

EXTENDED ABSTRACT

Evaluation of clogging risk of synthetic filter due to calcium carbonate in agricultural drainage (case study: Romhormoz rejion)

M. Tamimi¹, A. A. Naseri^{2*}, Z. Izadpanah³ and M. Ghobadinia⁴

1- Graduate of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University Of Ahvaz, Iran.

2*- Corresponding Author, Professors of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

3- Retiared Assistant Professor of Irrigation and Drainage Department, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz.

4- Assistant Professor of Water Engineering Department, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 11 October 2020

Revised: 9 Decembe 2020

Accepted: 12 December 2020

Keywords:

clogging, synthetic filter,
Sedimentation of calcium carbonate .

TO CITE THIS ARTICLE :

Tamimi, M., Naseri, A., Izadpanah, Z., Ghobadinia, M. (2022). 'Evaluation of clogging risk of synthetic filter due to calcium carbonate in agricultural drainage (case study: Romhormoz rejion)', *Irrigation Sciences and Engineering*, 45(3), pp. 147-161.

Introduction

Using synthetic filters in any location needs familiarity about benefits and challenges of its usage .Currently synthetic filter is widely used in many places in the world .But it hasn't been accepted in Iran because there isn't enough knowledge and information about benefits and disadvantages of synthetic filters (Ritzema et al., 2006).

In the field of synthetic coatings, research and studies have been conducted around the world. Arvahi and Naseri (2007) investigated the application of synthetic and mineral filters in underground drainage systems. The results of this study showed that the performance of the PP450 synthetic filter is similar to the sand filter and can provide drainage requirements and is technically and economically feasible in Abadan's subsoil drainage system. Faure (2006) presented an experimental model for predicting geotextile clogging. With the help of this model, the mass of the particles of soil particles enclosed within the geotextile could be measured. The results of the Faure experimental model show that the eclipse of geotextiles depends on the mass of the particles entrapped inside the geotextile.

Water and soil of Ramhormoz Fajr region have high calcium content and in this case, the probability of clogging of filters increases due to chemical activity. In order to examine this issue, it was first necessary to simulate the conditions in a physical model to determine the effect of synthetic filtration on clogging. In general, the objectives of this study were:

- 1- Evaluation of synthetic filter performance in the conditions of Ramhormoz under continuous flow operation.
- 2- Investigation of Eclipse of synthetic filter in wet conditions and drying of soil (discontinuous).
- 3- Studying filtration of synthetic filter due to temperature changing conditions (discontinuous).

Materials and Methods

The area has a dry and semi-arid climate, it has warm and long summers and short and temperate winters. Soil sampling from the soil of the Sultanabad region was carried out at a depth of 1.5 m. Installation of drains was carried out. The Sultanabad sediments are composed of loamy silty loamy deposits of alluvial deposits, and soils with high depths without prophylactic evolution with

compact structures and gaps greater than one and 30 cm deep (Anonymous, 2014). To investigate the chemical composition of carbonate-calcium on synthetic filters, nine cylinders of 50 cm height were constructed. For this purpose, polyethylene pipes were used in a diameter of 4 inches (10/16 cm).

To create the effect of continuity and flow inconsistency on the probability of sedimentation, all experiments were carried out in three continuous streams and a discontinuous flow under heat. In the present study, the experiments continued for 2000 hours. In the interrupted treatment, for one hour of continuous flow, the flow was stopped for half an hour. The experiment was subjected to heat treatment with three replications.

After the end of the 2000-hour period, the filters were removed from the cylinders and subsequently photographed in the central laboratory of Shahid Chamran University using the electron microscope model (1455 VP).

Results and Discussion

The results of the investigation of the hydraulic conductivity of the whole system in the test columns showed that despite the fact that there was a significant difference between hydraulic flow and hydraulic conductivity, but for all the treatments, the discharge increased to the peak, then decreased and continued until a constant trend. Sharifi *et al.*, 2015 and the Jihad Nasr Institute, (2014) achieved the same results. The results of microscopic imaging of different treatments showed that a neglect able amount of sediment were on the filters, however, this amount of sediment during the experiment time could not clogged the filters. If the filter is used during continues flow, clogging may occur on a very long time that may exceed the filter lifetime Benefit.

Conclusion

The results showed that there is a possibility of sedimentation for all of the indices, but during 2000 hours, the eclipse did not occur in the system. Since sedimentation and eclipse are different, the probability of sedimentation is high, but clogging does not occur, as a result, it takes a lot of time that filter becomes clogged by sediment.

Acknowledgement

The financial support of this research has been provided by Grant number SCU.WI97.556 and we hereby thank the Honorable Vice Chancellor of Research from Shahid Chamran University, Ahvaz for their support. Also, thanks to Jahade Nasr Institute for providing the possibility of sampling.

References

- 1- Anonymous. 2014. *Final report of Ramhormoz Fajer irrigation and drainage project*. Volume 7. Jihad Nasr Institute. 150 pages.
- 2- Arvahi, A. Nasser, A.A. 2007. Technical and Economic Evaluation of Application of Synthetic Filters in Underground Drainage System and Comparison with Sand and Filters in Abadan Villages. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 28 (3): pp. 373-383.(in persian).
- 3- Faure, Y.H., Baudoin, A., Pierson, P. and Ple, O., 2006. A contribution for predicting geotextile clogging during filtration of suspended solids. *Geotextiles and Geomembranes*, 24(1), pp.11-20.
- 4- Ritzema, H.P., Nijland, H.J. and Croon, F.W., 2006. Subsurface drainage practices: From manual installation to large-scale implementation. *Agricultural water management*, 86(1-2), pp.60-71.
- 5- Sharifi, Y. Kashkuli, H.A & Khodadadi Dehkordi, D. 2015. Investigating the performance of groundwater drainage filters in Hendijan R2 network. *The first national conference on the technical, economic, social and environmental aspects of the 550,000 hectare plan of Khuzestan and Ilam lands*. 26 and 27 November 2015.





بررسی خطر گرفتگی شیمیایی فیلترهای مصنوعی حاصل از رسوب گذاری کربنات کلسیم در زهکش های کشاورزی (مطالعه موردی: منطقه رامهرمز)

مآنده تمیمی^۱، عبدعلی ناصری^{۲*}، زهرا ایزدپناه^۳ و مهدی قبادی نیا^۴

- ۱- دانش آموخته گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز.
 ۲- نویسنده مسئول، استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز abdalinaseri@scu.ac.ir
 ۳- استادیار بازنشسته گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز.
 ۴- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهر کرد.

پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۲

بازنگری: ۱۳۹۹/۰۹/۱۹

دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۰

چکیده

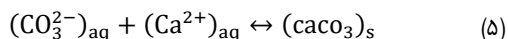
گرفتگی یکی از مشکلات اصلی پوشش های زهکشی در زمان اجرا و بهره برداری می باشد. این تحقیق با هدف بررسی گرفتگی شیمیایی فیلترهای مصنوعی حاصل از رسوب گذاری کربنات کلسیم با سه تیمار و سه تکرار با استفاده از مدل فیزیکی در شرایط آزمایشگاهی اجرا شد. نمونه برداری از عمق یک و نیم متری نصب زهکش ها از منطقه سلطان آباد (در محدوده اراضی طرح فجر رامهرمز) انجام شد. مدل شامل یک استوانه از جنس پلی اتیلن شامل توری، شن، پوشش مصنوعی، خاک و آب بود. با استفاده از ورودی و خروجی تعبیه شده در بالای استوانه ها، ارتفاع آبی ثابت ایجاد شد که براساس قانون دارسی دبی و هدایت هیدرولیکی اندازه گیری شد. تیمار اول در شرایط بهره برداری مداوم، تیمار دوم در شرایط قطع و وصل جریان و تیمار سوم پیوسته و تحت حرارت بود. داده های دبی و هدایت هیدرولیکی به منظور بررسی معنادار بودن به وسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد دبی و هدایت هیدرولیکی تا رسیدن به نقطه اوج افزایش، سپس کاهش و تا رسیدن به روند ثابت ادامه یافتند. میزان کاهش دبی و هدایت هیدرولیکی در تیمار منقطع ۱۹/۵۶ درصد و در تیمار تحت گرما ۲۹/۷۷ درصد نسبت به تیمار پیوسته بود. همچنین احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم بر اساس سه شاخص لائولیر، ریزنار و استیف دیویس محاسبه شد. نتایج حاصل از تیمار اول نشان داد که احتمال رسوب گذاری در شرایط ماندگاری آب در خاک زیاد بوده است اما در صورت حرکت آب و عبور آن از فیلتر احتمال رسوب گذاری به حداقل ممکن رسیده و گرفتگی در درازمدت اتفاق خواهد افتاد. این مدت بیشتر از عمر مفید شبکه زهکشی خواهد بود. عکس برداری الکترونیکی نیز صحت نتایج مبنی بر عدم رسوب و گرفتگی را نشان داد.

کلید واژه ها: گرفتگی، فیلتر مصنوعی، رسوب کربنات کلسیم.

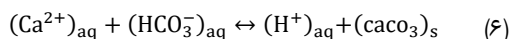
مقدمه

سیستم های زهکشی به منظور خارج ساختن آب اضافی یا کاهش آب منفذی در پروژه های مختلف آبیاری و زهکشی مورد استفاده قرار می گیرند. در کارهای کشاورزی، زهکش ها به منظور خارج ساختن آب اضافی و فراهم نمودن محیط مناسب برای رشد گیاه استفاده می شوند و در پروژه های عمرانی، زهکش ها برای کاهش فشار آب منفذی و همچنین جلوگیری از افزایش سطح ایستابی کاربرد دارند. یکی از بخش های مهم هر سیستم زهکشی، فیلتر یا پوشش آن است. پوشش های زهکشی از عوامل بسیار مهم در عملکرد سیستم های زهکشی زیرزمینی می باشند. انتخاب یک پوشش نامناسب کارایی زهکش را کاهش داده و حتی در مواردی نیز موجب ناکارآمدی آن می شود. از متداول ترین مواد مورد استفاده برای پوشش زهکش ها، مواد معدنی محلی شامل خرده سنگ، شن و یا کاه و کلش هست. زمانی که نمی توان از پوشش های شنی (دانه ای) استفاده کرد، پوشش های مصنوعی جایگزین مناسبی

در کشاورزی، سیستم های زهکشی نقش مهمی را در تولید محصول ایفا می کنند. در نیمه دوم قرن بیستم، سیستم های زهکشی در حدود ۱۵۰ میلیون هکتار از اراضی تحت کشاورزی و ماندابی طبیعی یا زمین های شور به اجرا درآمده است. به طور کلی اجرای سیستم های زهکشی در کشورهای در حال توسعه هنوز تا حد کفایت و مطلوب فاصله زیادی دارد. از ۱۵۰۰ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت دیم و آبی، تنها ۱۴ درصد آن ها دارای سیستم زهکشی هستند. کل اراضی که نیاز به زهکشی دارند، حدود ۳۰۰ میلیون هکتار تخمین زده می شود که عمدتاً در نواحی خشک و مرطوب گرمسیری کشورهای در حال توسعه قرار دارند. برنامه ریزی تولید محصولات کشاورزی مورد نیاز جهان در طول ۲۵ سال آینده نشان می دهد که حداقل ۱۰ تا ۱۵ میلیون هکتار از اراضی باید زهکشی شده و یا وضعیت زهکشی آن ها بهبود یابد (Ritzema et al., 2006).



با استفاده از معادله‌های (۴) و (۵) رابطه تعادلی تشکیل کربنات کلسیم در یک محیط آبی را نیز می‌توان به صورت زیر ارائه کرد:



در روابط فوق اندیس‌های g، aq و s به ترتیب بیانگر محیط گازی (هوا)، محیط آبی و بخش جامد ترکیب است. اگر در آبی، مقدار بی کربنات بیش از دو میلی اکسی والان بر لیتر، کلسیم بیش از دو تا سه میلی اکسی والان بر لیتر و $\text{pH} > 7/5$ باشد، کربنات کلسیم رسوب‌گذاری می‌کند Rogers و Stocken (2003) و این رسوب‌ها به سادگی از خاک خارج نمی‌شود. وجود کربنات در تعدادی از زهکش‌ها، در نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. در بلژیک، کربنات کلسیم موجب سیمانی‌شدن سنگریزه‌های اطراف لوله زهکشی در سیستم زهکش جاده‌ای شده و آن را به صورت توده‌ای فشرده و غیرقابل نفوذ درآورده است (Vlotman et al., 2001)، (Stuyt et al., 2005).

آب و خاک منطقه فجر رامهرمز دارای میزان کلسیم بالایی می‌باشد و در این شرایط احتمال گرفتگی فیلترها بر اثر فعالیت‌های شیمیایی افزایش می‌یابد. برای اینکه این موضوع مورد بررسی قرار گیرد ابتدا لازم بود که در یک مدل فیزیکی شرایط موجود در زمین را شبیه‌سازی نموده و اثر آن روی گرفتگی فیلترهای مصنوعی معلوم گردند.

به‌طور کلی نوآوری‌های این پژوهش عبارت بودند از:

۱- بررسی گرفتگی فیلتر مصنوعی در شرایط آب‌و‌خاک رامهرمز در شرایط بهره‌برداری مداوم.

۲- بررسی گرفتگی فیلتر مصنوعی در شرایط تر و خشک شدن خاک (منقطع).

۳- بررسی گرفتگی فیلتر مصنوعی در شرایط تغییر دما (منقطع).

مواد و روش‌ها

شهرستان رامهرمز با ۴۲۵۷ کیلومتر مربع مساحت در شرق استان خوزستان واقع شده که از شمال به شهرستان‌های ایذه، مسجدسلیمان و شوشتر، از شرق به استان کهگیلویه و بویراحمد، از غرب به شهرستان اهواز و از جنوب به شهرستان بندر ماهشهر محدود است. محدوده‌ی طرح دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است، این اقلیم دارای تابستان‌های گرم و طولانی و زمستان‌های کوتاه و معتدل است. رژیم بارندگی منطقه از الگوی بارندگی مدیترانه‌ای تبعیت می‌کند به طوری که اکثر بارندگی‌ها در فصل زمستان اتفاق می‌افتد و در طول تابستان محدوده‌ی طرح کاملاً خشک است. نمونه‌برداری از خاک منطقه سلطان‌آباد از عمق ۱/۵ متری نصب زهکش‌ها انجام شد (شکل ۱).

