجود دارد. این محدودیت ایجاب مینماید که در مخزن سوخت یک دیوار طوری ساخته شود که اگر بعلتی مخزن سوراخ شده و مواد داخل آنها خارج گردیدند، از دیوار مزبور خارج نشده و محیط را آلوده نکرده و خطر را افزایش ندهند. این قید حتی برای مخازن سوخت کارخانه های بزرگ نظیر کارخانه های جدید سیمانی که مصرف روزانه سوخت آنها و حجم مخازنشان قابل ملاحظه می باشد باید مراعات شود (که متأسفانه اغلب نمی شود) تا چه رسد به مخازن بزرگ شهرها، پالایشگاهها و غیره.

یکی از دلایل عمده آسیب پذیری مخازن سوخت باز بودن زاویه تیر رس آنها به مقدار حداکثر است. باین معنی که مخازن سوخت در یک منطقه مسطح تحت زاویه ای برابر ۱۸۰ درجه در معرض حمله و در نتیجه آسیب و انهدام قرار گرفته اند. به همین دلیل است که در مناطق کوهستانی سعی می شود که مخازن سوخت حتی المقدور بوسیله موانع طبیعی حفاظت شوند تا حملات هوایی به آنها غیر ممکن یا حداقل بسیار دشوار باشد.

از آنچه گذشت می توان نتیجه گرفت که بوجود آوردن شرایط در مناطق مسطح بوسیله روشهای متداول ممکن است از آسیب پذیری مخازن سوخت در این مناطق بکاهد. یکی از پرثمرترین روشهای استتار مخازن سوخت و آسیب ناپذیر کردن آنها استفاده از تکنیک خاک مسلح است. باین ترتیب که در فاصله ای از جدار مخازن، که این فاصله تابع شرایط فنی استفاده از مخازن و کاربرد آنهاست، در حول آنها دیوار خاک مسلح به ارتفاع مورد لزوم بنا می نمایند و دیوارها در قسمت خارجی به خاکریزهای کم و بیش مرتفع ختم می شوند. این خاکریزها در برابر ضربه (راکت و گلوله توپ) مقاوم هستند و بنابراین می توان گفت که آسیب پذیری مخازن کاهش یافته و منحصر به سقف آنها می شود. از طرف

۲- قابلیت استتار

با توجه به این امر که پناهگاههای خاک مسلح را می توان در سطح زمین طبیعی و یا زیر زمین بنا کرد و با در نظر گرفتن پستی و بلندی طبیعی منطقه ظاهر آنها کاملاً با طبیعت موجود هماهنگ نمود استتار این نوع پناهگاهها بسیار سهل و آسان است.

علاوه بر این چون هیچ گونه قسمت ساخته شده ای از بالا و خارج پناهگاه مشهود نیست این امر خود به مخفی نگاه داشتن بنا کمک خواهد کرد.

۳- سرعت اجرا

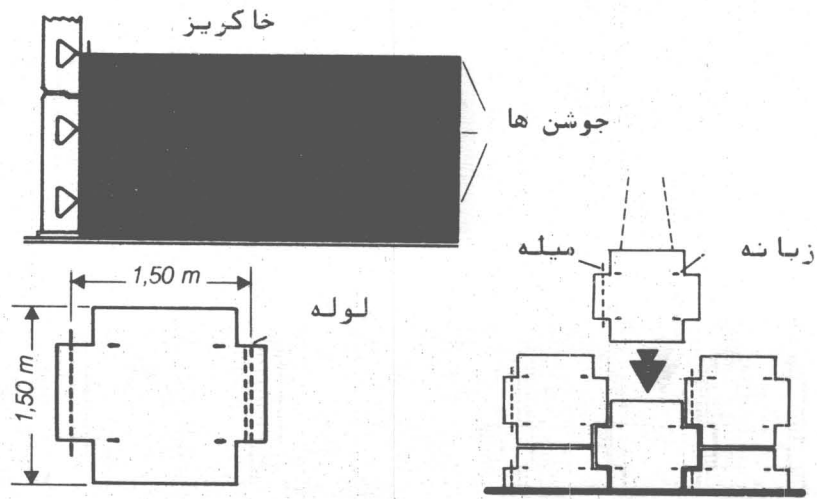
یکی از بارزترین خصوصیات خاک مسلح سرعت اجرای آن است که در شرایط مساعد از نظر تامین مصالح خاکی می توان تا روزانه یکصد متر مربع نمای خاک مسلح اجرا نمود بعبارت دیگر در ظرف یکروز می توان دیوارهای پناهگاهی به ارتفاع ۴ متر و طول ۱۲ متر را بنا نمود و در صورتیکه دال بتنی سقف آن نیز قبلاً آماده شده باشد کلیه عملیات ساختمانی و خاکریزی جهت استتار را می توان در کمتر از ۱۵ روز با تمام رسانید.

