

## بررسی فنی اقتصادی احداث خاکریزها با خاک مسئله دار (مطالعه موردی ناحیه دو رامهرمز)

محمد رضا قبالی<sup>۱</sup>، فریدمقدم<sup>۲</sup>، محمدجهانشاهی<sup>۳</sup>

۱- رییس گروه مکانیک خاک و منابع قرضه دفتر فنی سازمان آب و برق خوزستان

۲- مدیر امور رسیدگی و نظارت دفتر فنی سازمان آب و برق خوزستان

۳- مدیر دفتر آب و خاک سازمان آب و برق خوزستان

### چکیده

بسیاری از مناطق جنوبی دشت خوزستان با فقر شدید خاک مناسب ریز دانه جهت خاک ریزی ها مواجه می باشند. واقع شدن شبکه در خاک های عموماً مسئله دار باعث شده است مصالح بستر تا عمق قابل توجه مسئله دار (انحلال پذیر و...) باشند. مثلاً درصد گچ در برخی نقاط پروژه رامهرمز تا حدود ۷۰ درصد وزنی مصالح رسیده که این موضوع احتمال وقوع انحلال رابه شدت تشدید می نماید. در همان سایت براساس مطالعات تحت الارضی ژئوتکنیک و آزمایشات فیزیک و شیمیایی مشاهده شد که پراکندگی گچ تقریباً در تمام محدوده شبکه بالاتراز حد مجاز ارزیابی می شود و نیاز است نسبت به حفظ سازه ها در این نوع زمینها تدابیری اندیشیده شود. در این مقاله سعی شده است از نظر فنی اقتصادی پذیرش ریسک تخریب کانال ها در حین بهره برداری (بدون اعمال روشهای تثبیتی و ترمیمی در زمان ساخت) با روشهای مختلف تعویض خاک، استفاده از شفته آهک و سیمان و..... مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: خاک های نامناسب، منابع قرضه، اختلاط خاک، خاک ریزی، خوزستان، دشت رامهرمز

## مقدمه

دشت خوزستان دشت وسیعی است که در کناره جنوب غربی زاگرس چین خورده قرار گرفته است این دشت توسط رسوبات ضخیم آبرفتی پوشیده شده و نهشته های قدیمی از نظر دور مانده است. اطلاعاتی که از حفاری های چاه های نفتی و اکتشافات ژئوفیزیک بدست آمده نشان داده است که نهشته های قدیمی از سازند های دوران دیرینه زیستی تا ترسیری در زیر نهشته های آبرفتی وجود دارد. رسوبات آبرفتی دشت خوزستان عمدتاً از تخریب و فرسایش نهشته های سازند میشان، آغاجاری و بختیاری حاصل شده اند.

کوههای احاطه کننده طرح که دارای ترکیب سنگهای رسوبی است و از نهشته های سازند های گچساران و میشان و آغاجاری و بختیاری تشکیل شده است. ارتفاعات شامل بلندی های گچی سازند گچساران و تپه ماهور های بخش لهبری و سازند بختیاری است. روند گوهها شمال غرب به جنوب شرق است. قله های تیز و کله قندی و پرتگاه در حواشی پروژه دیده نمی شود. به علت وجود گچ و آهک حفره هایی در سطح دیده می شود. شکل عمومی دره ها به صورت ۷ است. تجربه های بدست آمده از پروژه های اجرا شده در استان خوزستان نشان می دهند گاهی تامین خاک مناسب برای خاک ریزی بسیار دشوار می باشد. این مسائل نه تنها در پروژه مورد نظر، بلکه در اغلب پروژه هایی که در دشت خوزستان اجرا می شوند کاملاً مشهود و در خور توجه است. (۱)

