



## طبقه بندی و ویژگی های مهم کیفیت آب های آبیاری و بررسی تاثیر آن ها بر عملکرد

### پسته

علی زین الدینی میمند<sup>۱</sup>، مهدی امیرپور رباط<sup>۲</sup>، فاطمه ابراهیمی میمند<sup>۳</sup> و پیمان اسفندیارپور<sup>۴</sup>

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

مقاله برگرفته از طرح پژوهشی تحقیقاتی

### چکیده

در سال های اخیر نامطلوب شدن کیفیت آب های آبیاری اثرات سوء زیادی بر رشد و تولید پسته گذاشته است. این مطالعه به منظور بررسی تاثیر پارامترهای مهم کیفی آب های آبیاری و درجه بندی آن ها بر عملکرد پسته انجام گردید. بدین منظور ۵۳ منبع آب انتخاب شد. از هر منبع آب نمونه هایی برداشت و تجزیه کامل شد. برای کلیه باغات پرسش نامه های عملکردی-مدیریتی تهیه گردید. بررسی روابط رگرسیون چند متغیره گام به گام نشان داد از پارامترهای بررسی شده به ترتیب شوری، SAR و بر آب آبیاری بیشترین تاثیر را بر عملکرد پسته دارند. ضریب همبستگی ( $R^2$ ) رابطه بین عملکرد با شوری ۰/۸۲، SAR حدود ۰/۸۱ و بر برابر با ۰/۶۷ می باشد. درجه بندی پارامترهای کیفی آب در کلاس های مناسب ( $S_1$ ،  $S_2$ ،  $S_3$ ) و نامناسب ( $N$ ) انجام گردید. افزایش بیش از حد مجاز پارامترهای بررسی شده، اثر کاهشی بر عملکرد داشته و حدود ۶۵ درصد از عملکرد باغات تحت تاثیر این پارامترها می باشند. بررسی های آماری نشان می دهد میانگین شوری آب منطقه مورد مطالعه ۱۱ دسی زیمنس بر متر، SAR حدود ۲۰/۱ و بر ۶/۹ میلی گرم بر لیتر است که بیشتر از حد مجاز هستند. با توجه به تاثیر قابل توجه کیفیت آب بر عملکرد پسته، اعمال مدیریت آبیاری برای کاهش اثر سوء آن ضروری به نظر می رسد و در مناطق پسته کاری جدید طبقه بندی آب ها بر پایه جدول پیشنهادی توصیه می شود.

واژه های کلیدی: هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، بر، عملکرد، پسته

<sup>۱</sup> استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ ali\_zeinadini@yahoo.com (نویسنده

مسئول)

<sup>۲</sup> دکتری تخصصی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،

کرمان، ایران؛ mehdi\_amirpour@yahoo.com

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد خاکشناسی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛

meymand1949@gmail.com

<sup>۴</sup> مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران؛

## مقدمه

محدود کننده عملکرد پسته می‌باشند (ملکشاهی، ۱۳۸۴). با توجه به اهمیت و ضرورت کاربرد آب‌های شور در کشاورزی بررسی ویژگی‌های این آب‌ها و تطابق پارامترهای کیفی با جداول طبقه بندی مخصوص پسته با هدف بهره‌برداری اصولی‌تر از این گونه منابع دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد (فیضی، ۱۳۸۳). مطالعات انجام شده مشخص نموده است پسته نسبت به شوری و قلیائیت خاک و آب از دیگر درختان میوه مقاوم‌تر است (Shahriarpour et al., 2011, صمدی، ۱۳۸۰).

مطالعات گسترده‌ای در زمینه برداشت بی‌رویه از آب‌های زیر زمینی و نامطلوب شدن کیفیت این آب‌ها صورت گرفته است. برای مثال در ناحیه‌ای از جنوب کویت استخراج بیش از اندازه آب‌های زیرزمینی باعث افت کیفی و کمی سفره‌های آب این منطقه شده است به طوری که سطح آب زیرزمینی حدود ۲۰ متر افت نموده است و این شرایط اثرات سوء زیادی بر رشد و عملکرد گیاهان منطقه گذاشته است (Al-Senafy and Abraham, 2004).

(Dorota 2009) مطالعاتی را در خصوص کیفیت آب-های آبیاری انجام داد و نتیجه گرفت تاثیر پارامترهای کیفی آب بر کاهش عملکرد موثر است و اگر میزان شوری کمتر از حد مجاز باشد باعث کاهش عملکرد نمی‌شود و همچنین حساسیت گیاهان مختلف نسبت به شوری آب متفاوت است. ایشان از نظر مقاومت به شوری آب، گیاهان را به چهار گروه مختلف تقسیم نمود.

سجادی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای که در باغات پسته منطقه رباط شهر بابک انجام دادند مشاهده نمودند که اکثر آب‌های آبیاری دارای شوری بیش از حد مجاز برای کشاورزی می‌باشد، به طوری که برخی از آب‌های آبیاری حتی برای رشد و عملکرد پسته نیز محدودیت جدی دارند. تحقیقات مزرعه‌ای انجام شده توسط Sandin et al. (2004) در کرن غربی آمریکا نشان می‌دهد حد آستانه شوری برای آب آبیاری و خاک به ترتیب ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر برای پسته رقم کرمان معرفی شده است.

