بررسی استفاده از مصالح بادی در خاکریزی اطراف خطوط لوله شبکه های آبیاری و زهکشی در دشت های عین خوش- فکه

جعفر مامی زاده[1]*، ضیاء عزیزبیگی

استادیار و مدیر گروه مهندسی آب دانشگاه ایلام؛

jafar_mami@yahoo.com

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر؛

Za5918@yahoo.com

چکیده

بحث خاکریزی و تأمین مصالح خاکریزی در پروژه های آبیاری و زهکشی از نظر فنی و اقتصادی بسیار مهم است، در پروژه خطوط لوله عین خوش- فکه با 230 کیلومتر لوله فایبرگلاس تأمین حجم خاک برای خاکریزی اطراف لوله یک چالش است، لوله فایبرگلاس شکننده است و خاکریزی اطراف آن بخصوص در لایه های پایین بسیار مهم است، با توجه به وفور مصالح ماسه بادی در منطقه، در این تحقیق این مصالح در خاکریزی اطراف لوله مورد استفاده قرار گرفته و در آزمایشات جداگانه به صورت های مختلف از جمله تراکم با استفاده از کمپکتور یا تراکم به روش غرقاب ،مصالح متراکم شدند، نتایج نشان داد که می توان مصالح ماسه بادی با ریز دانه کمتر از 12 درصد را به روش غرقابی ضمن صرف زمان کمتر و راندمان کار بالاتر تا درصد تراکم بالای 85، متراکم نمود، در بخش دیگر از این تحقیق، تاثیر اختلاط مصالح رسی با ماسه بادی به منظور تامین عمق ترانشه برای خاکریزی مورد بررسی قرار گرفته است، نتایج نشان داد که افزودن ماسه بادی به مصالح رسی باعث کاهش درصد املاح مختلف مانند گچ، کلر و سولفات شده، ضمن اینکه جرم مخصوص نیز افزایش پیدا می کند، همچنین با توجه به نشانه خمیری خاک و چگالی، کیفیت این مخلوط ها جهت خاکریزی مناسب می باشد.

واژه های کلیدی : روش غرقاب، کمپکتور، لوله فایبرگلاس ، ماسه بادی، خاکریزی، غرقاب.

مقدمه

استفاده از مصالح خاکی در عملیات اجرایی شبکه های آبیاری و زهکشی و متراکم نمودن خاک بسیار مهم بوده و این موضوع بخصوص در اجرای لایه های خاکریزی اطراف لوله های فایبرگلاس(G.R.P) که خاکریزی آنها نیاز به کنترل و دقت زیادی دارد، از اساسی ترین مسائل می باشد. خاکریزی اطراف این لوله ها بایستی در لایه های 15 سانتیمتری و تا حصول درصد

1. نویسنده مسؤل، آدرس: ایلام، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، کدپستی: 6931995335- صندوق پستی: 69315516

* دریافت: اسفند، 1390 و پذیرش: بهمن، 1391

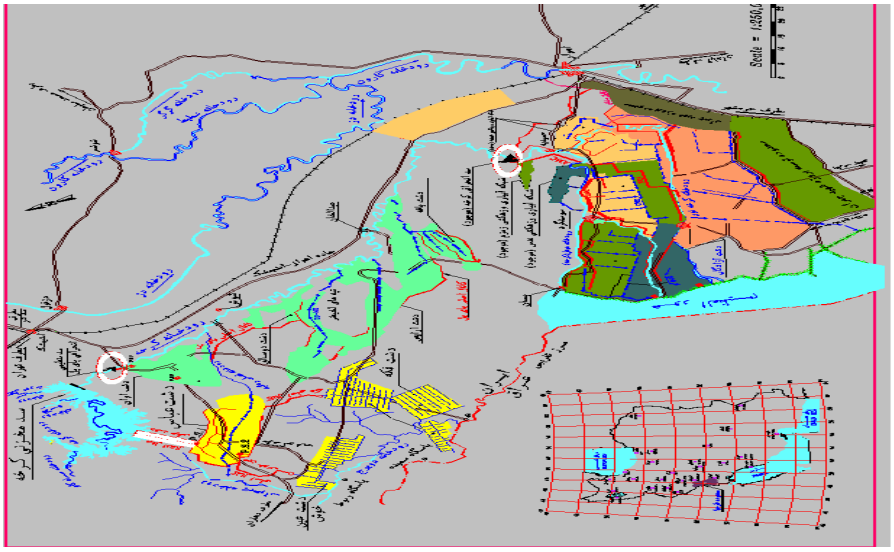
تراکم حداقل 85 درصد اجرا شوند. ضمن اینکه خاکریزی بایستی از بستر تا 30 سانتیمتر روی تاج لوله با مشخصات فوق الذکر انجام شود. برای اقتصادی نمودن یک پروژه باید خصوصیات تراکمی خاکهای مختلف را تحقیق نموده و حتی الامکان از مصالح موجود در منطقه استفاده گردد. مصالح خاکریزی اطراف لوله ها به شش دسته تقسیم می شوند:

گروه A : شامل سنگ شکسته با مصالح ریز دانه کمتر از 12 درصد. گروه B : ماسه، با مصالح ریزدانه کمتر 12 درصد. گروه C : ماسه لای دار، 35%- 12 ریزدانه، 40% > LL (LL حد روانی خاک). گروه D : ماسه لایی یا رسی، 50- 35% ریزدانه، 40% > LL . گروه E : لایی رسی یا ماسه ای،50- 70% ریزدانه،40% > LL . گروه F : خاک ریزدانه با پلاستیسیته اندک، 40% > LL . طبق استاندارد، مصالح گروه A بهترین مصالح جهت خاکریزی اطراف لوله می باشند. سپس گروه های B و C و D و E و F قرار دارند. میر ابوالقاسمی و دهقان(1384) منابع و مسائل تأمین خاک مناسب خاکریزی در جنوب دشت خوزستان را مورد بررسی قرار دادند آنها برای کاهش یا از بین بردن ترک های لایه خاکریزی ناشی از مصالح رسی، اختلاط این خاک ها را با مصالح ماسه بادی منطقه مورد توجه قرار دادند. صیاحی و مستوفی زاده (1386) اثرات و مشکلات تنوع خاکهای مصرفی در خاکریز کانالهای انتقال و اصلی طرح هندیجان را بررسی نمودند. نجیمی ورزنه و رجایی (1387) روش های موجود تثبیت خطوط لوله های مدفون در محیط ها ی اشباع را مورد بررسی قرار داده و در نهایت روش نوینی(استفاده از ژئوتکستایل) به منظور استقرار لوله ها در محیط ها ی اشباع را ارائه نمودند. اقبالی و مکوندی (1387) منابع تامین خاک مناسب خاکریزی درجنوب شرقی دشت خوزستان را در پروژه RMC هندیجان بررسی کردند. فقهی و شریفی (1387) با انجام آزمایش هایی به این نتیجه رسیدند که بکارگیری همزمان غلطک های صاف و پاچه فیلی در مقایسه با استفاده از هرکدام به تنهایی در خاکریزی های با درصد بالای سیلت (50تا60درصد) ، نتایج بسیار مطلوبی در تراکم خاک دارند. صالحی(1388) عملیات و مشکلات اجرایی خاکریزی در پروژه کانال اصلی دشت عباس را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. از جمله راهکارهای مورد استفاده در این پروژه جهت کنترل رطوبت بهینه، انجام رطوبت دهی در محل منبع قرضه، کوتاه کردن طول باند خاکریزی و انجام عملیات پخش و تراکم لایه در ساعات خنک روز و شب می باشد. خیاط و همکاران (1389) با انجام تحقیقاتی در منطقه خوزستان و در قسمتهای دارای ماسه بادی زیاد، اجرای کانال در این زمین ها را مورد بررسی قراردادند و روشهای تثبیت با آهک و اختلاط با خاک چسبنده را مورد مقایسه قراردادند. دریایی و کاشفی پور (1390) تاثیر افزایش ماسه بادی بر روی خصوصیات مقاومتی خاک های رسی را مورد بررسی قرار دادند. خاک در نسبت های اختلاط مختلف به صورت همزمان با درصدهای صفر،3، 5، 7 و 9 آهک و صفر، ۵،۱۰ و 15درصد ماسه بادی مخلوط و در هر نسبت اختلاط اقدام به تهیه نمونه با استفاده از روش تراکم استاتیکی گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد کاربرد ماسه بادی با آهک می تواند خصوصیات خصوصیات مقاومتی خاک را به نحو چشمگیری افزایش دهد. چو و ویپولاناندان (2004) رفتار لوله های پی وی سی انعطاف پذیر را با مصالح ماسه ای به عنوان خاکریزی روی لوله مورد مطالعه قرار دادند. مک گراد و شارف (2005) به ارزیابی کارگذاری لوله های فایبرگلاس تحت مصالح مختلف خاک های منطقه مورد مطالعه به عنوان خاکریزی اطراف لوله پرداختند. کاواباتا و همکاران (2006) تستهای صحرایی مختلفی را به منظور ارزیابی مصالح خاکریزی روی لوله های آبیاری مدفون در زمین در کشور ژاپن انجام دادند. جنس مصالح خاکریزی

مخلوط خاک و سیمان تا عمق های مختلف روی لوله بود. شارما و همکاران (2011) رفتار لوله های فولادی با قطر بالا را در منطقه تگزاس آمریکا مورد مطالعه قرار دادند. ابتدا مشخصات مصالح خاکریزی روی لوله که از خاک های منطقه بود در آزمایشگاه تعیین شد و سپس تا عمق معینی روی لوله قرار داده شد و در نهایت تغییرات قطر لوله تحت بارهای مختلف بررسی گردید. وو و لین (2011) به بررسی آزمایشگاهی رسوبات ته نشین شده در مخازن سدهای تایوان به عنوان مصالح خاکریزی در عملیات عمرانی پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که می توان از رسوبات ته نشین شده و خارج شده از سد استفاده مجدد نموده و برای خاکریزی استفاده نمود. با توجه به بررسی منابع مشخص است که مطالعات محدودی در خصوص استفاده از مصالح ماسه بادی به عنوان خاکریزی روی لوله انجام شده که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار می گیرد.

