

Analysis of the Effectiveness of Interceptor Drain on Vegetation Changes (Case Study: Salt Marsh in Qazvin Plain)

AFSHIN UOSSEF GOMROKCHI^{1*}, ALIREZA HASSANOGLHI², MEHDI AKBARI², ALIREZA FAKHR VAEZI³, MEHRZAD MOSTASHARI MOHASSES⁴

1. Agricultural Engineering Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran.

2. Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

3. Forests and Rangelands Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran.

4. Soil and Water Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

(Received: Jan. 19, 2020- Revised: June. 18, 2020- Accepted: July. 1, 2020)

ABSTRACT

Climatic conditions and soil properties such as salinity are very important and influential factors in vegetation of any region. The salinity of the groundwater and the accumulation of salts in the surface layers of the soil due to evaporation and capillary rise have caused salinization in a part of Qazvin plain that has had adverse effects on the growth of plant species in an area of 60,000 hectares. In order to control the devastating effects of Salt Marsh development in the area, interceptor drain has been constructed in the central Salt Marsh core. The purpose of this study was to analyze the Effectiveness of Interceptor Drain on Soil Salinity and Vegetation Changes during 5 years with 10 enclosures. To investigate the effects of drain construction, the statistical analysis was performed in a factorial randomized complete block design. The results show that the electrical conductivity of deep soil is 18% more than the electrical conductivity of surface soil. The results of comparing the average soil electrical conductivity based on Duncan's method showed that the average soil electrical conductivity was highest in 2013 and the lowest in the fourth year after the beginning of the study. Since the main source of soil leaching in the area of excavated crops is runoff, therefore the most important cause of soil electrical conductivity variations with different years can be related to the amount of spring rainfall. The results of statistical analysis showed that the electrical conductivity of the soil decreased gradually by passing years in the constructed enclosures. The results of variance analyses of vegetation percentages in enclosures showed that the constructed interceptor drain has had a significant effect on vegetation changes during the studied years and the spatial effectiveness of the drain on vegetation changes has been 300 m.

Keywords: Crop Vegetation, Duncan's Method, Electrical Conductivity, Interceptor Drain, Statistical Analysis.

تحلیل اثربخشی احداث زهکش حائل بر روند تغییرات پوشش گیاهی

(مطالعه موردی زهکش حائل شوره‌زار دشت قزوین)

افشین یوسف گمرکچی^{۱*}، علیرضا حسن اقلی^۲، مهدی اکبری^۳، علیرضا فخر واعظی^۴، مهرزاد مستشاری محمص^۴

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

۲. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳. بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

۴. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۳/۲۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۴/۱۱)

چکیده

شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های خاک همچون شوری از عوامل بسیار مهم و تأثیرگذار در پوشش گیاهی هر منطقه هستند. شور شدن آبهای زیرزمینی و انباشتگی نمک در لایه‌های سطحی خاک در اثر تبخیر و خیز مویینی، موجب ایجاد شوره‌زار در بخشی از دشت قزوین شده که آثار سوئی را در رشد گونه‌های گیاهی در محدوده‌ای به گستره ۶۰ هزار هکتار داشته است. به منظور کنترل اثرات مخرب توسعه شوره‌زار در منطقه، زهکش حائل در هسته مرکزی شوره‌زار احداث شده است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل اثر بخشی احداث زهکش حائل بر روند تغییرات شوری خاک و پوشش گیاهی در طی ۵ سال، با احداث ۱۰ قرق انجام گرفت. جهت بررسی اثرات احداث زهکش، تحلیل آماری به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان‌دهنده آن است که هدایت الکتریکی خاک عمقی به طور میانگین ۱۸ درصد بیشتر از هدایت الکتریکی خاک سطحی است. نتایج مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک بر پایه روش دانکن نشان داد میانگین هدایت الکتریکی خاک در سال ۱۳۹۲ دارای بیشترین مقدار و در سال چهارم پس از شروع تحقیق دارای کمترین مقدار بوده است. با توجه به آنکه عمده منبع آبشویی خاک در محدوده قرق‌های احداث شده، رواناب مسیل‌ها می‌باشد لذا مهمترین علت تغییرات هدایت الکتریکی خاک با گذشت سال‌های مختلف را می‌توان به میزان بارندگی بهاره مرتبط دانست. نتایج تحلیل آماری نشان داد هدایت الکتریکی خاک به صورت تدریجی با گذشت سال‌های مختلف در قرق‌های احداث شده، کاهش داشته است. نتایج آزمون تجزیه واریانس درصد پوشش گیاهی در قرق‌های احداث شده نیز نشان داد احداث زهکش حائل تأثیر بسیار معنی‌داری بر تغییرات پوشش گیاهی، با گذشت سال‌های مورد مطالعه داشته و محدوده اثر گذاری زهکش حائل بر تغییرات پوشش گیاهی تا فاصله ۳۰۰ متری از زهکش بوده است.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، تحلیل آماری، روش دانکن، زهکش حایل، هدایت الکتریکی.

مقدمه

منطقه ثابت نبوده و دائماً تحت تأثیر عوامل مؤثر بر شرایط آب و هوا و شرایط خاک منطقه قرار گرفته و دستخوش تحول و تغییر هستند. پژوهش‌های انجام شده در زمینه بررسی جوامع گیاهی و تغییرات آن در شوره‌زارها بسیار گوناگون است از جمله مطالعات انجام شده در شوره‌زارهای کشور می‌توان به مطالعات Zohary (1973) در دشت کویر، مطالعات پوشش گیاهی در دشت لوت و جازموریان توسط Léonard (1992)، ساحل شرقی دریاچه ارومیه توسط Asri et al. (1995)، مطالعات پوشش گیاهی هالوفیت ایران توسط Akhani (2004) و بررسی جامعه‌های گیاهی

بدست آوردن اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل تراکم، تنوع و پراکنش آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. پوشش گیاهی در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به شدت تحت تأثیر شوری خاک است. پوشش گیاهی مجموعه زنده‌ای است که با گذشت زمان به وجود آمده و انتشار و حضور گیاهان در هر منطقه تصادفی و اتفاقی نبوده بلکه گسترش جوامع گیاهی در روی زمین، بازتابی از شرایط اقلیماتیک و اداپتیک مناطق است. از سوی دیگر جوامع گیاهی به وجود آمده در هر

