Archive of SID.ir

Research Paper

A Study on the Efficiency of Phytoremediation in Removing Water salinity in Artificial Surface Wetland

Mohsen Jahaneezadeh, Masumeh Farasati, Ali Satarian, Habib khodaverdiloo

M.SC. Graduate, department of Watershed management, Agricultural Faculty, Gonbad Kavous University

Associate professor, Department of Watershed management, Agricultural Faculty, Gonbad Kavous University (Corresponding Author)

Associate professor, Department of Biology, Faculty of Basic Science, Gonbad Kavous University

Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia

10.22125/IWE.2023.375655.1692

Received:
December 6, 2022
Accepted:
March 15, 2023
Available online:
December 30, 2023

Keywords:
wetland, salinity, Jagan plant, phytoremediation

Abstract

In this research, nine numbers of systems were built and urban water flow was established continuously from December 2019 to June 2014. All systems were planted in the soil with different densities of 10, 20, 30 and 40 cm. The selected hydraulic retention time was 5 days, and for each retention time, this experiment was repeated in three stages, for six months. The concentration of calcium, magnesium, potassium, chlorine, carbonate, bicarbonate and EC input to the systems and their output were measured and the concentration changes were compared using SAS statistical software.

The comparison results of the average density of plant cultivation, changes in temperature, month, and their interaction in the efficiency of removing salinity parameters were observed to be significant at the 95% confidence level. Comparing the average effect of temperature on salinity removal showed a significant difference between the efficiency of salinity removal in some months of the year. The interaction effect showed that the highest salinity removal efficiency equal to 17.75% was obtained in the

According to the results, it can be said that the highest average for the EC parameter occurred in December at a density of 40 cm and the lowest average value for a density of 20 cm occurred in April.

Keywords: Artificial wetland, Salinity, Crop density, Retention time, Swamp palm, Phytoremediation.

1. Introduction

Background and purpose: The phytoremediation process is a relatively new technology for purifying contaminated water and soil, and it does not have any destructive effects on the environment, and it is a sustainable, low-cost, easy and environmentally friendly method. The most important factor in the implementation of plant remediation is the selection of the appropriate plant species, which must have a high ability to absorb organic and inorganic pollutants, adapt and grow well in polluted environments (water and soil), and reproduce easily and quickly.

In this research, the effectiveness of jagan plant in removing water salinity in surface flow artificial wetland was investigated.

2. Materials and Methods

In this research, nine numbers of systems were built and urban water flow was established continuously from December 2019 to June 2014. All systems were planted in the soil with different densities of 10, 20, 30 and

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

40 cm. The selected hydraulic retention time was 5 days, and for each retention time, this experiment was repeated in three stages, for six months. The concentration of calcium, magnesium, potassium, chlorine, carbonate, bicarbonate and EC input to the systems and their output were measured and the concentration changes were compared using SAS statistical software.

3. Results

The comparison results of the average density of plant cultivation, changes in temperature, month, and their interaction in the efficiency of removing salinity parameters were observed to be significant at the 95% confidence level. Comparing the average effect of temperature on salinity removal showed a significant difference between the efficiency of salinity removal in some months of the year.

4. Discussion and Conclusion

The interaction effect showed that the highest salinity removal efficiency equal to 17.75% was obtained in the retention time of five days in the soil cultivation system and in July.
According to the results, it can be said that the highest average for the EC parameter occurred in December at a density of 40 cm and the lowest average value for a density of 20 cm occurred in April.

5. Six important references

1) Billy A, Makumba A and Ernest R. Plant Growth Promoting Rhizobacterial Biofertilizers for Sustainable Crop Production: The Past, Present, and Future Becky N, 2020.
2) Hatamjafari F, Tazarv M. Study of antioxidant activity of Spinacia oleracea L. Journal of Chemistry, An International Open Free Access, Peer Reviewed Research Journal, 2013, 29(2): 451-455.
3) Mohammad Mirzaee M, ZakeriNia M, and Farasati M. The effects of phytoremediation of treated urban wastewater on the discharge of surface 2 and subsurface drippers (Case study: Gorgan wastewater treatment plant in northern 3 Iran, Cleaner Engineering and Technology, 2021,4, 100210

4) Mohammad Mirzaee M, ZakeriNia M, and Farasati M. Performance evaluation of Vetiver and Pampas plants in reducing the hazardous ions of treated municipal wastewater, Water Practice & Technology Journal, (2022) 17 (5): 1002–1018.

5)Nazarpoor R, Farasati M, Fathaabadi H, Gholizadeh M. Nitrate removal from water by using Cyperus alternifolius plants in surface flow constructed wetlands, Desalination and Water Treatment, 2021, 1–9.

6)Roongtankiat N, Tongruangkiat S, Meesart R. Utilization of vetiver grass (Vetiveria zizanioides) for removal of heavy metals from industrial wastewaters. Science Asia; 2007(3):397-403.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال چهاردهم. شماره پنجاه و چهار . زمستان ۱۴۰۲

بررسی کارایی گیاه پالایی در حذف شوری آب در تالاب مصنوعی جریان سطحی

محسن جهانی زاده[۱]، معصومه فراستی*[۲]، علی ستاریان[۳]، حبیب خداوردیلو[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۱/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۲/۲۴

مقاله پژوهشی

چکیده

در این پژوهش به بررسی کارایی گیاه جگن در حذف شوری آب در تالاب مصنوعی جریان سطحی پرداخته شد. برای رسیدن به این هدف، نُه عدد کانال ساخته‌شد و جریان آب چاه از آذر ۱۳۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰ به صورت پیوسته در کانال ها برقرار شد. همه کانال ها به صورت کشت در خاک و با تراکم‌های مختلف ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتیمتر کاشته شد. زمان ماند هیدرولیکی انتخاب شده ۵ روز بود و برای زمان ماند پنج روز این آزمایش در سه مرحله، به مدت شش ماه تکرار شد. غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلر، کربنات، بیکربنات و EC ورودی به کانال ها و خروجی از آن‌ها اندازه گیری و تغییرات غلظت با استفاده از نرم افزار آماری SAS مقایسه شد. نتایج مقایسه میانگین تراکم کشت گیاه، تغییرات دما، ماه و اثر متقابل آن‌ها در کارآیی حذف پارامتر شوری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر دما بر حذف شوری نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین بازدهی حذف شوری در بعضی از ماه‌های سال بود. اثر متقابل نشان داد که بیشترین بازدهی حذف شوری برابر ۱۷/۷۵ درصد در زمان ماند پنج روز در سامانه کشت در خاک و در تیرماه به‌دست‌آمد. بزرگترین میانگین برای پارامتر EC در ماه آذر و در تراکم ۴۰ سانتی‌متر اتفاق افتاده‌است و کمترین مقدار میانگین برای تراکم ۲۰ سانتی متر در فروردین اتفاق افتاده است.

