ارزیابی ژئوشیمیایی منابع آب منطقه زیرراه استان بوشهر از دیدگاه کشاورزی و توصیه کشت مطلوب براساس آب موجود

زینب احمدنژاد*[۱]، زهرا بوسلیک[۲]، نصرالله کلانتری[۳]

۱- کارشناسی ارشد آب‌شناسی، استاد مدعو دانشگاه پیام‌نور خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران
۲- کارشناسی ارشد آب‌شناسی، استاد مدعو دانشگاه پیام‌نور مسجد سلیمان، مسجد سلیمان، ایران
۳- استاد آب‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
* عهده‌دار مکاتبات: Zeinab. ahmadnejad@ yahoo.com

دریافت مقاله: ۹۱/۹/۲۵، پذیرش مقاله: ۹۱/۱۲/۱۵

چکیده

یکی از ویژگی‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک، سدیمی بودن خاک و منابع آبی است که برای آبیاری مصرف می‌شود. از این رو، اندازه‌گیری دقیق غلظت یون‌های آب‌های زیرزمینی و سطحی از اقدامات اولیه در بررسی کیفیت آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی است. به منظور بررسی ژئوشیمیایی آب آبیاری دشت زیرراه از اطلاعات ۱۹ نمونه آب زیرزمینی و ۵ نمونه آب سطحی استفاده شده است، همچنین به منظور تکمیل این تحقیق از نسبت‌های ESP، RSC، Ca/Mg، شاخص PI و رده‌بندی ویلکاکس نیز استفاده شده است. نمودار پایپر نمونه‌های آب منطقه، نشان‌دهنده انحلال کانی تبخیری هالیت است. با توجه به شوری منابع آب دشت زیرراه پس از ارزیابی ژئوشیمیایی آب آبیاری، گیاهان سازگار به شوری این منابع تعیین شدند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که شوری منابع آب دشت زیرراه بجز رودخانه شاپور از مقدار مجاز بیشتر است. رودخانه شاپور بهترین کیفیت را در بین منابع آب منطقه دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ژئوشیمیایی، آب کشاورزی، خاک و گیاه

۱- مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین سرمایه‌ها و منابع حیاتی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود و آب‌های زیرزمینی بهترین و در برخی موارد تنها راه حل مشکل تأمین آب شرب و کشاورزی در ایران و کشورهای نیمه‌خشک است (علیزاده، ۱۳۸۱). شوری در ایران و بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان عامل محدودکنندهٔ رشد و نمو گیاهان زراعی است. براساس آمار موجود، سطح کلی خاک‌های شور در اراضی ایران ۷/۳۳ میلیون هکتار برآورد شده است (امیدپور، ۱۳۸۵). در شرایط شوری، تهیه عناصر غذایی در محلول خاک به واسطه غلظت زیاد یون‌های کلر و سدیم و گاه کلسیم کاهش یافته و منجر به اختلال در تغذیه و بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی گیاه می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

ترکیب شیمیایی آب و خاک تحت آبیاری، آب و هوا و مدیریت آبیاری و زهکشی از عوامل مؤثر بر مطلوبیت آب آبیاری هستند (غلامعلی‌زاده آهنگر، ۱۳۸۶). کیفیت آب آبیاری بر محصولات تولیدشده تأثیر می‌گذارد (Grattan, 2002). اغلب، کیفیت آب‌های آبیاری خوب تا عالی است، اما با بدترشدن کیفیت آب، مهار شوری دشوارتر می‌شود. در شرایط استفاده از منابع آب لب‌شور در همان حال که بر شوری آب آبیاری افزوده می‌شود، باید نسبت به آبشویی نمک‌های اضافی از ناحیه ریشه، قبل از انباشته‌شدن آنها در خاک تا آن اندازه که بر عملکرد محصول اثر نامطلوب گذارد، تلاش فراوان کرد. راه دیگر این است که با توجه به شوری خاک ناحیه ریشه، گیاهان مقاوم در برابر شوری کشت شوند. بسته به کیفیت آب موجود برای آبیاری، انتخاب یک گیاه و نوع آن که مناسب محیط خاک باشد، بسیار اهمیت دارد (علیزاده، ۱۳۸۲).