سفره شیرین بالادست و در نتیجه افزایش فشار سفره شور و پیش روی شوری به بالادست و به سمت حاشیه شورزار عنوان کرد. *Eskandari et al.* (2014) با استفاده از داده‌های ماهانه رقوم سطح ایستابی در چاهک‌های مشاهداتی موجود در حاشیه زهکش حائل و شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی آبخوان، عملکرد زهکش در کاهش سطح ایستابی را بررسی کردند. با توجه به نتایج به دست آمده، کاهش سطح ایستابی تا فاصله ۶۰ سانتی‌متری سطح زمین، منجر به کاهش پیشروی شوری خاک شده که عملکرد زهکش را مناسب ارزیابی می‌نماید. *Aflatouni et al.* (2014) در پژوهشی به واسنجی و تحلیل حساسیت رفتار هیدرولیکی آبخوان در شبیه‌سازی زهکش حائل دشت قزوین پرداختند. بر پایه نتایج، شاخص حساسیت مدل به ترتیب نسبت به ضریب آبگذری، تغذیه و آبدهی ویژه بیشترین حساسیت را دارد و تأثیر هیدرولیکی زهکش بیشتر در محدوده چاهک‌های مشاهده‌ای مجاور کانال در شعاع تأثیر زهکش بود و در تمام منطقه، تأثیر محسوسی نداشت. *Sotoodehnia et al.* (2014) در پژوهشی به بررسی نقش زهکش حائل شورزار مرکزی قزوین در کنترل شوری پرداختند. عملکرد زهکش در سال اول احداث، با خارج ساختن آبی با شوری بیش از ۲۰۰ دسی‌زیمنس بر متر از منطقه، مؤثر ارزیابی شد. نتایج نشان داد با احداث زهکش حائل پیشروی آب شور به سمت بالادست تا حدودی متوقف شده است که علت را می‌توان افزایش شیب هیدرولیکی به دلیل ایجاد نزدیک به یک متر کاهش بار آبی به وسیله زهکش دانست. در سال نخست، پس از اجرای طرح نیز میانگین شوری آب زیرسطحی ۱۳/۶ درصد کاهش یافت. *Sotoodehnia and Jafarei* (2016) در پژوهشی به بررسی اثر احداث زهکش حائل شورزار دشت قزوین بر سطح ایستابی منطقه با استفاده از مدل SEEP/W پرداختند. نتایج مشاهدات صحرایی و مدل، هر دو نشان دهنده افزایش میزان شیب هیدرولیکی در فاصله حداقل ۵۰۰ متری زهکش به طرف آن است که با تخلیه آب شور توسط زهکش می‌تواند اهداف احداث آن را محقق سازد. پژوهش‌های انجام شده با موضوع زهکشی اراضی در محدوده شورزار بطور عمده بر اثرات احداث زهکش بر منابع آب و خاک، ارزیابی عملکرد زهکش متمرکز بوده لیکن نکته حائز اهمیت آن است که در چند سال اخیر به دلیل بروز مشکلات زیست محیطی و ایجاد کانون‌های غبار، علاوه بر پژوهش‌های مرتبط با شوری خاک، تداخل جبهه آب شور و شیرین و ارزیابی عملکرد زهکش، مباحث مرتبط با بررسی اثر احداث زهکش بر پوشش گیاهی، مسائل زیست‌محیطی و حقایق زیستی نیز باید مورد توجه قرار گیرد لذا در این پژوهش اثر احداث زهکش حائل بر تغییرات شوری خاک و پوشش گیاهی در منطقه شورزار دشت

شورزارهای اطراف دریاچه ارومیه *Ahmadi et al.* (2017) اشاره کرد.

در خاک‌های شور، سدیم بیشترین عامل شوری خاک است از این رو با پراکنده ساختن ذرات خاکدانه، موجب تخریب ساختمان خاک و از سوی دیگر به دلیل افزایش فشار اسمزی، موجب اختلال در جذب آب توسط ریشه گیاهان خواهد شد. همچنین بالا بودن غلظت برخی از نمک‌ها، مسمومیت گیاهی را به دنبال خواهد داشت (*Safdar et al.*, 2019). از این‌رو حفظ و بقای پوشش گیاهی در این مناطق از اهمیت دوچندانی برخوردار خواهد بود. *Abrol et al.* (1988) شوری خاک را ناشی از فرآیندهای طبیعی یا انسانی دانسته که یک خطر بزرگ زیست‌محیطی است. شور شدن خاک پدیده‌ای پیش‌رونده محسوب می‌شود که نزدیک به ۱۲ درصد از اراضی فاریاب دنیا تحت تأثیر درجات مختلفی از شوری قرار دارند (*FAO*, 2015). در این راستا زهکشی خاک در برخی موارد، به‌عنوان راهکاری جهت خروج نمک اضافی از خاک مورد توجه بوده است. *Kale* (2011) تأثیر اجرای پروژه زهکشی بر مدیریت شوری خاک در منطقه قونیه ترکیه را مورد بررسی قرار داد. نتایج مدل‌سازی شوری خاک با استفاده از نرم‌افزار DRAINMOD نشان داد زهکش در طی ۵ سال بهره‌برداری، باعث کنترل شوری خاک در این محدوده شده است. *Tiwari and Goel* (2017) به بررسی اثرات پروژه‌های زهکشی اجرا شده بر مدیریت شوری خاک در کشورهای در حال توسعه پرداختند. نتایج نشان داد در برخی پروژه‌ها همانند زهکش منطقه خوشاب پاکستان، زهکش در طی ۱۲ سال بهره‌برداری باعث کاهش ۳۳ درصدی شوری خاک شده است. نتایج پژوهش ۵ ساله *Wang et al.* (2019) نشان داد اجرای زهکش خشک در شبکه آبیاری هتو در کشور چین، باعث کاهش ۷/۷ درصدی شوری خاک سطحی شده است.