واژه‌های کلیدی: تالاب مصنوعی، شوری، تراکم کشت، زمان ماند، جگن، گیاه پالایی

۱ کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس ایران پست الکترونیکی:jahanee@gmail.com

۲دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس ایران پست الکترونیکی:farasati2760@gmail.com (نویسنده مسئول)

۳ دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس ایران پست الکترونیکی sattarian.ali@gmail.com

۴ گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه ارومیه ایران، پست الکترونیکی:khodaverdiloo@yahoo.com

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

با توجه به تلاش محققین برای ارائه راه‌حل‌هایی ارزانتر و سازگارتر با محیط زیست برای حذف آلاینده‌ها، ساختارهای تالابی یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای این منظور است. تالاب‌ها با روش‌های مختلف فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی می‌توانند به شکل موثری غلظت انواع آلاینده‌های شیمیایی و باکتری‌های بیماری‌زا را کاهش دهند (Bunea,2008).

تالاب‌های مصنوعی جایگزینی امیدوار کننده برای تصفیه فاضلاب هستند. در کشورهای در حال توسعه، و به خصوص در چین، هزاران نفر از تالاب به عنوان تاسیسات تصفیه خانه فاضلاب استفاده می‌کنند. تالاب‌های سطحی ساخته‌شده با بسترهای شن و ماسه، منشاء آنها در اروپا است و اکنون در سراسر جهان استفاده می‌شوند. تالاب‌های زیرسطحی ساخته‌شده با بستر شنی عمدتاً در شمال آفریقا، آفریقای جنوبی، آسیا، استرالیا و نیوزیلند یافت می‌شوند.

یکی از روش‌های بیولوژیکی به‌منظور تصفیه آب و فاضلاب در تالاب‌ها، استفاده از پتانسیل‌های فیزیولوژیکی گیاهان است (Keshtkar, 2016) یکی از ارکان مهم در زمینه گیاه‌پالایی، فراهم آوردن شرایط محیطی و بستری مناسب برای کشت و پرورش گیاه است (Hajjilu,2011).

فرآیند گیاه‌پالایی یک فناوری نسبتاً نوین جهت پالایش آب و خاک آلوده بوده و فاقد هرگونه اثرات تخریبی برای محیط‌زیست بوده و روشی پایدار، کم هزینه، آسان و دوستدار محیط‌زیست می‌باشد. مهم‌ترین فاکتور در اجرای گیاه پالایی، انتخاب گونه گیاهی مناسب است که باید قابلیت بالای جذب آلاینده‌های آلی و معدنی، سازگاری و رشد مناسب در محیط‌های آلوده (آب و خاک) و تکثیر آسان و سریع داشته باشد(Billy,2008) .

استفاده از گونه‌های آبزی برای تصفیه فاضلابهای مختلف تحت شرایط گوناگون در تعداد زیادی از کشورها از جمله مصر، تایلند، ایران و ژاپن انجام شده است. این گیاهان آبزی در مراحل اولیه و ثانویه تصفیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی قابل استفاده است. گیاهان تالابی به دلیل مجهز بودن به سیستم بافت گیاهی، توانایی ذخیره موادغذایی را دارند و حذف قسمت هوایی آنها یک بار در سال، کارایی حذف مواد غذایی را افزایش می‌دهد. ریشه گیاهان موجود در تالاب نقش یک فیلتر بیولوژیکی را برای حذف انواع مواد آلی ایفا می‌کند. جگن نام یک سرده از تیره جگنیان است و به نام زنبق زرد نیز شناخته می‌شود. گیاهی است علفی و پایا که در مرداب‌ها و نواحی باتلاقی منطقه‌های معتدل و گرم سراسر جهان می‌روید. تاکنون در حدود ۴۵ گونه از این گیاه در ایران شناسایی شده است (صمیمی لقمانی و همکاران، ۱۳۹۲).

نصرالهی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی کارایی کاهش سختی آب (کلسیم و منیزیم) با استفاده از رزین های کاتیونی قوی پرداختند. با توجه به نتایج، رزین با ۳۶ و ۱۶ میلی گرم بر لیتر کلسیم و منیزیم در آب و بیشترین تاثیر در کاهش سختی برای استفاده در سیستم تصفیه آب شهرستان جویبار توصیه می‌شود.

یونسی و همکاران (۲۰۱۹) پژوهشی در رابطه با تاثیر گیاه پالایی بر شوری آب انجام دادند. در از این تحقیق، پرورش دو گونه آبزی (بامبو و نی) در محیط آزمایشگاهی برای بررسی توانایی آن‌ها در حذف نمک و کلر از آب خام بود. برای این منظور یک‌بار NaClبا غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و پتاسیم با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و یک‌بار NaCl با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و پتاسیم با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر درون آب خام ریخته و میزان جذب عناصر با برگ گیاه بامبو و نی و میزان باقی‌مانده عناصر در آب خام در روز ۱ و ۱۴ سنجیده شد. نتایج حاصل حاکی از قابلیت بیشتر گیاه بامبو برای حذف عناصر در آب خام بود. طوری که در بالاترین غلظت، حذف سدیم، پتاسیم و کلر به ترتیب ۲۸/۴۶٪، ۶۲/۳۲٪، ۷۳/۲۴٪ و ۹۸/۲۷٪ بود.