## سیمای طرح

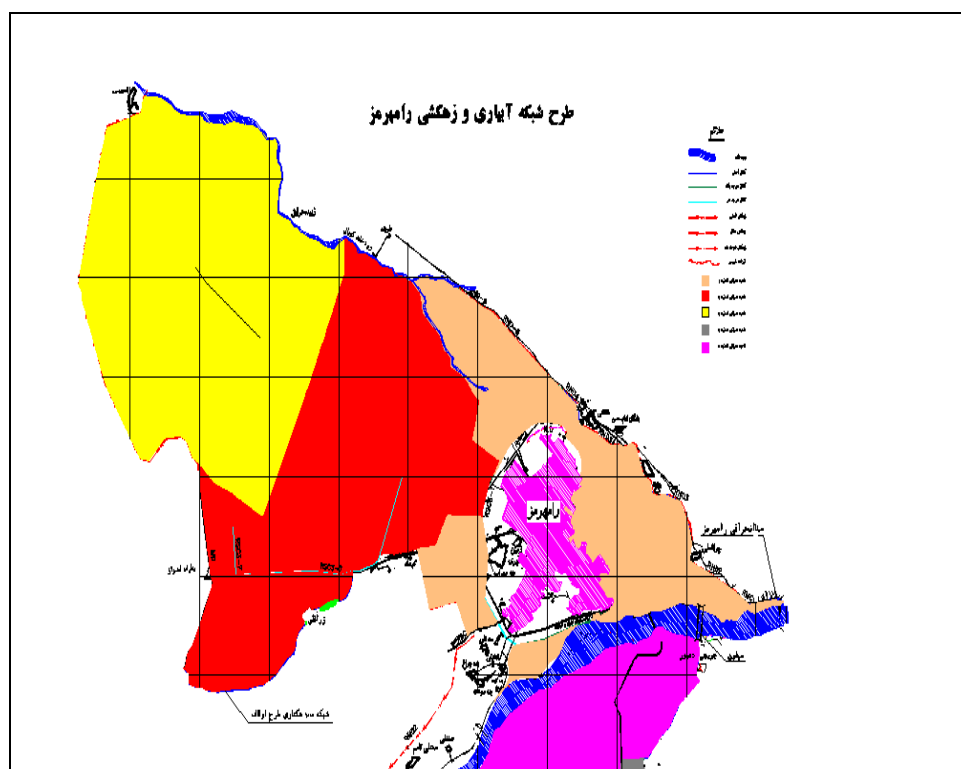
شبکه آبیاری و زهکشی رامهرمز به مساحت ۲۷۵۶۹ هکتار در جنوب غربی استان خوزستان بین عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی واقع گردیده است. رودخانه اله که منبع اصلی تامین کننده آب آبیاری اراضی می باشد، از گوه های واقع در شمال شرقی منطقه سرچشمه می گیرد از میان این دشت عبور کرده و آن را به دو منطقه (چپ و راست) تقسیم می کند.

این رودخانه پس از مشروب کردن اراضی این دشت به رودخانه مارون ملحق می گردد و رودخانه جراحی را تشکیل می دهند. شبکه رامهرمز شامل پنج ناحیه عمرانی است که سه ناحیه آن در سمت راست و دو ناحیه آن سمت چپ رودخانه اله واقع شده است. (۱)

