بررسی کیفیت آب آبیاری در اراضی پستهکاری منطقهی کوثرریز رفسنجان

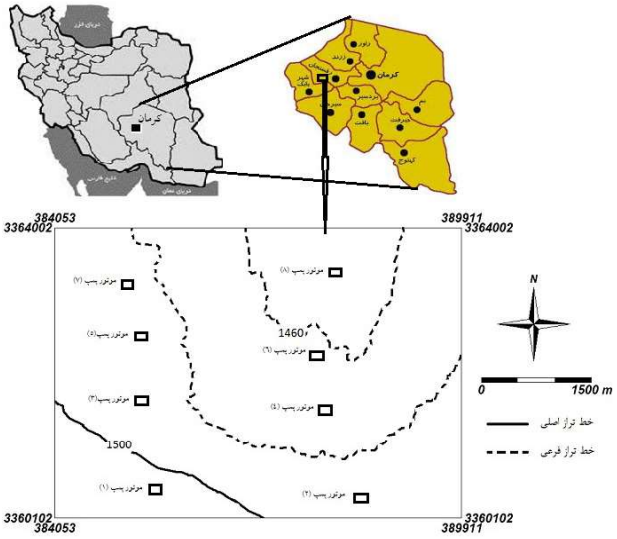
معصومه زین الدینی [۱]، وحید مظفری [۲]، حسین شیرانی [۲] ، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
بسیاری از مشکلات کشاورزی ناشی از ترکیب شیمیایی آب آبیاری است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر برخی خصوصیات آب زیرزمینی بر رشد و عملکرد پسته در منطقهی کوثرریز رفسنجان انجام گرفت. بدینمنظور، از هشت نمونهی آب آبیاری موجود در منطقه، نمونهبرداری و قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، سدیم، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلر، سختی کل و نسبت جذب سدیم (SAR) آنها اندازهگیری شد. نتایج نشان داد که در آب زیرزمینی، همبستگی مثبت و معنیداری بین شوری، کلسیم، سدیم، منیزیم، کلر و سختی کل وجود دارد. در منطقهی مورد بررسی، اغلب آبیاری با آبهای شور و سدیمی انجام میشود که از عوامل اصلی کاهش عملکرد پسته شد. همچنین، نتایج نشان داد که وجود مقدار زیاد شوری و نسبت جذب سدیم در آب، بهدلیل برداشتهای بیرویه از آبهای زیرزمینی و خشکسالیهای پیدرپی در سالهای اخیر میباشد.

واژه های کلیدی: : آب زیرزمینی، پسته، شوری و سدیمی، رفسنجان

مقدمه
آب زیرزمینی، منبع اصلی آب کشاورزی در ایران میباشد (Hosseinifard et al., ۲۰۰۶). یکی از مهمترین مشکلات در مناطق خشک و نیمهخشک، غلظت بالای نمک در آب آبیاری و خاک میباشد. کیفیت آب آبیاری، نقش اساسی را در مدیریت آبیاری و کشاورزی ایفا میکند (Fereres et al., ۲۰۰۳). در سالهای اخیر، تغییر کیفیت آب آبیاری در بعضی از نقاط جهان و ایران گزارش شده است (Castellanos et al., ۲۰۰۲). مناطق خشک و نیمهخشک در سطح پنج قاره گسترش دارند و سطح زیادی از کرهی زمین را شامل میشوند. حدود ۲۵ میلیون هکتار (۱۵ درصد) از سطح کل اراضی کشور با درجات مختلف با مشکلات شوری و سدیمی مواجه است و از سوی دیگر در همین مناطق، کیفیت آبهای مورد استفاده برای آبیاری و بهویژه آبهای استخراجی از منابع زیرزمینی، از کیفیت مناسب برخوردار نیستند. افزایش فعالیتهای کشاورزی برای افزایش تولید غذای ناشی از رشد بالای جمعیت و گسترش سریع فعالیت اقتصادی، باعث تخلیهی سریع منابع آب زیرزمینی شده است (Fernandez et al., ۲۰۰۹).
پسته (*Pistachio vera* L.) گیاهی نیمهگرمسیری و مقاوم به شوری و خشکی محسوب میشود که محصول آن ارزش اقتصادی زیادی دارد. ایران با دارا بودن ۵۰ درصد از حجم و ارزش صادراتی پسته، مقام اول را در دنیا دارد. شهرستان رفسنجان با سطح زیر کشتی بالغ بر ۱۱۰ هزار هکتار، عمدهترین مرکز تولید این محصول میباشد (Mirzaei Khalilabadi and Chizari ۲۰۰۴). با توجه به خشکسالیهای شدید در استان کرمان به عنوان قطب مهم کشاورزی و اهمیت شهرستان رفسنجان در تولید پسته و همچنین اهمیت کیفیت آب و افت آبهای زیرزمینی، مسألهی تعیین کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، دارای اهمیت ویژهای میباشد. بنابراین، هدف اصلی پژوهش حاضر، تعیین کیفیت آب آبیاری در منطقهی کوثرریز رفسنجان و تأثیر آن بر رشد و عملکرد پسته بود.