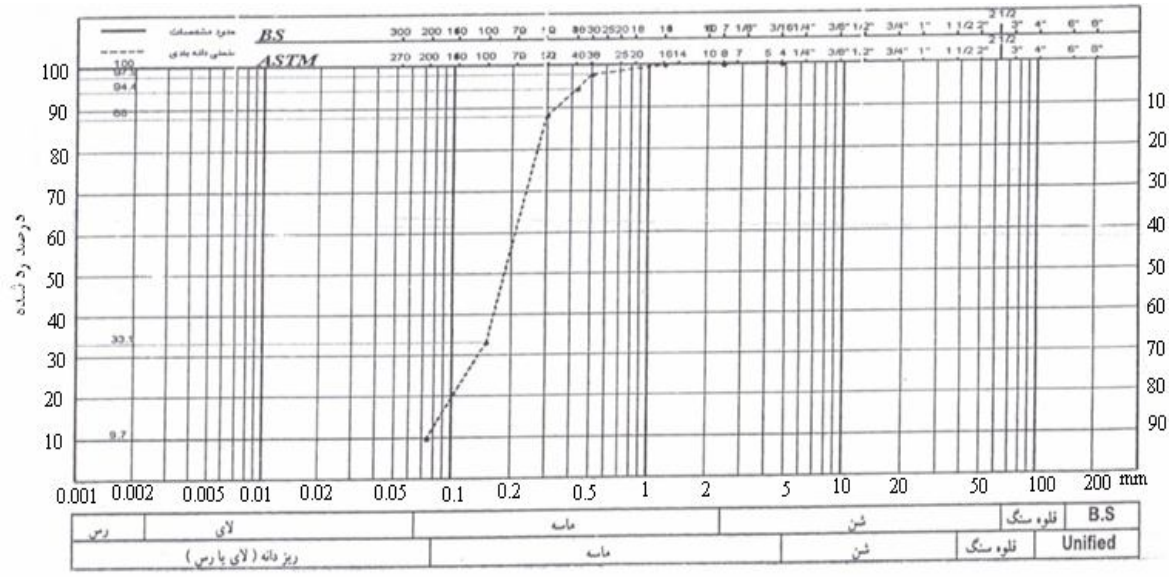
مواد و روشها

پروژه خطوط لوله عین خوش- فکه جهت طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار در منتهی الیه جنوبی استان ایلام قرار دارد که حدود 230 کیلومتر لوله فایبرگلاس از اندازه 2200 تا 400 میلیمتر در آن اجرا می شود. با توجه به حجم بالای مصالح خاکی مورد نیاز جهت خاکریزی اطراف لوله ها و تامین عمق ترانشه جهت کارگذاری لوله ها و با توجه به وفور مصالح ماسه بادی در منطقه راههایی جهت استفاده از این مصالح مورد بررسی قرار گرفته است. شکل(1) سیمای کلی محدوده شبکه های آبیاری و زهکشی فکه و عین خوش را نشان می دهد.



شکل 1- سیمای کلی محدوده شبکه های آبیاری و زهکشی فکه و عین خوش

در بخش اول این تحقیق با انجام آزمایشات مختلف دانه بندی و تراکم، روشهای استفاده از مصالح ماسه بادی جهت خاکریزی اطراف لوله ها بررسی شده است. از مصالح ماسه بادی واقع در مجاورت مسیر F2-MP کیلومتر حدود 1+000 نمونه گیری بعمل آمد. سپس آزمایش دانه بندی بر روی این مصالح انجام گرفت که نتیجه آزمایش دانه بندی در شکل (2) آورده شده است.



شکل 2- منحنی دانه بندی مصالح ماسه بادی

همانطور که ملاحظه می شود این مصالح بیشتر درگروه های B و C قراردارند یعنی با ریز دانه کمتراز 12 درصد یا بین 12 تا 35 درصد ریز (1) پس از انجام آزمایش دانه بندی، مصالح ماسه بادی در خاکریزی اطراف لوله فایبرگلاس استفاده گردید. ابتدا مصالح در یک لایه 15 سانتیمتری پخش و رگلاژ شده سپس با استفاده از تانکر اقدام به آبپاشی لایه گردید و سپس بوسیله کمپکتور دستی لایه اجرا شده، 4 پاس کوبیده شد. پس از تراکم لایه، جهت تعیین تراکم نسبی از لایه اجرا شده 5 مورد نمونه گیری به عمل آمد. پس از تعیین حجم چاله ها، نمونه های خاک جهت تعیین درصد رطوبت و تعیین چگالی حداکثر آزمایشگاهی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در این تحقیق روش کمپکتور و روش غرقاب لایه از نظر تراکم مورد مقایسه قرار می گیرد. روش انجام تست تراکم به این ترتیب است که با مراجعه به محل، با حفر چاله ای از لایه اجرا شده نمونه گیری به عمل می آید. حجم چاله تعیین شده و جرم مخصوص تر خاک چاله نیز اندازه گیری می شود و پس از انتقال خاک ها در ظروف بسته به آزمایشگاه نسبت به خشک کردن خاک و تعیین درصد رطوبت اقدام می شود. سپس جرم مخصوص خشک خاک محل از رابطه (1) بدست می آید:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega} \quad (1)$$

چگالی حداکثر آزمایشگاهی نیز با روش پروکتور استاندارد محاسبه گردید. پس از تعیین چگالی حداکثر آزمایشگاهی، درصد تراکم از رابطه (2) تعیین گردید:

$$S_r = \frac{\gamma_{d\,(in\ situ)}}{\gamma_{d\,(lab)}} \times 100 \quad (2)$$

در بخش دیگری، از این تحقیق به منظور خاکریزی جهت تامین عمق ترانشه و کار گذاری لوله، خاک های رس مختلف جهت ترکیب با مصالح ماسه بادی، مورد آزمایش قرار گرفتند. در این حالت نیز با توجه به حجم بالای خاکریزی باید برای کاهش فاصله محل مصالح خاکریزی و اقتصادی نمودن پروژه حتی الامکان از مصالح موجود در محدوده طرح یعنی مصالح ماسه بادی استفاده نمود.

بحث و نتایج

استفاده از مصالح ماسه بادی در خاکریزی اطراف لوله های فایبرگلاس

نتایج آزمایش های تراکم در محل و آزمایشگاه به منظور خاکریزی اطراف لوله های فایبرگلاس با مصالح ماسه بادی و درصد ریز دانه حدود 17 درصد به ترتیب در جداول 1 و2 آورده شده است. آزمایش در چند مورد دیگر نیز انجام و نتایج تقریباً مشابهی به دست آمد.

