



Investigating the physical and chemical properties of the soil of the main drains of the irrigation and drainage network in the Abbas plain

Roghayeh Javar¹ , Alireza Hosseini² , Mahmood Rostaminy³

¹ M. Sc graduated of Soil Science, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: roghyjavar@gmail.com

² Corresponding Author, Assistant professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: a.hosseini@ilam.ac.ir

³ Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: mroostaminy@ilam.ac.ir

ABSTRACT

Introduction

It is very important to know the soil and its capabilities and limitations in order to increase the yield of agricultural products. Drainage networks are built in order to drain excess irrigation water and surface runoff, control the underground water level, and improve problematic soils. These networks are generally divided into two categories: surface drains and underground drains.

During operation, in order to maintain the optimal performance of surface drains, they may be dredged. Due to the salinity and the accumulation of various elements, the soils obtained from dredging should be investigated in terms of environmental restrictions and possible re-use in agricultural lands. The irrigation and drainage network of Dasht-Abbas is located in the south of Ilam province with an area of.

This network has two main drains. Drain No. 1 is 20 km long and has a capacity of 81 cubic meters per second, and Drain No. 2 is 5 km long and has a capacity of 8 cubic meters per second. The capacity of these two drains was greatly reduced due to the characteristics of the soil texture of the region, the high rate of erosion, the lack of continuity of the network and the growth of plants.

To solve this problem, dredging of two main drains was done. Various solutions were proposed for the drainage of soil from dredging, including the use in leveling agricultural lands. Due to the characteristics of the soils obtained from dredging, a soil science study was conducted. In this research, by sampling the dredged soil, the soil inside the drain and the agricultural soils, the characteristics of each have been investigated separately.

Methodology

To examine the dredged soil a total of 20 samples were taken from the MD1 drain and 5 samples from the MD2 drain. In order to compare the characteristics of dredged soil with drainage bottom soil and agricultural soil, 6 samples of agricultural land soil and 6 samples of drainage bottom soil were also taken. The samples were coded and immediately transferred to the soil science laboratory of Ilam University.

Physical and chemical characteristics of soil samples include; Apparent specific gravity by lump method, true specific gravity by cylinder method, soil texture class by hydrometric method, pH of saturated mud by glass electrode, electrical conductivity in saturated mud extract, lime by back titration method, phosphorus by Elson method, sodium and Potassium by flame atomic emission method (flame photometry), magnesium and calcium by complexometric titration method, exchange base cations using ammonium acetate at pH=7, cation exchange capacity (CEC) using sodium acetate at pH=8.2 and acetate Ammonium, Soil organic carbon was measured by wet burning method with potassium bichromate in the vicinity of concentrated sulfuric acid and titration of the remaining potassium bichromate with ferroammonium sulfate and dissolved carbonate and bicarbonate by simple acid and base titration method. Statistical analysis of data was done using SAS statistical software.

Results and discussion

The results obtained from the electrical conductivity measurements showed that the EC of the dredged soil is 29.8 deciSiemens/meter and it is considered one of the salty soils and is not suitable for use in agricultural lands, and if it is used in agricultural lands, it should be salt-resistant plants. be planted in it. However, saline soils can be corrected with the help of washing. The acidity level of the saturated mud of the dredged soil is 7.77 and therefore it is in the category of alkaline soils. In addition to washing, modifiers can be used to improve alkaline soils.

The gypsum content of the dredged soil was 17.61% and it was placed in the category of gypsum soils. Therefore, it is not suitable for use in earth operations to build irrigation and drainage networks. Dredged soil with ESP<15, EC >4 and pH less than 8.5 is classified as saline soil. The amount of organic matter in the soil is less than 3 and in this sense it is poor. The amount of organic matter, organic carbon and nitrogen in dredged soil is lower than the recommended amount for agricultural soil. The amount of phosphorus in dredged soil is 11.5 mg/kg. For this reason, the dredged soil has a large amount of phosphorus.

The amount of calcium and magnesium in the dredged soil is 8.65 and 4 milliequivalents per liter, respectively, which shows that the dredged soil is poor in these elements. Dredged soil contains 419.02 milliequivalents/liter of potassium, which is more than the recommended limit for soil. The exchangeable sodium percentage in dredged soil is less than 15%, and its sodium absorption ratio is 9.35%. Dredged soil has a high amount of lime. Therefore, it is recommended to plant lime-resistant plants if it is used in agricultural land.

The lowest apparent specific gravity (1.38 g/cm³) and the lowest true specific gravity (2.35 g/cm³) are related to the soil of agricultural land. The results of the soil texture analysis showed that the agricultural soil and dredged soil have sandy loamy clay texture.

Conclusions

The results show that the soil obtained from the dredging of the drains has limitations, that before any use, their soil characteristics should be carefully examined. The soil obtained from the dredging of the main drains of the studied network is part of saline and alkaline soils. Therefore, without modification, it cannot be used in agricultural land. The percentage of gypsum in the soil obtained from dredging is also high. Therefore, irrigation and drainage networks have limitations for use in soil operations.

Keywords: Soil, drainage, dredging, Physical and chemical properties of soil

Article Type: Research Article

Article history: **Received:** 01 November 2022 **Revised:** 22 December 2022 **Accepted:** 06 January 2023 **ePublished:** 28 February 2023

Cite this article: Javar, R., Hosseini, A., & Rostaminy, M. (2023). Investigating the physical and chemical properties of the soil of the main drains of the irrigation and drainage network in the Abbas plain, *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 2(4), 88-104. DOI: 10.22126/ATWE.2023.8205.1026

Publisher: Razi University

© The Author(s).





بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زهکش های اصلی شبکه ی آبیاری و زهکشی

منطقه دشت عباس

رقیه جاور^۱ ID، علیرضا حسینی^۲ ID، محمود رستمی نیا^۳ ID

^۱ دانش آموخته ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: roghyjavar@gmail.com

^۲ استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: a.hosseini@ilam.ac.ir

^۳ استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: m.rostaminy@ilam.ac.ir

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های حاصل از لایروبی زهکش های اصلی شبکه ی آبیاری و زهکشی دشت عباس در استان ایلام باهدف استفاده در اراضی کشاورزی صورت گرفته است. مساحت این شبکه ۱۶ هزار هکتار است. در این مطالعه از دو شاخه اصلی زهکش نمونه های حاکی تهیه شد. زهکش شماره یک به طول ۲۰ کیلومتر به رودخانه روفاییه و زهکش شماره دو به طول ۵ کیلومتر به رودخانه چیتاب تخلیه می شوند. نمونه برداری از خاک کف زهکش، خاک لایروبی شده زهکش و زمین های زراعی اطراف زهکش انجام شد. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک در سه محل مورد مطالعه شامل؛ وزن مخصوص حقیقی و ظاهری، پتاسیم، منیزیم، سدیم، کلسیم و فسفر، کربنات و بی کربنات، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادل، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، سولفات، درصد اشباع بازی و نیتروژن اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که میزان پتاسیم خاک لایروبی و میزان فسفر و منیزیم خاک زراعی بیش تر و میزان سدیم و کلسیم خاک هر سه منطقه کم تر از حد بهینه توصیه شده برای خاک زراعی است. به دلیل وجود مواد مادری آهکی، مقدار آهک موجود در خاک هر سه منطقه زیاد و مقدار گچ آن به دلیل اقلیم گرم و خشک و بارندگی کم در خاک لایروبی و کف زهکش بالا است. pH همه خاک ها بیش از ۷ و جزو خاک های قلیایی و خاک لایروبی و کف زهکش از لحاظ هدایت الکتریکی خاک شور محسوب می شود. کلاس بافت خاک هر سه منطقه شنی رسی لومی است. با توجه به نتایج، استفاده از خاک لایروبی در زمین های کشاورزی مناسب نیست.