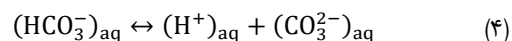
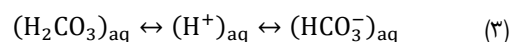
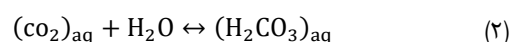
محسوب می‌شوند. استفاده از پوشش‌های مصنوعی در چند دهه اخیر گسترش فراوانی یافته است (Ritzema et al., 2006).

در زمینه پوشش‌های مصنوعی پژوهش‌ها و مطالعه‌های مختلفی در سراسر جهان انجام گرفته است. Arvahi و Nasserri (2007) در تحقیقی به ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی و معدنی در سیستم زهکشی زیرزمینی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد فیلتر مصنوعی PP450 شبیه فیلتر شن و ماسه بوده و می‌تواند نیاز زهکشی را تامین کرده و از نظر فنی و اقتصادی در سیستم زهکشی زیرزمینی نخیلات آبادان قابل توصیه می‌باشد. Rostami (2015) در بررسی آزمایشگاهی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی با سه نوع پوشش مصنوعی مختلف در سه منطقه استان خوزستان نشان داد دبی خروجی از لوله‌های زهکش هر سه کارخانه در طی ۲۰۰۰ ساعت کارکرد زهکش‌ها، سیر نزولی داشته و با حرکت ذرات خاک به داخل پوشش‌ها و کاهش هدایت هیدرولیکی باعث افزایش مقاومت ورودی آب به داخل لوله‌های زهکش شده است. Sharifi et al (2015) به بررسی عملکرد دو نوع پوشش مصنوعی (دو نوع PP۴۵۰ تولید دو کارخانه ایرانی) زهکش زیرزمینی در خاک هندبجان پرداختند. نتایج نشان داد تغییرات دبی خروجی از پوشش‌های مصنوعی در نمونه خاک منطقه هندبجان در هر دو پوشش با گذشت زمان روند صعودی داشته و منحنی پوشش نوع دو در سطح بالاتر و منحنی پوشش نوع یک در سطح پایین‌تر قرار گرفته است. در هر دو پوشش با افزایش گرادیان کل، میزان دبی خروجی نیز روند صعودی داشته و تنها شکست خاک عامل محدود کننده در روند آزمایش بود.

Faure et al (2006) یک مدل تجربی برای پیش‌بینی

گرفتگی ژئوتکستایل‌ها ارائه کرد. به کمک این مدل می‌توان مقدار جرم ذرات خاک گرفتار شده در داخل ژئوتکستایل را اندازه‌گیری کرد. نتایج حاصل از مدل تجربی فیور نشان می‌دهد که گرفتگی ژئوتکستایل‌ها بستگی به مقدار جرمی ذرات گرفتار شده در داخل ژئوتکستایل دارد. Shan et al (2001) در بررسی عملکرد فیلتراسیون ژئوتکستایل‌ها دریافتند که آزمایش نسبت گرادیان در مقایسه با دیگر آزمایش‌هایی مانند تغییرات دبی در طول زمان، نتایج قابل اعتمادتری به دست می‌دهد.

در یک محیط آبی روابط تعادلی برای واکنش کربنات کلسیم به صورت زیر است (Sheikholeslami., 2005):



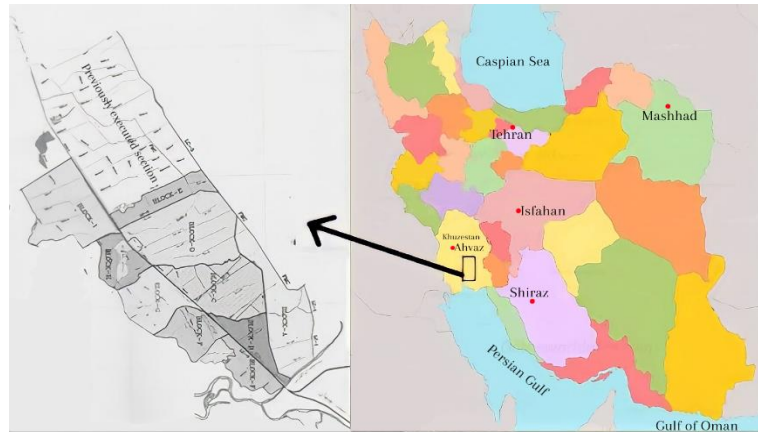


Fig. 1- Location Map

شکل ۱- نقشه منطقه

مطابق قانون داری:

$$K = \frac{q h}{a s (h+L)} \quad (8)$$

Hydraulic gradient: گرادیان هیدرولیکی (بدون بعد)

K: هدایت هیدرولیکی بر حسب سانتی متر بر ساعت (cm/hr)

h: ارتفاع خاک بر حسب سانتی متر (cm)

L: ارتفاع سطح آب بر حسب سانتی متر (cm)

Q: مقدار خالص آب عبوری از سیستم زهکشی بر حسب سانتی متر مکعب (cm³)a: سطح مقطع بر حسب سانتی متر مربع (cm²)

S: زمان بر حسب ساعت (hr)

برای ایجاد اثر پیوستگی و عدم پیوستگی جریان بر احتمال رسوب گذاری، کلیه آزمایش‌ها در سه تیمار جریان پیوسته و جریان منقطع و تحت گرما صورت گرفت. در تحقیق حاضر آزمایش‌ها به مدت ۲۰۰۰ ساعت ادامه یافت. در تیمار منقطع به ازای هر یک ساعت جریان پیوسته، جریان به مدت نیم ساعت قطع گردید. در این آزمایش تیماری که تحت حرارت بود با سه تکرار انجام شد بدین منظور سه استوانه را روی پایه جداگانه قرار داده و در کنار آن‌ها یک هیتر برقی گذاشته و سپس دور تا دور آن به وسیله چادر نسوز پوشانده شد تا شرایط افزایش دما اعمال شود. در تمام مدت آزمایش، دمای طبیعی محیط و دمای تیمار تحت گرما اندازه‌گیری و متوسط دمای روزانه یادداشت شد.

پس از پایان دوره ۲۰۰۰ ساعته فیلترها از استوانه‌ها خارج شد و در نهایت در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران به وسیله میکروسکوپ الکترونی مدل (1455 VP) عکس برداری صورت گرفت. برای عکس برداری از نمونه‌ها ابتدا چند تار را روی ورق آلومینیومی قرار داده و سپس این نمونه‌ها در دستگاه اسپاترینگ (spatring) گذاشته تا تحت خلأ، پوشش طلا در آن ایجاد شود. نهایتاً در دستگاه میکروسکوپ الکترونی گذاشته و عکس برداری صورت گرفت.

خاک‌های سری سلطان‌آباد دارای بافت سیلتی لومی از رسوبات آبرفتی تشکیل شده‌اند و خاک‌هایی با عمق زیاد، بدون تکامل پروفیلی با ساختمان فشرده و شکاف‌هایی با عرض بیشتر از یک و عمق ۳۰ سانتی‌متر هستند (Anonymous, 2014a). برای بررسی

رسوب گذاری شیمیایی کربنات کلسیم روی فیلترهای مصنوعی، نه استوانه به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر ساخته شد. به این منظور از لوله‌های پلی اتیلن به قطر چهار اینچ (۱۰/۱۶ سانتی‌متر) استفاده شد (شکل ۲).