در سال‌های اخیر خشک‌سالی‌های مکرر، کاهش بارندگی و توسعه بیش از حد کشت گیاهان زراعی و باغی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک کشور سبب برداشت بی‌رویه از آب‌های زیر زمینی شده است. نتیجه آن کمبود شدید آب و نامطلوب شدن کیفیت آب‌های آبیاری می‌باشد (وزارت نیرو، ۱۳۹۵).

این کمبود آب سبب شده کشاورزان برای غلبه بر خشک‌سالی و افزایش عملکرد محصول به استفاده از آب‌های زیر زمینی شور روی آورند، اما این رویکرد خطر شور و سدیمی شدن خاک‌ها را افزایش می‌دهد (Wenjun et al., 2008).

کاربرد آب‌های شور و سدیمی برای آبیاری باغات به خصوص پسته باعث افزایش میزان املاح و سدیم خاک می‌شود که استرس حاصل از آن‌ها کاهش ر شد و تولید محصول را به گیاه تحمیل می‌نماید (زین المدینی و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین، اعمال مدیریت صحیح استفاده بهینه از آب‌های نامتعارف، آگاهی از تاثیر کیفیت آن‌ها و طبقه بندی پارامترهای کیفی آب‌های آبیاری ضروری می‌باشد.

پسته (*pistachia vera L.*) به عنوان یکی از مهمترین محصولات باغی کشور می‌باشد که در شرایط حاضر در اکثر استان‌ها کشت می‌شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد در سه دهه اخیر کشت پسته بدون در نظر گرفتن پتانسیل اراضی گسترش زیادی یافته است (آبادی، ۱۳۸۳). این گسترش، باعث تشدید بحران کم آبی و شور شدن اراضی، افت سطح آب‌های زیرزمینی، نامطلوب شدن کیفیت آب‌ها و افزایش روند شور شدن منابع خاک-های تحت کشت در مناطق پسته کاری شده است (زین الدینی و ابراهیمی، ۱۳۹۶).

گرچه در برخی از باغات عملکرد این محصول در حد مطلوب می‌باشد ولی بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از آب‌های نامتعارف سبب کاهش رشد و عملکرد شده است. شوری آب و نسبت جذب سدیم بالا از مهمترین پارامترهای



همچنین کاربرد پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه خشک و ریشه شد.

همچنین در تحقیقی که (Kumar et al., 2017) انجام دادند مشاهده نمودند که با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد دانه و درصد جوانه زنی ارقام مختلف گندم کاهش یافت.

(Abu-sharer, 1994) اثرات شوری بر روی ارقام پسته آشوری و اتلانیتیکا را مطالعه و گزارش نمود که پسته نسبت به شوری مقاوم و حد آستانه شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر معرفی شده است. براساس مطالعات انجام شده در پسته کاری‌های آمریکا (۱۹۹۵)، گونه‌های پسته دارای سیستم ریشه متفاوت بوده و در طیف گسترده‌ای از خاک و کیفیت آب‌های آبیاری، نسبت به بادام و گردو رشد می‌کند و در مقایسه با دو گیاه فوق الذکر در برابر شوری و SAR مقاوم-تر است.

پیرسته و همکاران (۱۳۹۶) در یک مطالعه ۲ ساله مزرعه‌ای، رطوبت و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) خاک در سه عمق در طول فصل رشد و همچنین عملکرد بیولوژیک و دانه و بهره‌وری آب گیاه جو رقم نصرت تحت تأثیر دو سطح شوری آب آبیاری به میزان ۲ و ۱۲ دسی-زیمنس بر متر پایش نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد بیولوژیک و دانه و بهره‌وری آب در اثر تنش شوری به ترتیب با کاهش ۳۶/۰، ۵۲/۱ و ۲۳/۰ درصدی در سال اول و ۴۸/۴، ۶۹/۱ و ۳۱/۷ درصدی در سال دوم همراه بود، که این افت بیشتر در سال دوم ناشی از مقدار کمتر بارش بود. میانگین دو ساله بهره‌وری آب بر حسب عملکرد دانه، در مورد آب با شوری ۲ دسی-زیمنس بر متر ۰/۸۷ کیلوگرم بر متر مکعب و با آب شور ۱۲ دسی-زیمنس بر متر برابر ۰/۶۴ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد کیفیت آب‌های آبیاری اثرات متفاوتی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌ها دارد ولی آب‌های با درصد سدیم بالا باعث کاهش عملکرد و سدیمی شدن خاک‌ها می‌شوند (گلزاری، ۱۳۹۱، Airs and Viskut, 1983).

ابطحی (۱۳۸۰) اظهار داشت که افزایش شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌گردد و با افزایش شوری رشد ساقه و برگ کاهش یافته است. بررسی انجام شده توسط Parsa and Karimian (1975) در خصوص تأثیر شوری آب آبیاری (قابلیت هدایت الکتریکی بین صفر تا ۲۲/۴ دسی-زیمنس بر متر) بر رشد نهال‌های پسته طی یک آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که شوری آب آبیاری، آثار منفی بر رشد ریشه و اندام هوایی داشت.