مواد و روشها
معرفی منطقهی مطالعاتی
منطقهی کوثرریز در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان رفسنجان واقع شده است. این منطقه به وسعت ۲۴۰۰ هکتار بین عرضهای جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۴ دقیقهی شمالی و طولهای جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۱ دقیقهی شرقی قرار دارد (شکل ۱). از لحاظ فیزیوگرافی، منطقهی مطالعاتی بر روی قاعدهی یک مخروطافکنه واقع گردیده است. اراضی این منطقه به کشت پسته (رقم اوحدی) اختصاص یافته است. منطقهی مزبور، فاقد آبهای سطحی بوده و بهدلیل کمبود آب، آبیاری با آبهای زیرزمینی با دور آبیاری زیاد و حجم کم انجام میگیرد. از طرفی، آبیاری در منطقه با روش سنتی و بهصورت غرقابی میباشد که موجب اتلاف شدید و بیش از اندازهی آب میشود.



شکل ۱- موقعیت توپوگرافیکی منطقه‌ی مطالعاتی

روش نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها

از هشت حلقه چاه موجود در منطقه‌ی مطالعاتی که درختهای پسته با آب آن‌ها آبیاری میشدند، نمونهبرداری شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، قابلیت هدایت الکتریکی آنها توسط دستگاه هدایتسنج (مدل SENS Direct CD۲۴)، کلر نمونه‌ها به روش تیتراسیون با نیترات نقره، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین (EDTA)، سولفات با روش اسپکتروفتومتری، بیکربنات و کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک و غلظت سدیم با دستگاه فلیمفتومتر (مدل GENWAY PSPV) (Ryan, ۲۰۰۱) اندازهگیری شد.