جدول 1- نمونه های تراکم در محل

شماره آزمایش	درصد رطوبت	چگالی خشک (gr/cm^3)
1	6/7	1/67
2	3/5	1/57
3	6/8	1/56
4	12/8	1/60
5	5/7	1/48

جدول 2- نمونه های تراکم آزمایشگاهی

	تراکم محل			تراکم آزمایشگاهی		
شماره آزمایش	چگالی خشک (gr/cm^3)	درصد رطوبت	حداکثر چگالی خشک (gr/cm^3)	رطوبت بهینه	درصد تراکم
6	1/67	6/7	1/82	8/6	92
7	1/57	3/5	1/82	8/6	86
8	1/56	6/8	1/82	8/6	86
9	1/60	12/8	1/82	8/6	88
10	1/48	5/7	1/82	8/6	81

با توجه به جداول 1 و 2 مشاهده می شود که درصد تراکم بین 88 تا 92 درصد(غیر از آزمایش شماره 10 که درصد تراکم برابر 81 است) می باشد. رطوبت بهینه در محل بین 3/5 تا 12/8 و رطوبت بهینه آزمایشگاهی برابر 8/6 بدست آمد. بنابراین نتیجه مطلوب که درصد تراکم بالای 85 درصد می باشد، بدست آمده است ولی در روش تراکم توسط کمپکتورهای دستی احتمال صدمه به لوله وجود دارد. همچنین به دلیل نیاز به زمان جهت تعیین درصد تراکم و وقت گیر بودن آن راندمان کار پایین می آید. لذا تصمیم گرفته شد روش غرقاب لایه جهت حصول تراکم مورد آزمایش قرار گیرد. در این روش از یک نمونه ماسه بادی با درصد عبوری الک 200 در حدود 25 درصد استفاده گردید. مصالح در یک لایه 15 سانتیمتری اجرا شده و جهت تسهیل در رطوبت دهی و اطمینان از غرقاب کل مصالح، کرتهایی به فواصل حدود 8 متر توسط کارگر ایجاد شد، سپس بوسیله تانکر آبپاش اقدام به رطوبت دهی لایه گردید تا لایه اجرا شده کاملاً غرقاب شود. پس از غرقاب، نسبت به انجام آزمایش تراکم اقدام به عمل آمد که نتایج آن به شرح جدول 3 می باشد.

جدول 3- نمونه های تراکم پس از غرقاب (ریزدانه 25 درصد)

شماره آزمایش	تراکم محل		تراکم آزمایشگاهی			درصد تراکم
	چگالی خشک(gr/cm^3)	درصد رطوبت	حداکثر چگالی خشک	درصد رطوبت بهینه		
11	1/51	6/3	1/86	11/3		81
12	1/45	7/6	1/86	11/3		78
13	1/59	9/4	1/86	11/3		85
14	1/47	7/9	1/86	11/3		79
15	1/56	7	1/86	11/3		84
16	1/40	10	1/86	11/3		75

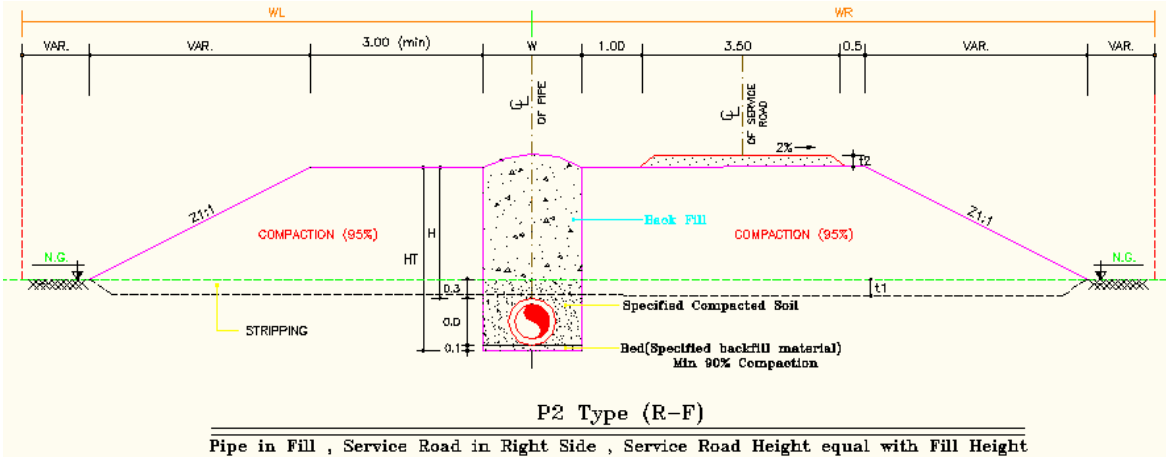
با توجه به درصدهای تراکم حاصله، همانطور که ملاحظه می شود نتیجه در بیشتر موارد کمتر از85 درصد می باشد و لذا نتیجه مطلوب حاصل نگردید. با توجه به توصیه های فلوتایت و درصد ریز دانه 25 درصد، احتمال داده شد که علت عدم حصول تراکم مربوط به درصد بالای ریزدانه باشد. لذا درآزمایشات دیگر، از مصالح ماسه بادی با درصد ریزدانه حدود 7 درصد استفاده شد. این مصالح در لایه 15 سانتی متری فقط غرقاب گردید و از دستگاه کمپکتور استفاده نشد. نتایج آزمایش تراکم حاصل از این روش به شرح جدول (4) می باشد. ملاحظه می شود مصالح مورد استفاده (ریزدانه کمتراز 12 درصد) به روش غرقابی نتیجه مطلوب را حاصل می نماید.