(Kim et al., 2016) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که میزان شوری آب آبیاری (ECw) که در آن عملکرد شروع به کاهش می‌کند برای کاهو و کلم چینی به ترتیب ۰/۹ و ۱/۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

همچنین عملکرد ذرت و بهره‌وری مصرف آب با افزایش شوری آب کاهش می‌یابد. اما در صورتی که سیستم زهکشی مناسبی اعمال شود حتی می‌توان از آب با شوری ۶/۲۵ دسی زیمنس بر متر برای آبیاری ذرت استفاده نمود (Feng et al., 2017).

رضایی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند عملکرد برنج در رژیم‌های مختلف آبیاری با افزایش شوری آب آبیاری کاهش می‌یابد.

نتایج مطالعه (Malash et al., 2002) بر روی رقم گوجه فرنگی نشان داد که آبیاری با شوری ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر، عملکرد کل، عملکرد قابل فروش، تعداد میوه‌ها و وزن متوسط میوه در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را کاهش داد.

(Hosein et al., 2016) در پژوهش‌هایی پاسخ گندم شور- سدیمی همراه با اضافه نمودن پتاسیم (K) و فسفر (P) را مورد بررسی قرار دادند. گندم در گلدان‌های پر شده با خاک شور- سدیمی رشد کرد که با آب معمولی (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) یا شوری (۵/۷ دسی زیمنس بر متر) آبیاری می‌شد. نتایج نشان داد که رشد گیاهان گندم در تیمار آبیاری با آب شور ضعیف بود که منجر به کاهش عملکرد دانه و ماده خشک شد. کاربرد فسفر اثر معنی داری بر عملکرد دانه خشک و سایر اجزای عملکرد داشت و

نهادها) تکمیل گردید. پس از تجزیه نمونه‌ها اطلاعات مورد نیاز شامل آنیون‌ها، کاتیون‌ها، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بر و عملکرد استخراج و SAR محاسبه گردید. از نرم‌افزار SPSS برای تعیین روابط رگرسیونی و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. در گام بعدی روابط رگرسیونی چند متغیره مختلف مورد بررسی قرار گرفت و بهترین روش انتخاب گردید. در بررسی‌های رگرسیونی عملکرد به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های آب، متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. همچنین به منظور ارزیابی اثر هر ویژگی و درجه بندی و طبقه بندی آن‌ها روابط رگرسیونی ساده خطی و غیر خطی (پارامتر - عملکرد) مورد بررسی قرار گرفت. برای درجه بندی ویژگی‌های کیفی آب و تعیین حدود کلاس - های مختلف برای هر پارامتر از منحنی ویژگی - عملکرد (رگرسیون ساده) استفاده گردید. پس از مشخص شدن پارامترهای موثر و مهم بر عملکرد، روابط رگرسیونی ساده بین هر پارامتر و خصوصیت مشخص گردید و منحنی بین عملکرد با داده‌های هر پارامتر رسم و شیب خط نیز تعیین گردید که بیانگر روند تغییرات عملکرد به ازاء هر واحد افزایش یا کاهش پارامتر می‌باشد.

برای درجه‌بندی خصوصیات مختلف از منحنی عملکرد - خصوصیت استفاده می‌شود (Pettapiece, 1995). مرز بین رده مناسب (S) و نامناسب (N) از نقطه عملکرد سر به سر ۱ (مؤلفه عملکرد) به منحنی عمود و سپس به مؤلفه مربوط به پارامتر نیز عمود می‌شود و مقدار آن مرز بین رده مناسب و نامناسب (S با N) می‌باشد (Sys, 1991). همچنین مرز بین S1 با S2 (حد مجاز) نیز از نقطه ۸۵ درصد حداکثر عملکرد به منحنی عمود و سپس به مؤلفه پارامتر عمود می‌گردد به همین ترتیب برای مرز S2 با S3 از عملکرد ۶۰ درصد حداکثر از منحنی بین عملکرد با تغییرات هر پارامتر (FAO, 1990) مشخص می‌شوند و در نهایت درجه بندی ویژگی‌های کیفی آب برای تعیین کلاس‌ها مختلف ویژه پسته بر اساس روش رگرسیون انجام و با توجه به عملکردهای واقعی و پیش‌بینی شده توسط معادلات رگرسیونی صحت سنجی گردید (زین

با توجه به تاثیر کیفیت آب‌های آبیاری بر حلالیت، انتقال و تجمع املاح محلول در باغات پسته روند تغییرات شوری خاک در هر منطقه ممکن است نامنظم باشد ولی روند کلی تغییرات کیفیت آب‌های آبیاری معمولاً از کناره - های دشت تا وسط دشت تقریباً افزایشی و نامنظم می‌باشد (زین الدینی، ۱۳۹۲).

توسعه کشت پسته بدون مبنای علمی و عدم تطابق با خصوصیات خاک‌ها و کیفیت آب‌های آبیاری منجر به کاهش شدید عملکرد در برخی باغات، رها شدن باغات مثمر در برخی دشت‌ها و عدم تولید محصول اقتصادی در این باغ‌ها شده است. بنابراین در این تحقیق اقدام به بررسی کیفیت آب‌های آبیاری مناطق پسته کاری شده تا ضمن آگاهی از آنها میزان تاثیر پارامترهای مختلف آب‌های آبیاری را بر عملکرد پسته مشخص نمود. این مطالعه در راستای بررسی کیفیت آب‌های آبیاری، تعیین حدود مجاز<sup>۱</sup> و عملکرد سر به سر<sup>۲</sup> (حد قابل تحمل) و درجه‌بندی ویژگی‌های مهم و موثر بر عملکرد پسته انجام گردید.