مطالعات متعددی در رابطه با کیفیت منابع آب صورت گرفته است، Jeevanandam et al., (2006) کیفیت آب زیرزمینی بخش پایین دست حوضه رودخانه Ponnaiyar، در جنوب هندوستان را ارزیابی کردند و با توجه به شوری و نسبت جذب و مقدار سدیم نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه، نتیجه گرفتند که کیفیت آب برای کشاورزی، صنعت و شرب مناسب نیست. مطوری، (۱۳۸۶) به بررسی منابع آب زیرزمینی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در محدوده سیاه‌منصور دزفول پرداخته‌اند و با استفاده از رده‌بندی ویلکاکس به این نتیجه رسیدند که بیشتر نمونه‌های آب در رده C3S1 قرار دارند. احمدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) به ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت زیرراه از نظر کشاورزی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های آب با توجه به نمودار ویلکاکس از نظر شوری و سدیم محدودیت بسیار بالایی دارند. انکیداوا و اوهری تأثیر شوری را بر زمین‌های کشاورزی «کوفایی» استان «ترابا» بررسی کردند (Ankidawa, 2010 & Awhari). نتایج این بررسی نشان داد که خاک منطقه کمی شور است.

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین با توجه به pH، خاک منطقه کمی اسیدی و آب آن کمی قلیایی است. اله و موروکو، به ارزیابی پتانسیل گیاهان مقاوم در برابر نمک به منظور استفاده از آب شور پرداختند، این محققان برای اصلاح زمین‌های شور، استفاده از گیاهان شورپسند را پیشنهاد دادند (Allah & Morocco, 1997).

۱-۱- مسائل کیفیت آب

کیفیت آب آبیاری برحسب نوع و مقدار نمک‌های حل‌شده در آن متفاوت است. نمک‌های موجود در آب آبیاری نسبتاً کم است، اما در عین حال مهم هستند. این نمک‌ها همراه با آب آبیاری به زمین کشاورزی وارد و با تبخیر آب از سطح خاک و یا جذب آب به‌وسیله گیاه، در خاک باقی می‌مانند. یکی از رهنمودهای ارزیابی کیفیت آب آبیاری در جدول ۱ ارائه شده است. این رهنمودها بر تأثیر درازمدت کیفیت آب در تولید محصول، ویژگی‌های خاک و مدیریت مزرعه تأکید دارد. این رهنمودها کاربردی هستند و در کشاورزی دشت فاریاب، برای ارزیابی اجزای معمولی تشکیل‌دهنده آب‌های زیرزمینی و سطحی، زهاب‌ها، ورود فاضلاب‌ها و پساب‌ها به طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده است.

معمولاً اگر آب آبیاری، ارقامی کمتر از ارقام ستون «هیچ» (جدول ۱) داشته باشد، هیچ نوع مشکلی در ارتباط با خاک و کشت و کار به وجود نمی‌آورد و اصولاً مشکلی هم گزارش نشده است. در طیف «محدودیت جزئی تا متوسط» اگر بیشترین عملکرد محصول مورد نظر باشد، با بیشتر شدن مقدار شوری، لازم است رفته رفته درباره انتخاب گیاه و روش‌های مدیریت دقت بیشتری شود. از سوی دیگر، اگر از آبی استفاده شود که کیفیت آن به «محدودیت شدید» نزدیک یا از آن بیشتر باشد، مصرف‌کننده با مسائل خاک و گیاه یا کاهش عملکرد روبه‌رو خواهد شد. اما اگر روش‌های مدیریت کشت و کار به منظور مقابله با آب‌های نامطلوب به کار گرفته شود، باز هم به مدیریت در سطح بالا نیاز خواهد بود تا محصولی قابل قبول تولید شود. براساس تجزیه‌های انجام‌شده و با توجه به رهنمود تفسیر کیفیت آب (جدول ۱)، منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه در رده «محدودیت شدید» قرار دارند. در جدول ۱، EC_w به معنی رسانایی الکتریکی، معیاری برای سنجش شوری است و برحسب دسی‌زیمنس بر متر در ۲۵ درجه سانتی‌گراد (dS/m) یا میلی‌موس بر سانتی‌متر (mmho/cm) گزارش می‌شود. هر دو واحد با هم برابرند.