شبکه آبیاری اراضی رامهرمز به صورت ثقلی و با استفاده از سد انحرافی رامهرمز که در حدود ۴ کیلومتری پایین دست روستای چم لیشان و حدود ۲۲ کیلومتری پائین دست سد مخزنی جره تامین آب می گردد. اجزاء این شبکه شامل کانالهای انتقال LMC, RMC، شبکه کانالهای و زهکش های اصلی و ابنیه مربوطه، می باشد. آب مورد نیاز کل طرح پس از آبیگری وارد کانال اصلی RMC شده و بخشی از آن توسط سیفون معکوس از رودخانه اله عبور و به اراضی ساحل چپ انتقال می یابد. کانال RMC در ادامه مسیر خود نواحی عمرانی یک تا سه را مشروب می نماید. اراضی ناحیه عمرانی شماره دو ساحل راست شبکه آبیاری و زهکشی رامهرمز، دارای عوارض بسیاری مانند مسیل ها و روستاها و جاده های ارتباطی بوده و شیب منطقه نیز در بعضی مناطق شدید می باشد. علت اصلی بازنگری مطالعات شبکه آبیاری و زهکشی رامهرمز در ناحیه عمرانی شماره دو، فاصله زمانی بین انجام مطالعات در سال ۱۳۷۸ و آغاز عملیات اجرایی در سال ۱۳۸۷ می باشد که این فاصله زمانی، تغییراتی در وضعیت اراضی با پدید آمدن عوارض جدید در منطقه شامل توسعه روستاها، جاده های ارتباطی و مراکز صنعتی و نیز توسعه جاده ارتباطی اهواز- رامهرمز از یک باند به دو باند به وجود آمده است. همچنین عدم تامین و استملاک معادن قرضه طرح و احداث زندان شهر رامهرمز، پالایشگاه نفت و نیز تصفیه خانه فاضلاب شهر رامهرمز که در انتهای این ناحیه عمرانی واقع گردیده و عبور خط لوله اصلی آن از محدود اراضی در تقاطع با تمامی کانال ها و زهکشها سمت راست کانال اصلی RPC3 می باشد، که سبب تغییر در پلان شبکه آبیاری و زهکشی طراحی شده و مسیر کانال ها و زهکش ها گردیده است. شگل شماره (۱)

## مشکل موجود

واقع شدن شبکه در نهشته های آبست دامنه ای ارتفاعات سازند گچساران که به موازات محدوده شبکه امتداد یافته اند. باعث شده گچ در مصالح بستر تا عمق قابل توجه ای به وفور ملاحظه گردد درصد وزنی گچ در مصالح در برخی نقاط تا حدود ۷۰ درصد وزنی مصالح رسیده که این موضوع احتمال وقوع انحلال را به شدت گوشزد می نماید و لازم است در خصوص این پدیده ارزیابی ویژه به عمل آورد. براساس مطالعات تحت الارضی ژئوتکنیک و آزمایشات فیزیک و شیمیایی مشاهده شده که پراکنش گچ تقریباً در تمام محدوده شبکه در مقادیر بالاتر از حد مجاز ارزیابی می شود و نیاز است نسبت به حفظ سلامت هر نوع سازه در شبکه تدابیر لازم را بیش بینی نمود. (۱)



شکل شماره ۱- شبکه رامهرمز

## عیب عمده وجود گچ در خاک

- انحلال گچ در آب سبب تخریب کانال ها در زمان بهره برداری می شود.
- انحلال گچ در آب سبب ایجاد یون سولفات ونهایتاً تخریب بتن می گردد.
- تبدیل انیدریت به گچ با افزایش حجمی در حدود ۳۹ درصد همراه است که این امر سبب تورم و بالا زدگی لایه های خاک سطحی می گردد.

## انواع روش های بهبود خاک های گچ دار

بدون شک جهت انحلال گچ در خاک بایستی آب وجود داشته باشد. بنابراین کلیه روش های ترمیم خاک گچ دار در برگیرنده کاهش امکان دسترسی آب به خاک وحتى المقدور ایجاد لایه نفوذ ناپذیر بین آب و خاک می باشند.

نفوذ آب های سطحی (کانال ها) ، زهکش ها و آب باران به خاک، وجود و حرکت آب های زیر زمینی و هر چه خالص تر بودن این گونه آب ها می تواند پتانسیل انحلال را افزایش دهد.(۳)

**روش های کاهش پتانسیل تخریب سازه بر روی خاک گچ دار:**

- ۱- تعویض خاک
- ۲- ترمیم خاک
- ۳- تثبیت خاک
- ۴- استفاده از غشاء نفوذ ناپذیر و بکارگیری شگرد های مهندسی

### بررسی فنی و اقتصادی گزینه ها

#### گزینه اول

تمام عملیات خاکی در کانالها با استفاده از خاک های حاصل از زهکش ها واقع در شبکه انجام شود.