جدول 4- نمونه های تراکم پس از غرقاب(ریزدانه کمتر از 12 درصد)

شماره آزمایش	تراکم محل		تراکم آزمایشگاهی			درصد تراکم
	چگالی خشک(gr/cm^3)	درصد رطوبت	حداکثر چگالی خشک	درصد رطوبت بهینه		
17	1/58	6/8	1/79	10/8		88
18	1/68	8/5	1/79	10/8		94
19	1/75	6	1/79	10/8		98
20	1/62	9/4	1/79	10/8		91
21	1/68	9/5	1/79	10/8		94

خاکریزی جهت تامین عمق ترانشه قبل از ترانشه کنی

در بسیاری از مسیرهای محدوده طرح با توجه به پروفیل طولی خط لوله، عمق ترانشه کم است و برای تأمین عمق ترانشه قبل از ترانشه کنی می بایستی نسبت به خاکریزی در لایه های 15 سانتیمتری و با تراکم 95 درصد طبق مقطع عرضی(شکل 3) اقدام نمود.



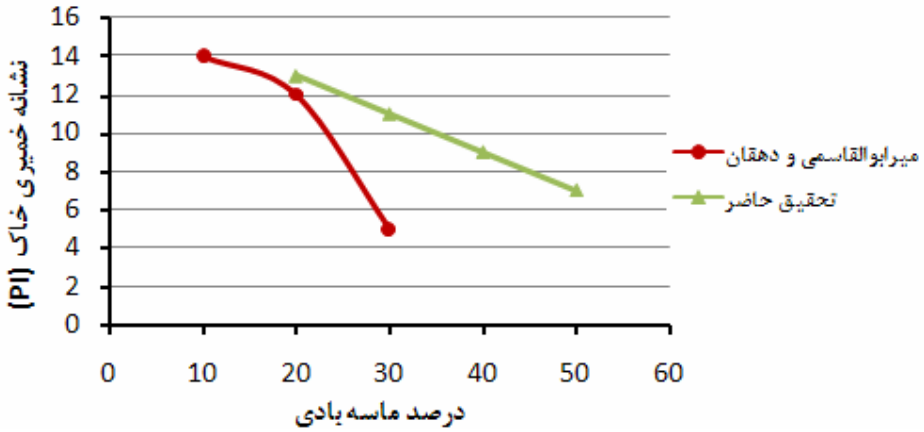
شکل 3- مقطع عرضی جهت تامین عمق ترانشه

بدین منظور مصالح پس از حمل به محل، توسط گریدر و تانکر آبپاش پخش و مخلوط شده و پس از رطوبت دهی یکنواخت، توسط غلطک کوبیده می شود. نوع غلطک بستگی به خاک مورد استفاده دارد. پس از اجرای مقطع عرضی فوق ، ترانشه کنی و متعاقب آن نصب لوله انجام خواهد شد. مصالح ماسه بادی چسبندگی ندارند لذا حتی الامکان بایستی با مصالح دارای چسبندگی یعنی خاک رس اختلاط گردند. همچنین با توجه به اینکه رسوبات ریز دانه رسی را سازند آغاجاری و واحد لهبری آن تشکیل می دهند و نظر به وجود رگه های گچ در این مصالح و نیز دارا بودن خاصیت تورمی آن، مصالح با مصالح ماسه ای یا مصالح درشت دانه مثل GW یا GP اختلاط گشته تا درصد گچ و نیز احتمال تورم کاهش یابد. به منظور تامین عمق ترانشه و کارگذاری لوله از ترکیب مصالح رسی و ماسه بادی استفاده شد. آزمایش دانه بندی وحدود اتربرگ روی منابع قرضه رسی انجام و نشانه خمیری خاک (PI) و درصد عبوری از الک نمره 200 بترتیب برابر با 22 و 97 درصد بدست آمد. سپس مصالح منابع قرضه رسی با ماسه بادی در درصدهای مختلف وزنی با هم اختلاط شدند. پس از اختلاط، آزمایش های دانه بندی و حدود اتربرگ روی این مصالح انجام شد (جدول 5). آزمایش حد انقباض بر روی چند نوع مصالح ریزدانه رسی انجام شد و حد انقباض به دست آمده بیانگر خاصیت تورمی پایین آنها است. از آنجایی که مصالح قبل از اختلاط مشکل تورم نداشتند لذا بعد از اختلاط تورم اندازه گیری نشد.

جدول 5- نتایج آزمایش حدود اتربرگ برای درصد های مختلف اختلاط ماسه بادی و رس

شماره آزمایش	اختلاط	LL	PI
22	70 درصد ماسه بادی + 30 درصد خاک رس دار	غیر قابل تعیین	NP
23	60 درصد ماسه بادی + 40 درصد خاک رس	غیر قابل تعیین	NP
24	50 درصد ماسه بادی + 50 درصد خاک رس	22	7
25	40 درصد ماسه بادی + 60 درصد خاک رس	24	9
26	30 درصد ماسه بادی + 70 درصد خاک رس	25	11
27	20 درصد ماسه بادی + 80 درصد خاک رس	31	13

اختلاط های (50 درصد رس + 50 درصد ماسه بادی) ، (60 درصد رس + 40 درصد ماسه بادی) و (70 درصد رس + 30 درصد ماسه بادی)، با توجه به اینکه نشانه خمیری مناسبی جهت خاکریزی دارند و امکان تراکم آنها توسط غلطک های پاچه فیلی تا 95 درصد وجود دارد، نسبت به سایر اختلاط ها مناسبترند. درصدهای ماسه بادی بیشتر از حدود 60 درصد به دلیل نداشتن نشانه خمیری خاک در اختلاط، از نظر تراکمی با مشکل مواجه بوده و هنگام تراکم از هم پاشیده می شوند و امکان استفاده از آنها وجود ندارد. در شکل 4 تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر روی نشانه خمیری خاک نشان داده شده است. با افزایش درصد ماسه بادی در خاک های رس مختلف، نشانه خمیری خاک کاهش یافته و نتایج محققین دیگر نیز موید این موضوع است.