باتوجه به مدل مورد نیاز در قسمت پایین لوله‌ها ابتدا توری و سپس قیف قرار داده شد تا بتوان آب خروجی از قیف را اندازه‌گیری کرد. برای اینکه ارتفاع آب در لوله یکسان باشد و آب سرریز نشود، دو سوراخ در قسمت بالای لوله‌ها ایجاد شد. یکی برای ورود آب و دیگری برای خروج آب که خروجی سه سانتی‌متر پایین‌تر از ورودی ایجاد شد. برای آماده‌سازی مدل در هر ستون از پایین به بالا ابتدا توری، دو سانتی‌متر شن متوسط، پوشش مصنوعی از جنس PP۴۵۰، خاک فشرده شده به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر ریخته شده و تمام ستون‌ها به این ترتیب آماده شد. لازم به ذکر است که خاک ابتدا هوا خشک و سپس از الک ۱۰ عبور داده شد. بعد از تهیه نه لوله مشابه، شبکه آب‌رسانی کوچکی برای آبدی ایجاد شد که با استفاده از شلنگ و شیر و مخزن آب، آبیاری صورت گرفت. برای انجام آزمایش هر بار شیر ورودی اصلی و شیرهای متصل به لوله‌ها به اندازه یکسان باز شد. وقتی استوانه‌ها آماده شد آن‌ها را روی یک میز قرار داده و اتصالات را به آن وصل کرده و سپس به کمک چسب آکواریوم آبدی شد تا از نشت آب جلوگیری شود. ابتدا اجازه داده شد که نمونه‌ها به تدریج اشباع شوند و سپس با برقراری جریان از بالا، آزمایش آغاز شد. گرادیان واحدی برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شد Ahmet (2011) و با استفاده از قانون داری هدایت هیدرولیکی محاسبه شد.

$$\text{hydraulic gradient} = \frac{h + L}{h} \quad (7)$$

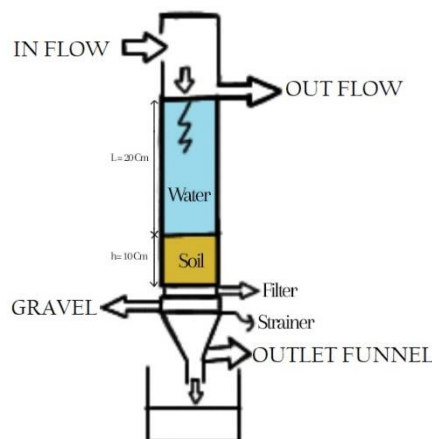


Fig. 2- Schematic view of the model

شکل ۲- نمای شماتیک مدل

برای کمی کردن احتمال گرفتگی، مقادیر مختلف این شاخص در جدول (۲) ارائه شده است. برای کمی کردن احتمال گرفتگی، پس از تعیین مقدار شاخص ریزنا، از روی جدول (۲) شدت رسوب گذاری تعیین می شود.

شاخص اشباع استیف- دیویس

با توجه به اینکه شاخص LS برای آبهای با مقدار نمکهای کل کم جواب بهتری می دهد، این شاخص با در نظر گرفتن این ضعف برای آبهای با غلظت نمک بالا، پیشنهاد شده است. در این شاخص، میزان حلالیت به کاررفته برای پیش بینی pH_s به صورت تجربی اصلاح شده است (Stiff and Davis, 1952):

$$S \text{ \& } DSI = pH - pH_s \quad (12)$$

که در آن مقدار pH_s از رابطه زیر محاسبه می شود (Ghobadi, 2009):

$$pH_s = p[Ca^{2+}] + p[HCO_3^-] + K \quad (13)$$

K تابعی از قدرت یونی محلول و درجه حرارت است. برای تعیین k در این رابطه با استفاده از شکل (۴) با داشتن مقدار EC و اتصال به خط مربوط به دما و وصل نقطه تقاطع به محور عمودی مقدار k به دست آمد.

محاسبات مربوط به احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم شاخص اشباع لانزیلر:

$$Ls = pH - pH_s \quad (9)$$

که در آن مقدار pH_s از رابطه زیر به دست می آید (Ghobadi, 2009):

$$pH_s = p[Ca^{2+}] + p[HCO_3^-] + C \quad (10)$$

برای یافتن مقدار C در این رابطه با استفاده از شکل (۲) با داشتن مقدار EC بر حسب (ds/m) روی محور افقی و اتصال به خط مربوط به دما و اتصال محل تقاطع EC و دما به محور عمودی مقدار C در رابطه (۱۰) تعیین شد. برای یافتن مقادیر $p[HCO_3^-]$ و $p[Ca^{2+}]$ از شکل (۳) ابتدا با مشخص نمودن غلظت عناصر روی محور افقی و اتصال محل تقاطع به محور عمودی مقادیر $p[Ca^{2+}]$ و $p[HCO_3^-]$ به دست آمد (Ghobadi, 2009). پس از تعیین مقدار شاخص لانزیلر، از روی جدول (۱) شدت رسوب گذاری تعیین می شود.

شاخص ریزنا

با استفاده از رابطه زیر مقدار این شاخص برآورد شد.

$$R = 2pH_s - pH \quad (11)$$

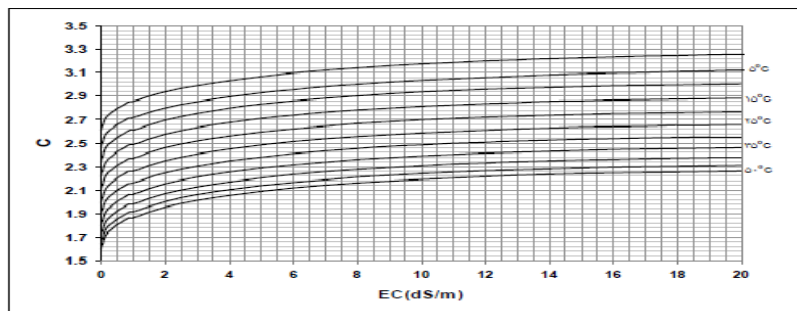


Fig. 3- C vs. EC and temperature numbers (Ghobadi Nia 2009)
شکل ۳- مقادیر C در مقابل EC و درجه حرارت (Ghobadi Nia 2009)

جدول ۱- احتمال رسوب گذاری به ازای مقادیر مختلف LSI (McGraw- Hii, 1965)

Table 1-Sedimentation probability for different values of LSI (McGraw- Hii, 1965)

More than 2	1-2	0.5-1	Less than 0	LS index value
Very High	High	Medium	No Sedimentation	Deposition Intensity

جدول ۲- احتمال رسوب گذاری به ازای مقادیر مختلف R (McGraw- Hill, 1965)

Table 2- Sedimentation probability for different values of R (McGraw- Hii, 1965)

4	4-5	5-6	6-7	7	R Index Value
Very High	High	Medium	Low	No Sedimentation	Deposition Intensity

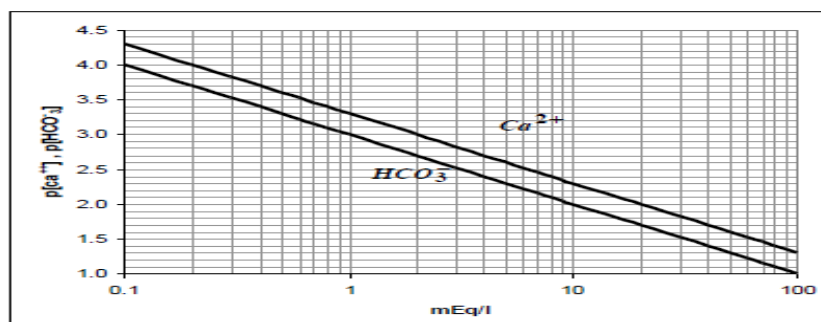


Fig. 4-Conversion of calcium and carbonate concentration to $p[Ca^{2+}]$ $p[HCO_3^-]$ (Ghobadi Nia 2009)
شکل ۴- تبدیل غلظت کلسیم و کربنات به $p[Ca^{2+}]$ $p[HCO_3^-]$ (Ghobadi Nia 2009)

عمق زهکش هاست در حالی که نتایج طرح فجر مربوط به خاک سطحی بوده است.