واژه های کلیدی: خاک، زهکش، لایروبی، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

سابقه مقاله: دریافت: ۱۰ آبان ۱۴۰۱ اصلاح: ۰۱ دی ۱۴۰۱ پذیرش: ۱۶ دی ۱۴۰۱ چاپ الکترونیکی: ۰۹ اسفند ۱۴۰۱

استناد: جاور، ر، حسینی، ع، و رستمی نیا، م. (۱۴۰۱). بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زهکش های اصلی شبکه ی آبیاری و زهکشی منطقه دشت عباس، فناوری های پیشرفته در بهره وری آب، ۲(۴)، ۸۸-۱۰۴. شناسه دیجیتال: 10.22126/ATWE.2023.8205.1026



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه رازی

مقدمه

خاک به‌عنوان بستر تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که برای بهره‌وری مناسب از آن، شناخت خاک‌ها و اطلاع از قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن راه‌گشای استفاده بهینه از این ثروت ملی است. به‌طور کلی برنامه‌های زهکشی در ایران بیشتر به خاطر اصلاح اراضی و یا کنترل مقدار املاح در خاک و همین‌طور خارج نمودن جریان‌های سطحی مازاد از سطح اراضی کشاورزی است. نیاز به زهکشی برای کنترل شوری و سطح ایستابی آب زیرزمینی در مناطق خشک و زراعت‌های آبی از اصول شناخته‌شده کشاورزی در مناطق خشک است، از طرفی هرچند زهکشی سطحی به‌ویژه در خاک‌هایی با سرعت نفوذ اندک، در کاهش شوری سطح خاک مؤثر است ولی منظور از زهکشی در مناطق خشک استفاده از زهکشی زیرزمینی یا انهار زهکشی عمیق است. زهکشی در مناطق خشک متفاوت از زهکشی در مناطق مرطوب است. زهکشی در مناطق مرطوب برای انتقال آب اضافی و در مناطق خشک برای انحلال و انتقال املاح است (بای بوردی، ۱۳۹۱). زهکشی با تخلیه آب اضافی و کنترل شوری خاک نقش ارزنده‌ای در تولیدات کشاورزی بازی می‌کند و با ایجاد شرایط هوازی در خاک به تجزیه آلاینده‌ها کمک می‌کند و در حقیقت در راستای بهبود محیط‌زیست قرار می‌گیرد (جبل‌ی، ۱۳۸۰). هدف از ایجاد شبکه‌های زهکشی بهبود ویژگی‌های خاک برای افزایش تولید محصول و ازدیاد درآمد است. اگرچه کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است اما هرساله زمین‌های زیادی تحت عوامل مختلف از جمله بارندگی بیش‌ازحد، بالا آمدن آب رودخانه‌ها و سیلاب، آبیاری نادرست و شیب کم زمین دچار مشکل ماندابی می‌شوند. حالت ماندابی باعث می‌شود که فضای هوای خاک به‌وسیله آب پر شده و ریشه‌ها با کمبود اکسیژن برای تنفس مواجه گردند. در این شرایط تنفس بی‌هوازی صورت گرفته و در نتیجه تولید انرژی کاهش می‌یابد. کاهش تولید انرژی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث کاهش؛ جوانه‌زنی، رشد، فتوسنتز و جذب آب می‌گردد. همچنین وجود آب اضافی در محیط ریشه باعث اختلالات یونی و تغذیه‌ای برای گیاه می‌گردد (گلدانی و همکاران به نقل از تایز و زایگز، ۱۳۷۸).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) نقش جنگل‌زدایی و موقعیت شیب تپه بر ویژگی‌های کیفی خاک‌های لسی در استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند. بررسی‌های میکرومورفولوژیکی نشان داد که خاک‌های FO دارای ریزساختار دانه‌ای و خرده‌ای قوی با تخلخل بالا هستند که نشان‌دهنده وجود مقدار زیادی ماده آلی است. فعالیت میکروبی و جانوری بالا از طریق حضور پدوفیچرهای دفعی در خاک سطحی FO تأیید شد. مواد آلی کمتر و در نتیجه فعالیت میکروبی در خاک سطحی DEF منجر به ریزساختار عظیم با تخلخل کم شده است.

خرسات و قداح^۲ (۲۰۰۵) شکل‌گیری و ویژگی‌های خاک‌های خشک حوضه ازرق در شمال شرقی اردن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد لایه خشک بیابانی سطوح این خاک‌ها را می‌پوشانند و مانعی برای توسعه کشاورزی ایجاد می‌کنند. محدودیت‌های عمده برای استفاده از زمین‌های کشاورزی در منطقه، میزان نفوذ بسیار کم، نفوذپذیری کم و فرسایش‌پذیری بالا است. همچنین یافتند اگر قرار است چنین خاک‌هایی کشت شوند باید شیوه‌های مدیریتی مناسب اتخاذ شود.

فقیه و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر تغییر کاربری اراضی جنگل به زمین زراعی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه گلوگاه شهرستان بابل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان ماده آلی ۳۳ درصد در کاربری زراعی کاهش یافته است و با افزایش جرم مخصوص ظاهری که به علت ماده آلی کم در خاک زراعی بوده، هدایت هیدرولیکی اشباع کاهش یافته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تغییر کاربری موجب کاهش کیفیت شده و پیامدی منفی را برای خاک به دنبال خواهد داشت.

تاکنون مطالعه‌ای در رابطه با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زهکشی‌های شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت عباس صورت نگرفته است. با توجه به اینکه گاهی خاک زهکش‌ها توسط کشاورزان منطقه در مزارع مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا بررسی آن‌ها از نظر محدودیت برای اراضی زراعی ضروری است. بنابراین این تحقیق برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زهکش‌های مذکور باهدف شناسایی محدودیت‌های خاک برای استفاده در اراضی کشاورزی در دشت عباس دهلران انجام گردید.

مواد و روش‌ها

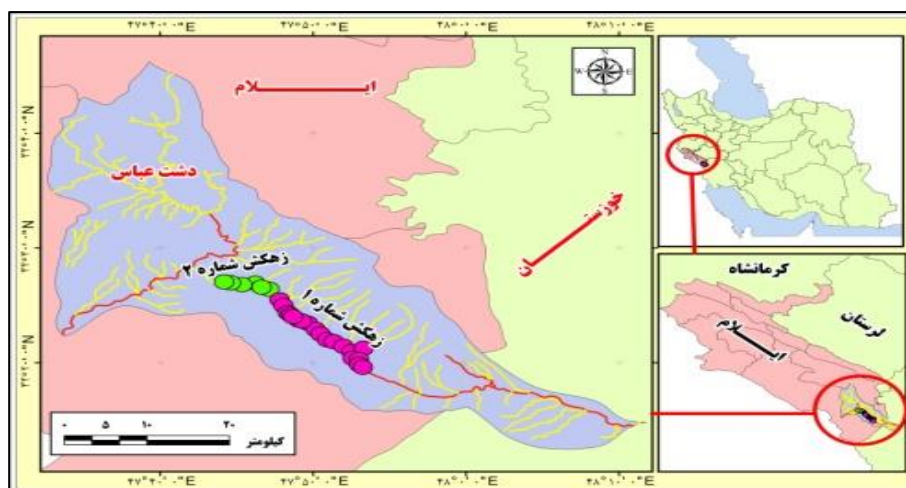
شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت عباس در جنوب غربی ایران، در استان ایلام، در جنوب شرقی دهلران، با مختصات جغرافیایی ۳۲° تا ۳۰° ۳۰'، عرض شمالی و ۴۷° تا ۴۸° ۱۰' طول شرقی در حوزه‌ی آبریز کرخه واقع شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است. این منطقه از نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران محسوب شده و میانگین بارندگی سالیانه آن ۲۹۰ میلی‌متر است. به‌منظور تأمین آب اراضی کشاورزی

¹ Khormali et al

² Khresat & Qudah

دشت عباس، انتقال آب از دریاچه سد کرخه به دشت عباس با احداث تونلی با طول ۷ کیلومتر انجام شده است. شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت عباس حدود ۱۶ هزار هکتار (واحد عمرانی شمالی ۱۱ هزار هکتار و واحد عمرانی جنوبی ۵ هزار هکتار) از اراضی منطقه را تحت پوشش قرار داده است. بهره‌برداری از این شبکه عملاً از سال ۱۳۸۴ آغاز شده است. با انتقال آب از کرخه به دشت عباس و کاهش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، میزان تغذیه از آب زیرزمینی افزایش یافته است، به گونه‌ای که نشانه‌های زه دار شدن اراضی آشکار شده است. بر اساس مطالعات خاکشناسی طرح، بیش از ۷۵ درصد اراضی در کلاس I تا III بوده و مناسب برای طرح آبیاری و زهکشی است. شبکه اصلی زهکشی شامل کانال‌های خاکی روبازی است که جمع‌آوری رواناب سطحی مزارع، زه‌آب مزارع، آب‌های مازاد آبیاری و جریان سطحی حوزه‌های فرعی اطراف را به عهده‌دارند. شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت عباس دارای دو زهکش اصلی MD1 به طول تقریبی ۲۰ کیلومتر و دبی ۸۱ مترمکعب بر ثانیه و MD2 به طول ۵ کیلومتر و دبی ۸ مترمکعب در ثانیه است که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند. این دو زهکش رواناب‌های سطحی و زه آب‌های آبیاری را به دو رودخانه روفاییه و چپخاب تخلیه می‌کنند. ظرفیت این دو زهکش به دلیل ویژگی‌های بافت خاک منطقه، میزان بالای فرسایش، عدم پیوستگی شبکه و رشد گیاهان به شدت کاهش یافته بود. تغذیه بالای سفره زیرزمینی، زه‌دار شدن اراضی را به دنبال داشته است. با آغاز عملیات اجرایی شبکه‌ی فرعی آبیاری و زهکشی دشت عباس در سال ۱۳۹۴ و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی منطقه، لایروبی این دو زهکش آغاز شد. حجم لایروبی این دو زهکش بیش از یک میلیون مترمکعب برآورد شده است. خاک‌های لایروبی در حاشیه دو زهکش دپو و از خاک لایروبی برای خاک‌ریزی و تسطیح اراضی در برخی نقاط شبکه استفاده گردید. از این‌رو بررسی کیفیت خاک لایروبی شده باهدف شناخت محدودیت‌های آن برای کشاورزی، انجام شد.