Roongtankiat(2007) نقش دو گیاه نمک دوست را در حذف نیتروژن و گوگرد در سیستم هیدروپونیک بررسی کردند. این گیاهان به صورت ریشه‌های شناور در سیستم هیدروپونیک کشت داده شدند. آن‌ها دریافتند گیاه وتیورگراس توانایی جذب ۷۷ درصد آمونیوم را دارد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Hatamjafari et al. (2013) در پژوهشی تاثیر گیاه پالایی بر شوری آب مورد بررسی قراردادند. نتایج حاصل حاکی از قابلیت بیشتر گیاه بامبو برای حذف عناصر در آب خام بود. طوری که در بالاترین غلظت، حذف سدیم، پتاسیم و کلر به ترتیب ۶۲/۳۲٪، ۷۳/۲۴٪ و ۹۸/۲۷٪ بود.

میرزائی و همکاران(۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی تاثیر وتیور و پامپاس گراس در حذف آلاینده های مضر فاضلاب پرداختند. با توجه به نتایج به دست آمده، پامپاس گراس دارای قابلیت بیشتری در حذف آلایندها از فاضلاب شهری بود.

میرزائی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی اثر آب تصفیه شده به روش گیاه پالایی بر دبی قطره چکان های سطحی و زیرسطحی پرداختند. نتایج نشان داد که در صورت تصفیه آب با استفاده از گیاه پامپاس گراس، آبیاری قطره ای مورد استفاده برای آبیاری دارای دبی بیشتری بود.

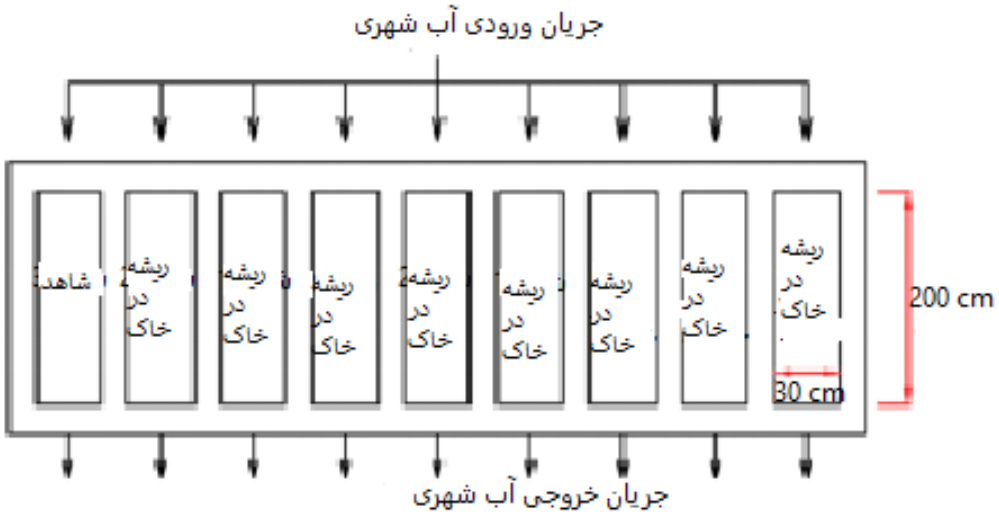
نظرپور و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی حذف نیترات با استفاده از گیاه نخل مرداب در تالاب جریان سطحی پرداختند. نتایج نشان داد بیشترین میزان حذف نیترات ۱۷/۷۵ درصد در زمان ماند پنج روز در کانال کشت در خاک به دست آمد.

با توجه به مطالب ذکر شده، در این پژوهش به بررسی کارایی گیاه جگن در حذف شوری آب در تالاب مصنوعی جریان سطحی که تا به حال انجام نشده، پرداخته شد.

مواد و روشها

مکان و زمان انجام پژوهش

در این تحقیق گیاه جگن در مزرعه دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ کشت شد. محل انجام پژوهش به دلیل دسترسی آسان به لوله‌های انتقال آب شهری و استفاده از فضای کافی جهت استقرار سامانه‌ها و مخزن ذخیره آب از دلایل انتخاب این مکان جهت ساخت سامانه تالاب مصنوعی بود. نه سیستم تالاب با مشخصات یکسان با ابعاد ۲۰۰ سانتی‌متر طول، ۳۰ سانتی‌متر عرض و با عمق ۲۵ سانتی‌متر با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از کف سامانه‌ها بر روی زمین با استفاده از ورق گالوانیزه ساخته‌شد. برای ایزوله نمودن کانال ها، از چسب آکواریوم استفاده شد. یک سامانه شاهد و هشت سامانه کشت در خاک در نظر گرفته شد. جنس بستر سامانه که بستر خاکی داشتند از نوع خاک زراعی (لوم سیلتی) و عمق خاک ۱۵ سانتی‌متر بود. شکل ۱-پلان سامانه‌های تالاب مصنوعی را نشان می‌دهد. جریان ورودی آب خام شهری و جریان خروجی آب تصفیه شده پس از گیاه پالایی را نشان می دهد.



