



# ارزیابی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی در کنترل سطح ایستابی و شوری آب زیرزمینی در مزارع گندم جنوب استان خوزستان

محمی الدین گوشه<sup>۱</sup>، فاطمه مسکینی ویشکایی<sup>۱</sup>

۱- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، اهواز، ایران.

### چکیده

هدف این پژوهش بررسی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی در کنترل سطح ایستابی و شوری آب زیرزمینی در مزارع گندم مناطق جنوبی استان خوزستان با سطح ایستابی شور و کم عمق است. فاصله زهکش‌های زیرزمینی از هم ۵۰ متر و عمق قرارگیری زهکش‌ها در خاک، شامل ۱/۸ تا ۱/۹ متر (زهکش عمیق) و ۱/۱ تا ۱/۲ متر (زهکش کم عمق) بود. در طول فصل رشد گندم، اندازه‌گیری عمق و شوری آب زیرزمینی در شش نوبت زمانی (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز پس از کشت) انجام شد. افزایش عمق زهکش‌های زیرزمینی از ۱/۲ به ۱/۸ متر موجب افزایش ۵ و ۲ درصد به ترتیب در عملکرد دانه و زی توده گندم شد. هر دو سیستم زهکشی در کنترل سطح ایستابی عملکرد مناسبی داشتند. از ابتدای کشت تا ۱۰۰ روز پس از کشت گندم، هر دو سیستم زهکشی موجب حفظ سطح ایستابی در عمق ۱/۵ متر شدند. سیستم زهکشی کم عمق موجب شد که در تمام فصل رشد گندم، شوری آب زیرزمینی بیش از ۴۰ دسی زیمنس در متر باشد. در حالی که، در مزرعه با سیستم زهکشی عمیق (۱/۸ متر)، با افزایش تعداد روزهای پس از کشت، شوری آب زیرزمینی نیز روند کاهش داشته و از  $34 \text{ dS.m}^{-1}$  در ۳۰ روز پس از کشت به شوری  $21 \text{ dS.m}^{-1}$  در انتهای فصل کشت گندم رسید. بنابراین، به منظور تعیین عمق زهکش‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک در حضور آب زیرزمینی شور و کم عمق باید دو هدف رفع ماندابی در فصل آبیاری و جلوگیری از صعود شوری در نتیجه خیز موئینگی در دوره بدون آبیاری را در نظر گرفت.

کلیدواژه: تهویه خاک، زهکش‌های زیرزمینی، سامانه نوین آبیاری، شوری، عملکرد گندم.

### مقدمه

سیستم‌های زهکشی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با آب زیرزمینی شور و کم عمق به منظور پایین نگه داشتن سطح ایستابی، از ورود آب و املاح زیرزمینی شور به عمق ریشه جلوگیری می‌کنند. امروزه در زمینه زهکشی نگرش‌های جدیدی مطرح گردیده است. در نگرش جدید، هدف از زهکشی کاهش دادن میزان زه‌آب خروجی از طریق کاهش عمق کارگذاری زهکش‌ها می‌باشد. از طرف دیگر در این نوع سیستم با بالا آوردن عمق زهکش‌ها و بالا نگه داشتن سطح سفره آب زیرزمینی در مجاورت عمق ریشه، صعود آب زیرزمینی به عمق ریشه و در نتیجه استفاده گیاه از آب زیرزمینی ممکن می‌گردد. کیفیت آب زیرزمینی



## پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



در مناطق مرطوب مناسب و قابل استفاده گیاه می‌باشد ولی در مناطق خشک به دلیل شور بودن آب زیرزمینی، اعمال این شیوه به منظور استفاده گیاه بدون اشکال نیست (مختاران و همکاران، ۱۳۹۴).