برای بررسی خاک لایروبی شده، از خاک دپو شده در طول زهکش MD1 و MD2 به فواصل یک کیلومتری، و در مجموع ۲۰ نمونه از زهکش MD1 و ۵ نمونه خاک از زهکش MD2 برداشت گردید. برای مقایسه خصوصیات خاک لایروبی شده با خاک کف زهکش و زراعی تعداد ۶ نمونه از خاک اراضی زراعی و ۶ نمونه از خاک کف زهکش برداشت گردید. نمونه‌ها کدگذاری و بلافاصله به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام منتقل شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک شامل؛ جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه، جرم مخصوص حقیقی به روش استوانه، کلاس بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و بودر^۳، ۱۹۸۳)، pH گل اشباع به وسیله الکترود شیشه (مک لین^۴، ۱۹۸۲)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (رودس^۵، ۱۹۸۲)، آهک به روش تیتراسیون برگشتی (نلسون^۶، ۱۹۸۲)، سدیم و پتاسیم به روش نشر اتمی شعله (فلاپم فتمتری) (رودس، ۱۹۸۲)، منیزیم و کلسیم به روش تیتراسیون کمپلکسومتری، کاتیون‌های بازی تبادلی با استفاده از استات آمونیم در pH=۷، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات سدیم در pH=۸/۲ و استات آمونیم (رودس، ۱۹۸۲)، کربن آلی خاک با روش سوزاندن تر با بیکرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ و تیتره کردن بیکرومات پتاسیم باقی‌مانده با فروآمونیم سولفات و کربنات و بی کربنات محلول به روش تیتراسیون ساده اسید و باز اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید.



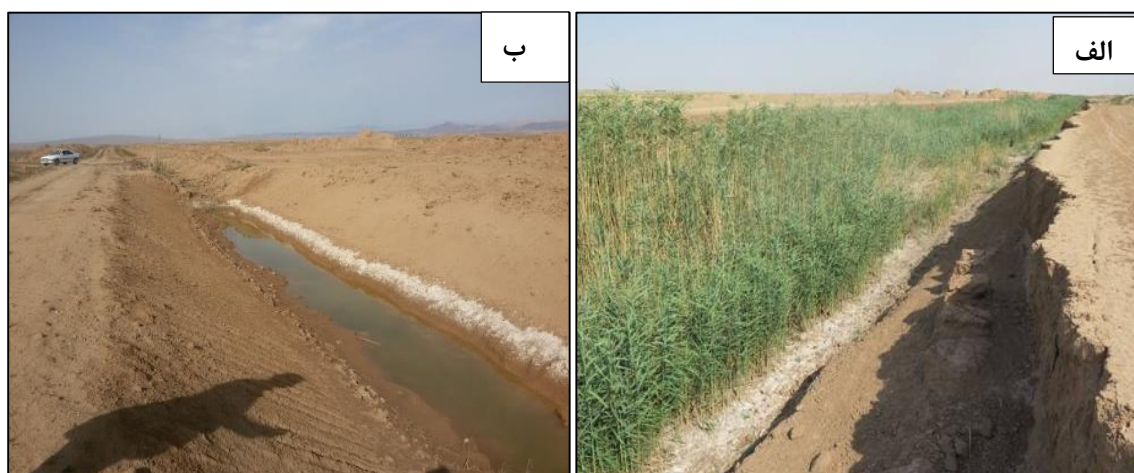
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت عباس به همراه زهکش‌های اصلی

³ Gee & Bauder

⁴ McLean

⁵ Rhoades

⁶ Nelson



شکل ۲. زهکش اصلی MD1 قبل از لایروبی (الف) و بعد از لایروبی (ب)



شکل ۳. زهکش اصلی MD2 قبل از لایروبی (الف) و بعد از لایروبی (ب)

یافته‌ها

نتایج خصوصیات شیمیایی خاک

pH گل اشباع خاک

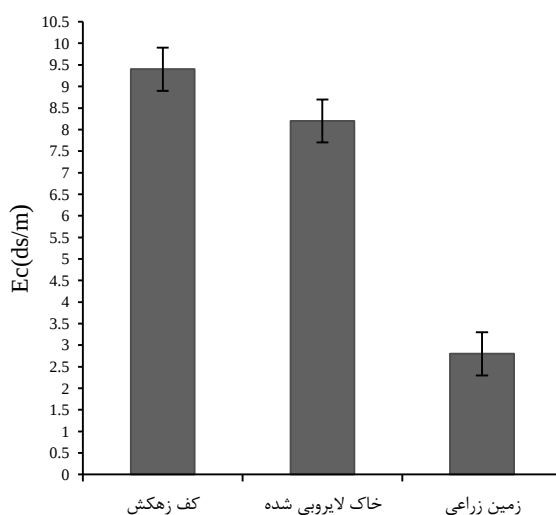
نتایج نشان داد که خاک کف زهکش با pH ۷/۷۹ دارای بیشترین pH است. غرقاب کردن خاک باعث افزایش pH خاک می‌شود (سها و مندل، ۱۹۹۸). نجفی و توفیقی (۱۳۹۱) مشاهده کردند که pH خاک‌های قلیایی آهکی پس از غرقاب ابتدا کاهش یافت و تقریباً ثابت ماند و سپس افزایش یافت. در شرایط غرقاب و بی‌هوازی به ترتیب NO_3^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , CO_2 احیا می‌شوند (سهاراوات^۸، ۲۰۰۵). کمترین اسیدیته گل اشباع ۷/۵۲ است که در خاک زمین زراعی وجود دارد. میزان اسیدیته گل اشباع خاک لایروبی ۷/۷۷ است و در رده خاک‌های قلیایی طبقه‌بندی می‌شود. در مناطق با بارندگی اندک، آبشویی کاتیون‌ها خیلی شدید نیست و کاتیون‌های بازی به جای یون‌های H^+ و Al^{3+} در هم‌تافت تبادل باقی‌مانده و سبب ایجاد شرایط خنثی و یا حتی قلیایی می‌شوند (شاهویی، ۱۳۸۵). تجزیه واریانس pH سه منطقه‌ی موردنظر حاکی از عدم اختلاف معنی‌داری (ns) بین مناطق مورد مطالعه بود.

⁷ Saha & Mandal

⁸ Sahrawat

EC محلول خاک

با توجه به شکل ۴ نتایج نشان داد بیشترین میزان EC، ۹/۴ دسی‌زیمنس بر متر است که به خاک کف زهکش مربوط است. می‌توان گفت عامل اصلی بالا بودن EC خاک، ورود زه آب‌های اراضی آبی به داخل زهکش بوده که کیفیت آن به مراتب پایین‌تر از آب آبیاری است. همچنین غرقاب بودن خاک کف به مدت طولانی و دریافت آب سیلاب‌ها و زمین‌های اطراف که حاوی املاح و کودهای شیمیایی است دلیلی بر بیشتر بودن میزان هدایت الکتریکی خاک کف زهکش است. پونامپروما^۹ (۱۹۸۵) بیان داشت که EC محلول بیشتر خاک‌ها پس از غرقاب افزایش می‌یابد. به نظر محققان افزایش EC محلول خاک پس از غرقاب به دلیل افزایش غلظت Fe^{2+} ، Mn^{2+} ، NH_4^+ ، HCO_3^- و $RCOO^-$ و جابجایی کاتیون‌های سطح کلونیدهای خاک با Fe^{2+} ، Mn^{2+} و NH_4^+ و آزاد شدن آن‌ها به محلول خاک است. کمترین میزان هدایت الکتریکی ۲/۸۸ دسی‌زیمنس بر متر در خاک زمین زراعی است. می‌توان علت آن را چنین بیان کرد که EC خاک در اثر آبیاری کاهش می‌یابد. املاح همراه آب آبیاری به عمق رفته و با زه وارد زهکش می‌شوند. میزان هدایت الکتریکی خاک لایروبی ۸/۲۹ دسی‌زیمنس بر متر و در رده خاک‌های شور قرار می‌گیرد. میزان EC خاک لایروبی بعد از نمونه‌های کف زهکش، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. تجزیه واریانس EC بین خاک سه منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد. خاک‌های منطقه از لحاظ هدایت الکتریکی جزو خاک‌های شور است. وجود نمک‌های محلول، تبخیر و تعرق، زهکشی ضعیف، اقلیم، پستی و بلندی و غیره از عوامل مؤثر در شوری خاک محسوب می‌شوند. خاک‌های متأثر از نمک غالباً در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک یافت می‌شوند چراکه آب کافی جهت آبشویی نمک‌های محلول از پروفیل خاک وجود ندارد و Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، K ، Cl^- ، SO_4^{2-} ، CO_3^{2-} و NO_3^- از کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی موجود در خاک‌ها و آب‌های شور می‌باشند (اوستان، ۱۳۸۹).