شکل (۱): پلان سامانه‌های تالاب مصنوعی استفاده شده در تحقیق

Archive of SID.ir

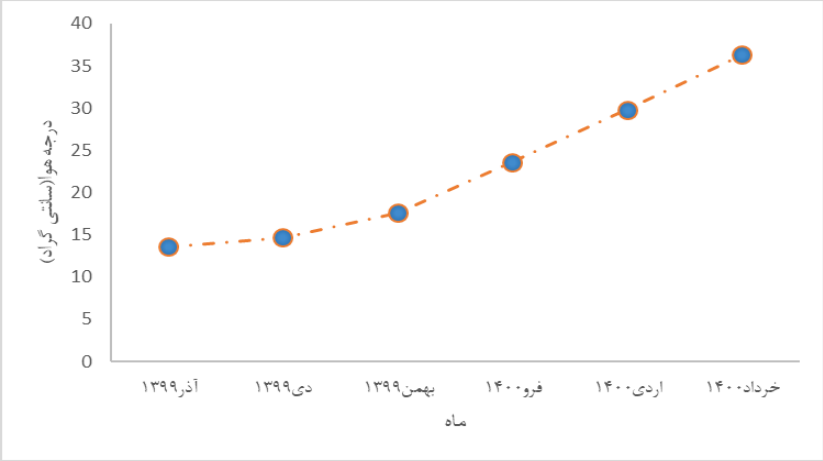
Archive of SID.ir

برای مقایسه حذف شوری توسط گیاه جگن، زمان ماند هفت روزه مد نظر قرار گرفت. جهت تخلیه آب در ارتفاع ۲۰ سانتی متری از کف سامانه تا نقطه خروجی آب برای هر سامانه، یک شیر برای خروج آب و برداشت نمونه از جریان خروجی جهت اندازه گیری در زمان ماند مورد نظر تعبیه گردید.

در ابتدای زمان ماند از آب چاه برداشت نمونه انجام گردید. ظروف حاوی نمونه، در اسرع وقت با استفاده از تشت حاوی یخ، به آزمایشگاه انتقال یافت. در هر مرحله پارامترهای کنترلی و اصلی در سیستم اندازه گیری شدند. به منظور اندازه گیری هدایت الکتریکی از EC متر، دستگاه فلیم فوتومتر برای اندازه گیری سدیم، پتاسیم ، کلسیم، منیزیم، کلر با استفاده از تیتراسیون، pH با استفاده از pH متر اندازه گیری گردید. سپس با استفاده از نرم افزار آماری SAS داده ها مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

به منظور بررسی تاثیر دما بر کارایی حذف شوری از آب در سامانه تالابی از مقادیر روزانه دمای هوای محیط استفاده شد. همانطور که شکل (۲) نشان می‌دهد، متوسط درجه حرارت محیط طی دوره آزمایش از ۱۳/۶ درجه در ماه آذر تا ۳۶/۳درجه سانتی گراد در خردادماه نوسان داشت. در نتیجه روند تغییرات دمای هوا از شروع (آذرماه) تا پایان (خرداد ماه) به نحوی بود که با تکرار آزمایش در ماه‌های متوالی امکان بررسی تاثیر افزایش دما بر بازده حذف شوری وجود داشت.



شکل (۲): تغییرات متوسط دمای محیط از شروع تا پایان آزمایش

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

در جدول(۱)، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه ارائه شده‌است.

جدول(۱): خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

شوری (mmho/cm)	اسیدیته	نیتروژن(٪)	فسفر (mg/L)	پتاسیم (mg/L)	چگالی ظاهری (g/cm^3)	شن(٪)	سیلت(٪)	رس(٪)	رطوبت وزنی (٪)
۰/۳۳	۷/۱	۰/۰۸	۱۱/۲۰	۳۶۸	۱/۳	۲۱	۶۴	۱۵	۰/۱۶

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

با توجه به جدول (۱)، خاک مورد استفاده در انجام آزمایش‌های جذب کمترین شوری را داشته و جز خاک‌های شور نمی‌باشد. همچنین اسیدیته آن تقریباً خنثی می‌باشد. مقدار قابل توجهی پتاسیم به میزان ۳۶۸ میلی‌گرم در لیتر دارد. میزان سیلت مورد مطالعه در خاک به نسبت رس و شن بیشتر می‌باشد.

تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر درصد حذف شوری آب جدول ۲ تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر حذف پارامترهای شوری آب شهری مورد تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثرات عامل‌های دما ـ نهفته در ماه دوره آزمایش (عامل فرعی) ، زمان ماند (عامل اصلی) و اثر متقابل آن‌ها بر درصد حذف در سطح ۹۹ درصد معنی دار شد.

جدول (۲): تجزیه واریانس اثر را بر حذف پارامترهای شوری آب شهری

	HCO_3	CO_3	K	Na	Mg	Ca	Cl	Ec
تکرار	35.04*	0.01ns	4.33**	3185.51**	319ns	2062.75ns	434.03ns	**0.01****
زمان	41479.72**	522. 3673	44.79**	756270.63**	348139.53ns	7242275.63**	290691.81**	**14.18****
خطای ۱	8.41**	0.36ns	0.31**	150.51ns	0.34ns	73.01ns	254.13ns	**0ns**
تراکم کشت	7982.58**	0.52**	11.81*	69141.86**	189869.53**	458.58ns	1325.78*	**2.69****
زمان*مکان	493.1**	9.76**	1.53**	2292.41**	83.18**	106715.63**	5436.05**	**2.55****
خطای ۲	1.78	0.26	0.12	70.2	1.79	5809.00	418.34	**0**

جدول (۳): تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر حذف پارامترهای شوری آب شهری

	DF	Ec	Cl	Ca	Mg	Na	K	CO_3	HCO_3
تکرار	-								
ماه	۵	522.37	41479.7	44.7	756270.6	348139.5	7242276	290691.8	14.1
تراکم کشت	۳	36.6	7982.5	11.8	69141.8	189869.5	5503.1	1325.7	2.6
تراکم کشت*ماه	۱۵	9.7	493.1	1.5	2292.4	4409.5	106715.6	5436	2.5
خطا		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

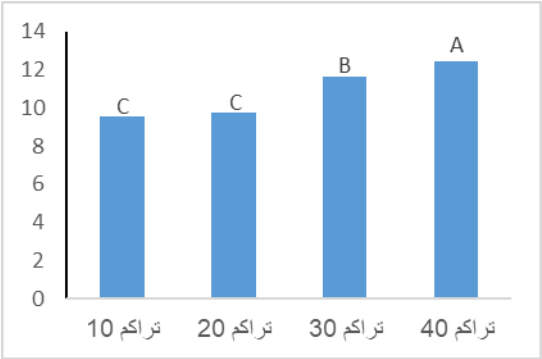
مقایسه میانگین اثر دورهٔ آزمایش (ماه) بر درصد حذف شوری