شماره گزینه	۱	
توصیف گزینه	با استفاده از خاک زهکش	
حجم عملیات خاکریزی در کانال (مترمکعب)	۶۰۰/۰۰۰	
حجم خاکبرداری از معدن قرضه (مترمکعب)	-	
حجم خاکبرداری از زهکش ها (مترمکعب)	۷۳۸/۰۰۰	
فاصله حمل	زهکش ها (کیلومتر)	۵
	از قرضه (کیلومتر)	-
فاصله حمل خاک مازاد (کیلومتر)	-	
هزینه حمل خاک مازاد (ریال)	-	
هزینه خاکریزی (ریال)	۱۰/۳۴۲/۳۶۳/۰۹۰	
هزینه خاکبرداری (ریال)	-	
هزینه کل بدون لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۱۰/۳۴۲/۳۶۳/۰۹۰	
هزینه لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۴/۳۰۹/۲۵۷/۶۶۶	
هزینه کل با لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۱۴/۶۵۱/۶۲۰/۷۵۶	

#### گزینه دوم

خاکهای مورد نیاز جهت ساخت بدنه کانال از معادن دارای مصالح مناسب تامین گردد. در این گزینه خاک بستر کانال در زیر خط پروژه به ضخامت حداقل ۶۰ سانتی متر با خاک مناسب جایگزین شود. با فرض اینکه منبع قرضه مشکل حقوقی نداشته باشد فضای مناسب جهت دپو مصالح وجود داشته باشد.

شماره گزینه	۲	
توصیف گزینه	با استفاده از خاک معدن و تعویض ۶۰ سانتی متر زیر خط پروژه و حمل خاکهای مازاد	
حجم عملیات خاکریزی در کانال (مترمکعب)	۷۵۰/۰۰۰	
حجم خاکبرداری از معدن قرضه (مترمکعب)	۷۵۰/۰۰۰	
حجم خاکبرداری از زهکش ها (مترمکعب)	۷۳۸/۰۰۰	
فاصله حمل	زهکش ها (کیلومتر)	-
	از قرضه (کیلومتر)	۲۰
فاصله حمل خاک مازاد (کیلومتر)	۱۰	
هزینه حمل خاک مازاد (ریال)	۳/۵۱۸/۲۶۵/۲۶۹	
هزینه خاکریزی (ریال)	۲۷/۲۱۲/۰۱۳/۷۹۰	
هزینه خاکبرداری (ریال)	۱/۷۹۲/۸۸۳/۶۲۷	
هزینه کل بدون لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۳/۲۵۲/۳۱۶/۲۸۶	
هزینه لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۴/۳۰۹/۲۵۷/۶۶۶	
هزینه کل با لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۳۶/۸۳۲/۴۲۰/۳۵۲	

#### گزینه سوم

در این روش اجرایی مشابه گزینه دوم می باشد با توجه به اینکه قرضه مناسب در نزدیکی پروژه استملاک نشده استفاده از معدن مبرجه که دارای فاصله دورتری می باشد مد نظر قرار گرفته.

شماره گزینه	۳	
توصیف گزینه	با استفاده از خاک معدن و تعویض ۶۰ سانتی متر زیر خط پروژه و حمل خاکهای مازاد	
حجم عملیات خاکریزی در کانال (مترمکعب)	۷۵۰/۰۰۰	
حجم خاکبرداری از معدن قرضه (مترمکعب)	۷۵۰/۰۰۰	
حجم خاکبرداری از زهکش ها (مترمکعب)	۷۳۸/۰۰۰	
فاصله حمل	زهکش ها (کیلومتر)	-
	از قرضه (کیلومتر)	۳۰
فاصله حمل خاک مازاد (کیلومتر)	۱۰	
هزینه حمل خاک مازاد (کیلومتر)	۳/۵۱۸/۲۶۵/۲۶۹	
هزینه خاکریزی (ریال)	۳۴/۲۴۲/۹۱۹/۱۶۰	
هزینه خاکبرداری (ریال)	۱/۷۹۲/۸۸۳/۶۲۷	
هزینه کل بدون لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۳۷/۷۶۱/۱۸۴/۴۲۹	
هزینه لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۴/۳۰۹/۲۵۷/۶۶۶	
هزینه کل با لاینینگ و ترمینگ (ریال)	۴۳/۸۶۳/۳۲۵/۷۲۲	