## روش تحقیق

برای انجام مطالعه، منابع آب انتخابی از مناطق مهم تحت کشت پسته کرمان، یزد و خراسان رضوی انتخاب شدند. سعی گردید با استفاده از اطلاعات موجود، چاه‌هایی بررسی شوند که دارای تنوع کیفیت و عملکرد بوده و در کل دشت پراکنده باشند. همچنین نوع آبیاری غرقابی باشد. بدین منظور نتایج تجزیه‌های آب‌های آبیاری بررسی و از مناطق تحت کشت پسته بازدید شد و در نهایت ۵۳ منبع آب و باغ پسته انتخاب گردید پس از انتخاب منابع آب، از کلیه چاه‌ها نمونه‌برداری آب انجام گردید. نمونه‌های آب برداشت شده بر طبق روش‌های استاندارد تجزیه شدند. این آزمایش‌ها شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، بر، کلر، کربنات و بی‌کربنات (آنیون‌ها) و سدیم، کلسیم و پتاسیم (کاتیون‌ها) می‌باشد (رودز، ۱۹۹۶، ریچاردز، ۱۹۵۴) برای هر باغ پسته پرسش‌نامه‌های عملکردی - مدیریتی (شامل عملکرد، مختصات، درآمد و هزینه‌های متغیر و استفاده از



(۱۳۷۵) نیز شوری و قلیائیت آب را از پارامترهای اصلی محدود کننده عملکرد پسته در دشت‌های سیرجان و رفسنجان و انار معرفی نمودند.

برای پارامترهای مهم و موثر بر عملکرد آمار توصیفی بررسی شدند و در نهایت بر اساس طبقه بندی انجام شده داده‌های کیفیت آب‌های آبیاری تجزیه و تحلیل گردیدند و پیشنهاداتی برای استفاده بهینه از آب‌های آبیاری مناطق پسته کاری ارائه گردید.

### نتایج

بررسی نتایج شوری آب در مناطق مطالعاتی حاکی از متغیر بودن آن از ۱/۵ تا ۳۵/۲ دسی زیمنس بر متر است. میانگین هدایت الکتریکی آب‌های آبیاری بررسی شده حدود ۱۱ دسی زیمنس بر متر است. همچنین روند تغییرات شوری در نقاط مختلف در دشت‌ها متفاوت بود ولی مقادیر نامطلوب‌تر کیفیت آب‌های آبیاری در انتهای دشت‌ها مشاهده شد که نشان دهنده تاثیر زیاد موقعیت هر منبع آب، بر روی کیفیت آب‌های آبیاری می باشد.

همچنین نتایج حاصله نشان دهنده روند تقریباً مشابه تغییرات نسبت جذب سدیم (SAR) آب‌های مورد بررسی با روند تغییرات هدایت الکتریکی آب می باشد. این تغییرات برای SAR از ۴/۱ تا ۶۰/۲ محاسبه شده است.

میزان بر (B) آب‌های آبیاری که از عوامل نسبتاً مهم موثر بر تولید پسته می باشد، در مناطق مورد بررسی از ناچیز تا ۲۴ میلی گرم بر لیتر متغیر است. به طور کلی، بررسی نتایج نشان داد میانگین کلی شوری آب‌های آبیاری در مناطق مطالعاتی ۱۱ دسی زیمنس بر متر، نسبت جذب سدیم ۲۰/۱ و بر ۶/۹ میلی گرم بر لیتر می باشد، که این مقادیر بیشتر از حد مجاز برای پسته می باشد. لذا این پارامترها نقش مهمی بر کاهش رشد و عملکرد پسته دارند.

بررسی نتایج رگرسیون ساده بین پارامترهای موثر بر عملکرد نشان داد بهترین رابطه بین EC و SAR با عملکرد غیر خطی و بر خطی می باشد.

الدینی، ۱۳۹۲). سپس با توجه به درجه بندی انجام شده حدود مجاز و حد قابل تحمل (تولید بحرانی) تعیین گردید.

۱- عملکرد سر به سر (تولید بحرانی) [ Break even production] & (Critical production): عملکردی که ارزش محصول تولیدی با هزینه‌های جاری یک سال زراعی تقریباً برابر باشد و اگر عملکرد کمتر از تولید بحرانی باشد کشت محصول سودآور نمی باشد. در این طبقه بندی مرز کلاس‌های مناسب (S3) با نامناسب (N) از عملکرد سر به سر یا تولید بحرانی استفاده می شود که برای درجه بندی ویژگی-ها، هزینه‌های متغیر و ارزش محصول محاسبه و متوسط عملکرد سر به سر (تولید بحرانی) برای سال ۱۳۹۵ مشخص شده است.

۲- حد مجاز (Threshold limit): مقداری است که اگر پارامتر بیشتر از آن افزایش یابد باعث کاهش رشد یا عملکرد گیاه می شود (همائی، ۱۳۸۰).

در این مطالعه جهت تعیین اثر پارامترهای آب‌های آبیاری بر عملکرد پسته در مناطق مطالعاتی، روابط رگرسیون چند متغیره و روش گام به گام (Stepwise) مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی نتایج رگرسیون چند متغیره نشان داد از بین پارامترهای بررسی شده نسبت جذب سدیم، شوری آب و بر آب همبستگی معنی داری با عملکرد دارند و این همبستگی منفی می باشد.