محاسبات مربوط به احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم
همان طور که قبلاً اشاره شد برای پیش بینی احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم از شاخص های اشباع لانتزلیر، ریزنار و استیف دیویس استفاده شد. با داشتن مقادیر کلسیم، بی کربنات، هدایت الکتریکی، اسیدیته و دما ابتدا مقدار سه شاخص محاسبه گردید و سپس احتمال رسوب گذاری بر اساس مقادیر شاخص ها به دست آمد. به این صورت که مقادیر به دست آمده برای شاخص لانتزلیر و استیف-دیویس با جدول (۱) و مقادیر به دست آمده برای شاخص ریزنار با جدول (۲) مقایسه شد. نتایج نهایی در جداول (۶) و (۷) ارائه شده است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از انجام آزمایش تجزیه کیفی آب آبیاری و تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق، در جداول (۳)، (۴) و (۵) ارائه شده است. با توجه به جدول (۳) با داشتن درصد سیلت، شن و رس، از روی مثلث بافت خاک، بافت خاک از نوع رسی لومی به دست آمد که این نوع بافت مربوط به خاک های متوسط رو به سنگین است. این نوع خاک در حالت خشک کلوخ های سخت را تشکیل داده و اگر بین انگشتان فشرده شود تشکیل لوله می نماید که به آسانی می شکند اما در حالت مرطوب حالت چسبنده و پلاستیکی دارد. در مواد و روش ها اشاره شد که بافت خاک منطقه سلطان آباد از نوع سیلتی لوم است اما نتیجه تعیین بافت در این پژوهش رسی لومی بوده که دلیل آن نمونه برداری از

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه

Table 3-Physical characteristics of the studied soil

Soil Texture	Clay Percentage	Sand Percentage	Silicate Percentage
Clay-Loam	31.5	30.5	38

جدول ۴- خصوصیات شیمیایی خاک اولیه مورد مطالعه

Table 4-Chemical characteristics of the primary soil under study

EC (dS/m)	pH	CaCO ₃ (%)	CaSO ₄	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺
		(meq/lit)								
5.02	7.64	24.56	0	23	0	35	30	10	25	0.8

جدول ۵- خصوصیات شیمیایی آب

Table 5-Water chemical properties

Water chemical properties	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	Ec (dS/m)
	meq/lit								
Amount	1.7	6	15	15	40	0	12	7/75	2.08

جدول ۶- مقادیر پارامترهای محاسبه شده شاخص های مختلف برای احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم

Table 6-Calculated parameter values of different indicators for the possibility of calcium carbonate deposition

Parameter	EC (dS/m)	pH	Temp (°C)	Ca ²⁺ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	P[Ca ²⁺]	P[HCO ₃ ⁻]	C	K	LS	R	S & SDI
Saturated extract of primary soil	5.02	7.64	20.5	30	23	2	1.5	2.6	2.2	1.54	4.56	1.94
Water	2.08	7.75	25	15	12	1.2	1.9	2.35	2	1.54	4.81	1.89

جدول ۷- احتمال رسوب گذاری کربنات کلسیم بر اساس شاخص های لانزیلر، ریزنار و استیف- دیویس

Table 7-The possibility of Calcium carbonate deposition based on Langelier, Riznar and Steve Davis indicators

Parameters	Langelier index value	Riznar index value	Steve Davis index value	Sedimentation probability based on the Langelier index	Sedimentation probability based on the Riznar index	Sedimentation probability based on the Steve Davis
Saturated extract of primary soil	1.54	4.56	1.94	High	High	High
Water	1.54	4.81	1.89	High	High	High

تغییرات دبی جریان و هدایت هیدرولیکی

برای بررسی تغییرات دبی و هدایت هیدرولیکی ابتدا داده ها به وسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند تا معنی دار بودن یا نبودن آن ها مشخص شود و سپس با توجه به نمودار و وضعیت این دو پارامتر نتیجه گیری انجام شد.

با توجه به جدول (۷) مشاهده می شود که احتمال رسوب گذاری به ازای کلیه شاخص ها زیاد بوده است. این نتیجه بدین معنی است که آب و خاک منطقه دارای پتانسیل رسوب گذاری بالایی است. Ghabadi Nia (2009) نتیجه مشابه در مورد ژئوتکستایل ها به دست آورد.

نرمال بودند. سپس از طرح کاملاً تصادفی (CRD) و از راه مقایسه میانگین داده‌ها آزمون LSD در سطح اطمینان یک درصد استفاده شد که نتایج به صورت جدول (۸) تا (۱۶) ارائه شده است.

تحلیل داده‌های مربوط به دبی و هدایت هیدرولیکی با نرم‌افزار SPSS
با توجه به اینکه در این پژوهش سه تیمار در سه تکرار وجود داشت، ابتدا نرمال بودن داده‌ها مورد آزمون قرار گرفت که داده‌ها

جدول ۸- آمار توصیفی

Table 8-Descriptive Statistics

Treatment	Quantity	Average	Standard deviation	Standard error	For the average amount of confidence interval		Minimum	Maximum
					Higher range	Lower range		
					A	102		
B	102	6197.1	1091.418	108.66	6411.38	5982.63	4790	8370
C	102	5403.24	145.49	143.576	5688.5	5118.42	3780	7940
Total	306	6434.43	1462.869	83.627	6598.99	6296.87	3780	9320

In Spss software the data must be entered sequentially in order to perform data analysis, which are 102 in total.

جدول ۹- تحلیل واریانس

Table 9- Variance analysis

Sig.	F Statistics	Medium Square	Freedom Degree	Square Sum	
0	112.663	1391841.866	2	2783682.732	Between treatments
		1235405.126	68	3743278.186	(errors)Within groups
			101	652696.918	Total

The intended meaning behind within groups is the three replicates in each treatment.