هم‌چنین، بررسی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه‌ی ۱۹) انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آماری متغیرهای مورد مطالعه در آبهای زیرزمینی در جدول ۱ آورده شده‌اند. میانگین آنالیزهای شیمیایی آبهای زیرزمینی نشان داد که بیشترین غلظت کاتیون و آنیون بهترتیب مربوط به سدیم و کلر و کمترین غلظت کاتیون و آنیون بهترتیب مربوط به منیزیم و بیکربنات بود. تقریباً تمام ترکیبات کلره در آب محلول هستند و لذا در شوری کل خاك مشارکت مینمایند (Alizadeh, ۱۹۹۸). با توجه به مقدار زیاد یون کلر در آب زیرزمینی و تحرک زیاد این یون در خاک، سمیت یون کلر در خاک دور از انتظار نیست. ضیغمی نژاد (۱۳۹۰) در پژوهشی در منطقهی مورد مطالعه عنوان کرد که مقدار کلر جذبشده توسط گیاه پسته زیاد بوده و سمیت آن در گیاه وجود دارد. از طرفی، سختی بالا و نسبت کلسیم به منیزیم پایین از عوامل محدودکنندهی آب زیرزمینی در منطقه میباشند (جدول ۱). آبهایی با سختی بیش از ۱۵۰ میلیگرم در لیتر، مشکل کربناته شدن را تسریع میکنند (Frank and Delynn, ۱۹۹۶). نسبت کلسیم به منیزیم برای گیاه پسته بایستی بین سه تا پنج باشد. در صورتی که این نسبت بیشتر از پنج باشد گیاه با کمبود منیزیم روبهرو میشود و اگر این نسبت کمتر از سه باشد، گیاه پسته با کمبود کلسیم مواجه میشود (Schultheis, ۲۰۰۵). بنابراین با توجه به میانگین مقدار آن در آبهای زیرزمینی منطقهی مورد مطالعه، کمبود کلسیم در پسته دور از انتظار نیست. نورمندپیور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی در رفسنجان گزارش کردند که در بیش از نیمی از آب‌های مورد استفاده برای کشاورزی، منیزیم بیشتر از کلسیم می‌باشد که ششتحت عنوان آب‌های منیزیمی شناخته میشوند. آنالیزهای نمونههای آب نشان داد که نمونهها فاقد یون کربنات می‌باشند. همچنین در تمام نمونهها مقدار کربنات سدیم باقیمانده کمتر از حد بحرانی بوده، بنابراین آبهای مورد استفاده از لحاظ یون بیکربنات، محدودیتی برای آبیاری نداشتند. بر اساس آزمون پیرسون در سطح آماری یک درصد، بین سدیم و کلر ضریب همبستگی بالا و مثبت ۸۵/۰ وجود دارد که نشاندهندهی آن است که نوع نمک غالب در آب زیرزمینی کلرید سدیم است.

جدول ۱- نتایج آماری برخی شاخصهای کیفی آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه

متغیر	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
قابلیت هدایت الکتریکی	دسیزیمنس بر متر	۲۰/۱۴	۱۲/۶	۳۱
سدیم	میلیاکیوالان در لیتر	۸۹	۱۰	۳۰۵

	میلیاکیوالان در لیتر	۳۷	۵/۴	۸۵
	میلیاکیوالان در لیتر	۳۹	۵	۸۲
نسبت کلسیم به منیزیم	-----	۵/۱	۲۵/۰	۲/۹
کلر	میلیاکیوالان در لیتر	۱۲۱	۳	۲۷۳
سولفات	میلیاکیوالان در لیتر	۷۶	۲/۵	۶۸
نسبت جذب سدیم	(میلیاکیوالان در لیتر)$^{۲/۱}$	۴۰/۱۶	۱۱	۶۳/۲۲
سختی کل	میلیگرم بر لیتر	۵۱۰	۳۲۰	۶۱۱
بیکربنات	میلیاکیوالان در لیتر	۴۰	۵/۲	۱۹۵

از مهمترین پارامترهای مؤثر در کیفیت آب کشاورزی، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)و نسبت جذب سدیم (SAR) میباشند. جدول ۲ کلاس کیفی آبهای آبیاری مورد استفاده در منطقه را بر اساس این دو پارامتر نشان می‌دهد.

جدول۲- طبقه‌بندی کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه‌ی مطالعاتی بر مبنای دو پارامتر شوری و نسبت جذب سدیم

چاه	EC (dS/m)	SAR (meq/l)$^{۰.۵}$	کلاس کیفی آب	کیفیت آب برای آبیاری
چاه (۱)	۱۲/۶	۰۰/۱۱	$C_۴S_۲$	خوب
چاه(۲)	۵۰/۹	۸۰/۱۴	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه (۳)	۰۰/۱۰	۵۱/۱۴	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه(۴)	۵۰/۱۱	۳۰/۱۷	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه(۵)	۸۰/۱۲	۱۰/۱۸	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه(۶)	۸۰/۱۰	۹۰/۱۵	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه(۷)	۰۰/۲۱	۶۱/۱۷	$C_۳S_۲$	متوسط
چاه(۸)	۰۰/۳۱	۶۳/۲۲	$C_۴S_۳$	نامناسب