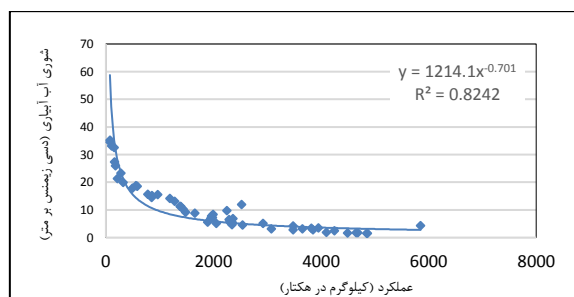
این پارامترهای آب‌های آبیاری بیشترین تاثیر را بر عملکرد داشتند و بخش مهمی از عملکرد پسته گیاه تحت تاثیر این عوامل قرار دارد.

زین الدینی و ابراهیمی (۱۳۹۳) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و بر از ویژگی‌های مهم آب‌های آبیاری تحت کشت پسته استان کرمان می باشند. بررسی‌های انجام شده توسط گلزاری (۱۳۹۱)، صالحی و همکاران (۲۰۱۰) و نقوی

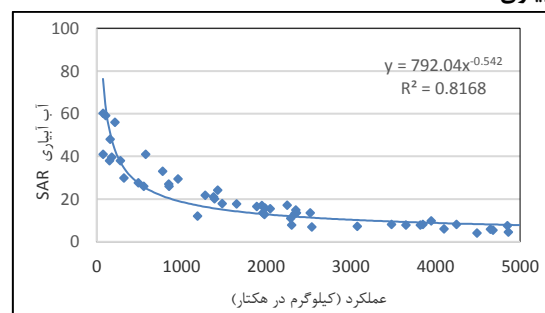
توجهی از عملکرد پسته کاهش می‌یابد. حدود ۶۵ درصد باغات پسته در استان کرمان رشد و عملکرد آن‌ها تحت تاثیر پارامترهای بررسی شده می‌باشد که بخش زیادی است. نتایج حاصله با پژوهش‌های قبلی انجام شده در این خصوص همخوانی دارد (ملکشاهی، ۱۳۸۴، گلزاری، ۱۳۹۱، زین الدینی و ابراهیمی، ۱۳۹۳).

با توجه به تاثیر پارامترهای مذکور بر عملکرد به منظور بررسی اهمیت و نقش ویژگی‌های شوری آب، نسبت جذب سدیم و بر این پارامترها برای پسته با استفاده از روابط رگرسیونی، درجه بندی و چهار کلاس مختلف تعریف گردید. جدول (۲) درجه بندی ویژگی‌های مهم آب‌های آبیاری برای پسته را نشان می‌دهد. با بررسی و مقایسه نتایج تجزیه آب‌های آبیاری مطالعه شده با طبقه بندی ارائه شده مشخص می‌گردد که ۳۲ درصد از منابع آب بررسی شده از نظر شوری برای پسته محدودیت ندارند (S1). حدود ۲۶/۲۴ درصد آب‌ها دارای شوری بین ۵/۱ تا ۱۰/۱۵ دسی زیمنس می‌باشند (S1 و S2). بنابراین محدودیت داشته و در صورت امکان نیاز به استفاده از آب شیرین کن، اعمال فعالیت‌هایی نظیر افزودن مواد آلی و استفاده از مالچ به خاک اراضی آبیاری شده جهت کاهش اثرات منفی شوری این منابع آبی است. ۴۱/۷۶ درصد منابع آب نیز بر اساس طبقه بندی انجام شده دارای محدودیت جدی بر عملکرد پسته می‌باشند و نامناسب (N) است. بررسی مقادیر SAR نشان داد ۶۷/۹۱ درصد منابع آب برای پسته مناسب یا باعث کاهش کم عملکرد می‌شوند و تولید در این باغات اقتصادی است و ۳۲/۰۹ نیز دارای نسبت جذب سدیم بالایی بوده و تاثیر منفی زیادی بر عملکرد داشته و در این باغات تولید اقتصادی نیست. از لحاظ مقادیر بر حدود ۴۳/۴ درصد از آب‌های بررسی شده فاقد محدودیت، ۲۶/۴ درصد دارای محدودیت متوسط و نسبتاً زیاد بر روی عملکرد پسته و مابقی ۳۰/۱۹ نامناسب می‌باشند. جدول (۱) حدود مجاز EC و SAR را برای پسته متمر نشان می‌دهد.

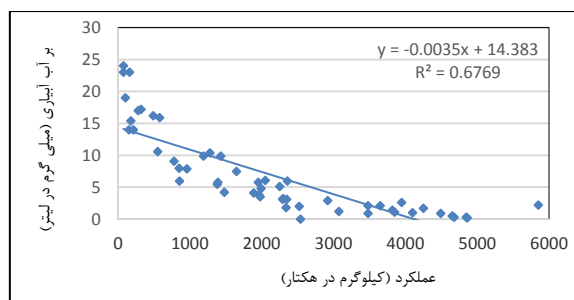
اشکال (۱) تا (۳) روابط بین عملکرد پسته با هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و بر را نشان داد.



