

بررسی تأثیر زهکش زیرزمینی بر کیفیت خاک در جنوب خوزستان

سیدماجد موسوی فرد^۱، خوشناز پاینده^{۲*} و ابراهیم پناهیور^۳

- (۱) گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
 (۲) استادیار، گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
 (۳) استادیار، گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: payandeh426@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۲۹

چکیده

در اراضی کشاورزی، عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل نیاز زیاد گیاهان به آنها از اهمیت وافری برخوردارند. با تأمین عناصر غذایی پرمصرف در خاک‌های سدیمی، وضعیت حاصلخیزی و رشد گیاهان بهبود می‌یابد. بر همین اساس به منظور بررسی تأثیر زهکش زیرزمینی بر کیفیت خاک در منطقه خوزستان، این آزمایش در قالب بلوک کاملاً تصادفی در چهار نقطه با ۳ تکرار در دو عمق (۳۰-۶۰) و (۳۰-۶۰) سانتی‌متر در جنوب استان خوزستان در منطقه آلبونعیم واقع در شهرستان شادگان انجام گرفت. تحقیق در دو قطعه زمین، یکی دارای زهکش زیرزمینی و دیگری فاقد زهکش صورت گرفت. پس از انجام کامل عملیات مشاهده گردید که میزان شوری (EC) در عمق‌های (۳۰-۶۰) و (۳۰-۶۰) سانتی‌متر در مزرعه زهکش‌دار کمتر از مزرعه فاقد زهکش بوده بطوری‌که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد را بین دو منطقه نشان می‌دهد. نیتروژن، فسفر، پتاسیم تحت تأثیر زهکش زیرزمینی و عمق نمونه‌برداری قرار نگرفته و مقدار آنها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، پتاسیم، زهکش زیرزمینی، فسفر

مقدمه

در بسیاری از اراضی جهان به دلایلی نظیر آبیاری بی‌رویه و نفوذ عمقی ناشی از آن، تلفات نشت از شبکه‌های آبیاری، فقدان زهکشی طبیعی و عدم اجرای سامانه زهکشی، آب در لایه‌های آبدار زیرزمینی تجمع می‌یابد. هرگاه میزان تغذیه از طریق آبیاری بیش از تخلیه باشد، سطح ایستابی بالا می‌آید. بالا آمدن سطح ایستابی منجر به ماندابی و گاهی شور شدن اراضی می‌شود. امروزه به دلیل کاهش ذخایر آب با کیفیت مناسب و نیاز روز افزون جمعیت فزاینده در بخش‌های مختلف، استفاده از منابع آب شور برای آبیاری محصولاتی که از طریق کشاورزی آبی یا پمپاژ آب از آبخوان‌ها تولید می‌شوند، امری اجتناب‌ناپذیر است (Katerji et al., 2005). به‌طور کلی در خاک‌های شور و سدیمی، عدم توازن عناصر غذایی در فرآیند جذب توسط گیاه می‌تواند بر رشد آن مؤثر باشد (Qadir and Schubert, 2002). در اراضی کشاورزی، عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل نیاز زیاد گیاهان به آنها از اهمیت وافری برخوردارند. با تأمین عناصر غذایی پرمصرف در خاک‌های شور و سدیمی، وضعیت حاصلخیزی و رشد گیاهان بهبود می‌یابد (Qadir et al., 2001). به دلیل محدودیت‌های خاک‌های شور و سدیمی، ضرورت اصلاح و احیا این اراضی که پتانسیل و قابلیت کشت و کار در آنها وجود دارد، امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از این رو برخی محققان به بررسی روش‌های اصلاح خاک‌های شور و سدیمی پرداخته‌اند (Wong et al., 2009). با توجه به اینکه ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی در محدوده‌ای از کره زمین واقع شده است که بیشتر مناطق آن خشک و نیمه‌خشک است. در کشور مناطقی وجود دارند که میزان تبخیر در آنها بیش از ۸ برابر میزان بارندگی می‌باشد (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009). از این رو استفاده از آب‌های با کیفیت پائین همانند آب‌های شور جهت تولید محصولات زراعی در اکثر نقاط کشور دور از انتظار نیست (Flagella et al., 2004). لذا، احداث سیستم زهکشی به منظور اصلاح خاک‌های شور و حفاظت از اراضی در مقابل شوری مجدد در خاک‌های جنوب خوزستان ضروری می‌باشد (اسدی کپورچال و همکاران، ۱۳۹۱). به‌طور کلی سیستم‌های زهکشی در مزرعه دو نوع و یا ترکیبی از آنها می‌باشند: الف- زهکشی سطحی که برای خارج کردن آب‌های سطحی در مزرعه طراحی می‌شوند و ب- زهکشی عمقی یا زیرزمینی که برای تخلیه یا کنترل آب تحت الارضی و یا خارج کردن و کنترل نمک که در این صورت از آب به عنوان منتقل کننده نمک استفاده می‌گردد (U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1984). اصولاً سیستم زهکشی زیرزمینی به منظورهای زیر احداث می‌گردد: الف- بهسازی اراضی زراعی، ب- جلوگیری از شور شدن اراضی، ج- پایین آوردن سطح آب زیرزمینی و زدودن املاح جمع شده در خاک (Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, 1998). در کشت‌های آبی، زهکشی از اهمیت به‌سزایی در مهار و تنظیم شوری و ماندابی شدن خاک و بهبود محیط زیست گیاه برخوردار است (Jia and Evans, 2006).

باتوجه به اهمیت زهکشی در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی و نیز فراهمی عناصر غذایی پرمصرف در تولید محصولات کشاورزی، تحقیق حاضر به بررسی تاثیر زهکشی زیرزمینی بر شوری، مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌پردازد.

مواد و روش ها

این تحقیق به صورت طرح دو عاملی و در قالب بلوک کاملاً تصادفی در منطقه آلبونعیم شهرستان شادگان انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه تقریباً در ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و ۷۰ کیلومتری شمال شرقی آبادان و در ۱۵ کیلومتری شهرستان شادگان بود. شیب اراضی در این محدوده بسیار کم و بطور متوسط در حدود ۰/۰۰۰۵ و در جهت کلی شمال شرقی به جنوب غربی می‌باشد. اراضی طرح از رسوبات آبرفتی رودخانه جراحی تشکیل یافته که در خط الرأس دشت شادگان در جریان بوده که شادگان را به دو قسمت تقسیم می‌نماید. قسمتی از منطقه مورد مطالعه (مزرعه دارای زهکش زیرزمینی) در شبکه زهکشی ۲۵۰۰ هکتاری دشت شادگان و قسمتی از آن خارج از شبکه زهکشی بود. آب مورد نیاز توسط ایستگاه پمپاژ از رودخانه جراحی تأمین می‌شود. روش انجام تحقیق به صورت صحرایی بود، ابتدا دو قطعه زمین از لحاظ خصوصیات فیزیوگرافی مشابه هم، یکی دارای زهکش زیرزمینی و دومی بدون زهکش انتخاب کرده و توسط آگر خاکشناسی از عمق‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. تعداد نمونه‌ها در هر قطعه از چهار نقطه با سه بار تکرار همچنین مکان نمونه‌برداری بصورت تصادفی انتخاب گردید. هدایت الکتریکی توسط دستگاه EC سنج اندازه‌گیری شد. نیتروژن خاک به روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد. در روش کج‌لدال، ازت آلی بر اثر ترکیب با اسید سولفوریک غلیظ به صورت سولفات آمونیوم در آمده، آمونیوم حاصل پس از ترکیب با سود غلیظ در دستگاه تقطیر به گاز آمونیاک تبدیل گشته و گاز حاصل سپس به وسیله اسید بوریک جمع‌آوری شد. سرعت فعل و انفعالات فوق با افزایش دما و در حضور کاتالیزور فزونی یافت. در عمل، به منظور افزایش دما، از سولفات پتاسیم و یا سولفات سدیم استفاده شد. در پایان باز تشکیل شده با کمک اسید سولفوریک رقیق (۰.۰۵) تیترا گردیده، و بدین ترتیب مقدار کل ازت خاک تعیین گردید. مناسب‌ترین روش تعیین فسفر در خاک‌های آهکی روش اولسن (براساس رنگ سنجی) می‌باشد. در این روش با استفاده از محلول نیم نرمال بی‌کربنات سدیم با pH=۸.۵ عصاره خاک تهیه شد. بی‌کربنات و هیدروکسیل، به صورت دو رقیب، فسفات را از ذرات خاک جدا نموده و به علت وجود رقابت بین یون‌های فسفات، بی‌کربنات و هیدروکسیل، جذب دوباره فسفات آزاد شده به سطوح جذب‌کننده به حداقل رسید. افزایش pH محلول سبب افزایش غلظت یون‌های بی‌کربنات گشته، در نتیجه حلالیت یون‌های کلسیم کاهش یافت. بدین ترتیب مقدار کمتری از فسفات‌های آزاد شده به صورت فسفات‌های کلسیم رسوب نمود. مقایسه آماری بین دو روش، با استفاده از آزمون «t» در سطح معنی‌داری پنج درصد و یک درصد و در محیط آماری SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نیتروژن خاک

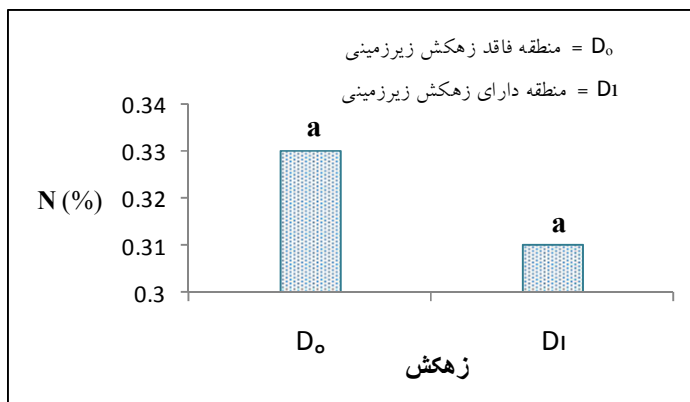
اثر زهکش زیرزمینی، عمق نمونه‌برداری و اثر متقابل زهکش در عمق بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار نشده است در (شکل‌های ۱، ۲ و ۳) دلیل معنی‌دار نبودن اثر A، B و AB بر میزان نیتروژن خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب بیان شده است. بدلیل کوچک بودن داده‌های نیتروژن در نمونه‌های خاک و عدم توانایی نرم افزار SPSS در آنالیز آنها لذا به این اعداد ضریب ۱۰۰۰ داده شد.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر زهکش زیرزمینی بر شوری، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک

میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
%K	%P	%N	EC($\mu\text{s}/\text{cm}$)		
۰/۰۰۵ ^{ns}	۸/۳۳۳ ^{ns}	۸/۳۳۳ ^{ns}	۲۷۳۶/۱۲۰ ^{**}	۱	A زهکش
۰/۰۰۱ ^{ns}	۷۵ ^{ns}	۸/۳۳۳ ^{ns}	۳۶۰/۸۰۳ ^{**}	۱	B عمق نمونه‌برداری
۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۰۰۸/۳۳۳ ^{ns}	۲۰۸/۳۳۳ ^{ns}	۴۱۰/۶۷۰ ^{**}	۱	AB زهکش × عمق
۰/۰۰۵	۲۵۵/۵۵۶	۱۴۱/۶۶۷	۱۳۶/۰۵۲	۶	خطا
				۹	کل