سیستم‌های زهکشی زیر سطحی در برخی مناطق تحت آبیاری به منظور محدود کردن اثرات آب زیرزمینی کم‌عمق و شور بر روی محصول، با جمع‌آوری آب زیرزمینی با کیفیت پایین، نصب می‌شوند (Grismer, 1993). اثر سطح ایستایی بر رشد گیاه به عواملی همچون مرحله رشد گیاه، شرایط رطوبت و تهویه خاک و ویژگی‌های رشدی گیاه بستگی دارد. عمق کنترل سطح ایستایی، به گونه‌ای تعیین می‌شود که ضمن تأمین تهویه کافی برای رشد گیاه در فصل کشت، با توجه به نوع خاک و حدود خیز موئینه‌ای در آن، امکان تبخیر از سطح سفره آب زیرزمینی در فصل آیش را به حداقل مقدار ممکن برساند (سلاخ‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

چالش اصلی در تعیین عمق زهکش‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک عدم کارایی زهکش‌های کم‌عمق در کنترل شوری و در عین حال تخلیه زهاب بیشتر و شورتر توسط زهکش‌های عمیق است (شریفی پور و همکاران، ۱۳۹۹). تاکنون محققان و متخصصان بسیاری بر اثرات منفی افزایش عمق زهکش‌ها بر کاهش کیفیت و افزایش حجم زهاب تأکید کرده‌اند. شوری زهاب تنها ناشی از نمک‌های حل شده در آب آبیاری نیست. در مناطقی با آب زیرزمینی شور و کم‌عمق (مانند جنوب خوزستان) بخش عمده‌ای از شوری زهاب، ناشی از ترکیب آب زیرزمینی شور با آب زهکشی شده در طول فرایند زهکشی است (Sharifipour et al., 2013). Christen et al. (2001) گزارش کردند که حتی پس از آبشویی ناحیه ریشه از نمک‌ها، نمک تخلیه شده توسط سامانه‌های زهکشی زیرزمینی اجرا شده در استرالیا در بیشتر موارد ۱۰-۵ برابر نمکی است که با آب آبیاری وارد مزارع می‌شود. این امر نشان می‌دهد که این سامانه‌های زهکشی، همانطور که نمک همراه با آب آبیاری را تخلیه می‌کنند، نمک‌های موجود در زمین را نیز تخلیه می‌نمایند. این نمک‌ها عمدتاً زیر ناحیه ریشه هستند و تخلیه آن‌ها سودی برای گیاه ندارد. آیارز و همکاران (۱۹۷۸) گزارش کردند که شوری و حجم زه آب خارج شده از زهکش‌های نصب شده در عمق ۲ متری بیشتر از زهکش‌های نصب شده در عمق ۱/۷ متری است. کریستین و اسکان (۲۰۰۱) نشان دادند که استفاده از یک سیستم زهکشی کم عمق (۰/۷ متر) می‌تواند شرایط ماندابی را کنترل کند ولی در کنترل شوری کمتر مؤثر است و بازگشت شوری توسط صعود کاپیلاری ممکن است. هدف این پژوهش بررسی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی در کنترل سطح ایستایی و شوری آب زیرزمینی در مزارع کشاورزی مناطق جنوبی استان خوزستان با سطح ایستایی شور و کم‌عمق است.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در استان خوزستان، واقع در جنوب غرب ایران، شهرستان اهواز، منطقه الهایی با مختصات جغرافیایی  $31^{\circ} 38'$  عرض شمالی و  $48^{\circ} 37'$  طول شرقی انجام شد. در مزارع مورد مطالعه گندم رقم چمران با تراکم بذر ۲۳۵ کیلوگرم در هکتار در تاریخ ۲۳ آبان ۱۳۹۳ کشت شد و در ۲ اردیبهشت ۱۳۹۴ برداشت محصول انجام شد. از روش نواری برای آبیاری مزارع استفاده شد. ابعاد نوارها  $8 \times 220$  متر و تعداد دفعات آبیاری در طول فصل رشد گندم ۵ مرتبه بود. قطعات آبیاری در جهت عرض زمین ایجاد شده بودند و بنابراین آبیاری‌ها در این جهت انجام می‌شد. توزیع آب در مزرعه از



## پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



یکنواختی مناسبی برخوردار بود. مقدار کل بارندگی در طول فصل رشد گندم (آبان ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۴)، ۱۲۶/۳ میلی‌متر بود. در هر مزرعه چهار زهکش زیرزمینی عمود بر دو زهکش روباز انتهای مزرعه قرار داشتند. خروجی تمام لترال‌ها به زهکش‌های روباز طرفین زمین، منتهی می‌گردید. همچنین، فاصله زهکش‌های زیرزمینی از هم ۵۰ متر بود. عمق قرارگیری زهکش‌ها در خاک، شامل ۱/۸ تا ۱/۹ متر در مزرعه شماره ۱ (زهکش عمیق) و ۱/۱ تا ۱/۲ متر در مزرعه شماره ۲ (زهکش کم‌عمق) بود. به منظور نمونه‌برداری خاک، قبل از کشت نمونه خاک مرکب از هر مزرعه تهیه گردید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک براساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری و در جداول ۱ تا ۳ ارائه شده است. برای اندازه‌گیری سطح ایستابی و برداشت نمونه آب زیرزمینی نیز، به وسیله مته خاک‌شناسی یک چاهک مشاهداتی در مرکز هر مزرعه حفر گردید. میانگین کیفیت آب آبیاری و آب زیرزمینی در طول فصل کشت در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. همچنین در طول فصل رشد گندم، تعیین عمق و شوری آب زیرزمینی در ۶ نوبت زمانی (در زمان کشت، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز پس از کشت) انجام شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی نمونه خاک در مزارع منتخب منطقه الهایی

سایت/ مزرعه	عمق	شن	سیلت	رس	نقطه پژمردگی	ظرفیت زرعی	درصد اشباع	وزن مخصوص	ضریب هدایت هیدرولیکی
	cm		%		درصد حجمی			g cm <sup>-3</sup>	mm day <sup>-1</sup>
الهایی	۳۰-۰	۲۲	۴۲	۳۶	۲۲	۳۷	۴۷	۱/۴۰	۷۲
	۶۰-۳۰	۲۸	۳۲	۴۰	۲۴	۳۷	۴۸	۱/۴۲	۶۳
	۳۰-۰	۲۲	۴۰	۳۸	۲۳	۳۸	۴۸	۱/۳۹	۶۵
	۶۰-۳۰	۲۰	۴۲	۳۸	۲۳	۳۸	۴۸	۱/۳۸	۷۰

جدول ۲. ویژگی‌های شیمیایی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر) قبل از کشت (میانگین دو مزرعه)

سایت	EC	pH	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	SAR*	TNV
	dS m <sup>-1</sup>				meq l <sup>-1</sup>				%	%
الهایی	۱۳/۶	۷/۷	۲	۴۴	۶۶	۲۸	۴۱	۴۳	۷/۳	۴۰

$$SAR = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0.5}$$

\* واحد، SAR (meq/l) واحد، (meq/l) واحد کاتیون‌ها،  $[(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0.5}$

جدول ۳. ویژگی‌های حاصلخیزی خاک (۳۰-۰ سانتیمتر) قبل از کشت (میانگین دو مزرعه)

سایت	OC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
	%			mg kg <sup>-1</sup>			
الهایی	۰/۹۲	۸	۲۳۰	۸/۱	۰/۸	۱۰/۵	۱/۵



## پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



جدول ۴. میانگین کیفیت آب آبیاری در دوره رشد و منبع تأمین کننده آب

منبع تامین آب (رودخانه)	SAR	Na	Mg	Ca	SO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	pH	EC	سایت
	meq l <sup>-1</sup>								dS m <sup>-1</sup>	
کرخه	۳	۸/۸	۵	۱۱/۵	۱۴/۳	۹	۲	۷/۸	۱/۶	الهایی