شکل (۱): منحنی روند تغییرات عملکرد پسته با شوری آب‌های آبیاری



شکل (۲): منحنی روند تغییرات عملکرد پسته با SAR آب‌های آبیاری



شکل (۳): منحنی روند تغییرات عملکرد پسته با مقدار بر آب‌های آبیاری

بررسی منحنی‌ها و ضرایب همبستگی اشکال ۱ تا ۳ نشان می‌دهد شوری آب با ضریب همبستگی ( $R^2=0.82$ ) دارای بیشترین تاثیر و مقدار بر با ضریب همبستگی ۰/۶۷ دارای کمترین تاثیر بر روی عملکرد محصول است. ضریب همبستگی SAR نیز ۰/۸۱ ذکر شده است. با افزایش هر واحد از این ویژگی‌ها (بیشتر از حد مجاز) بخش قابل



جدول (۱): حدود مجاز پارامترهای EC، SAR و B آب آبیاری در کلاس‌های مختلف برای درختان پسته مثمر

کلاس، حد مجاز و مقیاس رتبه بندی					
کیفیت آب	S1	S2	S3	N	•
	۱۰۰	۸۵	۶۰	۴۰	۰
هدایت الکتریکی آب (دسی زیمنس بر متر)	۰ - ۵/۱	۵/۱ - ۸/۲۵	۸/۲۵ - ۱۰/۱۵	> ۱۰/۱۵	
SAR	۰ - ۱۲	۱۲ - ۱۷/۵	۱۷/۵ - ۲۲	> ۲۲	
میزان بر (میلی گرم در لیتر)	۰ - ۳/۷۵	۳/۷۵ - ۶/۲۵	۶/۲۵ - ۹/۱	> ۹/۱	

جدول (۲): حدود مجاز و عملکرد بحرانی پارامترهای کیفی آب آبیاری برای درختان پسته بارور

ویژگی های آب	واحد	حد مجاز	تولید بحرانی (عملکرد سر به سر)
EC	دسی زیمنس بر متر	۵/۱	۱۰/۱۵
SAR	-	۱۲	۲۲
B	میلی گرم بر لیتر	۳/۷۵	۹/۱

### نتیجه گیری

بررسی‌های انجام شده در خصوص کمیت و کیفیت آب‌های آبیاری در مناطق پسته کاری نشان می‌دهد در دهه‌های اخیر کاهش منابع آب و روند نامطلوب شدن کیفیت آب-های زیر زمینی شدت گرفته است. نتیجه این شرایط تاثیر منفی بر رشد و عملکرد پسته می‌باشد. تجزیه و تحلیل نتایج این مطالعات در خصوص شدت عوامل مهم و تاثیر کیفیت آب‌ها بر کاهش تولید پسته نشان داد حدود ۶۵ درصد از آب‌های بررسی شده اثر منفی بر عملکرد پسته دارند یعنی مقدار ویژگی‌ها بیشتر از حد مجاز است. البته شدت تاثیر آب‌های با کیفیت مشابه تقریبا یکسان نمی‌باشد. نکته مهم و قابل توجه در خصوص تولید پسته در استان‌های مهم

به منظور راستی آزمایی پارامترهای کیفی آب‌های آبیاری از عملکرد واقعی ۱۵ باغ با مقادیر پیش بینی شده توسط معادلات انتخابی استفاده گردید. بدین منظور منحنی، معادله و ضریب همبستگی بین عملکردهای مذکور مشخص شدند. نتایج نشان داد ضریب همبستگی برای معادله شوری آب (عملکرد واقعی با عملکرد پیش بینی شده) ۰/۷۵، برای SAR حدود ۰/۶۹ و برای بر ۰/۶۲ می‌باشد که رضایت بخش است و استفاده از این جداول را برای طبقه بندی آب‌های آبیاری برای پسته را تایید می‌نماید.

در صورت عدم توجیه اقتصادی حذف این باغات ضروری است.

- مطالعات تکمیلی در خصوص تاثیر کیفیت آب‌های آبیاری بر رشد و عملکرد پسته به صورت دشتی و موضعی.

- اعمال مدیریت مناسب برای باغ‌های پسته‌ای که آب‌های آبیاری کیفیت مناسب ندارند.

با توجه به این که در برخی استان‌های کشور سطح زیر کشت پسته در حال گسترش می‌باشد برای جلوگیری از هدررفت سرمایه و تخریب منابع آب و خاک ابتدا طبقه بندی کیفی آب‌های آبیاری انجام و در صورت مناسب بودن اقدام به کشت شود و اگر مناسب نمی‌باشد از توسعه کشت جلوگیری شود.

تولید کننده نظیر کرمان و یزد این است که کیفیت آب‌های آبیاری اثرات سوء زیادی بر تولید این محصول مهم و ارزآور دارند. در برخی مناطق شدت تاثیر به اندازه‌ای است که باغات پسته رها شده‌اند و کشاورزی در این باغات اقتصادی نیست.

با توجه به بررسی‌های انجام شده برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک مناطق تحت کشت پسته کشور موارد زیر پیشنهاد می‌شود.

- تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب‌های آبیاری در مناطق پسته کاری به ویژه دشت‌های دارای بحران کیفیت با مقیاس مناسب و کاربردی.