با توجه به موقعیت شورزار مرکزی دشت قزوین و اثرگذاری این محدوده بر اراضی کشاورزی حاشیه‌ای دشت قزوین از یک سو و از سوی دیگر به دلیل مرز تداخل جبهه آب شور و شیرین در محدوده شورزار مرکزی، مطالعات متعددی در آن انجام گرفته است. این مسئله پس از احداث زهکش حائل در منطقه شورزار، بیش از پیش مورد توجه محققین قرار گرفته است. *Daneshkar Arasteh* (2010) در پژوهشی شوری خاک منطقه شورزار را در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۵ با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای مقایسه کرد. مقایسه این دو نقشه نشان داد در این فاصله زمانی شوری از سمت شورزار به سمت خارج از آن در حال پیش روی بوده و بر غلظت آن افزوده شده است. وی شرارتی شدن اراضی در این ناحیه را به علت پایین رفتن سطح آب

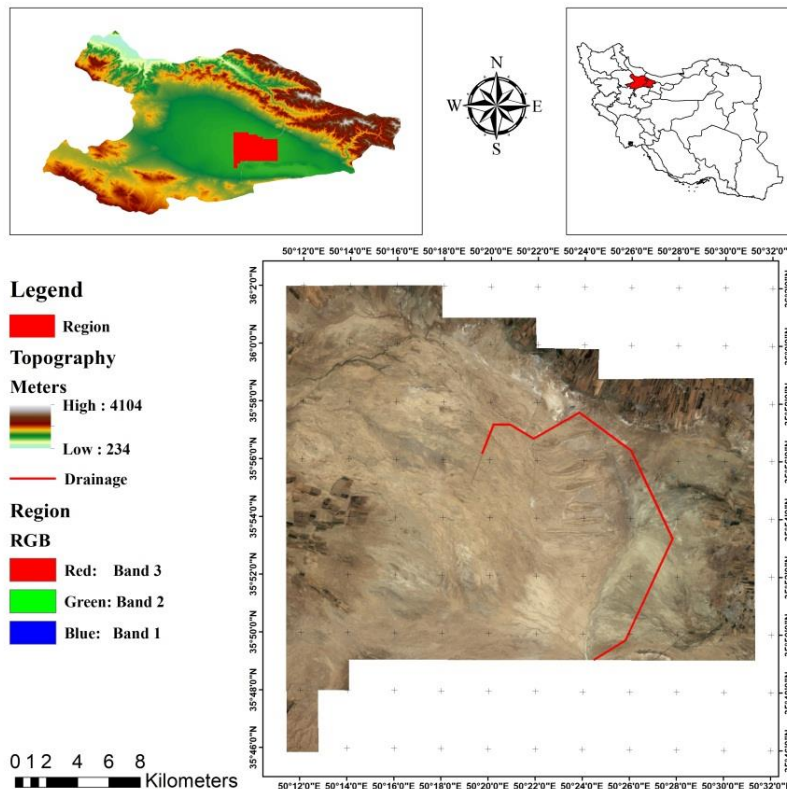
(2011) به طور خلاصه می‌توان گفت در محدوده باتلاق و شوره‌زار مرکزی دشت قزوین، آبخوان قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد و به دلیل شرایط زمین‌شناسی سنگ کف و انباشته شدن رسوبات و تخلیه آب‌های زیرزمینی از دشت قزوین و دشت هشتگرد، باتلاق شکل گرفته که در اثر سالیان دراز و تبخیر شدید، تبدیل به شوره‌زار شده است. اراضی شوره‌زار مرکزی دشت قزوین بیشتر از نوع خاک‌های پست و شور مسطح با شیب بسیار کم به همراه بافت سنگین با شوری زیاد در بعضی نقاط پف کرده، زهکشی نامناسب و سطح آب زیرزمینی بالا و دارای پوشش پراکنده از گیاهان استپی شور است. در داخل محدوده شوره‌زار اراضی به شکل دشت‌های سیلابی و پست با شیب بسیار کم و مناطق باتلاقی وجود دارد که به دلیل شوری زیاد و بالا آمدن آب شور در نزدیکی سطح زمین، قسمت اعظم آن از پوشش گیاهی ضعیفی برخوردار است (Akram and Sotoodehnia., 2011). به همین دلیل و به منظور جلوگیری از پیشروی منطقه شوره‌زار در دشت قزوین، پروژه زهکش حائل از سال ۱۳۸۷ آغاز گردیده است. این زهکش که مقطع آن به شکل دوزنقه با عرض کف ۲ متر و عمق متوسط ۲/۵ متر و عرض دهانه‌ای که متأثر از توپوگرافی منطقه است، در جهت عمود بر خطوط جریان زه آب، با طول حدود ۳۹ کیلومتر در شوره‌زار مرکزی دشت قزوین احداث شده است.

قزوین بر پایه پایش در قرق‌های احداث شده، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات کشوری در بخشی از استان قزوین و در ۱۵۰ کیلومتری شمال غرب تهران قرار دارد که شامل حاشیه شوره‌زار قزوین با محدوده جغرافیایی طول شرقی ۳۸۰۰۰۰ تا ۳۹۲۰۰۰۰ و عرض شمالی ۳۹۲۰۰۰۰ تا ۳۹۸۰۰۰۰ (برحسب متر) است. ارتفاع این منطقه ۱۱۳۵ تا ۱۱۴۵ متر از سطح دریاست. شهرهای مهم مجاور منطقه قزوین در شمال غربی، تاکستان در غرب، آبیک در شمال شرقی و دانشفهان در جنوب غربی است. در شکل (۱) موقعیت شوره‌زار مرکزی دشت قزوین نشان داده شده است. شوره‌زار مرکزی دشت قزوین ۶۰ هزار هکتار است که گستره هسته مرکزی آن نزدیک به ۲۰ هزار هکتار بوده و شوری این اراضی بسیار زیاد است. نزدیک به ۹۵ درصد از اراضی این محدوده هدایت الکتریکی بیش از ۲۰ دسی-زیمنس بر متر و ۶۵ درصد از اراضی، هدایت الکتریکی بیش از ۱۰۰ دسی-زیمنس بر متر داشتند (Akram and Sotoodehnia., 2011).

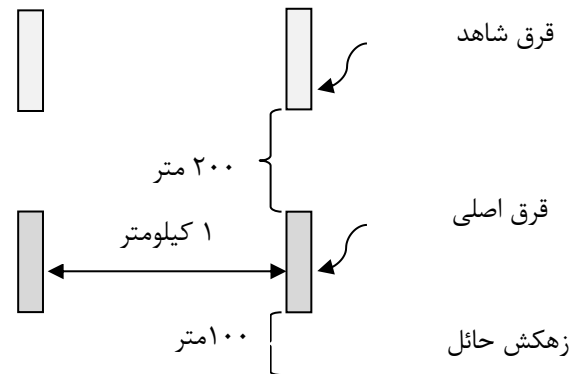


شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای از محدوده شوره‌زار دشت قزوین

۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری انجام شد که این نمونه‌ها در ۸ پیکسل اطراف نمونه اصلی بود. در مرحله آخر ۸ نمونه را با نمونه مرکزی مخلوط کرده که وزنی به مقدار ۳ کیلوگرم از هر نقطه مورد نظر برداشت شد. به طور کلی تعداد ۱۰ نمونه خاک سطحی از قرق‌های اصلی و ۱۰ نمونه خاک سطحی از قرق‌های شاهد، با این روش تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها در مجاورت هوا خشک شده و پس از کوبیده شدن و عبور از الک ۲ میلی متری، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن توسط دستگاه هدایت سنج (برحسب دسی‌زیمنس بر متر) اندازه‌گیری و سپس برای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اصلاح شد. همچنین با توجه به مطالعات انجام گرفته در محدوده شوره‌زار مرکزی دشت قزوین، از اطلاعات نمونه برداری منابع خاک در سال‌های ۱۳۸۹ (قبل از احداث زهکش حائل) و ۱۳۹۱ (بعد از احداث زهکش حائل) نیز در انجام فرآیند پژوهش بهره گرفته شد. در طرح زهکشی شوره‌زار مرکزی ۹۹ حلقه چاهک مشاهده‌ای در ۹ راستا در مسیر زهکش حفر شده بود که این چاهک‌ها در ۹ راستای عمود بر زهکش (A تا I) و ۱۱ چاهک در هر راستا قرار داشتند. در بالادست هر مقطع ۷ چاهک به فواصل ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر و در پایین دست ۴ چاهک به فواصل ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۲۵۰ متری از خط زهکش حفر شده بود که در این نقاط شوری و SAR خاک و عناصر سدیم و کلر خاک در سطح (۰ تا ۵۰ سانتی متری) و در عمق (۱ تا ۱/۵ متری) خاک اندازه‌گیری شده بود. در شکل (۳) موقعیت چاهک‌های مشاهده‌ای در حاشیه زهکش حائل دشت قزوین نشان داده شده است.

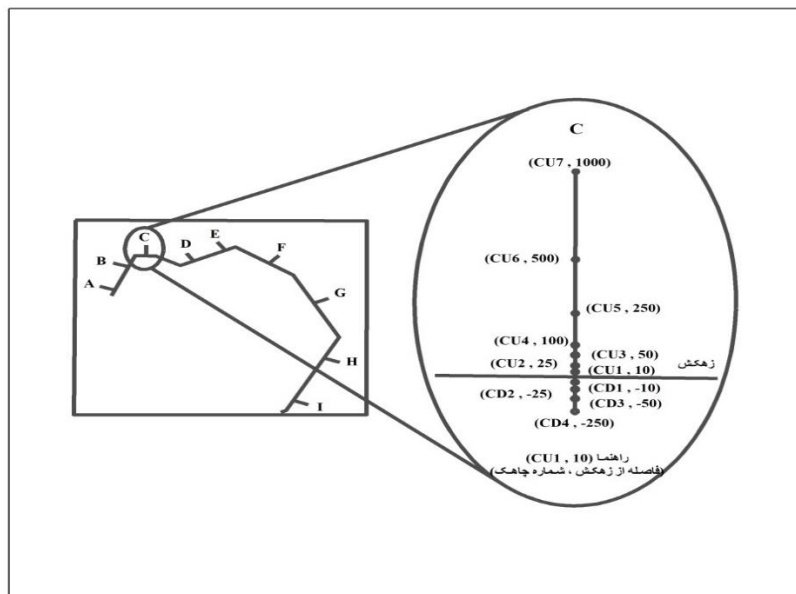
روش پژوهش

به منظور بررسی اثرات احداث زهکش حائل بر روند تغییرات شوری خاک و پوشش گیاهی تعداد ۱۰ قرق در محدوده زهکش حائل در سال ۱۳۹۱ احداث شد. هر قرق به عرض ۵۰ و طول ۲۰۰ متر به مساحت یک هکتار در نظر گرفته شد. در شکل (۲) نحوه جانمایی قرق‌های احداث شده در محدوده زهکش حائل نشان داده شده است. در محل ۱۰ قرق احداث شده در حاشیه زهکش حائل، تغییرات شوری خاک و پوشش گیاهی در پنج سال، تحت شرایط کنترل شده (عدم عبور و مرور، عدم تغلیف شتر و حفاظت از حذف مکانیکی پوشش گیاهی در عملیات عمرانی) مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۲- نحوه جانمایی قرق‌های احداث شده در محدوده زهکش حائل

به منظور نمونه‌گیری از خاک در قرق‌های احداث شده ابتدا یک نقطه مرکزی در وسط قرق انتخاب شده و این نقطه بعنوان مرکز یک دایره فرضی به شعاع ۲۰ متر در نظر گرفته شد و در ۸ جهت متفاوت و به فاصله ۲۰ متری از نقطه مرکزی از عمق ۰ تا



شکل ۳- موقعیت چاهک‌های مشاهده‌ای در حاشیه زهکش حائل دشت قزوین

نتایج و بحث

تحلیل داده‌های ثبت شده قبل از احداث زهکش حائل

وضعیت خاک نشان دهنده آن است که خاک منطقه، شور و سدیک بوده است. سدیم قابل تبادل باعث پراکندگی و انتشار ذرات کلوئیدی شده و در نتیجه ساختمان خاک از بین رفته و ورود و جریان آب را در خاک مشکل کرده و قدرت زهکشی خاک نیز کاهش یافته است. به همین دلیل اراضی باتلاقی و با فقر پوشش گیاهی در سطح شوره‌زار، از ویژگی‌های بارز شوره‌زار مرکزی دشت قزوین است. در جدول (۱) آماره‌های توصیفی داده‌های EC و SAR خاک قبل از احداث زهکش نشان داده شده است.

پراکنش گیاهان هالوفیت در سطح شوره‌زار نیز از ویژگی

های شاخص پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه بوده است. از سوی دیگر در خاک‌های ریز بافت منطقه، پیشروی و گسترش ریشه‌ها در لایه‌های متراکم که در نتیجه انتشار کلوئید به وجود آمده‌اند متوقف شده و تهویه خاک نیز در شرایط بالا کاهش می‌یابد. جهت تحلیل وضعیت نقاط نمونه‌برداری خاک در سال ۱۳۸۹، تحلیل آماری به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد که شامل فاکتور اصلی فاصله از زهکش حائل (۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۲۵۰ متر) در ۴ سطح و فاکتور فرعی موقعیت نقطه اندازه‌گیری نسبت به زهکش حائل (بالادست و پائین دست زهکش حائل) در ۲ سطح و فاکتور فرعی عمق نمونه‌گیری خاک (نمونه خاک سطحی و خاک عمقی) در ۲ سطح انجام گرفت. برای تجزیه واریانس از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد که نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های EC و SAR خاک قبل از احداث زهکش حائل