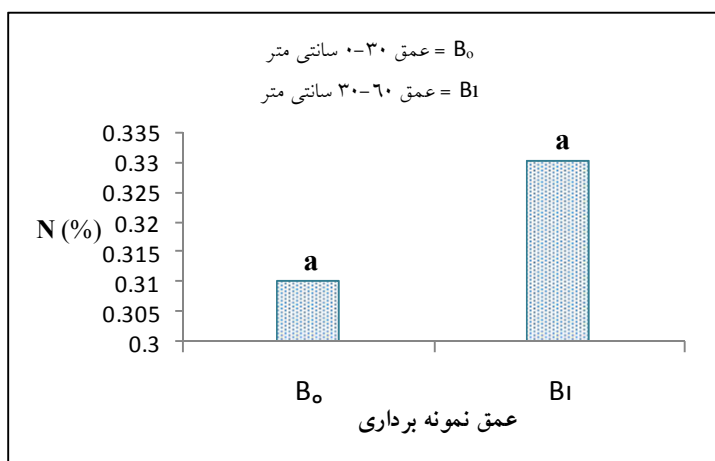
ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

چنانچه در (شکل ۱) نشان داده شده است نیتروژن خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی ۰/۳۱ درصد و در منطقه بدون زهکش ۰/۳۳ درصد اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر زهکش نشان می دهد در دو مزرعه، زهکش تاثیر معنی داری را بر مقدار نیتروژن ندارد و مقدار N تحت تاثیر زهکش زیرزمینی تفاوت ناچیز و نامحسوسی را داشته که از آن چشم پوشی شده است. دلیل افزایش مقدار نیتروژن در زمین بدون زهکش زیرزمینی را می تواند در نتیجه زیاد بودن میزان شوری خاک دانست، زیرا در خاک های شوری که ماندابی نیز هستند، اولاً تهویه ضعیف باعث کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه می گردد و ثانياً به دلیل اثر سمیت املاح بر ریبوزوم ها و کاهش شدید غده های تثبیت کننده نیتروژن، تثبیت زیستی این عنصر به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد در نتیجه بدلیل نبود زهکش زیرزمینی که باعث هدایت این عنصر و عناصر دیگر به اعماق پایین می شود، مقدار آن در این گونه مناطق زیادتر از مناطق دارای زهکش زیرزمینی می گردد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). همچنین بافت خاک نیز بر مقدار نیتروژن اثرگذار می باشد.

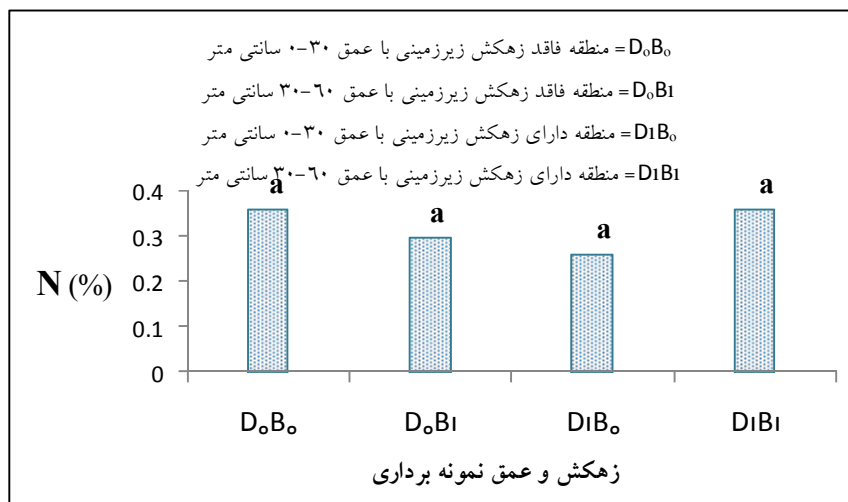


شکل ۱: مقایسه میانگین اثر زهکش بر میزان نیتروژن

Castillo و همکاران (۱۹۸۲) به این نتیجه رسیدند که ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های زیرین بر جذب نیتروژن و سایر عناصر غذایی از لایه های پایینی تاثیر می گذارد. رشد ریشه گیاهان در خاک متراکم زیرین به طور مستقیم با افزایش مقاومت مکانیکی خاک و به طور غیر مستقیم به واسطه کمبود نیتروژن محدود می شود که این امر سبب تجمع نیتروژن معدنی در خاک زیرین و ممانعت از جذب آن توسط گیاه می شود.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری بر میزان نیتروژن



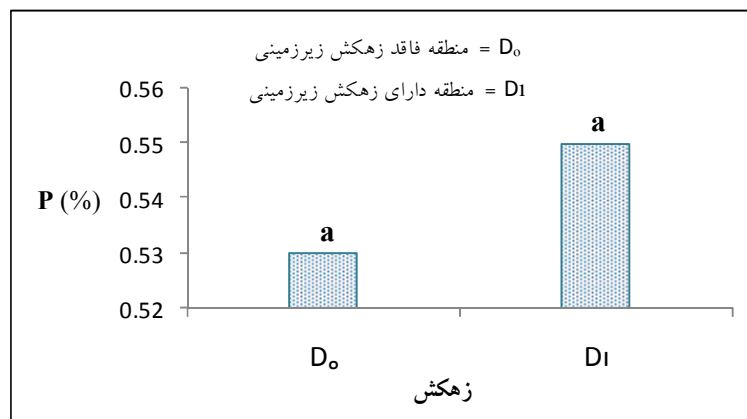
شکل ۳: مقایسه میانگین اثر زهکش و عمق نمونه برداری بر میزان نیتروژن