### گزینه چهارم

در این گزینه استفاده از ژئوسنتتیکها مورد نظر قرار گرفته. در مورد این طرح استفاده از پتوی نفوذ ناپذیر (GCL: Geosynthetic clay liners) برای آبندی زیر لاینینگ بتنی و به جای ۶۰ سانتی متر خاک سالم کاربرد دارد. در این گزینه پس از اجرای قسمت های خاکی کانال فرعی در زیر لاینینگ لایه GCL پهن شده و پس از اجرای زهکش ها لاینینگ اجرا می گردد.

شماره گزینه	۴
توصیف گزینه	استفاده از ژئوممبران
سطح پوشش	۱۵۴/۰۰۰
هزینه یک متر مکعب (ریال)	۷۰/۰۰۰
ضریب هم پوشانی	۱/۰۵
*ضریب کارکرد	۱/۲۰
ضریب بالاسری پیمانکار	۱/۱۴
جمع کل (ریال)	۱۵/۴۸۴/۳۹۲/۰۰۰

مبلغ فوق الذکر باید به هزینه های گزینه اول اضافه شود

\*این ضریب ناشی از کندی و صعوبت عملیات اجرایی بروی ژئوممبران (بنابه ادعای پیمانکار) تقریبی

### گزینه پنجم

یکی از روش های اصلاح بستر استفاده از خاک اصلاح شده با آهک در خاک ریز کانال ها می باشد.

شماره گزینه	۵
توصیف گزینه	استفاده از شفته آهک در زیر لاینینگ
هزینه اجرای شفته آهک (ریال)	۶/۵۴۲/۲۶۱/۹۱۱
ضریب کارکرد	۱/۲۰
ضریب بالاسری پیمانکار	۱/۱۴
جمع کل (ریال)	۸/۹۴۹/۸۱۴/۲۹۴

\*مبلغ فوق الذکر باید به هزینه های گزینه اول اضافه شود.

### گزینه ششم

در این روش خاکریزی بدنه با خاک محل انجام می شود و خاک بستر تعویض نمی گردد. برای محافظت بدنه خاکریز و بستر و جلوگیری از نشست آب ابتدا روی خاکریز تریم شده یک لایه ۵ سانتی متری از بتن با عیار ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب روی سطح تریم شده اجرا می شود سپس سطح خارجی بتن به وسیله یک لایه ایزوگام پوشانده شده و لاینینگ به ضخامت ۸ سانتی متر اجرا خواهد گردید. که لایه ایزوگام میانی باعث آب بند شدن لاینینگ خواهد شد و جلوی نشست احتمالی آب به بدنه خاکریز خواهد شد.

شماره گزینه	۶
توصیف گزینه	استفاده از ایزوگام
سطح پوشش	۱۵۴/۰۰۰
هزینه یک متر مکعب (ریال)	۳۵/۰۰۰
ضریب هم پوشانی	۱/۰۵
*ضریب کارکرد	۱/۲۰
ضریب بالاسری پیمانکار	۱/۱۴
جمع کل (ریال)	۷/۷۴۲/۱۹۶/۰۰۰

مبلغ فوق الذکر باید به هزینه های گزینه اول اضافه شود

\*این ضریب ناشی از کندی و صعوبت عملیات اجرایی بروی ژئوممبران (بنابه ادعای پیمانکار) تقریبی

### گزینه هفتم

در این روش خاکریزی بدنه با خاک محل انجام می شود و خاک بستر تعویض نمی گردد. برای محافظت بدنه خاکریز وبستر و جلوگیری از نشت آب ابتدا روی خاکریز تریم شده یک لایه ۵ سانتی متری از بتن با عیار ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب اجرا و سپس سطح خارجی این لایه بوسیله یک لایه قیر وگونی پوشانده شده و سپس لاینینگ با ضخامت ۸ سانتی متر اجرا می شود. لایه قیر گونی میانی مانع نشت آب از لاینینگ و رسیدن آب به بدنه خاکریز وبستر کانال خواهد شد.