متغیر- عمق نمونه برداری	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	میان
EC- ۰ تا ۵۰ سانتی‌متر	۱۵/۳۴	۱۳۲/۳	۷۹/۸۶	۲۴/۰۴	-۰/۲۵	۲/۷۶	۸۱/۱۵
EC- ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۶/۲۱	۱۳۵	۹۳/۲۵	۲۱/۲۴	-۰/۵۵	۲/۶۸	۹۷/۷
SAR- ۰ تا ۵۰ سانتی‌متر	۱۸	۱۷۲/۶	۱۰۱/۱۷	۳۳/۷۸	-۰/۳۱	۲/۶۷	۱۰۲/۶
SAR- ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر	۱۱	۱۶۰/۳	۱۱۰/۳۶	۲۹/۱۹	-۰/۸۵	۳/۷۰	۱۱۶

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌های EC و SAR خاک قبل از احداث زهکش حائل

منابع تغییرات	EC خاک		SAR خاک	
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۸	۲۹۶۸/۵۹۲ **	۸	۷۰۸۴/۶۲۳ **
فاکتور A (فاصله از زهکش)	۳	۲۴۲/۵۷۸ ^{ns}	۳	۳۲۵/۷۸۲ ^{ns}
فاکتور B (موقعیت قرارگیری)	۱	۲۳۱/۷۵۰ ^{ns}	۱	۴۵۱/۹۱۷ ^{ns}
اثرات متقابل A*B	۳	۳۴۹/۲۴۹ ^{ns}	۳	۱۰۷۴/۸۴۷ ^{ns}
فاکتور C (عمق نمونه‌گیری)	۱	۶۰۶۰/۸۸۲ **	۱	۲۹۶۰/۲۶۷ *
اثرات متقابل A*C	۳	۵۵۳/۱۴۹ ^{ns}	۳	۱۱۱۸/۴۷۷ ^{ns}
اثرات متقابل B*C	۱	۱۵۹/۱۳۸ ^{ns}	۱	۷۲۰/۴۷۵ ^{ns}
اثرات متقابل A*B*C	۳	۱۰۹/۳۹۱ ^{ns}	۳	۱۶۰/۹۲۸ ^{ns}
اشتباه	۱۲۰	۳۹۱/۲۳۲	۱۲۰	۶۸۷/۶۱۳
ضریب تغییرات CV		۲۳/۲۸		۲۵/۳۸

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری

است. کمتر بودن هدایت الکتریکی خاک در سطح نشان از این دارد که خاک سطحی تحت تأثیر بارش قرار داشته است. با عنایت به اینکه نمونه‌برداری‌ها در پایان فصل بهار انجام شده، این موضوع قابل توجیه است. از سوی دیگر کمتر بودن هدایت الکتریکی لایه‌های خاک سطحی، نشان‌دهنده قابلیت بهبود شوری خاک است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد شاخص SAR خاک سطحی در محدوده نمونه‌برداری کم و بیش یکسان بوده و شاخص

نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌های هدایت الکتریکی خاک نشان داد هدایت الکتریکی خاک سطحی در محدوده نمونه‌برداری کم و بیش یکسان بوده و صرفاً هدایت الکتریکی سطحی و عمقی خاک، اختلاف بسیار معنی‌داری با هم داشته‌اند. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان‌دهنده آن است که هدایت الکتریکی خاک عمقی به‌طور میانگین ۱۸ درصد بیشتر از هدایت الکتریکی خاک سطحی است. به عبارتی طبقات پائین خاک، شورتر بوده

آن در جدول (۳) اشاره شده است (کمتر بودن شوری در سطح خاک نسبت به لایه عمقی نشان دهنده آن است که شوری خاک سطحی تحت تاثیر بارش قرار دارد. لذا زمان نمونه برداری‌ها در قبل و بعد از احداث زهکش حائل در تیرماه و پس از دوره بارندگی بوده است).

SAR خاک سطحی و عمقی، اختلاف معنی‌داری با هم داشته‌اند.

تحلیل داده‌های ثبت شده خاک بعد از احداث زهکش حائل
به‌منظور بررسی اثرات احداث زهکش حائل، آزمون آماری t بر روی داده‌های ثبت شده در سال ۱۳۸۹ (پیش از احداث زهکش) و ۱۳۹۱ (اندکی پس از احداث زهکش) انجام گرفت که به نتایج

جدول ۳- نتایج آزمون t مقایسه وضعیت خاک، قبل و بعد از احداث زهکش حائل

شاخص	درجه آزادی	میانگین		انحراف معیار		مقدار t	سطح معنی‌داری P
		قبل از احداث زهکش	بعد از احداث زهکش	قبل از احداث زهکش	بعد از احداث زهکش		
هدایت الکتریکی خاک (dS/m)	۱۲۸	۷۹/۸۶	۷۷/۷۱	۲۴/۰۴	۳۱/۲۸	۰/۴۱	۰/۶۸ ^{ns}
سدیم (meq/lit)	۲۶	۸۶۰/۷۱	۶۱۷/۰۷	۳۱۸/۳۱	۲۷۹/۷۷	۲/۱۵۱	۰/۰۴۱*
کلر (meq/lit)	۲۶	۸۵۰/۰۰	۷۰۹/۸۵	۴۷۶/۳۶	۴۲۴/۱۸	۰/۸۲۲	۰/۴۱۹ ^{ns}
SAR ^{0.5} (meq/lit)	۲۴	۹۶/۴۳	۵۸/۰۰	۲۶/۹۰	۱۹/۳۰	۴/۱۸۴	۰/۰۰۰**

ns و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری

سدیم‌زدائی خاک سریع‌تر از شوری‌زدائی خاک انجام گرفته که می‌توان دلیل این نوع تغییرات را به ماهیت پدیده آبشویی در خاکهای شور و سدیک مرتبط دانست. به‌منظور بررسی همبستگی بین هدایت الکتریکی و شاخص SAR آزمون همبستگی بین EC و SAR خاک در اعماق مختلف انجام گرفت که به نتایج آن در جدول (۴) اشاره شده است. نتایج آزمون همبستگی بین SAR و EC خاک نشان داد شاخص EC و SAR خاک سطحی قبل از احداث زهکش حائل دارای همبستگی بسیار معنی‌داری بوده لیکن در لایه عمقی خاک همبستگی معنی‌داری بین این دو شاخص وجود نداشته است. پس از احداث زهکش حائل نیز همبستگی معنی‌داری بین EC و SAR خاک سطحی وجود داشته است. به عبارتی نقاطی وجود دارند که نسبت جذب سدیم لایه‌های سطحی آنها از لایه‌های عمقی بیشتر است و به عکس، در برخی نقاط دیگر نسبت جذب سدیم لایه‌های سطحی از لایه‌های عمقی کمتر است. به طور کلی با توجه به وجود همبستگی بسیار معنی‌دار بین EC و SAR خاک سطحی می‌توان SAR خاک سطحی را با دقت قابل قبولی از روی EC خاک سطحی برآورد نمود.