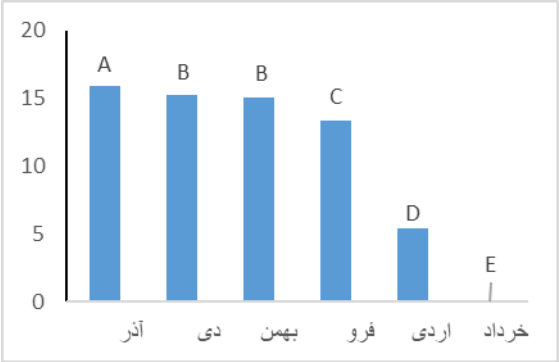
شکل ۳ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر درصد کربنات نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد، غلظت کربنات برای بعضی دوره های آزمایش (به طور مثال بین بهمن ماه، فروردین، اردیبهشت و خردادماه) معنادار است. گفتنی است مقایسه میانگین تأثیر دما بر حذف شوری نشان داد با افزایش دمای محیط، غلظت کربنات در سامانه‌ها کاهش یافته است. اما شیب کاهش کربنات کمتر از شیب افزایش دمای محیط است. همچنین، کمترین غلظت کربنات در خردادماه ۲ میلی گرم بر لیتر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

به‌دست‌آمد. مشابه این تحقیق، مطابق با اظهارات سایر محققان (Younesi, 2018; Beaton, 2004) به علت کاهش دسترسی به اکسیژن کافی، در ماه‌هایی با درجه حرارت پایین‌تر، روند حذف آلاینده با کاهش مواجه خواهد بود. در نتیجه، به علت افزایش فعالیت میکروبی، دستیابی به بیشترین و موفق ترین عمل تصفیه در هوای گرم صورت خواهد پذیرفت. با توجه به شکل ۳، با افزایش تراکم کشت، غلظت کربنات بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کربنات می باشد. در تراکم ده سانتیمتر کربنات دارای غلظت ۹/۸ میلی‌گرم برلیتر کمترین غلظت را داشته است. در تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر، تفاوت معنی داری بین غلظت کربنات مشاهده نشد.





شکل (۳): مقایسه میانگین اثر الف) دوره آزمایش (ماه) ب) تراکم بر کاهش غلظت کربنات (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

شکل ۳ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر درصد کربنات نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد، غلظت کربنات برای بعضی دوره های آزمایش (به طور مثال بین بهمن ماه، فروردین، اردیبهشت و خردادماه) معنادار است. گفتنی است مقایسه میانگین تأثیر دما بر حذف شوری نشان داد با افزایش دمای محیط، غلظت کربنات در سامانه‌ها کاهش یافته است. همچنین، کمترین غلظت کربنات در خردادماه ۲ میلی گرم بر لیتر به‌دست‌آمد. مشابه این تحقیق، مطابق با اظهارات Younesi (2018) Beaton (2004) و به علت کاهش دسترسی به اکسیژن کافی، در ماه‌هایی با درجه حرارت پایین‌تر، روند حذف آلاینده با کاهش مواجه خواهد بود. در نتیجه، به علت افزایش فعالیت میکروبی، دستیابی به بیشترین و موفق ترین عمل تصفیه در هوای گرم صورت خواهد پذیرفت.

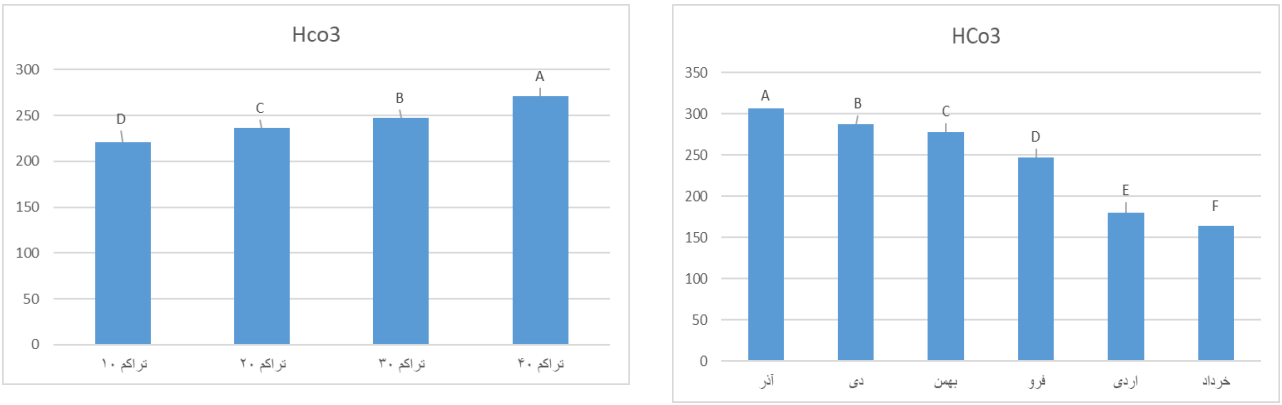
با توجه به شکل ۳، با افزایش تراکم کشت، غلظت کربنات بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کربنات می باشد. در تراکم ده سانتیمتر کربنات دارای غلظت ۹/۸ میلی گرم برلیتر کمترین غلظت را داشته‌است. در تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر، تفاوت معنی داری بین غلظت کربنات مشاهده نشد.

شکل ۴ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر درصد بیکربنات نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۴ (الف) نشان می‌دهد، غلظت بیکربنات برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت بیکربنات در سامانه‌ها کاهش یافته است. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت بیکربنات (۳۰۰میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۱۷۰ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت بیکربنات به‌دست‌آمد. در تراکم ۱۰ سانتیمتر بیکربنات دارای غلظت ۲۲۰ میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۲۷۰میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت بیکربنات مشاهده شد.