- شناسایی منابع آبی که پارمترهای مهم کیفی آن‌ها بیشتر از حد قابل تحمل (عملکرد بحرانی) است و

## منابع

- آباد، م. ۱۳۸۳. بررسی اثرات برداشت بی رویه آبهای زیرزمینی بر شور شدن اراضی و برخی خصوصیات خاک های منطقه زید آباد سیرجان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته بیابان. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۳۷ صفحه.
- ابطحی، ع. ۱۳۸۰. واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. مجله علوم آب و خاک علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال پنجم، شماره اول، ص ۹۳-۱۰۱.
- پیرسته انوشه، ه. ی. امام، س. ع. کاظمینی و ف. دهقانی. ۱۳۹۶. تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد جو، رطوبت و شوری خاک در طول فصل رشد، و بهره‌وری آب. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد ۳۱ / شماره ۲، ص ۱۶۶-۱۵۵.
- رضائی، م.، ن. دواتگر، م.ر. خالدیان، ا. اشرف زاده، م. کاوسی و م. زواره. ۱۳۹۲. بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد برنج در شرایط تنش آبی. مجله علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۶، شماره ۱، ص ۸۸-۸۱.
- رضائی نژاد، ر. ۱۳۸۸. بررسی تحول و تغییر خصوصیات خاک‌های دشت سیرجان بر اثر تغییر کاربری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- زارع چاهوکی، ف. م. ع. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی با نرم افزار SPSS. انتشارات جهاد دانشگاهی. واحد تهران، ۳۱۰ صفحه.
- زین‌الدینی، ع. ۱۳۹۲. بررسی خصوصیات برخی از خاک‌های زیر کشت پسته و تعیین نیازهای گیاهی و ویژگی‌های اراضی برای گیاه پسته در استان کرمان. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات تهران.
- زین‌الدینی میمند، ع. و ف. ابراهیمی میمند. ۱۳۹۳. بررسی ژنز و رده بندی خاک‌های انتخابی تحت کشت پسته کفه مور شهرستان سیرجان، استان کرمان. اولین همایش ملی پسته ایران، کرمان، ایران.
- زین‌الدینی میمند، ع. و ف. ابراهیمی میمند. ۱۳۹۶. تاثیر کشت پسته بر خصوصیات و تحول خاک ها در منطقه زیدآباد سیرجان، استان کرمان. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان، ایران.





- زین الدینی میمند، ع. ح. مرادی شهر بابک و ف. ابراهیمی میمند. ۱۳۹۳. بررسی اثرات توسعه بیش از حد کشت پسته بر کیفیت آب های آبیاری و خصوصیات خاک ها در منطقه سیرجان، استان کرمان. هفتمین همایش ملی آبخیز داری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان، ایران.
- سجادی، م. ع. زین الدینی و ش. محمودی. ۱۳۹۱. تأثیر کیفیت آب آبیاری بر خصوصیات خاک و عملکرد پسته در دشت رباط شهر بابک. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، شماره ۷، ص ۴۵-۳۶.
- صمدی، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر ترکیب شیمیایی آب آبیاری روی جذب و انتقال عناصر دوژنوتیپ نهال پسته و رشد آن ها. پایان نامه دکتری رشته خاکشناسی، دانشگاه تهران، ۲۵۹ صفحه.
- فیضی، م. ۱۳۸۳. تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول آفتابگردان. مجله علوم خاک و آب، دوره ۸، شماره ۲، ص ۱۸۸-۱۷۹.
- گلزاری، ل. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر آب آبیاری با کیفیت متفاوت بر خصوصیات، رده بندی و عملکرد پسته در منطقه سیرجان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس.
- ملکشاهی، ع. ۱۳۸۴. بررسی روابط بین پارامترهای کیفی آب آبیاری با پارامترهای کیفی خاک در دشت انار کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- نقوی، ه. ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و چگونگی تشکیل و تحول خاک های مناطق پسته کاری رفسنجان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، ۱۶۵ ص.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی، محصولات باغبانی و مزرعه استان کرمان، واحد آمار و اطلاع رسانی. (وب سایت وزارت جهاد کشاورزی).
- وزارت نیرو. ۱۳۹۵. وضعیت آب در استان کرمان، گزارش کمی و کیفی آبهای زیرزمینی در دشتهای شمال استان کرمان. ۷۵ صفحه.
- همائی، م. ۱۳۸۰. پاسخ گیاه به شوری. کمیته ملی انتشارات آبیاری و زهکشی، ۸۸ صفحه.
- Abu-sharer, T. M. 1994. Productivity of pistachio trees under saline condition. *Dirasat. Sevies- B, pure and Applied Science*, 21 (5): 193-206.
- Airs, R. and S.V.D. Viskut. 1983. *Water quality for agriculture*, India University Press.
- Al-Senafy, M. and J. Abraham. 2004. Vulnerability of groundwater resources from agricultural activities in Southern Kuwait. *Agric. Water Manag.* 64: 1-15.
- Dorota, Z. 2009. *Irrigation with High Salinity Water*. University of Florida. IFAS Extention. Bull. 322.
- FAO. 1990. *Management of gypsiferouse soils*. FAO Rome, Italy. &IP.
- Feng, G., Z. Zhang, C. Wan, P. Lu and A. Bakour. 2017. Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of summer maize (*Zea mays L.*) in subsurface drainage system. *Agricultural Water Management*, 193: 205-213.
- Hussain, Z., R. A. Khattak, M. Irshad, Q. Mahmood and P. An. 2016. Effect of saline irrigation water on the leachability of salts, growth and chemical composition of wheat (*Triticum aestivum L.*) in saline-sodic soil supplemented with phosphorus and potassium. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16 (3): 604-620.
- Kim, H., H. Jeong, J. Jeon and S. Bae. 2016. Effects of Irrigation with Saline Water on Crop Growth and Yield in Greenhouse Cultivation. *J of Water*, 8: 127; doi:10.3390/w8040127
- Kumar, B., V. Gangwar and S.K.S. Parihar. 2017. Effect of Saline Water Irrigation on Germination and Yield of Wheat (*Triticum aestivum L.*) Genotypes. *Agrotechnol*, 6: 156. doi:10.4172/2168-9881.1000156