شکل ۴. میانگین مقادیر EC در نمونه خاک‌های سه محل نمونه‌برداری

پتاسیم خاک

بیشترین میزان پتاسیم ۴۱۹/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک لایروبی شده وجود دارد. منظور از تهویه بهتر وجود خلل و فرج بیشتر در خاک است که باعث آبشویی بیشتر خاک شده و میزان شستشویی سدیم را بالا برده و بر میزان پتاسیم افزوده می‌شود. زهکش‌های مورد نظر زه آب‌ها تمام زمین‌های اطراف را دریافت می‌کنند که این زه آب‌ها حاوی املاح و کودهای جذب نشده است. حد بحرانی پتاسیم برای خاک ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشخص شده است (ملکوتی، ۱۳۸۴). نتایج نشان می‌دهد که خاک لایروبی بیش از حد بحرانی حاوی پتاسیم است. کمترین مقدار پتاسیم ۸۷/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک کف زهکش است. دلیل کمتر بودن مقدار پتاسیم در خاک کف زهکش این است که خاک کف زهکش تازه برداشت شده است و پتاسیم آن همراه خاک لایروبی شده انتقال یافته است. به عبارت دیگر خاک کف زهکش دارای بیشترین پتاسیم است ولی وقتی لایروبی صورت گیرد همراه آن منتقل می‌شود. میزان پتاسیم زمین ۱۵۷/۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. تجزیه واریانس پتاسیم، حاکی از معنی‌داری در سطح یک درصد بود.

⁹ Ponnampetuma

سدیم خاک

بیشترین میزان سدیم ۳۲/۴۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است و در خاک کف زهکش وجود دارد. کمترین میزان سدیم ۱۲/۶۹ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و مربوط به خاک زمین زراعی است. دلیل کمتر بودن سدیم خاک زمین زراعی را می‌توان چنین بیان کرد که زمین زراعی مرتباً در معرض آبشویی قرار دارد بنابراین سدیم آن شسته شده است. میزان سدیم خاک لایروبی حد وسط بین زمین و کف زهکش ۱۷/۷۹ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. میزان سدیم با شوری نسبت مستقیم دارد. چون بیشترین شوری مربوط به خاک کف زهکش است به همین دلیل مقدار سدیم خاک کف زهکش بیشتر است. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد. خاک کف زهکش در حالت غرقاب است و دریافت‌کننده زه آب‌ها و سیلاب‌های زمین‌های اطراف است. لذا حاوی سدیم بیشتری نسبت به سایر نقاط زهکش است. حد قابل قبول سدیم برای خاک ۴۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. بنابراین خاک‌های مورد مطالعه کمتر از حد قابل قبول سدیم را دارا است.

منیزیم خاک

خاک‌های نواحی خشک با بافت سنگین و سنگ مادر محتوی مقداری قابل توجه از منیزیم است. منیزیم جزو عناصر غذایی ثانویه بوده که نقش عمده‌ای را در تغذیه گیاهان ایفا می‌کند. مقدار نرمال منیزیم در خاک‌ها ۱/۵-۰/۱۲ است. در این تحقیق بیشترین مقدار میانگین منیزیم در خاک زمین زراعی ۵/۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. دلیل بیشتر بودن منیزیم خاک زمین زراعی را می‌توان بکار بردن کودهای محتوی منیزیم دانست. بارش زیاد و بافت درشت خاک احتمالاً کاتیون‌های اساسی خاک را به صورت فشرده آبشویی می‌کند. کمترین مقدار منیزیم ۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و مربوط به خاک کف زهکش است. خاک کف در معرض شستشویی بیشتری نسبت به خاک زمین زراعی است شستشویی زیاد خاک یکی از دلایل کمبود منیزیم است. علاوه بر آن در اثر لایروبی زهکش مقدار منیزیم آن همراه خاک لایروبی منتقل شده است. مقدار منیزیم خاک لایروبی ۴ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. حد قابل قبول منیزیم در خاک ۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. بنابراین خاک زمین زراعی بیشتر از حد مورد نیاز خاک حاوی منیزیم است. خاک لایروبی از لحاظ وجود منیزیم در رده خیلی زیاد قرار می‌گیرد. نتیجه تجزیه واریانس منیزیم سه منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار در سطح ($p > 0.01$) را نشان داد.

فسفر خاک

فسفر از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بعد از ازت است. مقدار فسفر در خاک بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۸ درصد متغیر است. فسفر تقریباً در اثر آبشویی از دست نمی‌رود و در نتیجه کودپاشی، مقدار زیادی فسفر به خاک اضافه می‌شود که معمولاً در لایه‌های سطحی تمرکز پیدا می‌کند. روش و عمق شخم در پراکندگی فسفر مؤثر است. از این رو پراکندگی و مقدار فسفر خاک‌های زراعی بستگی به میزان کود و روش‌های زراعی معمول دارد. با این حال اگر سنگ مادر حاوی مقدار زیادی فسفر باشد در شرایط مساوی مقدار فسفر این خاک‌ها بیشتر است. بیشترین میزان فسفر ۱۲/۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مربوط به خاک زمین زراعی است. در خاک‌های زراعی به علت افزایش کودهای فسفوری معمولاً مقدار فسفر افق‌های سطحی بیش از افق‌های عمقی است. کمترین مقدار فسفر ۱۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است و در خاک لایروبی زهکش وجود دارد. حد بحرانی فسفر در خاک ۷-۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (ملکوتی ۱۳۸۴). میزان فسفر خاک‌های مورد مطالعه در رنج زیاد قرار می‌گیرد. خاک‌های نسبتاً جوان (اینسپتی‌سول‌ها) در مقایسه با خاک‌های بالغ‌تر (التی‌سول‌ها) فسفر قابل جذب بیشتری دارند چون در خاک‌های بالغ‌تر یون‌های سه‌ظرفیتی آهن و آلومینیوم فراوانی وجود دارد و باعث می‌شود که فسفر قابل جذب به شکل‌های نامحلول تبدیل شود (سالک و همکاران، ۲۰۰۴). نتیجه تجزیه واریانس عدم اختلاف معنی‌دار (NS) را نشان داد.

کلسیم خاک

بیشترین مقدار کلسیم ۸/۶۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است و در خاک لایروبی زهکش وجود دارد. خاک لایروبی زهکش به دلیل دریافت آب سیلاب‌ها و آب زمین زراعی که حاوی کود و املاح است مقدار کلسیم بیشتری را دارا است. کمترین مقدار کلسیم ۶/۴۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و

مربوط به خاک کف زهکش است. دلیل کمتر بودن مقدار کلسیم خاک کف زهکش این است که خاک آن برداشت شده است. نتیجه این ارزیابی با نتایج دبرمن و فیرهوست همخوانی نداشت. تجزیه واریانس اختلاف معنی داری در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد. کلسیم (Ca^{++}) (از فراوان ترین عناصر پسته زمین بوده که مقدار آن در خاک بسیار متغیر است. بطوریکه از کمتر از ۰/۱ درصد در خاک های اسیدی تا حدود ۲۰ درصد در خاک های آهکی تغییر می کند. مقدار کلسیم همانند منیزیم تابع مواد مادری، اقلیم و بافت خاک بوده، بطوریکه خاک های نواحی مرطوب که معمولاً اسیدی و دارای بافت سبک اند دارای حداقل میزان کلسیم و خاک های نواحی خشک و تا حدودی نیمه خشک با مواد مادری آهکی دارای حداکثر مقدار کلسیم می باشند. کلسیم در تکامل ماده آلی خاک، فعالیت موجودات زنده ی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک و پایداری خاکدانه ها دخالت دارد. حد قابل قبول کلسیم برای خاک ۲۰ میلی اکی والان بر لیتر است. بنابراین خاک مورد مطالعه حاوی کلسیم کمی است.