با توجه به شکل ۴ (ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت کربنات بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کربنات می باشد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل (۴): مقایسه میانگین اثر الف) دوره(ماه) ب) تراکم کاشت بر کاهش غلظت بی‌کربنات (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

شکل ۵ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم کاشت را بر غلظت پتاسیم نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۵ (الف) نشان می‌دهد، غلظت پتاسیم بین ماه‌های آذر، دی، اردیبهشت و خردادماه معنادار نشده‌است. با افزایش دمای محیط، غلظت پتاسیم در سامانه‌ها کاهش یافته است. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت پتاسیم (۱۱/۵میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۶/۸میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت بیکربنات به‌دست‌آمد. اما شیب کاهش پتاسیم کمتر از شیب افزایش دمای محیط است.

با توجه به شکل ۵ (ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت پتاسیم بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف آن می باشد. در تراکم ده سانتیمتر پتاسیم دارای غلظت ۷/۹میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۹/۹میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت پتاسیم مشاهده شد.

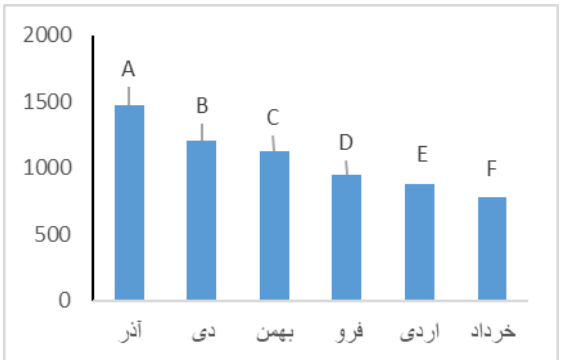
Archive of SID.ir

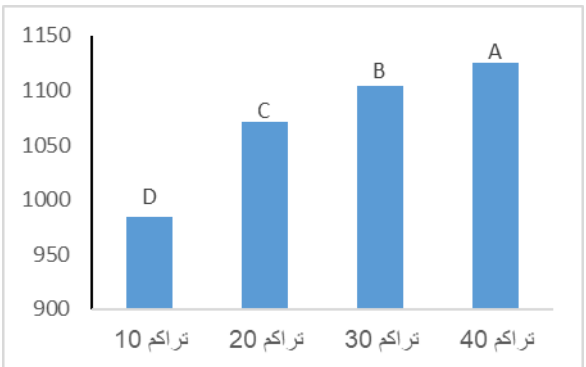
Archive of SID.ir

شکل (۵): مقایسه میانگین اثر دوره(ماه) بر کاهش غلظت پتاسیم (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

شکل ۶ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر تغییرات غلظت سدیم نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۶ (الف) نشان می‌دهد، تغییرات غلظت پتاسیم برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت بیکربنات در سامانه‌ها کاهش یافته است. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت بیکربنات (۱۴۵۰میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۷۹۰ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت بیکربنات به‌دست‌آمد. در تراکم ده سانتیمتر بیکربنات دارای غلظت ۹۸۰ میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۱۱۲۰میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت پتاسیم مشاهده شد.

با توجه به شکل ۶ (ب) ، با افزایش تراکم کشت، غلظت کربنات بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کربنات می باشد.





شکل (۶): مقایسه میانگین اثر الف) دوره(ماه)، ب) تراکم کاشت بر کاهش غلظت سدیم (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

Archive of SID.ir

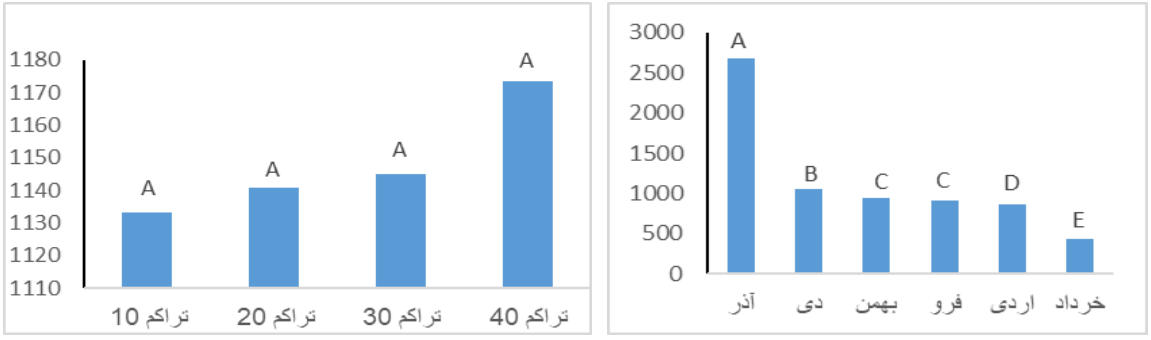
Archive of SID.ir

شکل ۷ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر تغییرات غلظت منیزیم نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۷ (الف) نشان می‌دهد، تغییرات غلظت منیزیم برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت منیزیم در سامانه‌ها کاهش یافته است. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت منیزیم (۸۸۰میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۴۹۰ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت بیکربنات به‌دست‌آمد.

با توجه به شکل ۷ (ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت منیزیم بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف منیزیم می باشد. در تراکم ده سانتیمتر منیزیم دارای غلظت ۶۰۰میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۸۲۰میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت پتاسیم مشاهده شد.

شکل (۷): مقایسه میانگین اثر الف) دوره(ماه)، ب) تراکم کاشت بر کاهش غلظت منیزیم (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

شکل ۸ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر تغییرات غلظت کلسیم نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۱۳ نشان می‌دهد، تغییرات غلظت منیزیم برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت منیزیم در سامانه‌ها کاهش یافته است. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت منیزیم (۲۷۰۰میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۴۰۰ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت بیکربنات به‌دست‌آمد. با توجه به شکل ۸(ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت کلسیم بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کلسیم می باشد. در تراکم ده سانتیمتر کلسیم دارای غلظت ۱۱۳۲میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۱۱۷۳میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت کلسیم مشاهده شد.



شکل (۸):مقایسه میانگین اثر الف) دوره(ماه) ، ب) تراکم کاشت بر کاهش غلظت کلسیم (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

و در خردادماه (۳۰۰ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت کلر به‌دست‌آمد.