جدول ۱۰- آزمون LSD با سطح اطمینان ۹۹ درصد

Table 10-LSD test with 99% confidence level

Confidence interval		Sig.	Average difference (I-J)	(J) Treatment	(I) Treatment	
Lower range	Higher range					
1102.59	1909.47	0	155.639	*1506.029	B	A
1896.36	2703.24	0	155.639	2299.804	C	
-1909.47	-1102.59	0	155.639	*-1506.029	A	B
39.33	1197.22	0	155.639	*-793.755	C	
-2703.24	-1896.36	0	155.639	*-2299.804	A	C
-1197.22	-390.33	0	155.639	*-793.755	B	

جدول ۱۱- تحلیل واریانس دبی تیمار پیوسته

Table 11-Variance analysis of continuous treatment discharge

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	1787777.574	33	54175.78	4.518	0
Within groups (errors)	815372.917	68	1199.778		
Total	260315.490	101			

جدول ۱۲- تحلیل واریانس دبی تیمار منقطع

Table 12-Discontinuous treatment flow variance analysis

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	7356439.354	33	222922.405	93.17	0
Within groups (errors)	162967.708	68	2296.584		
Total	7519407.62	101			

جدول ۱۳- تحلیل واریانس دبی تیمار تحت گرما

Table 13-Variance analysis of flow rate under heat

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	13220152.22	33	40061.667	516.182	0
Within groups (errors)	52775.0	68	776.103		
Total	13272927.22	101			

جدول ۱۴- تحلیل واریانس هدایت هیدرولیکی تیمار پیوسته

Table 14-Variance analysis of hydraulic conductivity of continuous treatment

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	17.11	33	0.515	4.528	0
Within groups (errors)	7.741	68	0.114		
Total	24.752	101			

جدول ۱۵- تحلیل واریانس هدایت هیدرولیکی تیمار منقطع

Table 15-Variance analysis of hydraulic conductivity of discontinuous treatment

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	69.915	33	2.119	92.999	0
Within groups (errors)	1.549	68	23		
Total	71.464	101			

جدول ۱۶- تحلیل واریانس هدایت هیدرولیکی تیمار تحت گرما

Table 16-Variance analysis of hydraulic conductivity of heat treatment

	Square Sum	Freedom Degree	Medium Square	F Statistics	Sig.
Between days	125.645	33	3.807	514.994	0
Within groups (errors)	503	68	7		
Total	126.148	101			

می‌یافت که این امر موجب تغییر دبی می‌گردد. Ghobadi Nia (2009) نتیجه مشابهی در مورد ژئوتکتست‌ایل‌ها به‌دست آورد. بررسی مجموع میانگین‌ها نشان داد که دبی و هدایت هیدرولیکی در تیمار منقطع ۱۹/۵۶ درصد نسبت به تیمار پیوسته کاهش یافت که نشان‌گر تغییرات زیاد سیستم خاک درون ستون‌ها می‌باشد. در مورد تیمار تحت شرایط گرما ملاحظه می‌شود که کاهش دبی و هدایت هیدرولیکی نسبت به تیمار شاهد ۲۹/۷۷ درصد بود که کاهش آن بیشتر از تیمار پیوسته و منقطع بود که دلیل آن افزایش تراکم در دمای بالاتر است و چون مقدار دبی و هدایت هیدرولیکی به مقدار ثابتی رسیده است نتیجه می‌شود که گرفتگی اتفاق نمی‌افتد. در تیمار پیوسته زمان رسیدن به نقطه اوج از دو تیمار منقطع و تحت گرما بیشتر بود. ابتدا تیمار تحت گرما به نقطه اوج رسید و سپس تیمار شرایط منقطع. این فرآیند مرحله تحکیم خاک بوده است. همچنین شیب نمودار تحت گرما از دو نمودار دیگر بیشتر است که نشان‌دهنده تغییرات کل سیستم است.

عکس‌برداری الکترونیکی (SEM)

همان‌طور که از شکل‌های (۷) تا (۱۰) مشخص است رسوب کمی وجود داشته که مقایسه چشمی بین تیمارها می‌توان گفت رسوبات در تیمار تحت گرما اندکی بیشتر از تیمار منقطع و پیوسته بوده است. به دلیل نبود امکان Edax توسط میکروسکوپ الکترونی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران نوع رسوب قابل تشخیص نبود؛ اما همان‌طور که تصاویر نشان می‌دهند رسوبات کمی وجود داشت که در مدت عمر مفید زهکش‌ها باعث گرفتگی این نوع فیلتر نمی‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد احتمال رسوب‌گذاری در شرایط ماندگاری آب در خاک زیاد بوده است اما در صورت حرکت آب و عبور آن از فیلتر احتمال رسوب‌گذاری به حداقل ممکن رسیده و گرفتگی در درازمدت اتفاق خواهد افتاد. این مدت بیشتر از عمر مفید شبکه زهکشی خواهد بود.

موارد اختلاف میانگین که با علامت ستاره مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار هستند هر سه تیمار A، B و C در سطح اطمینان ۹۹ درصد با آزمون LSD به صورت دو به دو آزمون شده‌اند. نتایج حاصل حاکی از وجود اختلاف معنادار بین همه تیمارها بود. سپس متغیر q یا همان وضعیت دبی برای هر یک از تیمارها مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات آن را در طول زمان بررسی شد.

با توجه به مقدار سطح معناداری در هر سه جدول آنالیز واریانس بالا برای هر سه تیمار، فرض یکسان بودن وضعیت دبی در طول زمان رد شد و وضعیت دبی در طول زمان دارای تفاوت معنادار بود. سپس متغیر k یا همان هدایت هیدرولیکی برای هر یک از تیمارها و تغییرات آن در طول زمان بررسی شد. با توجه به مقدار سطح معناداری در هر سه جدول آنالیز واریانس بالا برای هر سه تیمار، فرض یکسان بودن هدایت هیدرولیکی در طول زمان رد شد و هدایت هیدرولیکی در طول زمان دارای تفاوت معنادار بود. در شکل‌های (۵) و (۶) تغییرات دبی و هدایت هیدرولیکی در طول زمان به صورت نمودار رسم و ارائه شده است.

نتایج بررسی هدایت هیدرولیکی کل سیستم در ستون‌های آزمایش نشان داد که علی‌رغم اینکه دبی و هدایت هیدرولیکی دارای تفاوت معنادار بودند اما برای تمامی تیمارها دبی تا رسیدن به نقطه اوج افزایش، سپس کاهش و تا رسیدن به روند ثابت ادامه یافتند. Sharifi et al. (2015) و موسسه جهاد نصر (Anonymous, 2014b) نتیجه مشابه این موضوع را به‌دست آوردند. افزایش و کاهش

به‌دلیل جابه‌جایی ذرات و رد شدن آن‌ها از فیلتر، تغییرات خاک و سایر عوامل بوده است. همچنین با توجه به شکل‌های (۵) و (۶) روند تغییرات دبی و هدایت هیدرولیکی یکسان است. نکته قابل توجه اینجاست که در آزمایش‌های شیمیایی در تیمار جریان منقطع به‌دلیل خشک و تر شدن جریان محیط درون استوانه، تراکم تغییر

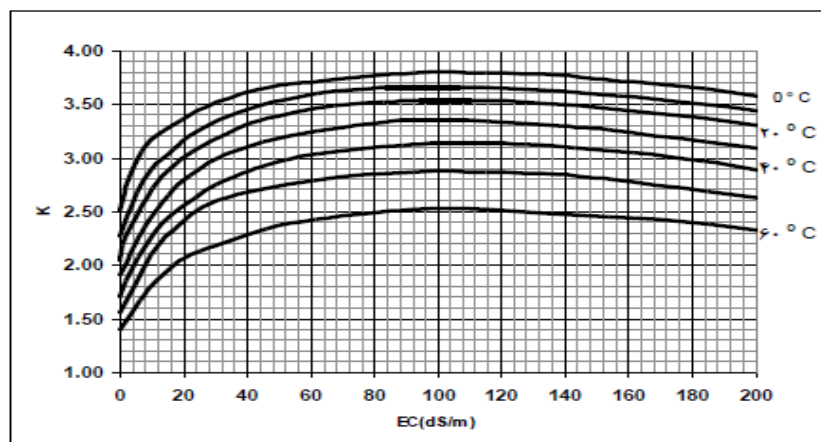


Fig. 5-K values for EC and temperature (Ghobadi Nia 2009)