- Malash, N., A.Ghaibeh, A. Yeo, R. Ragab and J. Cuartero. 2002. Effect of irrigation water salinity on yield and fruit quality of tomato. *Acta Hort*, (ISHS) 573: 415-423.
- Parsa, A.A. and N. Karimian. 1975. Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio. *J. Hort. Sci.* 50: 41-46
- Pettapiece, W. W. 1995. Land suitability Rating System for Agricultural Crops- spring seeded small grains. Center For Land and Biological Resources and Research, Bulletin Technique. 1995- 6E- 90PP.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Hand book No. 60, USDA. 195 P.
- Roades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: *Methods of Soil Analysis* (Ed.: D L., Spark). SSSA, Madison. Wisconsin, 417-436.
- Salehi M. H., M. Heydari, M. Mohammadkhani and J. Hosseinfard. 2010. Effect of soil properties on groth and yield of pistachio. *Iranian J. Soil Research (Soil and water Sci)*, 23:1.
- Sanden, B. L., L. Ferguson, M. C. Rayers, and S. C. gratten. 2004. Effect of salinity and evapotranspiration and yield of san jouquin vally pistachios. *Proceeding of the Ivlh international symposium of irrigation of Horticultural crops, Acta Horticulture*, 664:583-589.
- Shahriarpour, R., A. Tajabadipour and V. Mozaffari. 2011. Effect of Salinity and soil phosphorous on Growth and chemical composition of pistachio seedling. *Communication in soil science and plant Analysis*, 42.
- Sys, C., E. vanranst and J. Debaveye. 1991. *Land Evaluation*, part I-III. Agricultural publications. Brussels.
- ValiPour, M, M. Karimian eghbal, M.J. Malakouti and A.H. Khoshgoftarmanesh. 2008. Development of salinity and degradation agricultural land in the region of Qom Shamsabad. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 46.
- Wenjun, M., Z. Mao, Z. Yu, M. E. F. Mensvoort and P. M. Driessen. 2008. Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of winter wheat-maize in North China Plain. *Irrig Drainage Syst*, 22: 3-18

مشاور آبخوان، "گزارش اطلس منابع آب حوضه آبریز درجه ۲ دریاچه نمک"، ۱۳۹۰،  
مشاور کاوآب، "مطالعات مرحله اول آب های زیرزمینی دشت هشتگرد"، ۱۳۸۸.



## Classification of Important characteristics of Irrigation Water quality and Their Effects on Pistachio yield

Ali. Zeinadini<sup>1</sup>, Mehdi. Amirpour robot<sup>2</sup>, Fateme. Ebrahimi meymand<sup>3</sup>, and Peyman. Esfandyarpour<sup>4</sup>

### Abstract

In recent years, the undesirable quality of irrigation water has a profound effect on the growth and production of pistachios. These studies were conducted to investigate the effect of important irrigation water qualitative parameters and classification of them on pistachio yield. For this purpose, 53 water sources were selected with a variety of quality in pistachio orchards. Sampling and complete analysis were done for each source water sample. For all the gardens, management questionnaires were prepared. Step-by-step multi-variable regression analysis shows that the EC, SAR and B of water, were more effective on pistachio yield, respectively. The correlation coefficient (R<sup>2</sup>) of the relationship between the yield and water salinity, SAR and B was about 0.82, 0.81 and 0.67 respectively. The qualitative characteristics of irrigation water quality were ranked in suitable classes (S1, S2, and S3) and unsuitable (N). Excessive threshold increases of these characteristics have a decreasing effect about 65% on yield of the studied orchards. The statistical analysis shows that the average of water salinity is 11 dS. m<sup>-1</sup>, SAR is about 20.1 and B is 6.9 mg.l<sup>-1</sup>. Due to the negative effects of irrigation water quality on pistachio yield, to achieve optimal use, special management practices is necessary, and a new classification for irrigation water based on the proposed table is recommended in pistachio orchids.

**Key words:** electrical conductivity, sodium adsorption ratio, Boron, yield, Threshold limit.

---

<sup>1</sup> Associate Professor of Soil & water institute, AREEO, Karaj, Iran; E-mail: Ali\_zeinadin@yahoo.com

<sup>2</sup> Phd Of soil science, soil and water research department, Kerman Agricultural Natural resources research and education center, AREEO, Kerman, Iran E-mail: mehdi\_amirpour@yahoo.com

<sup>3</sup> MSc of of Soil & water institute, AREEO, Karaj, Iran

<sup>4</sup> Research coach of soil and water research department, Kerman Agricultural Natural resources research and education center, AREEO, Kerman, Iran