چنانچه در (شکل ۲) نشان داده شده است نیتروژن خاک در عمق (۰-۳۰ سانتی متر)، ۰/۳۱ درصد و در عمق (۳۰-۶۰ سانتی متر)، ۰/۳۳ درصد اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری نشان می دهد در دو مزرعه، اختلاف عمق (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) تاثیر معنی داری را بر مقدار N نداشته و مقدار نیتروژن تحت تاثیر عمق تفاوت نامحسوسی کرده است. این اختلاف تقریباً ۵ درصدی در میزان نیتروژن به نظر می رسد اولاً" به دلیل مصرف این عنصر توسط گیاه باشد زیرا نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاه به شمار می رود و چون منطقه مورد مطالعه دارای گیاهان یکساله (غلات) می باشد و ریشه این گیاهان در عمق ۰-۳۰ سانتی متری گسترش می یابد لذا مصرف نیتروژن در این عمق امری منطقی بنظر میرسد، دلیل دوم کاهش مقدار نیتروژن می تواند آبشویی نمک های نیتراتی و انتقال آنها به اعماق پایین باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). چنانچه در (شکل ۳) نشان داده شده است میزان نیتروژن خاک در منطقه بدون زهکش زیرزمینی و در عمق های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۳۰ و همچنین در زمین دارای زهکش زیرزمینی و در عمق های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۳۶ درصد اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین زهکش زیرزمینی و عمق نمونه برداری نشان می دهند در دو مزرعه، وجود و عدم وجود زهکش زیرزمینی و اختلاف عمق (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) تاثیر معنی داری را بر مقدار نیتروژن ندارد و مقدار نیتروژن تحت تاثیر زهکش زیرزمینی و عمق تفاوتی نکرده است. اما به دلیل مناسب بودن شرایط برای فعالیت میکروارگانیسم ها در سطح خاک و در منطقه دارای زهکش زیرزمینی بدلیل خروج املاح مضر، مقدار N با مصرف توسط میکروارگانیسم ها کاهش یافته و بنظر می رسد دلیل اختلاف ناچیز در مقدار نیتروژن نیز وجود این موجودات در خاک باشد. یزدان پناه و محمود آبادی (۱۳۹۲) به این

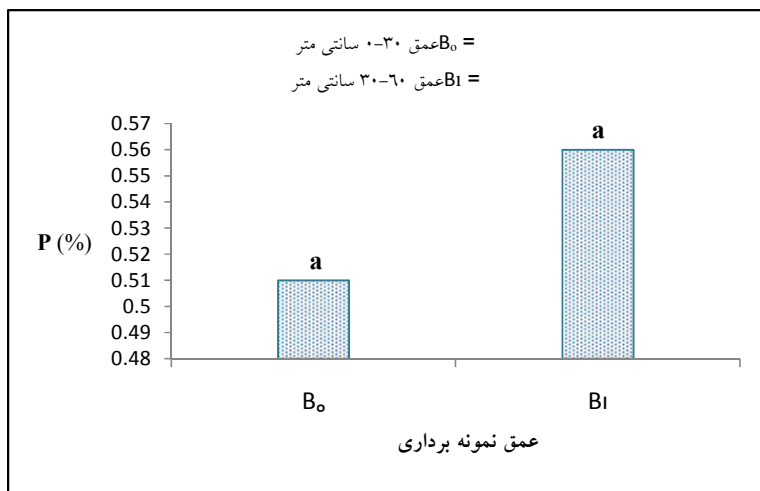
نتیجه رسیدند در مقایسه با خاک اولیه، پس از عملیات آبخوبی، نیتروژن کل برای دو تیمار یاد شده تغییر معنی داری پیدا نکرده است.

فسفر خاک

اثر زهکش زیرزمینی، عمق نمونه برداری و اثرمتقابل زهکش در عمق بر میزان فسفر خاک معنی دار نشده است در (شکل‌های ۴، ۵ و ۶) دلیل معنی دار نبودن اثر A، B و AB بر میزان فسفر خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب بیان شده است. بدلیل کوچک بودن داده های نیتروژن در نمونه های خاک و عدم توانایی نرم افزار SPSS در آنالیز آنها لذا به این اعداد ضریب ۱۰۰۰ داده شد. همانگونه که در (شکل ۴) نشان داده شده است فسفر خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی ۰/۵۵ و در منطقه بدون زهکش ۰/۵۳ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر زهکش نشان می دهد در دو مزرعه، زهکش تاثیر معنی داری را بر مقدار فسفر ندارد و مقدار P تحت تاثیر زهکش زیرزمینی تفاوت ناچیز و نامحسوسی را داشته که از آن چشم پوشی شده است. اختلاف ۴ درصدی موجود می تواند به دلیل پایین بودن نسبی مقدار pH خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی باشد زیرا فسفر عنصر نامحلول بوده و کاهش مقدار اسیدیته باعث آزاد سازی آن در خاک می شود، با توجه به اینکه در این تحقیق اسیدیته خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی کمتر از منطقه فاقد زهکش زیرزمینی است لذا افزایش چهار درصدی و ناچیز مقدار فسفر در خاک منطقه دارای زهکش زیرزمینی به نظر امری منطقی می باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).



شکل ۴: مقایسه میانگین اثر زهکش بر میزان فسفر



شکل ۵: مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری بر میزان فسفر

چنانچه در (شکل ۵) نشان داده شده است فسفر خاک در عمق (۰-۳۰ سانتی متر)، ۰/۵۱ و در عمق (۳۰-۶۰ سانتی متر)، ۰/۵۶ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری نشان می دهد در دو مزرعه، اختلاف عمق (۰ - ۳۰ و ۳۰ - ۶۰ سانتی متر) تأثیر معنی داری را بر مقدار P نداشته هرچند مقدار فسفر تحت تأثیر عمق تفاوت نامحسوسی کرده و به مقدار ۹ درصد افزایش داشته است. به نظر می رسد دلیل این امر را می توان در وجود ریشه گیاهان غلات در عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک و جذب فسفر توسط ریشه این گیاهان دانست که منجر به کاهش مقدار آن در این عمق شده است.