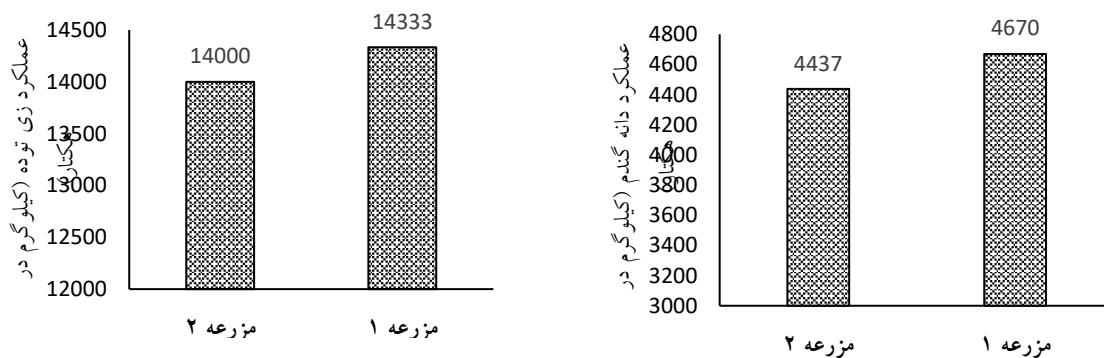
\* SAR = Na<sup>+</sup> / [(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) / 2]<sup>0.5</sup> واحد کاتیون‌ها (meq/l)، واحد SAR (meq/l)<sup>0.5</sup>

جدول ۵. میانگین کیفیت آب زیرزمینی در طول فصل کشت

SAR	Na	Mg	Ca	SO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	pH	EC	سایت
meq.l <sup>-1</sup>								dS.m <sup>-1</sup>	
۳۲/۲	۳۰۶	۱۵۳	۲۹	۲۰۷	۲۷۸	۳	۷/۵	۳۸	الهایی

### نتایج

مقادیر عملکرد و زی توده گندم در دو مزرعه منتخب در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که مقدار عملکرد و زی توده گندم در مزرعه ۱ (زهکش عمیق) بیش از مزرعه ۲ (زهکش کم عمق) به دست آمد. افزایش عمق زهکش های زیرزمینی از ۱/۲ به ۱/۸ متر در مزرعه ۱ موجب افزایش ۵ و ۲ درصد به ترتیب در عملکرد دانه و زی توده گندم شد (شکل ۱). با توجه به یکسان بودن بافت خاک (لوم رسی) و سایر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک (جدول ۱ تا ۳)، همچنین یکسان بودن شرایط کشت، روش و حجم آب آبیاری (۴۲۷۰ مترمکعب در هکتار) در دو مزرعه منتخب به نظر می رسد که اختلاف عملکرد گندم در دو مزرعه ناشی از تأثیر زهکش ها بر شوری خاک و آب زیرزمینی و همچنین عمق سطح ایستایی باشد.



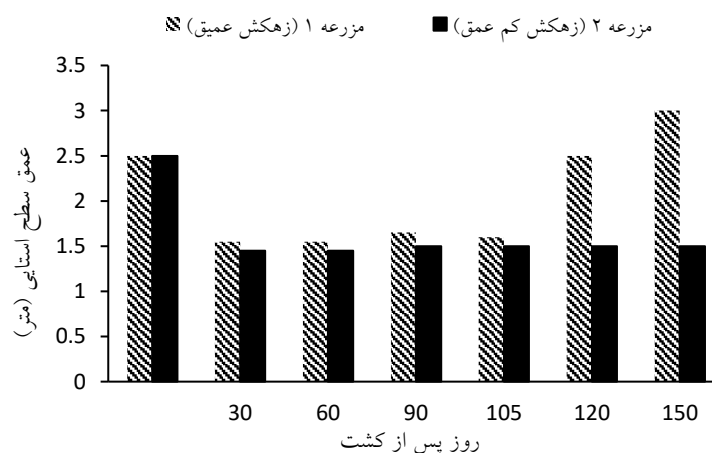
شکل ۱. عملکرد دانه و زی توده گندم در مزارع منتخب (مزرعه ۱، زهکش عمیق و مزرعه ۲، زهکش کم عمق) در منطقه الهایی اغلب محصولات زراعی و باغی در شرایطی که سطح ایستایی پایین تر از منطقه فعالیت ریشه ها قرار دارد، به خوبی رشد و نمو می نمایند. در زراعت های آبی، سطح ایستایی با آب نفوذی ناشی از آبیاری یا بارندگی، افزایش یافته و با زهکشی و تبخیر و تعرق افت می کند. یکی از اهداف احداث شبکه زهکشی این است که خیز سطح ایستایی، محدودیت قابل توجهی برای کشت ایجاد نکند (شریفی پور و همکاران، ۱۳۹۹). تغییرات عمق سطح ایستایی و شوری آب زیرزمینی در طول فصل کشت گندم در شکل های ۲ و ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که سیستم زهکشی در هر دو مزرعه منتخب برای کنترل سطح ایستایی



## پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

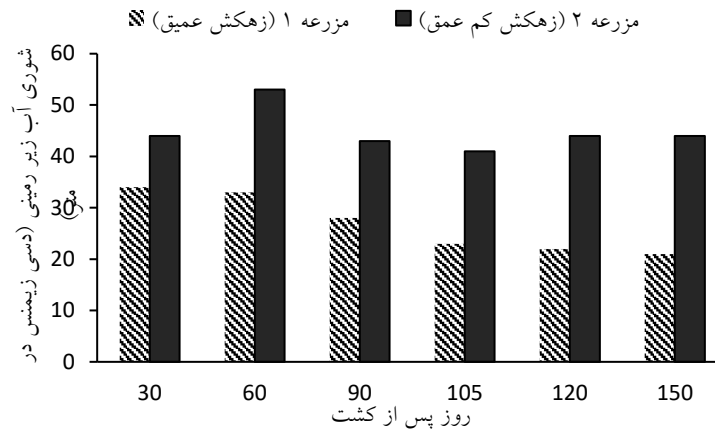


عملکرد مناسبی داشت. با وجود اینکه در همه نوبت‌های اندازه‌گیری در طول فصل کشت گندم، عمق سطح ایستایی در مزرعه ۱ با زهکش‌های عمیق‌تر (۱/۸ متر) بیشتر از مزرعه ۲ مشاهده شد اما این تفاوت تا ۱۰۰ روز پس از کشت گندم، بسیار ناچیز بوده و هردو زهکش موجب حفظ سطح ایستایی در عمق ۱/۵ متر شدند. اما پس از گذشت ۱۰۵ روز از کشت گندم، دو سیستم زهکشی در کنترل سطح ایستایی مزارع عملکرد متفاوتی داشتند به‌گونه‌ای که در مزرعه ۲ با زهکش کم‌عمق، تا انتهای فصل کشت عمق سطح ایستایی در عمق ۱/۵ متر حفظ شد. اما، در مزرعه ۲ با زهکش عمیق، با افزایش تعداد روزهای پس از کشت، عمق سطح ایستایی روند افزایشی را نشان داد و در ۱۵۰ روز پس از کشت گندم (فروردین ۱۳۹۴)، عمق سطح ایستایی مزرعه به حدود ۳ متر رسید.



شکل ۲. تغییرات عمق سطح ایستایی در طول فصل رشد گندم در مزارع با عمق مختلف زهکش

تغییرات شوری آب زیرزمینی در طول فصل کشت گندم مؤید عملکرد مناسب‌تر سیستم زهکشی در مزرعه ۱ با سیستم زهکشی عمیق نسبت به مزرعه ۲ بود (شکل ۳). سیستم زهکشی کم‌عمق در مزرعه ۲ (عمق ۱/۵ متر) موجب شد که در تمام فصل رشد گندم، شوری آب زیرزمینی بیش از ۴۰ دسی‌زیمنس در متر باشد. درحالی‌که، در مزرعه ۱ با سیستم زهکشی عمیق (۱/۸ متر)، با افزایش تعداد روزهای پس از کشت، شوری آب زیرزمینی نیز روند کاهش داشته و از ۳۴ دسی‌زیمنس در متر در ۳۰ روز پس از کشت به شوری ۲۱ دسی‌زیمنس در متر در انتهای فصل کشت گندم (۱۵۰ روز پس از کشت) رسید (۳۸ درصد کاهش). (Christan and Shekan (2001) نیز گزارش نمودند که هر چند سامانه‌های زهکشی کم‌عمق در کنترل شرایط ماندابی خاک موفق عمل کرده‌اند، ولی با قطعیت نمی‌توان گفت که در مورد کنترل شوری هم مؤثر بوده‌اند. در ایران Nazari et al. (2008) عمق بهینه نصب زهکش‌های زیرزمینی در مزارع نیشکر جنوب خوزستان را با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی، ۱/۵ متر برآورد کردند. درحالی‌که Akram and Lotfi (2015) عمق مناسب زهکش‌ها در جنوب خوزستان را ۱/۸ متر برآورد نمودند.