نتایج آزمون آماری t جهت مقایسه وضعیت خاک قبل و بعد از احداث زهکش حائل نشان داد احداث زهکش تأثیر معنی‌داری در تغییرات هدایت الکتریکی خاک در این فاصله زمانی (تیرماه سال ۸۹ تا تیرماه سال ۹۱)، نداشته است. این در حالی است که شاخص SAR خاک تغییرات بسیار معنی‌داری در قبل و بعد از احداث زهکش حائل داشته و به همین دلیل سدیم خاک نیز اختلاف معنی‌داری قبل و بعد از احداث زهکش حائل داشته است. به عبارتی به دلیل شرایط شور و سدیک بودن خاک منطقه و از بین رفتن ساختمان خاک، ورود جریان آب در خاک مشکل بوده و قدرت زهکشی خاک نیز کم است. به همین دلیل هدایت الکتریکی خاک قبل و بعد از احداث زهکش حائل، اختلاف معنی‌داری با هم نداشته است. هرچند در طی این سه سال (تیرماه سال ۸۹ تا تیرماه سال ۹۱)، میانگین هدایت الکتریکی خاک از ۷۹/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر به ۷۷/۷۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافته است (برخی از راستاها همانند راستای F چاهک‌های مشاهداتی، به دلیل وجود آثاری از رودهای قدیمی اصولاً از روند سایر راستاها پیروی نمی‌کنند). لیکن با توجه به اختلاف معنی‌دار شاخص SAR خاک قبل و بعد از احداث زهکش، می‌توان گفت روند

جدول ۴- نتایج آزمون همبستگی بین SAR و EC در اعماق مختلف خاک

دوره زمانی	سال	عنصر/ شاخص	SAR (0-50cm)	SAR (100-150cm)
قبل از احداث زهکش	۱۳۸۹	EC (0-50cm)	۰/۳۱۳**	۰/۱۳۷ ^{ns}
بعد از احداث زهکش	۱۳۹۱	EC (0-50cm)	۰/۵۶۵*	-
		EC (100-150cm)		

ns و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری

گیاهی، نتایج حاصل از اندازه‌گیری نمونه‌های خاک و درصد

www.SID.ir

خاک شامل چهار سال و برای درصد پوشش گیاهی، پنج سال (به عنوان تکرار) و فاکتور اصلی قرق در پنج سطح و فاکتور فرعی فاصله از زهکش حائل (قرق شاهد و اصلی) در دو سطح انجام گرفت. برای تجزیه واریانس از نرم افزار MSTATC استفاده شد که نتایج تحلیل آماری داده‌های شوری خاک و درصد پوشش گیاهی در قرق‌های احداث شده در جدول (۶) نشان داده شده است.

پوشش گیاهی در قرق‌های احداث شده مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات سالانه درصد پوشش گیاهی و هدایت الکتریکی خاک (دسی‌زیمنس بر متر) در قرق‌های محدوده زهکش حائل در جدول (۵) نشان داده شده است. جهت بررسی اثرات احداث زهکش بر روند تغییرات هدایت الکتریکی خاک و پوشش گیاهی، تحلیل آماری به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد که برای شوری

جدول ۵- تغییرات درصد پوشش گیاهی و هدایت الکتریکی خاک (دسی‌زیمنس بر متر) در قرق‌های محدوده زهکش حائل

سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۳	سال ۱۳۹۲	شاخص	مشخصات نمونه
۴۰	۳۵/۷	۳۰/۴	۱۹/۷	۱۱/۲	درصد پوشش گیاهی	قرق ۱- اصلی
-	۴۰/۲	۴۳/۱	۶۷/۱	۵۸/۸	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۱۲	۱۵/۷	۱۴/۱	۱۴/۷	۱۳/۲	درصد پوشش گیاهی	قرق ۱- شاهد
-	۹۲/۱	۵۷/۱	۵۳/۵	۱۲۴/۷	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۵۳	۳۰/۸	۱۵/۲	۷/۸	۶	درصد پوشش گیاهی	قرق ۲- اصلی
-	۳۷/۵	۴۶/۷	۵۱/۳	۴۲/۰	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۱۰/۱	۱۲/۱	۱۰/۳	۷/۷	۹	درصد پوشش گیاهی	قرق ۲- شاهد
-	۸۶/۲	۵۹/۶	۷۴/۷	۱۰۳/۵	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۲۵/۷	۲۱/۹	۱۹/۱	۱۰/۶	۱۱/۶	درصد پوشش گیاهی	قرق ۳- اصلی
-	۴۶/۷	۹۴/۲	۷۸/۵	۶۰/۸	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۱۴/۱	۱۵/۶	۴/۳	۱/۵	*۰/۲	درصد پوشش گیاهی	قرق ۳- شاهد
-	۵۲/۱	۹۲/۱	۱۴۵/۷	۱۵۸/۳	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۴۸	۳۴	۱۷	۱۲/۷	۲۱/۲	درصد پوشش گیاهی	قرق ۴- اصلی
-	۳۹/۶	۸۶/۲	۵۴/۵	۵۶/۴	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۲۹	۲۱	۱۷/۸	۱۷/۶	۱۸/۳	درصد پوشش گیاهی	قرق ۴- شاهد
-	۹۷/۴	۵۲/۱	۷۰/۳	۱۱۲/۰	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۴۵	۳۰	۲۵/۳	۱۴	۱۶/۶	درصد پوشش گیاهی	قرق ۵- اصلی
-	۹۴/۲	۹۷/۴	۷۹/۸	۹۳/۳	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک
۲۵/۶	۱۲	۱۶/۱	۱۲/۱	۱۲/۸	درصد پوشش گیاهی	قرق ۵- شاهد
-	۸۷/۷	۸۸/۷	۷۳/۶	۱۵۹/۰	هدایت الکتریکی خاک	هدایت الکتریکی خاک