شکل ۶: مقایسه میانگین اثر زهکش و عمق نمونه برداری بر میزان فسفر

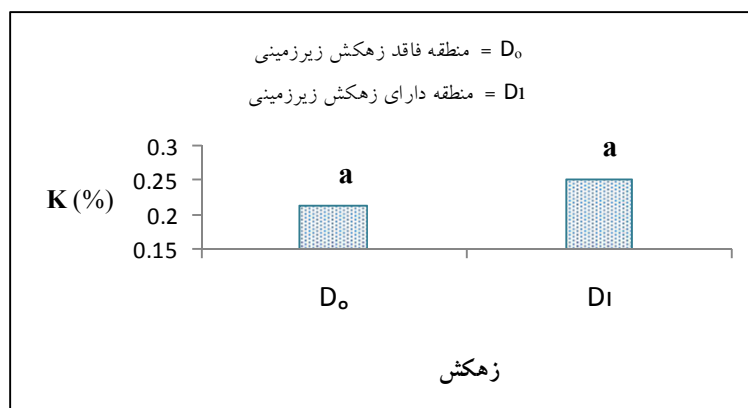
چنانچه در (شکل ۶) نشان داده شده است میزان فسفر خاک در منطقه بدون زهکش زیرزمینی و در عمق های (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۴۶ و همچنین در زمین دارای زهکش زیرزمینی و در عمق های (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۶۶ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین زهکش زیرزمینی و عمق نمونه برداری نشان می دهند در دو مزرعه، وجود زهکش زیرزمینی و اختلاف عمق (۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی متر) تاثیر معنی داری را بر مقدار فسفر ندارد و مقدار P تحت تاثیر زهکش زیرزمینی و عمق تفاوت ناچیزی را داشته است. تحت تاثیر قرار گرفتن این عنصر را می توان در اثر فرایندهای نگهداشت و تغییر شکل در خاک و در نتیجه قدرت ترکیبی (یا چسبندگی) زیاد فسفر با ذرات خاک دانست (Yoon et al., 2006). که باعث تغییر اندک این عنصر شده است، از طرفی چون در تحقیق انجام شده مقدار pH در منطقه دارای زهکش زیرزمینی کمتر از منطقه فاقد زهکش زیرزمینی است لذا مشاهده شد که مقدار فسفر در خاک دارای زهکش زیرزمینی به میزان بسیار اندکی افزایش یافته است و دلیل این افزایش به نظر می رسد تأثیر pH بر آزاد سازی این عنصر می باشد زیرا کاهش مقدار pH باعث افزایش آزاد سازی فسفر می گردد، همچنین نتایج تحقیق بالا با نتایج تحقیق انجام شده توسط آقای درزی نفت چالی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت.

پتاسیم خاک

اثر زهکش زیر زمینی، عمق نمونه برداری و اثرمتقابل زهکش در عمق بر میزان پتاسیم خاک معنی دار نشده است در شکل های ۷، ۸ و ۹ دلیل معنی دار نبودن اثر A، B و AB بر میزان پتاسیم خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب بیان شده است. چنانچه در (شکل ۷) نشان داده شده است پتاسیم خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی ۰/۲۵ و در منطقه بدون زهکش ۰/۲۱ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر زهکش نشان می دهد در دو مزرعه، زهکش تاثیر معنی داری را بر مقدار پتاسیم نداشته ولی انجام زهکش زیرزمینی در خاک منطقه مورد مطالعه باعث شده مقدار پتاسیم به میزان ۰/۰۴ افزایش یابد. به نظر می رسد یکی از دلایل این افزایش پتاسیم در منطقه زهکش دار، کاهش pH باشد زیرا کاهش در مقدار اسیدیته باعث افزایش حلالیت پتاسیم در خاک می شود و با توجه به اینکه اسیدیته خاک در منطقه زهکش دار مورد مطالعه کمی پایینتر از منطقه بدون زهکش می باشد لذا افزایش اندک در مقدار پتاسیم در منطقه زهکش دار امری منطقی به نظر می رسد، دلیل دوم افزایش اندک پتاسیم در خاک می تواند افزایش

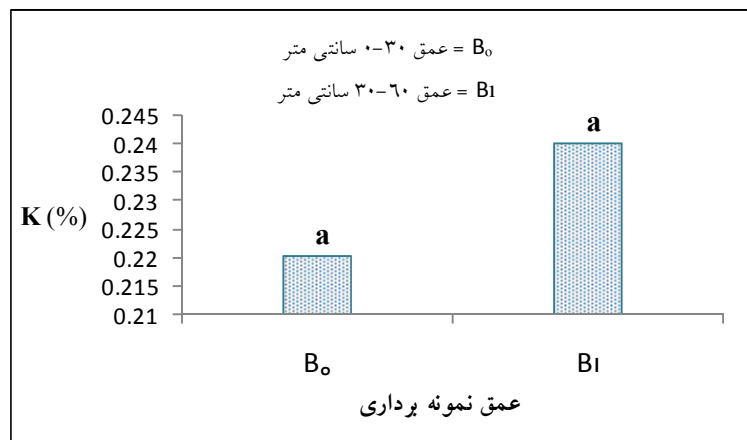
مقدار شوری در خاک منطقه فاقد زهکش باشد زیرا غالباً "در خاکهای شور، جذب و تجمع عناصر غذایی در گیاه بر اثر ایجاد فرایندهای رقابتی بین عناصر غذایی و گونه‌های مختلف نمک کاهش می‌یابد همچنین، گیاهان بصورت انتخابی

جذب یون پتاسیم به یون سدیم را ترجیح می‌دهند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). که خود این موضوع باعث کاهش مقدار پتاسیم در منطقه فاقد زهکش نسبت به منطقه زهکش دار را می‌شود و نتیجه تحقیق انجام شده را تایید می‌کند.