کلیه قطعات مربوط به خاک مسلح و نیز سقف بتنی را می توان در محلی امن و دور از محل پناهگاه ساخته و آماده نمود و در محل فقط عملیات نصب و اجرای بنا را بانجام رسانید.

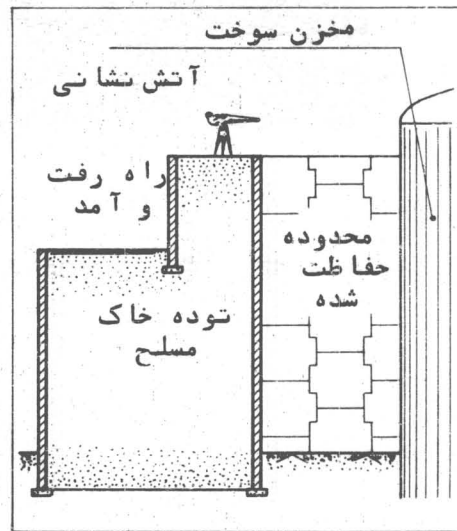
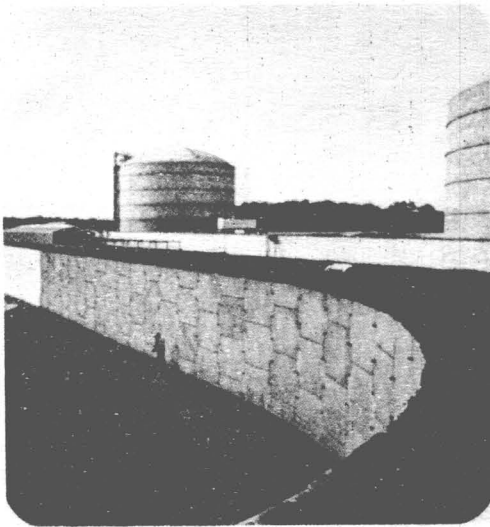
۴- پیش ساختگی

همانطور که در بالا به آن اشاره شد قسمت اعظم لوازم خاک مسلح را می توان قبلاً آماده نمود و بصورت قطعات ساخته شده به محل حمل کرد. قطعات بتنی دیوارها مطابق شکل ۳ در یک کارگاه بتنی و یا کارخانه پیش ساختگی ساخته می شوند. جوشن ها در انبار و یا کارگاه به اندازه معینی بریده شده و سوراخ می شوند و بالاخره سقف بتنی بصورت قطعات پیش ساخته تهیه می گردد.

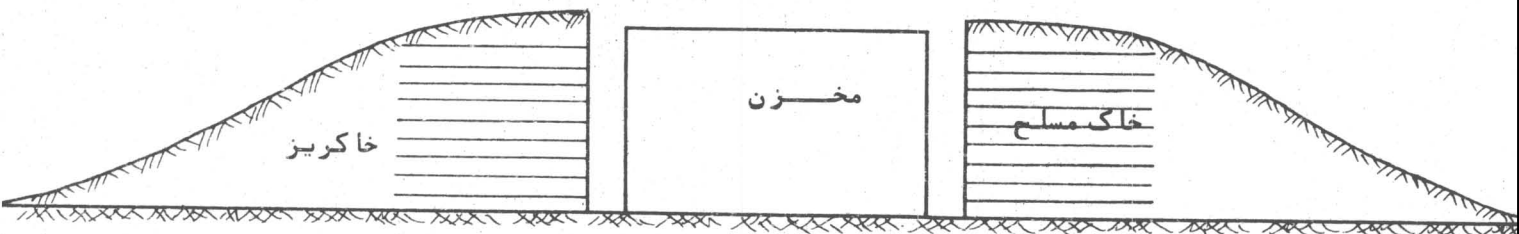
پناهگاههای خاک مسلح را می توان از سطح زمین طبیعی و یا بر روی سکوی خاکریزی و یا پس از گودبرداری در عمق مناسب با شرایط محلی بنا نمود. این امر خود موجب می شود که مسایل مربوط به سطح آبهای زیر زمینی و احياناً "نشت آب و نفوذ رطوبت از کف منتفی شود. مثلاً "در شرایطی