آهک خاک

بیشترین درصد آهک ۴۳/۰۶ است که در خاک زمین زراعی وجود دارد. کمترین درصد آهک ۳۵/۶۴ است و در خاک کف زهکش است. خاک لایروبی ۳۵/۹۱ درصد آهک دارد. کربنات معدنی غالب در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک، کربنات کلسیم است. کمبود بارندگی و نبودن CO_2 کافی برای انحلال آهک باعث تجمع آهک در سطح خاک های زراعی شده است. سازند منطقه مورد مطالعه بختیاری و آغا جاری است. سازند بختیاری خود دارای آهک است. مطالعه خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) که در اراضی تپه ماهوریسی انجام شد نشان داد که در اراضی کشت شده مقدار آهک سطحی در مقایسه با دیگر کاربری ها بیشتر بود که دلیل آن دست خوردگی و شخم است. خاک کف نیز چون در معرض شستشو قرار دارد حاوی آهک کمتری است. در محیط خشک و کم آب خاک کمپویش غنی از آهک است زیرا نزولات آسمانی چندان زیاد نیست که آهک را از خاک خارج نماید. در خاک های اسیدی مسئله کمبود آهک مطرح است که برای اصلاح خاک های اسیدی از آهک استفاده می کنند ولی کمتر خاکی در ایران با کمبود آهک مواجه است و آهک به حدی است که بقیه ی صفحات خاک را تحت الشعاع قرار می دهد. نمونه برداری خاک در فصل گرم انجام شده که بارندگی ناچیز است. لذا می توان یکی دیگر از دلیل زیاد بودن آهک در خاک را عدم بارندگی و گرمای هوا دانست که باعث تجمع آهک در خاک می شود. نتیجه تجزیه واریانس اختلاف معنی دار در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد.

گچ خاک

بیشترین میزان گچ ۱۷/۶۱ درصد است و در خاک لایروبی شده وجود دارد. کمترین میزان گچ ۸/۴۶ درصد و مربوط به خاک زمین زراعی است. به این دلیل که خاک لایروبی قسمتی از خاک درون زهکش است، که آب آبیاری و سیلاب های را دریافت کرده، که حامل گچ شسته شده از زمین های اطراف بودند. کمترین میزان گچ متعلق به خاک زمین زراعی بود. خاک زمین زراعی همواره در معرض شستشو و آبیاری بوده و لذا حاوی کمترین مقدار گچ است. گچ تأثیر مثبتی در از بین بردن سدیم خاک دارد. تقسیم بندی خاک ها بر حسب درصد گچ به صورت زیر است: خیلی زیاد > 25 ، زیاد ۱۰-۲۵، متوسط ۵-۱۰، کم ۵-۰ بنابراین تقسیم بندی خاک منطقه مورد مطالعه در رده زیاد قرار می گیرد. همان طور که در فصل سوم اشاره شد سازند منطقه دشت عباس بختیاری و آغا جاری می باشد. سازند آغا جاری خود محتوی گچ است. تجزیه واریانس گچ مناطق مورد مطالعه اختلاف معنی دار در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد.

درصد رطوبت اشباع

کمترین مقدار رطوبت اشباع ۲۶/۵۶ درصد است که به خاک لایروبی مربوط می شود. بیشترین مقدار رطوبت اشباع ۳۵/۷۵ درصد و ۳۹/۲۹ درصد مربوط به خاک کف زهکش و خاک زمین زراعی است. از جمله عواملی که بیشترین تأثیر را بر رطوبت اشباع خاک دارد می توان به میزان رس، تخلخل کل و همچنین ماده آلی اشاره کرد. می توان دلیل بیشتر بودن درصد رطوبت اشباع خاک کف زهکش را این گونه بیان کرد که: میزان رس خاک زهکش کمتر از میزان رس خاک کف زهکش است. و چون رس دارای قدرت جذب بالا رطوبت است می توان گفت خاک کف رطوبت اشباع بیشتری دارد. مواد آلی موجود در کف زهکش بیشتر از مواد آلی موجود در خاک زهکش است. هرچه درصد مواد آلی بیشتر باشد سطح کلونیدها آلی بیشتر و درصد رطوبت اشباع افزایش می یابد. ماده آلی و تخلخل نسبت مستقیمی با درصد رطوبت اشباع دارند. زیاد بودن میزان رس

و ماده آلی خاک زمین زراعی را می‌توان دلیل افزایش رطوبت اشباع دانست. نتایج تجزیه واریانس رطوبت اشباع تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ($p > 0.05$) را نشان داد.

درصد کربن آلی

کمترین درصد کربن آلی ۰/۳۵ و مربوط به خاک زهکش است. بیشترین درصد کربن آلی ۰/۴۷ است و در خاک زمین زراعی وجود دارد. درصد کربن آلی با میزان ماده آلی نسبت مستقیم دارد. ماده آلی زمین بیشتر از سایر نقاط است بنابراین کربن آلی نیز بیشتر است. نتایج تجزیه واریانس بین خاک کف زهکش، خاک لایروبی شده زهکش و خاک زمین زراعی نشان داد که در سطح یک درصد ($p < 0.01$) اختلاف معنی‌دار بین خاک مناطق مورد مطالعه وجود دارد. نتایج چندین پژوهش نشان داد که میزان کربن آلی خاک با درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی رابطه مستقیم دارد. درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی زمین زراعی بیشتر از زهکش است. در پژوهش‌های نقش ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد رس و pH از جمله عوامل مؤثر بر میزان توان خاک در نگهداشت کربن آلی محلول عنوان شده است که افزایش سه مورد نخست و کاهش pH باعث جذب بیشتر کربن آلی و نهایتاً افزایش نگهداشت آن در خاک خواهد شد (وانگ، ۲۰۱۳).

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

کمترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی ۲۱/۶۲ میلی‌اکی‌والان بر صد گرم خاک و در خاک لایروبی شده زهکش وجود دارد. بیشترین میزان آن ۲۳/۴۹ میلی‌اکی‌والان بر صد گرم خاک در خاک زمین زراعی است. اندازه ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به مقدار مواد آلی، بافت خاک و نوع کانی‌های رسی وابسته است (خرسات و قداح، ۲۰۰۵). از آنجاکه زمین زراعی مورد نظر حاوی بیشترین مقدار مواد آلی و بیشترین مقدار رس بود، میزان ظرفیت تبادل کاتیونی آن هم از دو خاک دیگر بیشتر بود. نتایج تجزیه واریانس بین خاک سه منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد.

کربنات و بی‌کربنات

بیشترین میزان کربنات ۲/۷۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و مربوط به خاک کف زهکش است. کمترین میزان کربنات ۰/۳۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در خاک لایروبی شده زهکش وجود دارد. کربنات با pH رابطه مستقیم دارد. دلیل بیشتر بودن آن در کف میزان زیاد pH است. تجزیه واریانس کربنات عدم اختلاف معنی‌دار بین مناطق مورد نظر را نشان داد که مطابق جدول ۳ است. بیشترین میزان بی‌کربنات ۵/۱۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است و در خاک زمین زراعی وجود دارد. کمترین میزان بی‌کربنات ۴/۶۸ و مربوط به خاک لایروبی شده زهکش است. نتیجه تجزیه واریانس حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار (ns) بین خاک سه منطقه مورد مطالعه بود.

نیتروژن

بیشترین میزان نیتروژن ۰/۰۹ درصد است و متعلق به نمونه خاک زمین زراعی است. کمترین میزان نیتروژن ۰/۰۳ درصد و مربوط به خاک لایروبی شده زهکش است. نیتروژن خود بخشی از ماده آلی خاک است و هرچه مقدار مواد آلی با توجه به مقدار کود و بقایایی گیاهی و جانوری تغییر کند میزان نیتروژن نیز تغییر می‌کند و این تغییر همسو است. نتیجه تجزیه واریانس نیتروژن عدم معنی‌داری را (ns) نشان داد.