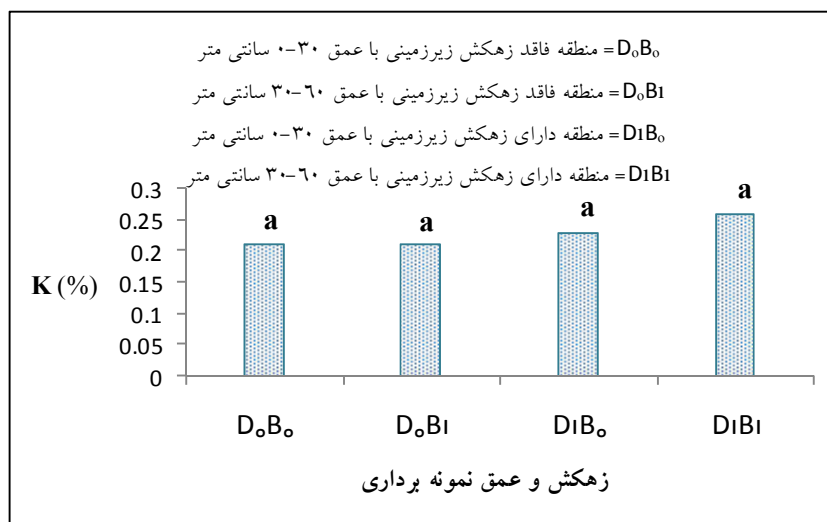
شکل ۷: مقایسه میانگین اثر زهکش بر میزان پتاسیم

چنانچه در (شکل ۸) نشان داده شده است پتاسیم خاک در عمق (۳۰-۰ سانتی متر)، ۰/۲۲ درصد و در عمق (۶۰-۳۰ سانتی متر)، ۰/۲۴ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری نشان می‌دهد در دو مزرعه، اختلاف عمق (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متر) تاثیر معنی داری را بر مقدار پتاسیم نداشته و مقدار پتاسیم تحت تاثیر عمق تفاوت نامحسوسی کرده است. با توجه به اینکه خاک سطح الارض بیشتر در معرض هوا قرار دارد لذا کاهش بیشتر پتاسیم را در آن شاهد هستیم علاوه بر آن از آنجایی که این عنصر به سرعت آزاد می‌شود و تحت تاثیر آبشویی از نیمرخ خاک خارج می‌گردد و به اعماق پایین خاک نفوذ می‌کند بنابراین کاهش مقدار پتاسیم در سطح نیز به دلیل آبشویی امری طبیعی می‌تواند قلمداد شود که به دنبال آن کاهش مقدار این عنصر را خواهیم داشت (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).



شکل ۸: مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری بر میزان پتاسیم

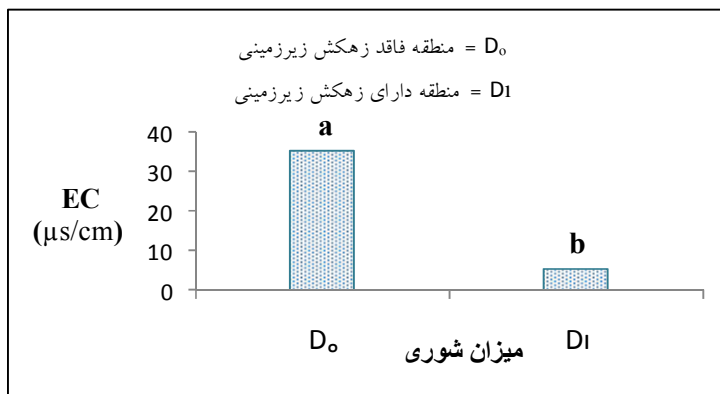
چنانچه در (شکل ۹) نشان داده شده است مقایسه میانگین زهکش زیرزمینی و عمق نمونه برداری نشان می‌دهند در دو مزرعه، وجود و عدم وجود زهکش زیرزمینی و اختلاف عمق (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) تاثیر معنی‌داری را بر مقدار پتاسیم ندارد و مقدار K تحت تاثیر زهکش زیرزمینی و عمق تفاوتی نکرده است و حتی اگر تغییری بوده در حد نامحسوس می‌باشد. زیرا مقدار پتاسیم موجود در خاک کم بوده و حتی در صورت تغییر مقدار ناچیزی از آن جابجا می‌شود که در نتیجه به حساب نمی‌آید. میزان پتاسیم خاک در منطقه بدون زهکش زیرزمینی و در عمق‌های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۲۱ درصد اندازه‌گیری شده است که دلیل عدم تغییر در میزان پتاسیم بنظر می‌رسد کندی شدید حرکت آب یا عدم توانایی آب در حرکت به سمت عمق بدلیل نبود زهکش زیرزمینی می‌باشد. در تحقیقات یزدان پناه و محمود آبادی (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند، پتاسیم که از جمله کاتیون‌هایی است که علاوه بر نقشی که در روند اصلاح خاکهای شور و سدیمی داشته، از نظر حاصلخیزی خاک نیز اهمیت فراوانی دارد ولی با افزایش عمق افزایش پتاسیم بصورت محسوس مشاهده نشده و افزایش در حد خیلی کم و نامحسوس می‌باشد و با آبیاری مقدار پتاسیم در طول ستون خاک تغییر پیدا نکرده و تفاوت معنی‌داری ندارد. که نتایج تحقیق انجام شده را تایید می‌کنند. همچنین K در زمین دارای زهکش زیرزمینی و در عمق‌های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب ۰/۲۳ و ۰/۲۶ درصد اندازه‌گیری گردید. دلیل این امر بنظر وجود زهکش زیرزمینی می‌باشد زیرا (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳) آب به سمت پایین حرکت کرده و با خود پتاسیم خاک را به اعماق منتقل می‌کند. در نتیجه مقدار K در عمق ۰-۳۰ سانتی متر کمتر و به عمق پایین می‌رود خود این امر باعث می‌شود در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بیشتر تجمع کرده و بالطبع نیز مقدار آن بیشتر می‌باشد.