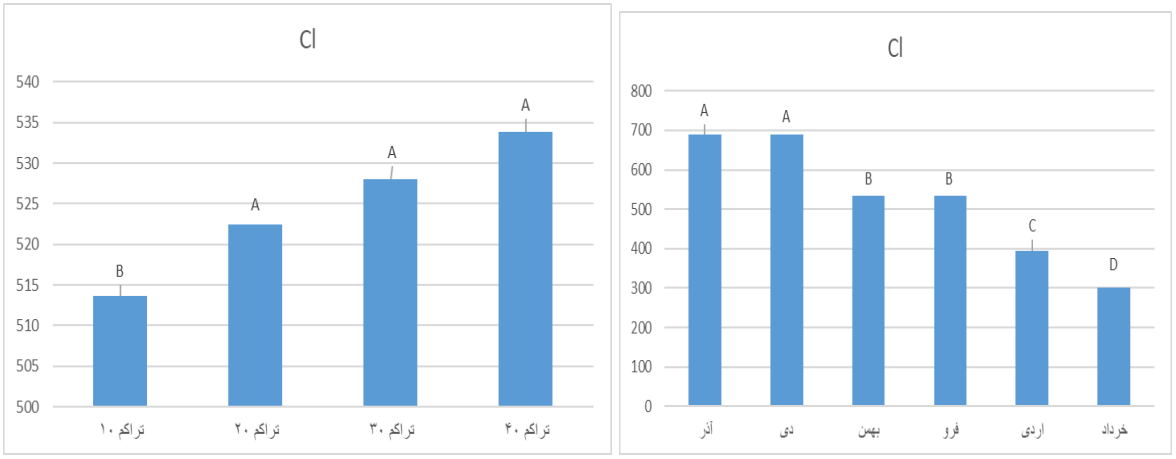
شکل ۹ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر تغییرات غلظت کلر نشان می‌دهد. به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت کلر (۶۹۰میلی گرم برلیتر)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

همانطور که شکل ۹ (الف) نشان می‌دهد، تغییرات غلظت کلر برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت کلر در سامانه‌ها کاهش یافته است. با توجه به شکل ۹ (ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت کلر بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف کلر می باشد

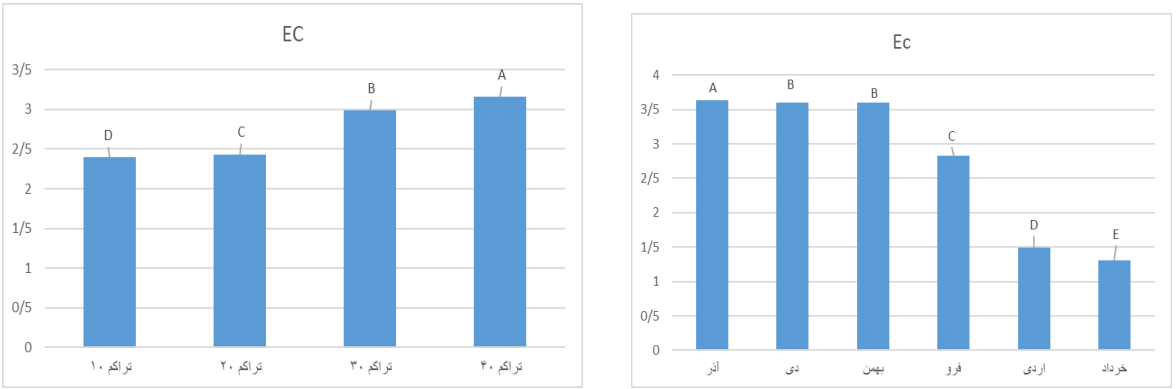
در تراکم ده سانتیمتر کلر دارای غلظت ۵۱۲میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۵۳۴میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت کلر مشاهده شد.



شکل (۹): مقایسه میانگین اثر الف) دوره(ماه)، ب) تراکم کاشت بر کاهش غلظت کلر (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

به طوری که در آذرماه بیشترین غلظت EC (۳/۶میلی گرم برلیتر) و در خردادماه (۱/۲ میلی گرم برلیتر) کمترین غلظت EC به‌دست‌آمد. در تراکم ده سانتیمتر EC دارای غلظت ۲/۴میلی گرم برلیتر کمترین غلظت و در تراکم ۴۰ سانتیمتر بیشترین غلظت (۳/۲میلی گرم برلیتر) را داشته‌است. در تراکم‌های مختلف کاشت، تفاوت معنی داری بین غلظت EC مشاهده شد.

شکل ۱۰ مقایسه میانگین اثر دوره آزمایش (ماه) و تراکم را بر تغییرات غلظت EC نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۱۰ (الف) نشان می‌دهد، تغییرات غلظت EC برای همه دوره های آزمایش معنادار است. با افزایش دمای محیط، غلظت EC در سامانه‌ها کاهش یافته است. با توجه به شکل ۱۰(ب)، با افزایش تراکم کشت، غلظت شوری بیشتر شده که نشان دهنده کاهش بازدهی حذف EC می باشد.



شکل (۱۰): مقایسه میانگین اثر تراکم بر کاهش غلظت EC (حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در تحقیقی گزارش نمودند نرخ حذف نیتروژن در فصول سرد خیلی کمتر از دیگر فصول نیست و تفاوت این مقدار در مقایسه بین ماه های سرد و گرم، کم‌تر از ۱۰ درصد می باشد(Ishiwata, 2002). مطالعات Yunesi et al.(2016) و Maynard et al.(2006) نشان داد درجه حرارت به واسطه تاثیر بر میزان فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد و نمو گیاهان باعث افزایش بازده جذب مواد غذایی می‌شود. همچنین فرایندهای تصفیه بیولوژیکی به درجه حرارت وابسته است و مشابه تکثیر و توزیع ارگانیسم های آبزی با اثرگذاری بر میزان فعل و انفعالات شیمیایی و سوخت و ساز ارگانیسم ها، نقش مهمی در انتقال اکسیژن محیط به تالاب ، ازدیاد اکسیژن محلول در آب و در نهایت اکسیداسیون مواد آلی ایفا می-کند.