شکل 4- تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر روی نشانه خمیری خاک

خاک های رس مختلف با مشخصات مطابق با جدول (6) جهت ترکیب با مصالح ماسه بادی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آزمایش تراکم اختلاط خاک های مختلف با مصالح ماسه بادی در جدول (7) آورده شده است.

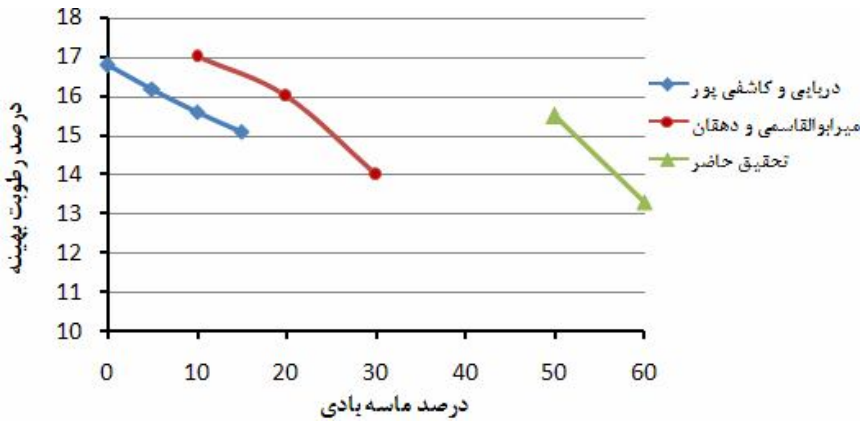
جدول 6- مشخصات خاک های مختلف قبل از اختلاط با ماسه بادی

شماره آزمایش	نوع خاک	درصد عبوری از الک 200	درصد ماسه	درصد شن	درصد رس	LL	PI	$\gamma_{d(MAX)}$ gr/cm^3	Wopt	درصدگچ caso4 2H2o	درصد کلر CL	درصد سولفات (So3)	حد انقباض
28	CL-a	80	20	0	16	40	16	1/67	17/2	7/15	0/097	3/2	20/2
29	CL-b	76	24	0	20	45	20	1/61	19/8	1/94	0/022	0/89	23/6
30	CL-c	73	27	0	24	38	15	1/64	20	1/69	0,027	0/55	21
31	CL-d	95	5	0	24	39	14	1/69	19	1/78	0/76	0	-
32	ML	82	18	0	16	38	12	1/67	19/7	4/47	0/87	2/06	-

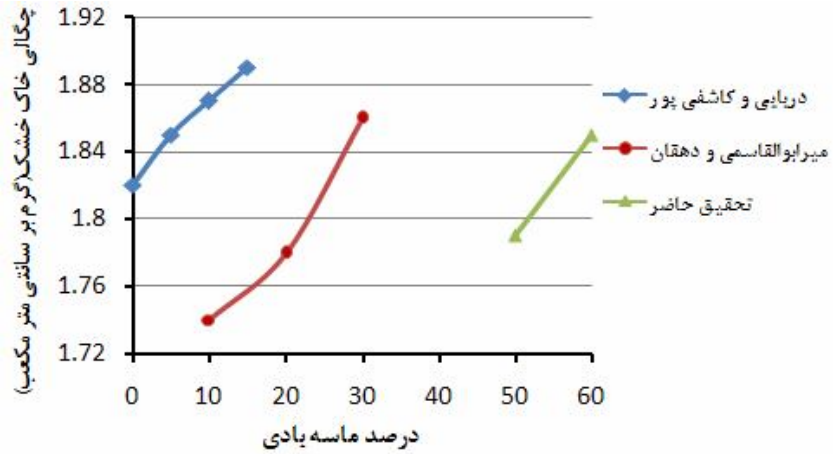
جدول 7- مشخصات خاک های مختلف پس از اختلاط با ماسه بادی

شماره آزمایش	ترکیب خاک		$\gamma_{d(MAX)}$ gr/cm^3	Wopt	درصدگچ مخلوط	درصد کلر مخلوط	درصد سولفات مخلوط
1	50% ماسه بادی	50% خاک CL-a	1/79	15/5	3/75	0/11	1/72
2	50% ماسه بادی	50% خاک CL-b	1/74	16/4	1/94	0/011	0/89
3	50% ماسه بادی	50%خاک CL-c	1/82	14	1/5	0/031	0/69
4	60% ماسه بادی	40%خاک CL-d	1/92	11/5	1/19	0/51	0/55
5	60% ماسه بادی	40%خاک ML	1/85	13/3	3/92	0/50	1/8

نتایج جدول (7) نشان می دهد که افزایش درصد مصالح ماسه بادی در خاک های مختلف به ترتیب باعث کاهش و افزایش رطوبت بهینه و چگالی خاک خشک می گردد. در اشکال 5 و 6 تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر روی درصد رطوبت بهینه و چگالی خاک خشک مربوط به تحقیق حاضر و سایر محققین آورده شده است که از نظر روند نزولی و صعودی بودن همخوانی مناسبی با هم دارند. لازم به ذکر است که محدوده درصد ماسه بادی در این تحقیق (بین 50 تا 60 درصد) با تحقیقات گذشته (بین صفر تا 30 درصد) متفاوت بوده اما تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر تغییرات درصد رطوبت بهینه و چگالی خاک خشک در یک راستا بوده است.