با توجه با به اینکه وسعت منطقهی مورد مطالعه ۲۴۰۰ هکتار میباشد، بهطور متوسط هر ۳۰۰ هکتار از اراضی باغ‌های پسته‌ی این منطقه با یک چاه آبیاری میشود. طبق طبقهبندی ویلکاکس ۶ چاه از منطقهی مورد مطالعه دارای کلاس کیفی مشابه میباشند (جدول ۲). به دیگر سخن، حدود ۷۵ درصد از منطقه با آب دارای کیفیت متوسط آبیاری میشود. با توجه به اینکه منطقهی کوثرریز بر روی یک مخروط افکنه واقع شده است، با کاهش ارتفاع از رأس مخروط‌افکنه به سمت قاعده‌ی آن (از جنوب غربی به سمت شمال شرقی منطقه) و نزدیک شدن به منطقهی پستتر (شکل ۱)، مقدار قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب آبیاری به‌طور مرتب افزایش یافته و کیفیت آب آبیاری کاهش می‌یابد. زین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعهی تغییرات مکانی وضعیت شوری و سدیمی خاکهای منطقهی کوثرریز رفسنجان گزارش کردند که این منطقه در شرایط بحرانی قرار دارد و با کاهش ارتفاع و نزدیک شدن به قسمت‌های پستتر منطقه، مقدار شوری و نسبت جذب سدیم خاک رو به افزایش است.

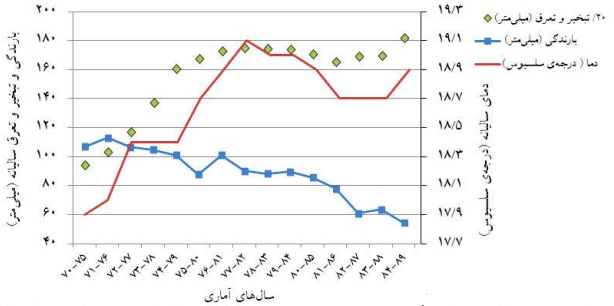
بر اساس پژوهش‌های انجامشده، شوری ۸ دسیزیمنس بر متر، حد آستانهی تحمل شوری برای رشد پسته در نظر گرفته شده و بالاتر از این حد، رشد و عملکرد پسته کاهش می‌یابد (Sepaskhah and Maftoon, ۱۹۸۸). با توجه به نتایج جدول ۱، فقط یک نمونه از آبهای مورد استفاده دارای شوری ۱۲/۶ دسیزیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۱ میباشد و بقیه‌ی نمونهها (هفت نمونه) از شوری بیش از ۸ دسیزیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم بیشتر از ۱۳ برخوردار می‌باشند که بالاتر از حد آستانهی مزبور میباشد.

ضیغمینژاد (۱۳۹۰) نشان داد که بهطور کلی مقادیر سدیم و کلر جذبشده توسط گیاه پسته در منطقهی کوثرریز رفسنجان زیاد می‌باشند و در مناطق پستتر نسبت به قسمتهای دیگر، مقدار سدیم و کلر جذبشده توسط پسته، بیشتر از سایر نقاط است. همچنین وی عنوان نمود که در بعضی قسمتهای منطقه، عملکرد به صفر رسیده است و این شرایط باعث خشک شدن قسمتی از باغهای پسته شده است. بر اساس گزارش مؤسسهی تحقیقات پستهی کشور (موسسه تحقیقات پستهی رفسنجان، ۱۳۹۰)، میانگین عملکرد درختان پسته (رقم اوحدی) در منطقه‌ی رفسنجان از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۸۹ ، بهترتیب از ۱۶۰۰ به ۱۲۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است که مهمترین دلیل این موضوع، وجود شوری و سدیم زیاد در خاک‌های این منطقه می‌باشد. اگرچه در تحقیقات نشان داده شده است که پسته یک گیاه متحمل به شوری است (Picchioni and Miyamoto, ۱۹۹۰)، اما نتایج بهدست آمده از پژوهش‌های مختلف، حاکی از آن است که افزایش شوری، رشد نهالهای پسته را کاهش میدهد (Sepaskhah and Mafton, ۱۹۸۸). با توجه به حد آستانهی شوری برای پسته و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در آبهای مورد استفاده در منطقه‌ی مورد بررسی، میتوان