شکل ۲. تغییرات شوری آب زیرزمینی در طول فصل رشد گندم در مزارع با عمق مختلف زهکش

### نتیجه گیری

برای برآورد عمق زهکش‌های زیرزمینی در فصل آبیاری، هدف عمدتاً تهویه خاک و جلوگیری از شرایط ماندابی است اما در دوره بدون آبیاری، هدف کنترل شوری ناشی از خیز مویینگی است. در مناطقی مانند جنوب استان خوزستان با اقلیم خشک و آب زیرزمینی شور با سطح ایستایی بالا، تعیین عمق مناسب زهکش‌ها با در نظر گرفتن هر دو هدف (حفظ تهویه مطلوب و کنترل شوری خاک و شوری و حجم زهاب تولیدی) چالش برانگیز است. نتایج این پژوهش نشان داد که نصب زهکش‌های عمیق در عمق ۱/۸ متر علاوه بر کنترل سطح ایستایی و حفظ تهویه مناسب برای رشد گیاه، افزایش ۵ درصد عملکرد دانه گندم، شوری آب زیرزمینی را نیز در طول فصل کشت به صورت نزولی کاهش می‌دهد به گونه‌ای که شوری آب زیرزمینی در انتهای فصل کشت ۳۸ درصد کمتر از اوایل فصل کشت بود. با توجه به اینکه بخش زیادی از اراضی تحت شبکه‌های آبیاری و زهکشی در جنوب خوزستان کشت تابستانه ندارند. در نبود جریان رو به پایین ناشی از نفوذ عمقی و شدت تبخیر بالا در فصل تابستان، پتانسیل صعود نمک با جریان مویینگی از آب زیرزمینی شور و کم عمق، که بافت خاک سنگین منطقه نیز آن را تشدید می‌نماید، بسیار افزایش می‌یابد. بنابراین، در این شرایط، به نظر می‌رسد که استفاده از سامانه‌های زهکشی کنترل شده و دو عمقی بتوانند سودمند باشند.

### منابع

سلاخ پور، م.، ملکی، ع.، مختاران، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی در کنترل سطح ایستایی و شوری بر اساس شاخص RGWD و SEI در اراضی کشاورزی حمیدیه. دوفصلنامه تخصصی علوم و مهندسی آب، ۱۳: ۶۵ - ۷۷.

شریفی پور، م.، حسن اقلی، ع.، لیاقت، ع.، ناصری، ع. ۱۳۹۹. عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک: چالش‌ها و راهکارها. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۱(۳): ۷۳۹ - ۷۵۲.

Akram, M., & Lotfi, A. (2015). Suitable depth of subsurface drainage in Khuzestan. First National Conference on Technical, Economic, Social and Environmental Dimensions of the 550,000-hectare Land Restoration Project in Khuzestan and Ilam.



## پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



- Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture, Food and Agriculture Organization, Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev 1). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Christen, E.W., Ayars, J.E., Hornbuckle, J.W. 2001. Subsurface drainage design and management in irrigated areas of Australia. *Irrigation Science*, 21(1), 35-43.
- Christen, W., Skehan, D. 2001. Design and management of subsurface horizontal drainage to reduce salt loads. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 127(3), 148-155.
- Grismer, M.E. 1993. Subsurface drainage system design and drain water quality, ASCE, *J. Irrig. And Drain. Eng.* 119(3): 537-543.
- Nazari, B., Liaghat, A., Parsinezah, M., & Naseri, A. 2008. Optimization of the Installation Depth of Subsurface Drainage with Economic and Environmental Considerations. The fifth workshop on drainage and environment. (In Farsi).
- Sharifipour, M., Naseri, A.A., Jafari, S., Yazdanparast, S. 2013. Effect of Shallow and Saline Groundwater on Drain Water Salt Loud in South Khuzestan. 9th International Conference of River Engineering, Ahwaz, Iran.
- Smedema, L.K. 2007. Revisiting currently applied pipe drain depths for waterlogging and salinity control of irrigated land in the (semi) arid zone. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 56(4): 379-387.