شکل ۹: مقایسه میانگین اثر زهکش و عمق نمونه برداری بر میزان پتاسیم

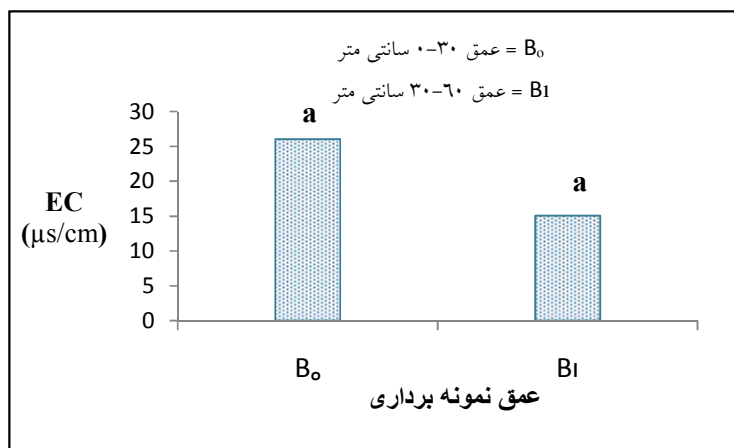
شوری خاک

باتوجه به (جدول ۱) اثر زهکش، عمق نمونه برداری و اثر متقابل زهکش در عمق بر میزان شوری (EC) خاک در سطح یک درصد معنی دار شده است. دلیل معنی دار بودن اثر زهکش، عمق و اثر متقابل زهکش و عمق نمونه برداری در (شکل های ۱۰، ۱۱ و ۱۲) به تفصیل مورد بحث قرار گرفت. چنانچه در (شکل ۱۰) مشاهده می شود شوری خاک در منطقه دارای زهکش زیرزمینی (۵/۴۷ $\mu\text{s/cm}$) و در منطقه بدون زهکش زیرزمینی (۳۵/۶۷ $\mu\text{s/cm}$) اندازه گیری گردید که کاهش ۵۰ درصد شوری در منطقه دارای زهکش زیرزمینی نسبت به منطقه فاقد زهکش زیرزمینی را شاهد هستیم. مقایسه میانگین زهکش نشان می دهند در دو مزرعه وجود زهکش زیرزمینی تأثیر معنی داری را بر مقدار شوری نشان می دهد و مقدار EC در مزرعه ای که فاقد زهکش زیرزمینی است زیادتیر از مقدار آن در مزرعه دارای زهکش زیرزمینی می باشد بر اساس شکل بالا می توان نتیجه گرفت که وجود زهکش باعث انتقال املاح از جمله NaCl به سمت اعماق در ستون خاک خواهد شد لذا با احداث زهکش زیرزمینی در نهایت خروج املاح از زمین را شاهد بودیم (ناصری و ارواحی، ۱۳۸۸).

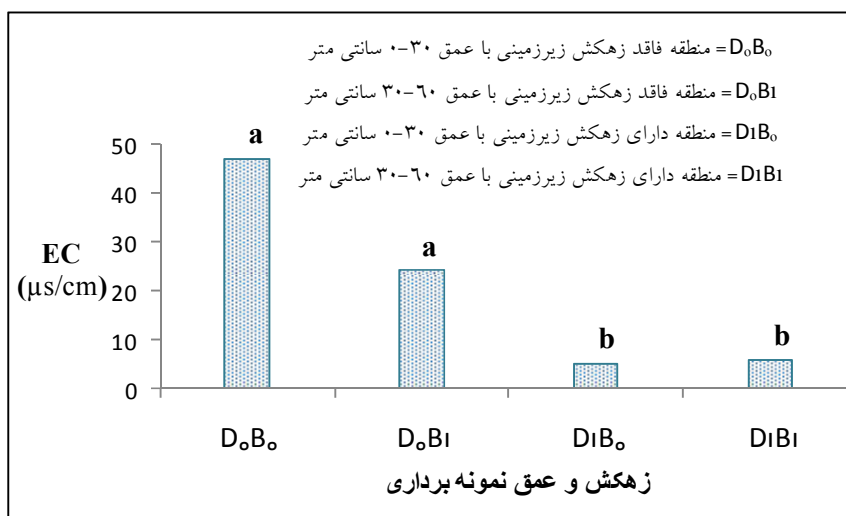


شکل ۱۰: مقایسه میانگین اثر زهکش بر میزان شوری

چنانچه در (شکل ۱۱) نشان داده شده است EC خاک در عمق (۳۰-۰ سانتی متر)، (۲۶/۰۵ µs/cm) و در عمق (۶۰-۳۰ سانتی متر)، (۱۵/۰۸ µs/cm) اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری نشان می دهد در دو مزرعه، اختلاف عمق (۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی متر) تاثیر معنی داری را بر مقدار شوری گذاشته است و مقدار EC تحت تاثیر عمق تفاوتی به میزان ۷۲٪ را نشان می دهد. دلیل این کاهش را می توان حرکت عمودی املاح در خاک دانست زیرا حرکت املاح تحت تاثیر زهکش زیرزمینی به طرف پایین، تجمع آنها را در اعماق پایین تر به دنبال خواهد داشت در نتیجه مقدار شوری در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر بیشتر نمایان بوده است علاوه بر آن افزایش شوری در سطح خاک در اثر تبخیر سطحی می باشد (ناصری و ارواحی، ۱۳۸۸).