نتیجه گیری

در این پژوهش غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلر، کربنات، بیکربنات و EC ورودی به سامانه‌ها و خروجی از آن‌ها اندازه گیری و تغییرات غلظت با استفاده از نرم افزار آماری SAS، مقایسه شد. نتایج مقایسه میانگین تراکم کشت گیاه، تغییرات دما و اثر متقابل آن‌ها در کارآیی حذف پارامترهای شوری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر دما بر حذف شوری نشان دهنده تفاوت معنی داری بین بازدهی حذف شوری در بعضی از ماه‌های سال بود. با توجه به نتایج می توان گفت بزرگترین میانگین برای پارامتر ECدر ماه آذر و در تراکم ۴۰ سانتی‌متر اتفاق افتاده‌است و کمترین مقدار میانگین برای تراکم ۲۰ سانتی متر در فروردین اتفاق افتاده‌است. برای پارامتر CL بزرگترین مقدار میانگین در فروردین با تراکم ۲۰ سانتی متر و کمترین مقدار میانگین نیز دی ماه با تراکم ۴۰ اتفاق افتاده‌است. بزرگترین مقدار میانگین برای پارامتر Ca در خرداد به ازای تراکم ۴۰ رخ داده و کمترین آن نیز در فروردین با تراکم ۴۰ رخ داده است. برای پارامتر Mg بزرگترین مقدار میانگین بهمن ماه با تراکم ۴۰ رخ داده است و کمترین مقدار آن نیز خرداد با تراکم ۱۰ رخ داده است. برای پارامتر Na نیز بیشترین مقدار میانگین در آذر ماه در تراکم ۴۰ سانتی متر و کوچکترین مقدار آن نیز خرداد با تراکم ۱۰ رخ داده است. برای پارامتر K نیز بزرگترین مقدار میانگین بهمن ماه با تراکم ۴۰ بوده‌است و کمترین مقدار آن خرداد با تراکم ۲۰ بوده‌است. برای پارامتر CO_3 بزرگترین مقدار میانگین در دی ماه با تراکم ۴۰ رخ داده است و کمترین مقدار آن نیز در خرداد رخ داده است و برای پارامتر آخر یعنی HCO_3 بزرگترین مقدار میانگین دی ماه با تراکم ۴۰ و کمترین آن نیز در خرداد با تراکم ۱۰ بوده‌است.

با توجه به نتایج به دست آمده، با افزایش تراکم غلظت یون های شوری افزایش می یابد.

منابع

Bunea A, Andjelkovic M, Socaciu C, Bobis O, Neacsu M, Verhe Roland, Vancamp J. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach, Food Chemistry, 18(2):649-656; 2008.

Keshtkar AR, A Ahmadi MR, Hamidifar H, Atashi H, Razavi M, Naseri HR, Yazdanpanah A, Azami N. Application of vetiver system in purifying and improving the quality of unconventional waters. Natural environment. Natural Environment resources of Iran 2016 (68) 4:629-640.

Hajjilu. The use of plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers for the sustainability of agricultural ecosystems. Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of Fertilize Consumption; 2011.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Billy A. Makumba A and Ernest R. Plant Growth Promoting Rhizobacterial Biofertilizers for Sustainable Crop Production: The Past, Present, and Future Becky N, 2020.

Roongtankiat N, Tongruangkiat S, Meesart R. Utilization of vetiver grass (Vetiveria zizanioides) for removal of heavy metals from industrial wastewaters. Science Asia; 2007(3):397-403.

Hatamjafari F, Tazarv M. Study of antioxidant activity of Spinacia oleracea L. Journal of Chemistry, An International Open Free Access, Peer Reviewed Research Journal, 2013, 29(2): 451-455.

Mohammad Mirzaee M, ZakeriNia M, and Farasati M. Performance evaluation of Vetiver and Pampas plants in reducing the hazardous ions of treated municipal wastewater, Water Practice & Technology Journal, (2022) 17 (5): 1002–1018.

Mohammad Mirzaee M, ZakeriNia M, and Farasati M. The effects of phytoremediation of treated urban wastewater on the discharge of surface 2 and subsurface drippers (Case study: Gorgan wastewater treatment plant in northern 3 Iran, Cleaner Engineering and Technology, 2021,4, 100210.

Nazarpoor R, Farasati M, Fathaabadi H, Gholizadeh M. Nitrate removal from water by using Cyperus alternifolius plants in surface flow constructed wetlands, Desalination and Water Treatment, 2021, 1–9.

Yunsi, Z. Investigating the effectiveness of the plant treatment method in simultaneously reducing salt and nitrate from raw water. Hydrophysics; 2018.

Beaton J, Tisdale S, Nelson W, Havlin J. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA, 2004.

Ishiwata H, Yamada T, Yoshiike N, Nishijima M, Kawamoto A, Uyama Y. Daily intake of food additives in Japan in five age groups estimated by the market basket method. European Food Research and Technology, 2002, 215(5):367-374.

Maynard DN, Barker PL, Peck M. Nitrate accumulation in vegetables. Advances in Agronomy. 28: 71-118; 1976.

Advances in Agronomy, 1976, 28:71-118.

Mengel. Fe availability in plant tissues-fe chlorosis on calcareous soils. Iron Nutrition in Soils and Plants; 1995, 389-397.

Nezarat. Role of doubled inoculation with Azospirillum and Pseudomonas bacteria in improving the uptake of nutrients in corn. Agroecology. 2010,1:25-32.

.Najafi N, Aliasgharzade N. Effects of Two Species of Pseudomonas and Nitrogen Levels on Dry Matter, Chlorophyll Index and N and Zn Uptake by Spinach Plant,1931:6(1). Soil Apply Researches.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Samimi loghmani S, GHasemzadeh M, Abaspoor A, Semsar H. The role of aquatic plants in the removal of nitrogen and phosphorus from urban wastewater. Journal of water and soil protection research, 2013. 5(20): 99-114.

Archive of SID.ir