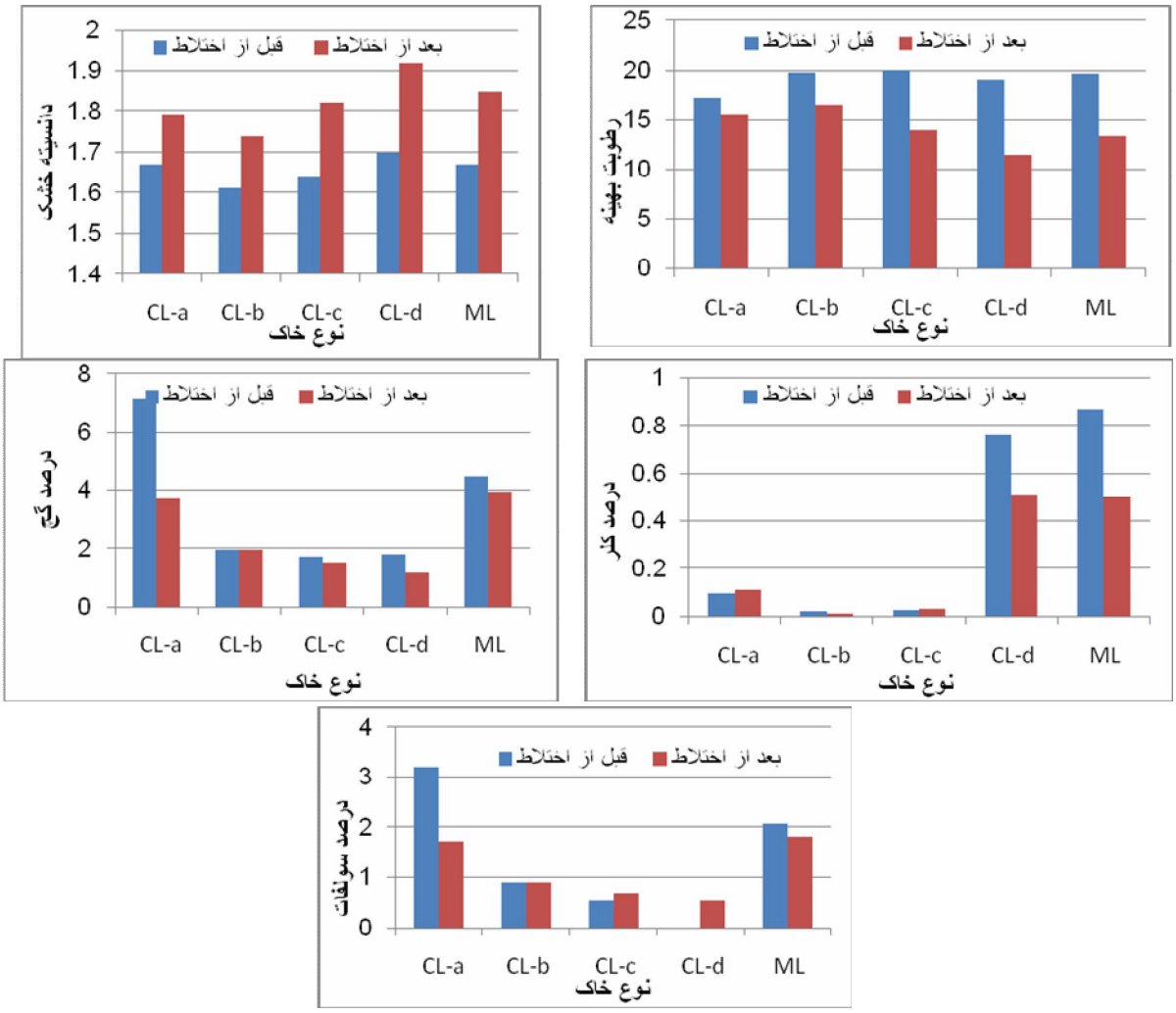


شکل 5- تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر روی درصد رطوبت بهینه خاک



شکل 6- تاثیر افزایش درصد ماسه بادی بر روی چگالی خاک خشک

در شکل (7) تاثیر اختلاط مصالح ریزدانه با ماسه بادی بر روی پارامترهای مختلف خاک ریزدانه نشان داده شده است. ملاحظه می شود که افزودن مصالح ماسه بادی به مصالح رسی باعث افزایش دانسیته خشک و کاهش درصد رطوبت بهینه، گچ، کلر و سولفات می شود. بر اساس نتایج بدست آمده، مخلوط های حاصله به لحاظ درصد املاح مختلف مناسب می باشند. همچنین با توجه به نشانه خمیری خاک و چگالی، کیفیت این مخلوط ها جهت خاکریزی مناسب می باشد. با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات تراکم و نیز نشانه خمیری خاک به نظر می رسد اختلاط 50 درصد رس و 50 درصد ماسه بادی (خاک CL-c)نتیجه مناسبتری خواهد داشت زیرا هم دارای نشانه خمیری خاک است و هم چگالی بالاتری را نتیجه می دهد. درصد ماسه بادی بیش از 50 در صد هرچند که دانسیته بالاتری را نتیجه خواهد داد ولی از آنجایی که باعث کاهش نشانه خمیری خاک می شود به لحاظ اجرایی قابل استفاده نیست.