شکل ۱۱: مقایسه میانگین اثر عمق نمونه برداری بر میزان شوری



شکل ۱۲: مقایسه میانگین اثر زهکش و عمق نمونه برداری بر میزان شوری

چنانچه در (شکل ۱۲) نشان داده شده است میزان EC خاک در منطقه بدون زهکش زیرزمینی و در عمق‌های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب $47 \mu\text{s/cm}$ و $24/33 \mu\text{s/cm}$ و همچنین در زمین دارای زهکش زیرزمینی و در عمق‌های (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) به ترتیب $5/1 \mu\text{s/cm}$ و $5/83 \mu\text{s/cm}$ اندازه گیری گردید. مقایسه میانگین اثر زهکش و عمق نمونه برداری نشان می‌دهند در دو مزرعه، اختلاف عمق (۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر) تاثیر معنی‌داری را بر مقدار شوری دارد و مقدار شوری تحت تاثیر عمق تفاوت کرده است ولی با توجه به اینکه وجود زهکش زیرزمینی اختلاف معنی‌داری را بر مقدار شوری دارد لذا در مزرعه دارای زهکش زیرزمینی در دو عمق ۰-۳۰

۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی متر، (D1B0 و D1B1) اختلاف معنی داری را با مزرعه فاقد زهکش زیرزمینی با دو عمق ۳۰ - ۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی متر، (D0B0 و D0B1) دارد که اینجا تاثیر وجود زهکش زیرزمینی بر کاهش شوری بطور واضح نمایان است، دلیل این امر شسته شدن یون های کلر و سدیم و خروج آنها توسط زهکش از لایه های خاک می باشد. Dell'Aquila و Tedeschi (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که برای مقابله با کاهش عملکرد محصولات زراعی بر اثر شوری استفاده از زهکشی و آبشویی می تواند بسیار موثر باشد. چرا که سبب خارج کردن یون های سدیم و کلر از محیط ریشه و جلوگیری از خسارت آنها به گیاهان گردد که عملاً "نتایج تحقیق بالا را تایید می کنند."

نتیجه گیری

براساس تحقیق انجام شده وجود زهکش زیرزمینی تأثیر معنی داری را بر شوری خاک در سطح یک درصد داشته است و وجود زیرکش زیرزمینی باعث تغییر در میزان آن ها در خاک گردیده است. نیتروژن، فسفر، پتاسیم تحت تاثیر زهکش زیرزمینی و عمق نمونه برداری قرار نگرفته و مقدار آنها اختلاف معنی داری را نشان نداد.

منابع

- اسدی کپورچال، ص.، پذیرا، ا.، و همایی، م. (۱۳۹۱). مدل سازی آب آبشویی مورد نیاز برای بهسازی خاک های شور. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ۶۵-۸۴.
- درزی نفت چالی، ع.، میرلطیفی، س.م.، شاهنظری، ع.، اجلالی، ف.، مهدیان، م.ح. (۱۳۹۱). تاثیر زهکش سطحی و زیرزمینی بر تلفات سفر از اراضی شالیزاری در فصل کشت برنج. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۶ (۳): ۲۱۵-۲۲۵.
- ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ.، و کریمیان، ن. (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ایران. ۳۰۰ صفحه.
- ملکوتی، م. ج.، و همایی، م. (۱۳۸۳). حاصلخیزی مناطق خشک و نیمه خشک، مشکلات و راه حل ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ۴۴۴ صفحه.
- ناصری، ع.، ع.، و ارواحی، ع. (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی و مقایسه آن با زهکشی سنتی (جزر و مدی) در نخیلات آبادان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۱ (۴۰): ۱۵-۷.
- یزدان پناه، ن.، محمود آبادی، م. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم و تنفس میکروبی طی فرآیند اصلاح خاک شور و سدیمی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶ (۱): ۲۱۳-۲۰۳.

Castillo, S.R., R.H. Dowdy, J.M. Bradford and W.E. Larson. (1982). Effect of applied mechanical Stress on plant growth and nutrient uptake. Agron. J. 74: 526-530.

- Flagella, Z., Giuliani, M. M., Rotunno, T., Di Caterina, R. & De Caro, A. (2004).** Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrid. Euro J Agron, 21, 267-272.
- Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. (1998).** The Concepts of Drainage, Water and Soil Salinity. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Journal, No. 22.
- Jia, Z., Evans, R.O. (2006).** Effect of controlled drainage and vegetative buffers on drainage water quality from wastewater irrigation fields. Journal of Irrig and Drain Eng .ASCE. 132(2): 159-170.
- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., and Oweis, T. (2005).** Salt tolerance analysis of chickpea, faba bean and durum wheat varieties I. Chickpea and faba bean. Agri. Water Manag. 72, 177-194
- Keren, R. (2000).** Salinity. In: Sumner M.E. (Ed.), Handbook of Soil Science. pp. G3-G25. CRC Press, Boca Raton.
- Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2009).** Foliar application of zinc and managanese improres seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products, 30, 82-92.
- Qadir, M., and Schubert, S. (2002).** Degradation processes and nutrient constraints in sodic soils. Land Deg. Dev. 13, 275-294.
- Qadir, M., Ghafoor, A., and Murtaza, G. (2001).** Use of saline-sodic waters through phytoremediation of calcareous saline-sodic soils. Agr. Water Manag. 50, 197-210.
- Tedeschi, A. & Dell'Aquila, R. (2005).** Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. Agr Water Manage, 77, 308–322.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. (1984).** Drainage manual. United States Government Printing Office, Denver, Colorado.
- Wong, V.N.L., Dalal, R.C., and Greene, R.S.B. (2009).** Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: A laboratory incubation. Appl. Soil Ecol. 41, 29-40.
- Yoon, K.S., Cho, J.Y., Choi, J.K. and Son, J.G. (2006).** Water management and N, P losses from paddy fields in Southern Korea. Journal of the American Water Resources Association: 1205-1216.