درصد ماده آلی

بیشترین درصد ماده آلی ۱/۱۹ درصد و مربوط به خاک زمین زراعی است. کمترین درصد آن ۰/۶۷ درصد و متعلق به خاک زهکش است. خاک‌های زراعی به دلیل خلل و فرج بیشتری که دارند و عملیات خاک‌ورزی که بر روی آن‌ها انجام می‌شود حاوی مقدار بیشتری مواد آلی هستند. به‌طور کلی برافزایش دما، کاهش بارندگی و درشت‌تر شدن بافت خاک میزان ماده آلی خاک کاهش می‌یابد. نتیجه تجزیه واریانس ماده آلی خاک

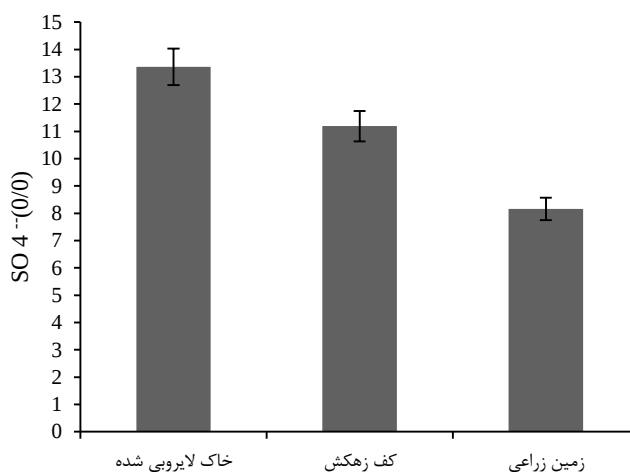
اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد ($p > 0.05$) را نشان داد. ماده آلی خاک یک مخلوط پیچیده و متغیر از ترکیبات آلی است. بیشتر ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری آب در خاکهای سطحی توسط مواد آلی تأمین می شود. ترکیبات خاص ماده آلی در تشکیل و پایداری خاکدانه ها دارای نقش عمده ای است (شاهویی، ۱۳۸۵). مواد آلی اثر فوق العاده زیادی بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. عواملی چون نوع گیاه، پوشش گیاهی، اقلیم، پستی و بلندی و غیره بر مقدار و نوع مواد آلی اثر می گذارند. مواد آلی به علت سطح ویژه و CEC بالا جذب کننده مهم عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، کاتیون های فلزی سنگین و ترکیبات آلی نظیر علف کش ها است (اوستان، ۱۳۸۹).

نسبت جذب سدیم

بیشترین نسبت جذب سدیم ۱۵/۹۴ درصد است و در خاک کف زهکش قرار دارد. کمترین نسبت جذب سدیم ۵/۲۴ درصد است و در خاک زمین زراعی وجود دارد. خاک کف، به دلیل غرقاب بودن املاح زیادی دریافت می کند و در نتیجه نسبت جذب بیشتری دارد. نتیجه تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی داری در سطح یک درصد ($p > 0.01$) بود. عمل آبکافت در طول انتقال محلول نمک شاخص، محبوس شدن NH_4^+ موجود در محلول شاخص یا جانشین شونده بین شبکه های کانی خاک، انحلال پذیری کربنات کلسیم یا گچ در محلول های شاخص یا جانشین شونده و مقادیر فراوان کانی های کم محلول (آنالیز و لوسپین) در pH بالا همگی بر مقادیر SAR و ESP تأثیر به سزایی دارند. خاک کف زهکش جزء خاک های شور و قلیایی طبقه بندی می شود.

میزان سولفات خاک

بیشترین میزان سولفات ۱۳/۳۶ درصد است که در خاک لایروبی شده زهکش وجود دارد. کمترین میزان سولفات ۸/۱۶ درصد و مرتبط به خاک زمین زراعی است که در شکل ۵ نشان داده شده است. به این دلیل که خاک لایروبی قسمتی از خاک درون زهکش است که آب آبیاری و سیلاب های را دریافت می کرده، که حامل سولفات شسته شده از زمین های اطراف بودند. کمترین میزان سولفات متعلق به خاک زمین زراعی بود. خاک زمین زراعی همواره در معرض شستشو و آبیاری بوده و لذا حاوی کمترین مقدار سولفات است. همان طور که اشاره شد میزان اسیدیته گل اشباع در زمین زراعی کمترین مقدار و در خاک لایروبی و کف زهکش بیشترین مقدار بود، لذا می توان نتیجه گرفت که سولفات و اسیدیته گل اشباع همسو هستند. نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی داری در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد.



شکل ۵. میانگین مقادیر سولفات در نمونه خاک های سه محل نمونه برداری

درصد سدیم تبادلی

بیشترین درصد سدیم تبادلی ۱۷/۷۶ است که در خاک کف زهکش وجود دارد. کمترین درصد سدیم تبادلی ۴/۹۸ است و در خاک زمین زراعی است. می‌توان دلیل را این‌گونه شرح داد که: خاک زمین زراعی دارای شوری کمتری نسبت به خاک کف است و شوری و درصد سدیم تبادلی نسبت مستقیم باهم دارند. بنابراین درصد سدیم تبادلی زمین زراعی کمتر از خاک کف است. عمل آبکافت در طول انتقال محلول نمک شاخص، محبوس شدن NH_4^+ موجود در محلول شاخص یا جانشین شونده بین شبکه‌های کانی خاک، انحلال‌پذیری کربنات کلسیم یا گچ در محلول‌های شاخص یا جانشین شونده و مقادیر فراوان کانی‌های کم محلول (آنالیم و لوسپین) در pH بالا همگی بر مقادیر SAR و ESP تأثیر به سزایی دارند. چون $ESP > ۱۵$ و $SAR > ۱۳$ خاک کف به خاک شور و قلیا تبدیل شده است. نتیجه تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ($p > ۰/۰۱$) بود.

نتایج خصوصیات فیزیکی

وزن مخصوص ظاهری

کمترین جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که به خاک زمین زراعی مرتبط است. به دلیل وجود ماده آلی زیاد و فعالیت‌های ریشه‌ای، میزان جرم مخصوص ظاهری نسبت به دو منطقه دیگر کمترین مقدار را دارد. بیشترین جرم مخصوص ظاهری ۱/۶۴ و ۱/۵۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب در خاک کف زهکش و لایروبی است. دلیل بیشتر بودن وزن مخصوص ظاهری در خاک کف را می‌توان به این نحو توضیح داد که: وزن مخصوص ظاهری با عمق افزایش می‌یابد. علت این امر کاهش مواد آلی، دانه‌بندی ناقص یا عدم وجود دانه‌بندی و تراکم بیشتر خاک در اثر تردد ماشین‌آلات لایروبی است. این مطالعه با نتیجه پروژه فاطمه فقیه (۱۳۹۵) هم سویی نشان داد. وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها با افزایش عمق افزایش می‌یابد. نتیجه تجزیه واریانس وزن مخصوص ظاهری حاکی از تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ($p > ۰/۰۵$) است.

وزن مخصوص حقیقی

کمترین جرم مخصوص حقیقی ۲/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که مربوط به خاک زمین زراعی است. بیشترین جرم مخصوص حقیقی ۲/۴۹ و ۲/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و مرتبط به خاک کف زهکش و لایروبی است. می‌توان گفت دلیل به دست آمدن این نتیجه این است که، تنها عاملی که بر وزن مخصوص حقیقی تأثیر دارد میزان مواد آلی است، بنابراین در سطح خاک‌ها که میزان مواد آلی بیشتر است، وزن مخصوص حقیقی کمتر و در اعماق خاک مقدار آن افزایش می‌یابد. نتیجه تجزیه واریانس وزن مخصوص حقیقی سه منطقه موردنظر حاکی از عدم اختلاف معنی‌داری (ns) بین مناطق مورد مطالعه بود. وزن مخصوص حقیقی برخلاف وزن مخصوص ظاهری به ریزی یا درشتی ذرات خاک (آرایش) و طرز قرار گرفتن ذرات به دورهم بستگی ندارد. ماده آلی تنها عاملی است که بر وزن مخصوص حقیقی اثرگذار است (بای‌وردی، ۱۳۹۱).

بافت خاک

نتایج آنالیز بافت خاک نشان داد که خاک زراعی با مقادیر رس ۳۶/۲۵ درصد، سیلت ۱۷/۳۷ درصد و شن ۴۶/۳۹ درصد بافت شنی رسی لومی را دارا است. خاک لایروبی شده با ۳۳/۰۸ درصد رس، ۱۹/۸۵ درصد سیلت و ۵۴/۱۶ درصد شن دارای بافت شنی رسی لومی است و خاک کف زهکش دارای ۳۳/۴۵ درصد رس، سیلت ۱۲/۹۱ درصد و شن ۶۵/۱۸ درصد بود و بافت شنی رسی لومی را تشکیل داده بود. نتایج تجزیه واریانس ذرات رس، سیلت و شن در جدول ۱ نشان داده شده است. بین درصد رس خاک کف زهکش، زمین زراعی و خاک لایروبی شده زهکش تفاوت معنی‌داری در سطح ($p > ۰/۰۵$) وجود داشت و بیشترین مقدار رس در خاک زمین زراعی مشاهده شد. دلیل بیشتر بودن رس خاک زمین زراعی را می‌توان به وجود پوشش گیاهی در سطح خاک زمین و همچنین بیشتر بودن مقدار ماده آلی آن دانست. درصد ذره سیلت در خاک کف زهکش، زمین زراعی و خاک لایروبی شده زهکش در سطح یک درصد ($p > ۰/۰۱$) تفاوت معنی‌داری را نشان داد و بیشترین مقدار سیلت در خاک لایروبی