پیش‌بینی کرد که در آیندهی نه چندان دور، زیانهای جبراناپذیری به باغهای پسته وارد خواهد شد. حسینیفرد[۳۴] و همکاران (۲۰۰۸) تغییرات مکانی فاکتورهای شیمیایی آبهای زیرزمینی و تأثیر آنها بر عملکرد پسته را در منطقهی انار رفسنجان که در مجاورت منطقهی مورد مطالعه است بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شوری و نسبت جذب سدیم در اکثر نقاط مطالعاتی بیشتر از حد آستانه تحمل پسته میباشد.

یکی از مهمترین دلایل احتمالی کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقه را میتوان تغییرات اقلیمی منطقه در دو دههی گذشته بیان کرد، به نحوی که در گذشته، منطقهی کوثرریز مرطوبتر بوده و بارندگی بیشتری داشته است و به همین دلیل، باغداران پسته با توجه به جنبههای اقتصادی این محصول، اقدام به افزایش سطح زیر کشت پسته بهصورت گسترده در این منطقه نمودهاند. لیکن با گذشت زمان بهدلیل برداشت بیش از حد منابع آب و وجود خشکسالیهای متوالی، منابع آب شیرین منطقه کاهش یافته است. داس[۳۵] و همکاران (۲۰۰۷) کاهش ممتد سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاهها و مسایل کیفی آب را نتیجهی بهرهبرداری بیرویه از منابع آب زیرزمینی در زمینههای کشاورزی، صنعت و تأمین آب و دام بیان نموده‌اند.

شکل ۲ تغییرات اقلیمی منطقهی مطالعاتی را در طی دو دههی گذشته نشان میدهد.



شکل ۲- نمودار مربوط به میانگین متحرک پنجسالهی بارندگی، تبخیر و تعرق و دمای سالیانهی منطقهی مطالعاتی برای دورهی آماری ۱۳۸۹-۱۳۷۰

با توجه به شکل ۲، میتوان دریافت که طی ۲۰ سال گذشته در منطقه تغییر اقلیم رخ داده است؛ به گونه‌ای که بارندگی سالانه با گذشت زمان سیر نزولی داشته و دما و تبخیر و تعرق سیر صعودی داشتهاند و روند مشابهی را نیز طی میکنند. تقریباً از سال ۱۳۷۵ نمودار بارندگی پایینتر از نمودار دما و تبخیر و تعرق قرار گرفته که خود بیانگر کاهش شدید بارندگی و پیامدهای مربوط به آن میباشد. در صورتی که این روند ادامه داشته باشد، بایستی شاهد نابودی باغهای پسته در اثر کمبود آب و افزایش بیش از حد قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب مورد استفاده در آیندهی نزدیک بود. محمدی و سلطانی (۱۳۹۰) با پژوهش در مورد تأثیر خشکسالی بر روند تغییرات کمی و کیفی آبهای زیرزمینی در جیرفت به این نتیجه رسیدند که با گذشت زمان بهدلیل کاهش بارندگی و افزایش تبخیر و تعرق در منطقه، کیفیت آب زیرزمینی به شدت کاهش یافته و برای مصارف کشاورزی نامناسب شده است.

منابع

زینالدینی، م.، شیرانی، ح.، مظفری، و. و اسفندیارپور، ع. ۱۳۹۲. تغییرپذیری قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک و تأثیر آنها بر رشد پسته. نشریه پژوهشهای حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۱۶۵ تا ۱۸۱.