*خراب شدن قرق و تعلیف شتر

جدول ۶- نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌های هدایت الکتریکی خاک و درصد پوشش گیاهی در قرق‌ها

منابع تغییرات	هدایت الکتریکی خاک		درصد پوشش گیاهی	
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار (سال)	۳	۱۷۲۷/۳۶۸ ^{ns}	۴	۶۱۴/۱۹۹**
فاکتور A (قرق)	۴	۱۸۴۴/۰۳۶*	۴	۱۹۶/۷۳۵**
فاکتور B (شاهد و اصلی)	۱	۸۱۸۲/۴۶۰**	۱	۱۴۱۰/۸۶۷**
اثرات متقابل A*B	۴	۲۸۷/۶۳۴ ^{ns}	۴	۲۲/۰۹۴ ^{ns}
اشتباه	۲۷	۶۰۲/۹۶۴	۳۶	۴۷/۳۱۰
ضریب تغییرات CV		۳۱/۵۹		۳۶/۶۱

** و * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری

است. عدم معنی‌داری تغییرات هدایت الکتریکی خاک را می‌توان به تأثیرگذاری بارندگی‌های بهاره مرتبط دانست که باعث گردیده هدایت الکتریکی خاک تغییرات نوسانی با گذشت سال‌های

نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌های هدایت الکتریکی خاک در قرق‌های احداث شده نشان داد تغییرات هدایت الکتریکی خاک با گذشت سال‌های نمونه‌برداری در سطح معنی‌داری نبوده

مختلف در سطح قرق‌های احداث شده افزایشی بوده به نحوی که در سال ۱۳۹۶ بیشترین مقدار پوشش گیاهی در قرق‌ها ثبت شده است. هرچند روند تغییرات میانگین درصد پوشش گیاهی در سطح قرق‌ها به صورت تدریجی بوده است. مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی در قرق‌های احداث شده نیز نشان داد در بین قرق‌های احداث شده قرق ۴ و ۳ دارای بیشترین و کمترین درصد پوشش گیاهی بوده‌اند.

جدول ۷- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک و درصد پوشش گیاهی در سال‌های مختلف

سال	هدایت الکتریکی خاک (دسی زمینس بر متر)	درصد شاخص پوشش گیاهی
سال ۱۳۹۲	۹۶/۸۸ ^a	۱۲/۰۱ ^c
سال ۱۳۹۳	۷۴/۹۰ ^{ab}	۱۱/۸۴ ^c
سال ۱۳۹۴	۷۱/۷۲ ^b	۱۶/۹۶ ^{bc}
سال ۱۳۹۵	۶۷/۳۷ ^b	۲۲/۸۸ ^{ab}
سال ۱۳۹۶	-	۳۰/۲۵ ^a

میانگین‌های دارای حروف یکسان، در سطح یک درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

جدول ۸- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک و درصد پوشش گیاهی در قرق‌های مختلف

قرق	هدایت الکتریکی خاک (دسی زمینس بر متر)	درصد شاخص پوشش گیاهی
قرق ۱	۶۷/۰۸ ^{bc}	۲۰/۶۷ ^{ab}
قرق ۲	۶۲/۶۹ ^c	۱۶/۲۰ ^{ab}
قرق ۳	۹۱/۰۵ ^{ab}	۱۲/۴۶ ^b
قرق ۴	۷۱/۰۶ ^{abc}	۲۳/۶۶ ^a
قرق ۵	۹۶/۷۱ ^a	۲۰/۹۵ ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف یکسان، در سطح یک درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

به‌منظور بررسی روابط بین هدایت الکتریکی خاک و درصد پوشش گیاهی آزمون همبستگی با گذشت سال‌های نمونه‌برداری انجام گرفت که به نتایج آن در جدول (۹) اشاره شده است.

نمونه‌برداری داشته باشد. ولی در قرق‌های احداث شده، هدایت الکتریکی خاک تفاوت معنی‌داری با هم داشته است. قرارگیری و یا عدم قرارگیری قرق‌ها در مسیر مسیل‌های منتهی به شوره‌زار و تفاوت اولیه هدایت الکتریکی خاک در قرق‌ها، از عمده دلایل اختلاف معنی‌دار هدایت الکتریکی قرق‌ها، نسبت به هم بوده است. از سوی دیگر فاصله قرق‌ها (شاهد و اصلی) از زهکش حائل باعث ایجاد تغییرات بسیار معنی‌داری در شاخص هدایت الکتریکی خاک شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس درصد پوشش گیاهی در قرق‌های احداث شده نیز نشان داد احداث زهکش حائل تأثیر بسیار معنی‌داری بر تغییرات پوشش گیاهی قرق‌ها با گذشت سال‌های مورد مطالعه داشته است. همچنین نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد قرق‌ها و موقعیت قرارگیری قرق‌ها نسبت به زهکش حائل، تأثیر بسیار معنی‌داری در درصد پوشش گیاهی داشته است. برای مقایسه میانگین داده‌ها در سال‌های نمونه-برداری، از روش دانکن استفاده شد که نتایج آن در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است.

نتایج مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک بر پایه روش دانکن نشان داد میانگین هدایت الکتریکی خاک در سال ۱۳۹۲ دارای بیشترین مقدار و در سال ۱۳۹۵ دارای کمترین مقدار بوده است. با توجه به آنکه عمده منبع آبشویی خاک در محدوده قرق-های احداث شده، رواناب مسیل‌ها می‌باشد لذا مهمترین علت تغییرات هدایت الکتریکی خاک با گذشت سال‌های مختلف را می‌توان به میزان بارندگی بهار مرتبط دانست به نحوی که در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵ به ترتیب بارندگی بهار، ۷۷/۲ و ۱۶۰/۸ میلی‌متر بوده است. روند کاهشی هدایت الکتریکی خاک با گذشت سال‌های مختلف، نشان‌دهنده آن است زهکش حائل به‌صورت تدریجی باعث کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است. مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک در قرق‌ها نیز نشان داد قرق ۲ و ۵ به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی خاک بوده است. نتایج آزمون مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن نشان داد درصد پوشش گیاهی در سال‌های