شده زهکش وجود داشت. منشأ خاک لایروبی شده فرسایش خاک زمین‌های زراعی در اثر بارندگی و آبیاری بوده که به‌مرور در کف زهکش‌ها ترسیب نموده است. چون سیلت در مقابل فرسایش مقاومت کمتری دارد از این‌رو مقدار سیلت خاک لایروبی شده بیشتر از خاک دیگر نواحی است. درصد شن بین خاک کف زهکش، زمین زراعی و خاک لایروبی شده معنی‌داری در سطح یک درصد ($p > 0.01$) را نشان داد و بیشترین مقدار شن در خاک کف زهکش بود. دلیل بیشتر بودن شن در خاک کف زهکش را می‌توان این‌گونه بیان کرد که به دلیل بافت خاک لایه‌های پایین‌تر که عمدتاً شنی هستند دانست. نتایج تجزیه واریانس داده‌های ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیک شیمیایی خاک مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	Ec	pH	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	میانگین مربعات		آهک
							Meq/Lit	فسفر mg.kg ⁻¹	
تیمار	۲	۷۳/۰۷**	۰/۱ ^{ns}	۸/۷**	۲۱/۸**	۱۸۳۲۱۳/۲**	۶۲۹/۲**	۱/۵	۰/۰۰۰۲**
خطای آزمایش	۱۵	۰/۱	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۵۵۴۲/۸	۵/۱	۰/۵	۶/۹
ضریب تغییرات	-	۶/۵	۶/۷	۹/۱	۱۲/۴	۳۳/۶	۵/۱	۶/۳	۶/۸

علائم ns و** به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌داری و اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است

جدول ۲. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	سولفات	رطوبت اشباع	سیلت	شن	رس	گچ	سدیم تبادل	نسبت جذب سدیم
تیمار	۲	۴۰/۹**	۳۳۶/۱*	۷۴/۱**	۵۳۴/۹**	۱۷/۹*	۱۴۸/۸**	۲۴۵/۴**	۱۷۴/۸**
خطای آزمایش	۱۵	۱/۲	۱۰/۷	۳/۳	۷/۹	۳/۳	۴/۲	۱/۵	۲/۱
ضریب تغییرات	-	۱۰/۲	۹/۳	۱۰/۹	۵	۵/۳	۱۴/۵	۱۰/۶	۱۴/۳

علائم * و** به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌داری، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

جدول ۳. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربن آلی	کربنات	جرم مخصوص حقیقی	جرم مخصوص ظاهری	مواد آلی	بی‌کربنات	نیتروژن
		Meq/100 gr	درصد	Meq/Lit	(gr/cm ³)	درصد	Meq/Lit	درصد	درصد
تیمار	۲	۶/۱***	۰/۰۲***	۹/۶ns	۰/۰۳ns	۰/۱***	۰/۴*	۰/۳ns	۰/۰۰۷ns
خطای آزمایش	۱۵	۰/۶	۰/۰۰۷	۰/۵	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۴	۰/۴
ضریب تغییرات	–	۳/۵	۲۰/۵	۵۳/۲	۶	۸/۸	۳۱/۹	۱۲/۹	۳۴/۸

علامت ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌داری، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است.

بحث

خاک به‌عنوان بستر تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که برای بهره‌وری مناسب از آن، شناخت خاک‌ها و اطلاع از قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن راه‌گشای استفاده بهینه از این ثروت ملی است. به‌طور کلی برنامه‌های زهکشی در ایران بیشتر به خاطر اصلاح اراضی و یا کنترل مقدار املاح در خاک و همین‌طور خارج نمودن جریان‌های سطحی مازاد از سطح اراضی کشاورزی است. نیاز به زهکشی برای کنترل شوری و سطح ایستابی آب زیرزمینی در مناطق خشک و زراعت‌های آبی از اصول شناخته‌شده کشاورزی در مناطق خشک است، از طرفی هرچند زهکشی سطحی به‌ویژه در خاک‌هایی با سرعت نفوذ اندک، در کاهش شوری سطح خاک مؤثر است ولی منظور از زهکشی در مناطق خشک استفاده از زهکشی زیرزمینی یا انهار زهکشی عمیق است. این پژوهش به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های حاصل از لایروبی زهکش‌های اصلی شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت عباس در استان ایلام باهدف استفاده در اراضی کشاورزی صورت گرفته است. مساحت این شبکه ۱۶ هزار هکتار است. در این مطالعه از دوشاخه اصلی زهکش نمونه‌های خاکی تهیه شد. زهکش شماره یک به طول ۲۰ کیلومتر به رودخانه روفاییه و زهکش شماره دو به طول ۵ کیلومتر به رودخانه چرخاب تخلیه می‌شوند. نمونه‌برداری از خاک کف زهکش، خاک لایروبی شده زهکش و زمین‌های زراعی اطراف زهکش انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در سه محل مورد مطالعه شامل؛ وزن مخصوص حقیقی و ظاهری، پتاسیم، منیزیم، سدیم، کلسیم و فسفر، کربنات و بی‌کربنات، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، سولفات، درصد اشباع بازی و نیتروژن اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی نشان داد که EC خاک لایروبی شده ۸/۲۹ دسی زیمنس بر متر و جزو خاک‌های شور محسوب می‌شود. میزان اسیدیته گل اشباع خاک لایروبی شده ۷/۷۷ و لذا در رده خاک‌های قلیایی است. با توجه به تقسیم‌بندی مقدار گچ در خاک، مقدار گچ به‌دست‌آمده از سه منطقه در رده زیاد ۱۰–۲۵ قرار می‌گیرد و مقدار گچ خاک لایروبی شده منطقه ۱۷/۶۱ درصد و در رده خاک‌های گچی است. اندازه‌گیری نسبت جذب سدیم و سدیم قابل تبادل نشان داد که ۱۵ > ESP و ۱۳ > SAR خاک کف جزو خاک‌های شور و قلیا است. خاک لایروبی دارای ۱۵ < ESP، ۴ > EC و pH کمتر از ۸/۵ جزو خاک‌های شور طبقه‌بندی می‌شود. میزان مواد آلی خاک مورد مطالعه در سه

منطقه لایروبی، کف زهکش و زمین زراعی کمتر از ۳ و لذا خاک منطقه از این لحاظ فقیر است. میزان ماده آلی، کربن آلی و نیتروژن خاک لایروبی کمتر از حد توصیه شده برای خاک کشاورزی است. میزان فسفر موجود در خاک لایروبی ۱۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم است. حد بحرانی غلظت فسفر در خاک های زراعی ۷-۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم است (ملکوتی، ۱۳۸۴). به همین دلیل خاک لایروبی دارای میزان زیادی فسفر است. میزان کلسیم و منیزیم خاک لایروبی ۸/۶۵ و ۴ میلی اکی والان بر لیتر است که نشان می دهد خاک لایروبی از لحاظ وجود این عناصر فقیر است. خاک لایروبی حاوی ۴۱۹/۰۲ میلی اکی والان بر لیتر پتاسیم است حد مناسب پیشنهاد شده برای پتاسیم خاک ۲۰۰-۳۰۰ میلی اکی والان بر لیتر است (ملکوتی، ۱۳۸۴). بنابراین میزان پتاسیم خاک لایروبی بیش از حد پیشنهاد شده برای خاک است. خاک های منطقه مورد نظر جزء خاک های شور و قلیایی محسوب می شوند. خاک لایروبی با $EC = ۸/۲۹$ در رده خاک های شور قرار می گیرد. از این نظر مناسب استفاده در زمین کشاورزی نیست و اگر در اراضی زراعی استفاده شود باید گیاهان مقاوم به شوری در آن کاشته شود. همچنین مهم ترین راه اصلاح خاک شور آبشویی است. خاک لایروبی در رده خاک های قلیایی قرار گرفته است ($pH = ۷/۷۷$). با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادهایی برای اصلاح خاک منطقه مطرح می شود: در اصلاح خاک های قلیایی به ویژه باید علاوه بر آبشویی از مواد اصلاح کننده استفاده کرد. هدف از کاربرد این مواد تولید املاح محلول کلسیم برای جانشین کردن سدیم تبادلی خاک است. این مواد شامل گچ، آهک، گوگرد، اسیدسولفوریک و غیره است. مناسب تر از دیگر اصلاح کننده ها همان گچ است. درصد سدیم تبادلی در خاک لایروبی کمتر از ۱۵ درصد است و درصد نسبت جذب سدیمی آن هم ۹/۳۵ درصد است. با توجه به میزان هدایت الکتریکی و اسیدیته گل اشباع، خاک این منطقه جزء خاک های شور محسوب می شود. بنابراین برای استفاده در زمین های کشاورزی مناسب نیست. مقدار متوسط گچ خاک لایروبی در رنج زیاد (۱۷/۶۱) قرار دارد و در رده خاک های گچی است. بنابراین توصیه می شود برای زمین های کشاورزی بکار نرود یا گیاهان مقاوم به گچ در این خاک ها کاشته شود. خاک لایروبی شده زهکش منطقه مورد مطالعه دارای مقدار زیاد آهک است. لذا توصیه می شود که اگر در زمین های کشاورزی بکار می رود گیاهان مقاوم به آهک مانند: یونجه، شبدر، گندم، جو و درختان اکالیپتوس و زبان گنجشک کاشته شود. همان طور که نتایج نشان داد غلظت منیزیم موجود در خاک لایروبی کمتر از حد بهینه برای خاک کشاورزی بود. پتاسیم موجود در خاک لایروبی بیش تر از حد توصیه شده برای استفاده در خاک کشاورزی بود. خاک لایروبی حاوی میزان کمی کلسیم (۸/۶۵) و منیزیم (۴) است. لذا از لحاظ وجود این دو عنصر فقیر است. در صورت استفاده در زمین باید از کودهای محتوی این دو عنصر برای جبران این کمبود استفاده شود. در مجموع خاک لایروبی زهکش ها دارای محدودیت های است که پیشنهاد می شود قبل از استفاده برای اهداف مختلف دقیقاً ویژگی های آن ها مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین بهتر است خاک لایروبی بلافاصله بعد از برداشت مورد استفاده قرار نگیرند. به مدت چند سال به صورت دپو شده با ارتفاع کم نگهداری شوند تا در اثر بارندگی و شستشو، ویژگی های شیمیایی آن بهبود یابد و سپس مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