شکل ۳- نمایش ساده عناصر تشکیل دهنده خاک مسلح



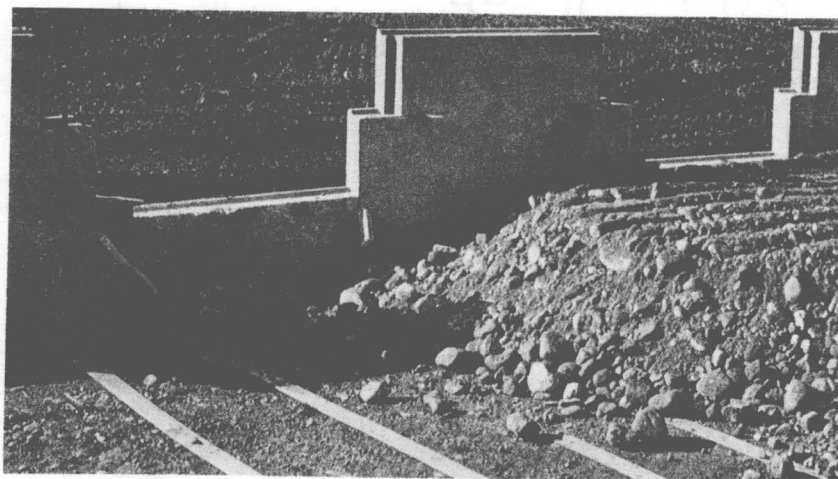
شکل ۴ - حفاظت مخازن سوخت



شکل ۵ - حفاظت از مخازن سوخت -- حالت خاکریز خارج محوطه

برای خاکریز می‌توان در این قسمت نیز دیوار خاک مسلح بنا نمود که خود در برابر ضربه و انفجار مقاوم است. اجرای این نوع دیوارها بسیار سریع است و نیازی به پی‌کنی و گود برداری ندارد.

دیگر در صورت انفجار مخازن دیوارهای حفاظتی خاک مسلح مانع تاثیر انفجار و سرایت آن بر تاسیسات جنبی مخازن مورد حمله و منفجر شده خواهد بود. اشکال ۵ و ۴ برش مخزن سوخت و بنای خاک مسلح در کنار آنرا نشان می‌دهد. در صورت عدم وجود فضای کافی در قسمت خارجی



شکل ۶ - خاک، قطعات بتنی و جوشنها اجزاء خاک مسلح

فهرست منابع

- 2- Etude des voûtes en terre armée, C. Behnia, rapport de recherche No 26, Laboratoires des ponts et chaussées France Mars 1973.
- 3- Etude du comportement du matériau terre armée, F.Schlosser, N.T.Long, annales de l'I.T.B.T.P. sup.No 304 Avril 1973.
- 4- La terre armée dans le génie civil, F.Schlosser, Archiwum hydrotechniki, tome 21 Nadbitka 1974.
- 5- Note de la S.N.C.F. sur la terre armée, application aux chemins de fer 1975.
- 6- Les ouvrages en terre armée, Recommandations et règles de l'art.Ministère des transports, direction des routes et de la circulation routière, France Septembre 1979.
- 7- Comportement des voûtes en terre armée, C.Behnia, N.T. Long, C.R. Colloque International sur le renforcement des sols. Paris Mars 1979.

۱- خاک مسلح
ترجمه کامبیز بهنیا
نشریه دانشکده فنی شماره ۳۱.