جدول ۹- مقادیر همبستگی هدایت الکتریکی خاک و پوشش گیاهی در قرق‌ها

سال	هدایت الکتریکی خاک					پوشش گیاهی				
	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۴
۱۳۹۲	۰/۳۰	-۰/۰۹	-۰/۵۹	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۵۱	۰/۷۲*	۱/۰۰	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۳	۰/۲۴	-۰/۳۸	-۰/۶۲	-۰/۲۸	۰/۴۲	۰/۸۲**	۱/۰۰	۰/۷۲*	۰/۵۱	۰/۷۲*
۱۳۹۴	-۰/۰۸	-۰/۱۷	-۰/۴۸	-۰/۵۳	۰/۶۹*	۱/۰۰	۰/۸۲**	۰/۵۱	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۵	-۰/۵۸	-۰/۱۷	-۰/۳۷	-۰/۸۰	۱/۰۰	۰/۶۹*	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۲	۰/۶۱	۰/۳۰	۰/۵۷	۱/۰۰	-۰/۸۰	-۰/۵۳	-۰/۲۸	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۳	-۰/۰۴	۰/۴۸	۱/۰۰	۰/۵۷	-۰/۳۷	-۰/۴۸	-۰/۶۲	-۰/۵۹	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۴	۰/۰۴	۱/۰۰	۰/۴۸	۰/۳۰	-۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۷۲*
۱۳۹۵	۱/۰۰	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۶۱	-۰/۵۸	-۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۷۲*

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

در مواقع سیلابی، نقش بسیار مهمی در کاهش هدایت الکتریکی خاک و افزایش پوشش گیاهی در محدوده تحت تأثیر زهکش حائل داشته است.

نتیجه گیری

بررسی وضعیت شوره‌زار مرکزی دشت قزوین نشان دهنده آن است که با توجه به خشک بودن منطقه و کمبود بارندگی و همچنین بروز خشکسالی فراگیر در منطقه، مقدار آب شیرین برای آبشویی طبیعی اراضی مجاور زهکش محدود است. از این رو علیرغم برخی مشکلات حادث شده در بهره‌برداری زهکش حائل، باید حداکثر استفاده ممکن از آن را به منظور حفظ و احیاء زیست‌بوم شوره‌زار کرد. به نحوی که نتایج پژوهش حاضر نشان داد زهکش حائل در محدوده قرق‌های اصلی (فاصله ۳۰۰ متری از زهکش) در حفظ، احیاء و تقویت پوشش گیاهی مؤثر بوده و از سوی دیگر شوری خاک نیز در این محدوده در حال کاهش تدریجی بوده است. از این رو با توجه به تأثیرگذاری احداث زهکش حائل بر تقویت پوشش گیاهی، لازم است برنامه جامعی جهت بهره‌برداری از این قابلیت زهکش حائل توسط متولیان امر در نظر گرفته شده و در رویکرد آتی انجام پروژه‌های مشابه در این محدوده، نحوه تأثیرگذاری و اثرات مثبت و منفی ایجاد زهکش حائل در محدوده شوره‌زار به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

این پژوهش با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین انجام شده که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

- Abrol, I.P., Yadav J.S.P. and Massoud, F.I. (1988) *Salt-affected Soils and their management*. FAO Soils Bulletin No. 39, Rome, Italy: FAO.
- Aflatouni, M., Eskandari, L. and Dehghanisanich, H. (2014). Calibration and Sensitivity Analysis of Hydraulic Behavior in Qazvin Plain Aquifer. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 45(3), 283-291. (In Farsi)
- Ahmadi, A., Tatian, M.R., Temertash, R., Asri, Y. and Yegane, H. (2017). The role of soil properties on distribution of plant associations in the salt marshes around Urmia Lake. *PEC*, 4 (9), 35-48. (In Farsi)
- Akhani, H. (2004) Halophytic vegetation of Iran: towards a syntaxonomical classification. *Annali de Botanica Roma* 4, 66–82.
- Akram, M. and Sotoodehnia, A. (2011). Monitoring plan of interceptor drain in Qazvin. *Company Reports, Kamab Pars Saman Abran*, Ministry of Agriculture. (In Farsi)
- Asri, Y., Hamzeh'ee, B. and Ghorbanli, M. (1995). *Etude phytosociologique de la vegetation halophile de l'est du lac Orumieh (nord ouest de l'Iran)*. Documents Phytosociologiques 15,299–308. (In Franch with English summary).
- Daneshkar Arasteh, P. (2010). Soil salinity change detection in irrigated area under Qazvin Plain irrigation network using satellite imagery. *Proceedings of XVIIth Worlds Congress of International Commission of Agricultural Engineering (CIGR)*, Quebec City. Canada.
- Eskandari, L., Aflatouni, M. and Fuladmand, H. (2014). Evaluation of PMWIN Model for Lowering Water Level in Qazvin Saline Drainage Margin. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 7(3), 422 - 431. (In Farsi)
- FAO. (2015) *FAO Statistical Year Book 2015*, World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org

- Organization of the United Nation, Rome, p. 366.
- Kale, S. (2011). Field-evaluation of DRAINMOD-S for predicting soil and drainage water salinity under semiarid conditions in Turkey. *Spanish J Agric Res*, 9(4), 1142–1155.
- Léonard, J. (1992). Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des deserts d'Iran, Fascicule 10: Etude de la végétation, analyse phytosociologique et phytochorologique des groupements végétaux, *Bulletin of the Jardin Botanique National de Belgique*, 2, 454 pp. (In Franch with English summary).
- Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R. and Sarwar, M.I. (2019). A review: Impact of salinity on plant growth. *Nature and Science*, 17(1), 34-40.
- Sotoodehnia, A. and Jafarei, M. (2016). Investigation of Qazvin Marshland Interceptor Drain Effects on Water Table Using Seep/w Model. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 47(2), 237-245. (In Farsi)
- Sotoodehnia, A., Jafari, M. and Daneshkar Arasteh, P. (2014). The Role of Qazvin Central Marsh Interceptor Drain in Controlling Shallow Groundwater Salinity. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 45(4), 447-452. (In Farsi)
- Tiwari, P. and Goel, A. (2017). An overview of impact of subsurface drainage project studies on salinity management in developing countries. *Applied Water Science*. 7(2), 569-580.
- Vaezi, A.R. (2016). *Study of the effect of Interceptor Drain on vegetation dynamics in the central salinity of Qazvin plain*. Final report of the research project of the National Institute of Forests and Rangelands Research, Agricultural Research, Education and Promotion Organization.
- Wang, C., Wu, J., Zeng, W., Zhu, Y. and Huang, J. (2019). Five-Year Experimental Study on Effectiveness and Sustainability of a Dry Drainage System for Controlling Soil Salinity. *Water*. 11(1), 111-120.
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical foundations of the Middle East*. 2 Vols. Stuttgart, 739 pp.