شکل 12- تاثیر اختلاط مصالح ریز دانه با ماسه بادی بر روی پارامترهای مختلف خاک

نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

در این تحقیق از مصالح ماسه بادی به منظور تامین عمق ترانشه و خاکریزی اطراف لوله های شبکه آبیاری عین خوش- فکه مورد استفاده قرار گرفته است. دو روش کمپکتور و غرقاب لایه خاکریزی برای تراکم لایه های خاکریزی اطراف لوله های فایبرگلاس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایشات در حالت های مختلف خاکریزی نشان داد که با استفاده از روش غرقاب لایه می توان به تراکم 85 درصد با صرف مدت زمان کمتر رسید و استحکام مورد نظر را در اطراف لوله ها تأمین کرد. علت متراکم شدن این مصالح توسط روش غرقابی را می توان اینگونه توجیه کرد که با توجه به منحنی دانه بندی مشخص است اندازه ذرات بسیار نزدیک به هم بوده و به نظر می رسد عبور غلطک یا ارتعاش تأثیری بر متراکم شدن این مصالح ندارد. با توجه به حجم خاکریزی که از بستر تا سی سانتیمتر روی لوله نیاز است به لحاظ اقتصادی تاثیر فاصله حمل بسیار چشمگیر است. در صورت استفاده از مصالح شنی به طور متوسط 30 کیلومتر فاصله مصالح تا محل نصب لوله می باشد ولی در مصالح ماسه بادی این فاصله کمتر از 5 کیلومتر است. نتایج حاصله از آزمایشات تراکم و حدود اتربرگ نشان

داد اختلاط 50 درصد رس و 50 درصد ماسه بادی (خاک CL-c)به منظور خاکریزی برای تامین عمق ترانشه مناسب است زیرا هم دارای نشانه خمیری خاک است و هم چگالی بالاتر و غلظت املاح کمتری را نتیجه می دهد. درصدهای ماسه بادی بیش از 50 در صد هرچند که چگالی بالاتری دارند ولی از آنجایی که باعث کاهش نشانه خمیری خاک می شود به لحاظ اجرایی قابل استفاده نیست. اختلاط خاک رس و ماسه بادی جهت تامین عمق ترانشه روشی مناسب است ولی پیشنهاد می شود در لایه های آخر خاکریزی که نزدیک به رویه ی شنی است، از اختلاط مصالح رسی و شنی استفاده شود زیرا مصالح شنی به واسطه ی مقاومت برشی بیشتری که دارند جهت تردد مناسب تر خواهند بود.

منابع مورد استفاده

1. خیاط، ن. کادمی، ف و حلبی، ب.1389. روش های مختلف اجرا و ساخت کانالهای آبیاری در ماسه بادی. مجموعه مقالات دومین سمینار مسائل ژئوتکنیک شبکه های آبیاری و زهکشی.
2. دریایی،م و کاشفی پور،س. 1390. بررسی تاثیر افزایش ماسه بادی و آهک بر روی خصوصیات مقاومتی خاک های رسی. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد.جلد25، شماره2.
3. شرکت آب منطقه ای غرب.1383. گزارش مطالعات طرح انتقال آب و شبکه آبیاری و زهکشی عین خوش و فکه.
4. صالحی،ا. 1388 . عملیات و مشکلات اجرایی خاکریزی در پروژه های آبیاری و زهکشی. مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی.
5. صباحی، مسعود و مستوفی زاده، نسیم. 1386. اثرات و مشکلات تنوع خاکهای مصرفی در خاکریز کانال های انتقال و اصلی طرح هندیجان. دومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی.
6. فقهی، ف و شریفی، م.1387. انتخاب غلطک مناسب جهت احداث خاکریز با استفاده از خاکهای با درصد بالای سیلت (مطالعه موردی خاکریز طرح پرورش ماهیان سردآبی اندیمشک). اولین سمینار مسائل ژئوتکنیک شبکه های آبیاری و زهکشی.
7. میرابولقاسمی،ه و دهقان، د.1384. منابع و مسایل تامین خاک مناسب خاکریزی در جنوب دشت خوزستان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی.
8. نجیمی ورزنه، م و رجایی، ح.1387. بررسی آزمایشگاهی و صحرایی تثبیت خطوط لوله مدفون در زمین های اشباع. نشریه دانشکده فنی، دوره 42 ، شماره 4.
9. ASTM. 2008. Annual Book of ASTM Standards. Vol. 04.08, Soil and Rock, D560-D-599-D1633
10. Bowles, J.E.(1989). Physical and geotechnical properties of soils. McGraw-Hill Book
11. Cho, S and Vipulanandan, C. 2004. Behavior of Flexible Pipe with Sand Backfill in Trench Condition and Verification with Finite Element Method. ASCE Conf. Proc. doi:http://dx.doi.org/10.1061/40745(146)68
12. Company Inc., New York.
13. FLOWTITE.2010. Installation guide for buried pipes-AWWA

14. Kawabata, T; Mohri, Y; Tamura, H; Shoda, D and Oda,T(2006). Field Test for Buried Large Steel Pipes with Thin Wall. ASCE Conf. Proc. doi:http://dx.doi.org/10.1061/40854(211)78.
15. McGrath, T and Sharff, P.2005. Balancing Pipe and Backfill Requirements in Difficult Installation Conditions. ASCE Conf. Proc. doi:10.1061/40800(180)76
16. Sharma,j Najafi,M , Zheng, Z and J, A.2011. Laboratory Test of Statically - Loaded Large Diameter Steel Pipe with Native Backfill. ASCE Conf. Proc. doi:http://dx.doi.org/10.1061/41202(423)132
17. Vipulanandan, C. and Liu, J .2005.Field Study on Characterizing the Backfill Materials around Water Pipelines. ASCE Conf. Proc. doi:10.1061/40800(180)75.
18. Wu, J and. Lin, Y.2011. Experimental Study of Reservoir Siltation as CLSM for Backfill Applications. ASCE Conf. Proc. doi:http://dx.doi.org/10.1061/41165(397)125.