ضیغمینژاد، ط. ۱۳۹۰. تغییرات مکانی خصوصیات پسته در منطقه کوثرریز رفسنجان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان.

محمدی، ا. و سلطانی، ج. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر خشکسالی بر روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی دشت جیرفت. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

موسسه تحقیقات پستهی رفسنجان. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد پسته در رفسنجان در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹.

نورمندی پور، ف.، سرچشمه پور، م.، فرپور، م.ح. و مهدوی، ن. ۱۳۹۰. بررسی کیفیت و فراوانی آبهای آبیاری متأثر از زیادی منیزیم در باغهای پستهی دشت رفسنجان. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

Alizadeh A. ۱۹۹۸. Quality water in irrigation. Publications Razavi. ۹۶pp.

Castellanos J.Z., Ortega-Guerrero A. and Grajedal O.A. ۲۰۰۲. Changes in the quality of groundwater for agricultural use in Guanjuato. Terra, ۲۰:۱۶۱-۱۷۰.

Das J., Krishna K. and Sinha B.K. ۲۰۰۷. Urban groundwater pollution: A case study in cuttack city, India. J of Groundwater Monitoring and Remediation., ۳:۹۵-۱۰۳.

[۳۴] Hosseinifard
[۳۵] Das

Fernandez A., Arumi J.A., Rivera D. and Boochs W. ۲۰۰۹. Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid regions. J Agri Research, ۶۹ : ۲۷-۴۰.
Frank K.D. and Delynn H.۱۹۹۶. Nebraska cooperative extension Testing Irrigation water. Retrieved December ۱۵, ۲۰۰۶, from www.p۲pays.org/ref/۲۰/۱۹۷۴۷.htm.
Fereres E., Goldhamer D.A. and Parsons L.R. ۲۰۰۳. Irrigation water management of horticultural crops. Hortic. Sci., ۳۵ : ۱۰۳۶-۱۰۴۲.
Hosseinifard J., Salehi M.H., Mohammadi J. and Heydari M. ۲۰۰۶. Groundwater quality in pistachio growing areas of Rafsanjan, Iran. Acta Hortic, ۷۲۶ : ۲۱۷-۲۲۰.
Hosseinifard J., Salehi M.H., Esfandiarpour I. and J. Mohammadi. ۲۰۰۸. Spatial variability of groundwater quality and its relationship with Pistachio yield in Anar region, Iran. J. of Appl. Sci., ۸ : ۳۶۹۷-۳۷۰۲.
Mirzaei Khalilabadi H.R. and Chizari, V.H. ۲۰۰۴. Determine the technical performance and optimum water in the production of Pistachio. J. Research and development in Agriculture and horticulture. ۶۲ : ۴۳-۴۹.
Picchioni G.A. and Miyamoto S. ۱۹۹۰. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci., ۱۱۵:۶۴۷-۶۵۳.
Ryan J., Estefan G. and Rashid A. ۲۰۰۱. Soil and plant analysis laboratory manual, ۲th Edition. International center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo. Syria. ۳۲۰P.
Schultheis R.A. ۲۰۰۵. Maintenance of drip irrigation systems. Univ. Missouri Extension.
Sepaskhah A.R and Maftoun M. ۱۹۸۸. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. J. Hort. Sci., ۶۳:۱۵۷-۱۶۲.

Abstract

Most of the agriculture problems comes from chemical composition of irrigative water. The present research is done based on the features affect groundwater quality on pistachio growth and performance in kosarriz, Rafsanjan. For doing this research, eight samples of irrigative water in this area has been typified, and the electrical conductivity (EC), sodium, calcium, magnesium, sulfate, color, the total hardness and sodium absorption ratio (SAR) have been measured. The result showed that in groundwater, there is a positive correlation between salt, calcium, sodium, magnesium, color and total hardness. In this area most of irrigation is done with salty and sodiumic water. This can be one of the main factor for low production. The result also showed that being a lot of salt and the proportion of sodium absorbtion in water is because of pumping a lot of groundwater and having no rain in recent years.