شکل ۵- مقادیر K به ازای EC و درجه حرارت (Ghobadi Nia 2009)

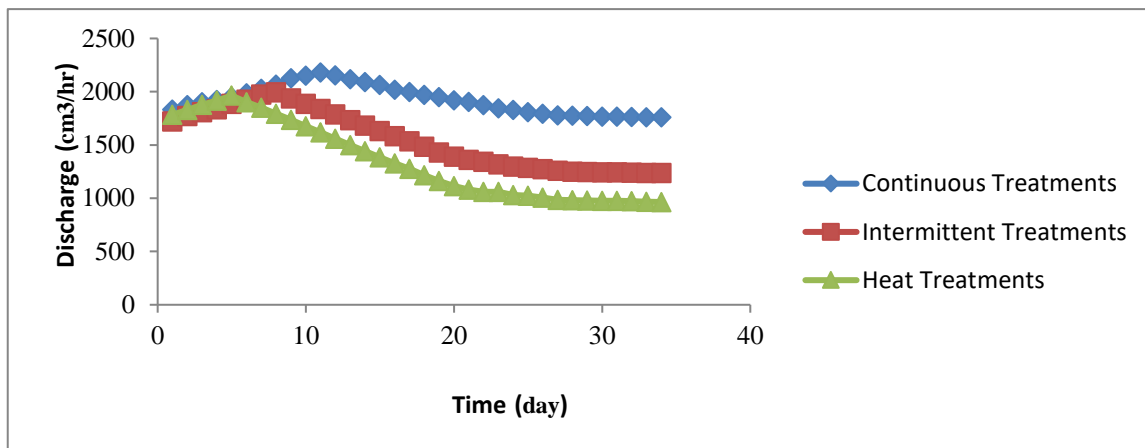


Fig 6- Flow rate changes over time for continuous, intermittent and heat treatments

شکل ۶- تغییرات دبی در طول زمان برای تیمارهای پیوسته، منقطع و تحت گرما

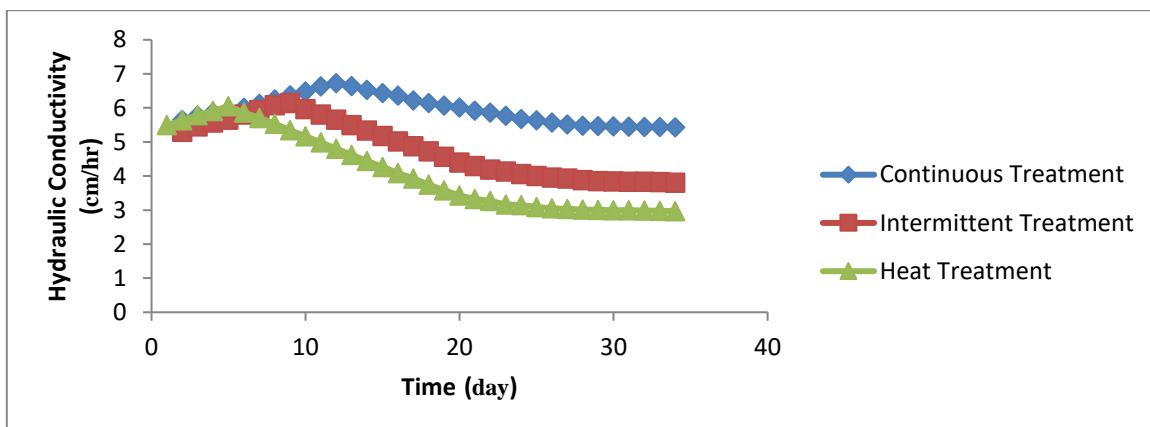


Fig. 7-Changes in hydraulic conductivity over time for continuous, intermittent and heat treatment

شکل ۷- تغییرات هدایت هیدرولیکی در طول زمان برای تیمارهای پیوسته، منقطع و تحت گرما

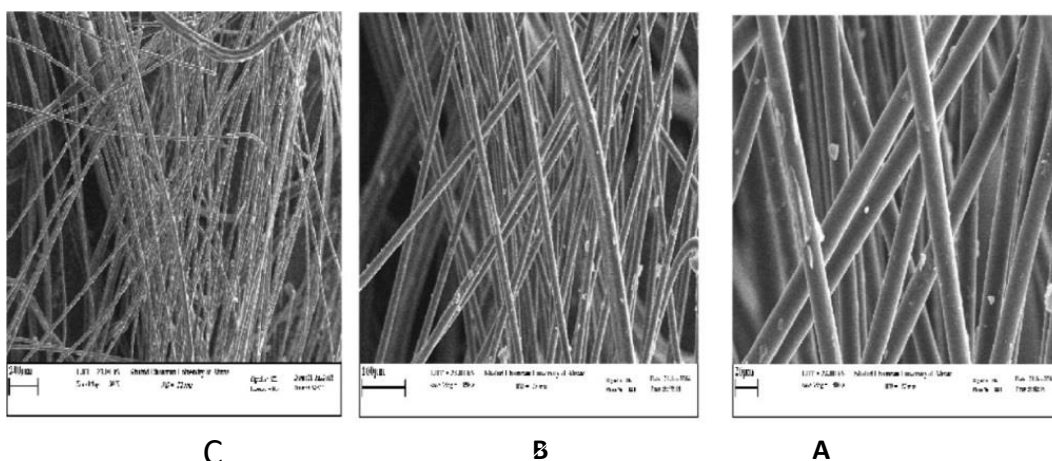


Fig. 8-Images taken by electron microscope (SEM) of the intact coating

A) 50% Magnification B) 150% Magnification C) 400% Magnification

شکل ۸- تصاویر گرفته شده توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به پوشش دست نخورده

الف) بزرگ‌نمایی ۵۰ درصد ب) بزرگ‌نمایی ۱۵۰ درصد ج) بزرگ‌نمایی ۴۰۰ درصد

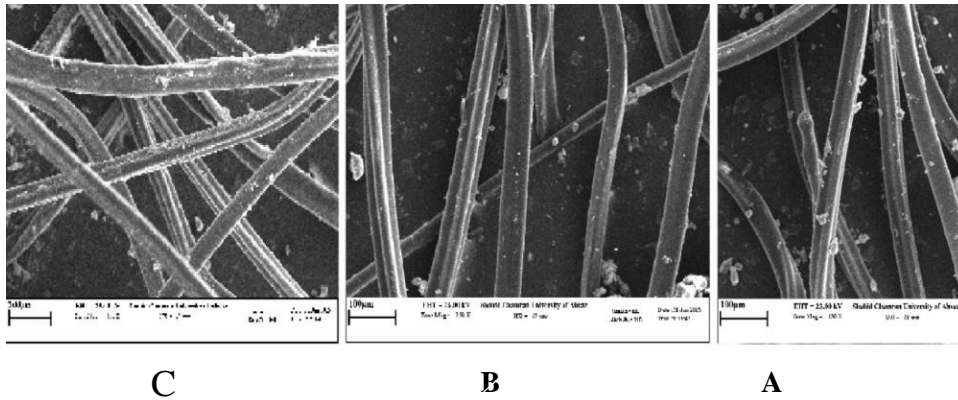


Fig. 9- Images taken by electron microscope (SEM) of the continuous treatment coating
 A) 50% Magnification B) 150% Magnification C) 400% Magnification
 شکل ۹- تصاویر گرفته شده توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به پوشش تیمار پیوسته
 الف) بزرگ‌نمایی ۵۰ درصد ب) بزرگ‌نمایی ۱۵۰ درصد ج) بزرگ‌نمایی ۴۰۰ درصد