- بای بوردی، محمد. (۱۳۹۱). اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. <https://www.iranketab.ir/book/67366-principles-of-land-drainage>
- فقیه، فاطمه، عمادی، مصطفی، صادق زاده، فردین، و بهمنیار، محمدعلی. (۱۳۹۵). تاثیر تغییر کاربری اراضی جنگل به زمین زراعی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه گلوگاه شهرستان بابل. دومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست (کیفیت، سلامت و امنیت خاک)، کرمان. <https://civilica.com/doc/558206>
- جلی، سیدجلال. (۱۳۸۰). اثرات زیست محیطی زهکشی اراضی. دومین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست. <https://civilica.com/doc/115768>
- زایگر، ادواردو، و تاز، لینکن. مترجمان: مرتضی گلدانی، اسکندر زند، حمیدرضا شریفی، محمد کافی، بهنام کامکار. (۱۳۸۷). فیزیولوژی و نمو گیاهی جلد دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مشهد. <https://www.gisoom.com/book/1509100>

- نجفی نصرت اله، و توفیقی، حسن. (۱۳۹۱). اثر رایزوسفر گیاه برنج بر شکل‌های فسفر معدنی در خاک‌های شالیزاری شمال ایران: پس از کاربرد کود فسفر. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۳(۳)، ۳۳۱-۳۴۲. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2012.29285>
- شاهویی، صابر. (۱۳۸۵). سرشت و خصوصیات خاک‌ها. انتشارات نگاه کردستان، تهران. <https://www.gisoom.com/book/1396514>
- کاووسی، مسعود، و ملکوتی، محمدجعفر. (۱۳۸۵). تعیین حد بحرانی پتاسیم با عصاره گیر استات آمونیوم در شالیزارهای گیلان. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۰(۳ (الف))، ۱۱۳-۱۲۲. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1385.10.3.9.3>
- ملکوتی، محمد جعفر، بای بوردی، محمد، بنایی، محمد حسین، و مومنی، عزیز. (۱۳۸۴). مدیریت حاصلخیزی خاک (خاک‌های ایران)، تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداری مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. <https://www.gisoom.com/book/1307930>

Refereces

- Baybordi, M. (2011). Principles of drainage engineering and soil improvement. Tehran University Publications. <https://www.iranketab.ir/book/67366-principles-of-land-drainage>. [In Persian]
- Faqih, F., Emadi, M., Sadeghzadeh, F., & Bahmanyar, M. A. (2015). The effect of changing the use of forest land to agricultural land on some physical characteristics of the soil in Gulogah area of Babol city. The second national conference on sustainable management of soil resources and environment (quality, health and security of soil), Kerman. <https://civilica.com/doc/558206>. [In Persian]
- Gee, G.W., & Bauder, J.W. (1986). Particle size analysis. In: A. Klute, (ed.) Methods of Soil Analysis, Part1, SSSA, Madison, WI, 383 – 411. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1898399](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1898399).
- Jabali, S.J. (2001). Environmental effects of land drainage. The second drainage and environment technical workshop. <https://civilica.com/doc/115768>. [In Persian]
- Kavoosi, M., & Malakouti, M. J. (2006). Determination of Potassium Critical Level with Ammonium Acetate Extractant in Guilan Rice Fields. Journal of Crop Production and Processing, 10 (3), 113-123. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1385.10.3.9.3>. [In Persian]
- Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, Sh., Srinivasarao, C., & Wani, S.P. (2009). Role of deforestation and hill slope position on soil quality attributes of loess derived soil in Goles tan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 134, 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.06.017>.
- Khresat, S.A., & Qudah, E.A. (2006). Formation and properties of aridic soils of Azraq Basin in northeastern Jordan. J. Arid En v I r o, 64, 116-136. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.05.009>.
- Malkouti, M.J., Baibordi, M., Banai, M. H., & Momeni, A. (2004). Management of soil productivity (soils of Iran), new developments in identification, management and utilization of soil and water research institute. Senate Publications. <https://www.gisoom.com/book/1307930>. [In Persian]
- McLean, E. O. (1982). Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L. (ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, 199-224. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1181150](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1181150).
- Najafi, N., & Towfighi, H. (2012). Effects of rhizosphere of rice plant on the inorganic phosphorus fractions in the paddy soils (in North Iran) following P fertilizer application. Iran. J. Soil Water Res, 43(3), 231-242. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2012.29285>. [In Persian]
- Nelson, R.E. (1982). Carbonate and gypsum. In: A.L. Page (ed.), Methods of Soil Analysis, part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI, 181-199. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.2134/agronmonogr9.2.2ed>.

- Ponnamperuma, F.N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Adv.Agron*, 24, 29-96.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60633-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60633-1).
- Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks et al. (ed.) *Method of soil analysis, Part III*, 3rd Ed, Am. Soc. Agron., Medison, WI, 417-436.
https://www.niordc.ir/uploads%5C86_106_Binder1.pdf.
- Saha, JK., & Mandal, B. (1998). Effect of submergence on copper fractions in Alfisols. *J Indian Soc*
- Sahrawat, K. (2005). Fertility and organic matter in submerged rice soils. *Current science*, 88(5), 735-739. <https://www.jstor.org/stable/24111259>.
- Saleque, M.A., Naher, U.A., Islam, A., Pathan, A.B.M.B.U., Hossain, A.T.M.S., & Meisner, C.A. (2004). Inorganic and organic phosphorus fertilizer effects on the phosphorus fractionation in wetland rice soil. *Soil Sci. Soc. Am. J*, 68, 1635-1644. <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.1635>.
- Semhi, Kh., Al-Khirabash, S., Abdallah, O., Khan, T., Duply, J., Chaudhuri, S., & Al-Saidi, S. (2010). Dry Atmospheric Contribution to the Plant-Soil System Around a Cement Factory: Spatial Variations and Sources, a Case Study from Oman. *Water Air Soil Pollut*, 205, 343-357. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0079-8>.
- Shahavi, Saber. (206). *Nature and characteristics of soils*. Nashgah Kurdistan Publications, Tehran.
<https://www.gisoom.com/book/1396514>. [In Persian]
- Soil Sci*, 46, 32-36. <https://eurekamag.com/research/003/113/003113406.php>.
- Wang, M., Liao, L., Zhang, X., & Li, Z. (2012). Adsorption of low concentration humic acid from water by palygorskite. *Applied Clay Science*, 67, 164-168.
[https://www.scrip.org/\(S\(czeh2tfqw2orz553k1w0r45\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2316171](https://www.scrip.org/(S(czeh2tfqw2orz553k1w0r45))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2316171).
- Zayger, E., & Taiz, L. Translators: Morteza Guldani, Eskandar Zand, Hamidreza Sharifi, Mohammad Kafi, Behnam Kamkar. (2008). *Physiology and plant growth, volume two*. Academic Jihad Publications, Mashhad branch. <https://www.gisoom.com/book/1509100>. [In Persian]