شماره گزینه	۷
توصیف گزینه	استفاده از یک لایه قیر گونی در لاینینگ
هزینه عملیات خاکی	۱۰/۳۴۲/۳۶۳/۰۹۰
هزینه تریمینگ	۷۵۱/۵۸۸/۹۵۰
هزینه لاینینگ اول	۱/۹۶۶/۳۹۷/۱۰۳
هزینه اجرای یک لایه قیر گونی	۲/۸۷۰/۹۷۸/۵۷۹
هزینه لاینینگ دوم	۳/۷۷۰/۷۵۷/۱۴۲
جمع کل	۲/۴۰۱/۱۳۴/۲۵۳

با توجه به آنکه در موضوع انحلال ناشی از وجود گچ در مصالح باقاعیت نمی توان گفت که وجود این مقدار گچ بطور قطع منجر به انحلال خواهد شد. ولی از آنجایی که در کانال اصلی حتی احتمال تخریب می تواند نگرانی قابل توجهی را در مورد بهره برداری از شبکه ایجاد نماید. ضروریست که مطمئن ترین روش را استفاده کرد، گزینه چهارم (ژئوسنتتیکها) که باتوجه به محدودیت های پروژه و مشکلات مالی طرح گزینه ششم برای کل شبکه انتخاب و اجرا گردید. اما لازم بذکر است در مورد کانالهای درجه ۲ با احتساب هزینه های اجرایی در مقایسه با هزینه های بهره برداری و نگهداری می توان روش مناسب و اقتصادی را انتخاب کرد. از نظر اقتصادی گزینه اول حتی پس از اجرا دچار تخریب کامل شوند با یکی از روش های اصلاحی مورد اصلاح قرار گیرند باز هم نسبت به گزینه ها اقتصادی تر می باشد.

### نتیجه گیری

در شبکه آبیاری وزهکشی رامهرمز بدلیل درصد بالای گچ و سولفات در خاک منطقه می تواند سلامت ابنیه ها و اسکلت خاک را دچار مشکل نماید. لذا برای جلوگیری از تخریب سازه های آبی در خاک های گچ دار بهترین راه جلوگیری از نفوذ آب به خاک بستر این سازه ها می باشد، درز بندی خوب کانال ها و اجرای مناسب لاینینگ بتنی به نحوی که خلل فرج و درزه ها به حداقل برسد الزامی است.

- ضروری است در طراحی و اجرای سازه های آبی به مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک های مسئله دار توجه بیشتری مبذول گردد و متناسباً تمهیدات لازم مد نظر قرار گیرد زیرا بازسازی مجدد آنها در دوره بهره برداری علاوه بر جنبه های اقتصادی، از نظر اجتماعی نیز مشکلاتی را به همراه دارد.

- مطالعاتی مستقل در زمینه ارزیابی امکان استفاده از خاک ریزهای مرکب (متشکل از خاک های مناسب در اطراف مقاطع بتن ریزی و خاک های نامناسب در مقاطع دور تر) انجام و توصیه ها و روش های مناسب ارائه شود.

### تقدیر تشکر

بدینوسیله از همکاری و توجه مدیریت حوزه و مجری و کارشناسان و مشاور طرح که در تهیه این مقاله ما را یاری نمودند نهایت تشکر و قدردانی را نمایم.

### منابع و ماخذ

- ۱- گزارش زمین شناسی ، وژئوتکنیک و منابع قرصه ۱۳۷۲
- ۲- گزارشات و نتایج آزمایشات کارگاهی
- ۳- گزارش تحقیقاتی بررسی مشکلات ساخت کانال های آبیاری و زهکشی در خاک های حاوی گچ و ارائه راهکار های مناسب - منصوری کیا محمدتقی - ۱۳۸۲
- ۴- تورم و واگرایی خاک ها - فرج اله عسکری - علی فاخر- دانشگاه تهران

ص ۲۱۵ زمستان ۱۳۷۲