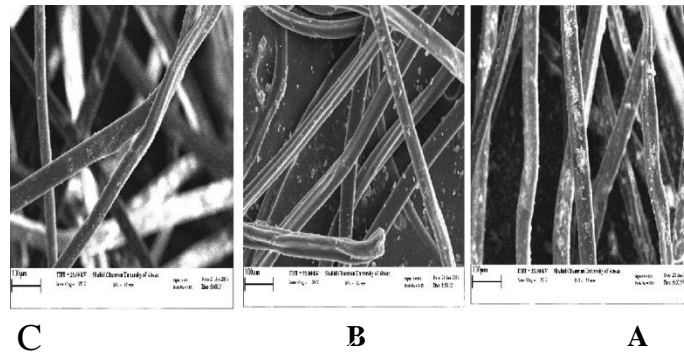


Fig. 10- Images taken by electron microscope (SEM) of the interrupted treatment
 A) 50% Magnification B) 150% Magnification C) 400% Magnification
 شکل ۱۰- تصاویر گرفته شده توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به تیمار منقطع
 الف) بزرگ‌نمایی ۵۰ درصد ب) بزرگ‌نمایی ۱۵۰ درصد ج) بزرگ‌نمایی ۴۰۰ درصد

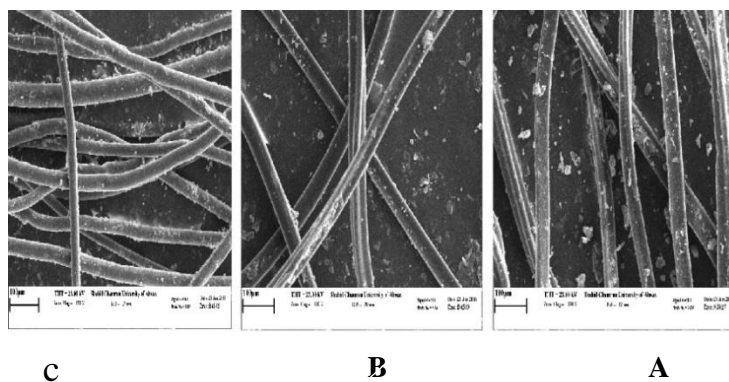


Fig. 11- Images taken by electron microscope (SEM) of the heat treatment
 A) 50% Magnification B) 150% Magnification C) 400% Magnification
 شکل ۱۱- تصاویر گرفته شده توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به تیمار تحت گرما
 الف) بزرگ‌نمایی ۵۰ درصد ب) بزرگ‌نمایی ۱۵۰ درصد ج) بزرگ‌نمایی ۴۰۰ درصد

نتیجه گیری

احتمال رسوب گذاری به ازای شاخص های لانتزلیر، ریزنار و استیف-دیویس برای کلیه تیمارها قبل و بعد از آزمایش محاسبه شد. نتایج نشان داد احتمال رسوب گذاری برای کلیه شاخص ها وجود دارد اما در طی مدت زمان ۲۰۰۰ ساعته گرفتگی در سیستم اتفاق نیفتاده است. از آن جایی که رسوب گذاری و گرفتگی با هم متفاوت هستند، ممکن است احتمال رسوب گذاری زیاد باشد اما گرفتگی اتفاق نیفتد چون زمان زیادی نیاز است تا رسوب ها تبدیل به گرفتگی شوند.

تقدیر و تشکر

حمایت های مالی این تحقیق از محل اعتبار پژوهشی شماره گرنت SCU.WI97.556 صورت گرفته است. بدینوسیله از حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز سپاسگزاری می شود. ضمناً از موسسه جهاد نصر برای فراهم نمودن امکان نمونه برداری تشکر می شود.

References

- 1-Ahmet, D.A., 2011. Selection of geo-synthetic filter materials as drain envelopes in clay and silty loam soils to prevent siltation: A case study from Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6(16), pp.3930-3935.
- 2-Anonymous, 2014a. *Final report of Ramhormoz Fajer irrigation and drainage project*. Volume 7. Jihad Nasr Institute. 150 pages.
- 3- Anonymous, 2014b. Report of the research plan for the evaluation of underground drains in Hamidiyeh, Shushtar and Khorramshahr regions. Research Institute of Soil Protection and Watershed Management. Jihad Nasr Institute. 160 pages.
- 4- Arvahi, A. Nasser, A.A. 2007. Technical and Economic Evaluation of Application of Synthetic Filters in Underground Drainage System and Comparison with Sand and Filters in Abadan Villages. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 28 (3): pp. 373-383.(in persian).
- 5-Faure, Y.H., Baudoin, A., Pierson, P. and Ple, O., 2006. A contribution for predicting geotextile clogging during filtration of suspended solids. *Geotextiles and Geomembranes*, 24(1), pp.11-20.
- 6- Ghobadi Nia, M .2009 .Investigation of chemical and biochemical clogging of geotextile covers in agricultural drains .PhD Thesis, Department of Irrigation and Development Engineering , Faculty of Agricultural Engineering and Technology , University of Tehran ,160 pages.
- 7- McGraw- Hill, 1965. Carrier Air Conditioning Company. "Handbook of Air Conditioning System Design" .780pp.
- 8- Ritzema, H.P., Nijland, H.J. and Croon, F.W., 2006. Subsurface drainage practices: From manual installation to large-scale implementation. *Agricultural water management*, 86(1-2), pp.60-71.
- 9- Rogers, J. and Stocken, P.2003. "Credibility of Management Forecasts". Working Paper
- 10- Rostami,M. 2015 . Laboratory investigation of the performance of underground drains with three different types of coatings in three regions of Khuzestan province.The first national conference on technical, economic, social and environmental aspects of the 550,000 hectare plan of Khuzestan and Ilam lands. 26 and 27 november 2015.
- 11- Shan, H.Y., Wang, W.L. and Chou, T.C., 2001. Effect of boundary conditions on the hydraulic behavior of geotextile filtration system. *Geotextiles and Geomembranes*, 19(8), pp.509-527.
- 12- Sharifi, Y. Kashkuli, H.A & Khodadadi Dehkordi, D. 2015. Investigating the performance of groundwater drainage filters in Hendijan R2 network. *The first national conference on the technical, economic, social and environmental aspects of the 550,000 hectare plan of Khuzestan and Ilam lands*. 26 and 27 November 2015.
- 13- Sheikholeslami, R., 2005. Scaling potential index (SPI) for CaCO₃ based on Gibbs free energies. *AICHE journal*, 51(6), pp.1782-1789.

-
- 14- Stiff, H.A. and Davis, L.E., 1952. A method for predicting the tendency of oil field waters to deposit calcium carbonate. *Journal of Petroleum Technology*, 4(09), pp.213-216.
 - 15- Stuyt, L.C.P.M., Dierickx, W. and Beltrán, J.M., 2005. *Materials for subsurface land drainage systems* (No. 60). Food & Agriculture Org..
 - 16- Vlotman, W.F., Willardson, L.S. and Dierickx, W., 2001. Envelope Design for Subsurface Drains; Publication No. 56. *International Institute for Land Reclamation (ILRI): Wageningen, The Netherlands..*