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

دشت زیرراه، در شهرستان دشتستان بین طول جغرافیایی ″۵۶ ′۴ °۵۱ و ″۱۵ ′۱۹ °۵۱ و بین عرض جغرافیایی ″۲۰ ′۱۹ °۲۹ و ″۴۸ ′۳۱ °۲۹ قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت کل اراضی زیر کشت شهرستان دشتستان، افزون بر ۱۵۴۰۰۰ هکتار است که ۷۷۰۰۰ هکتار آن زیر کاشت انواع محصولات مختلف آبی و دیمی است. ۲۸۰۰۰ هکتار این اراضی، به صورت آبی کشت می‌شود که از این مقدار ۱۶۲۵۰ هکتار زیر کاشت نخیلات است. اقتصاد شهرستان دشتستان متکی به محصولات کشاورزی به‌ویژه خرماست (واعظی، ۱۳۸۷). شهرستان دشتستان از نظر تولید خرما و مرکبات در مقام اول قرار دارد (افشار، ۱۳۷۲).

سنگ‌شناسی دشت زیرراه شامل کنگلومرای بختیاری و آبرفت است، و در بخش شرق منطقه، سازندهای آغاجاری، میشان، بخش سنگ آهک گوری، گچساران، آسماری- پابده و ایلام- سروک وجود دارند. در دشت زیرراه به دلیل رخنمون زیاد سازند کنگلومرای بختیاری سر منشأ بیشتر مواد نهشته‌شده در این دشت، سازند بختیاری است (علم بلادی، ۱۳۸۷). به سبب آنکه عمدتا در مصارف کشاورزی از آب‌های زیرزمینی و سطحی «منطقه زیرراه» استفاده می‌شود، بنابراین در این تحقیق به بررسی کیفی آب برای مصارف کشاورزی پرداخته شده است.

۲- بحث و بررسی

در این تحقیق با توجه به بازدیدهای صحرایی، پراکندگی چاه‌های بهره‌برداری و وجود رودخانه‌ها در منطقه مورد مطالعه، ۲۴ ایستگاه برای نمونه‌برداری (۱۸ حلقه چاه نیمه‌عمیق کشاورزی و یک چشمه و ۵ نمونه آب سطحی) و انجام آزمایش‌های لازم انتخاب شد. در شکل ۱ نقشه موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، ارائه شده است. با توجه به هدف مطالعه که ارزیابی شوری آب آبیاری است، پارامترهای دما، سختی کل، قلیاییت، کلرید، سولفات، نیترات، کلسیم، منیزیم و سدیم، کربنات، pH, EC و TDS اندازه‌گیری شد. در این مطالعه تیپ منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه با استفاده از نمودار پایپر و توسط نرم‌افزار RockWare Aq.QA تعیین شد. سپس با استفاده از رهنمودهای ارزیابی کیفیت آب آبیاری، بررسی کیفی آب آبیاری منطقه انجام شد. همچنین ارقام گیاهی مقاوم در برابر شوری و نسبت‌های Ca/Mg, ESP, RSC، شاخص PI و رده‌بندی ویلکاکس این منابع تعیین شدند.

۲-۱- نمودار پایپر

نمودارهای پایپر عمدتاً در تعیین نوع آب‌ها، رخساره‌های هیدروشیمیایی و مسیرهای تکامل ژئوشیمیایی در آبخوان‌ها تهیه می‌شوند. Stober & Bucher, (1999) از نمودار پایپر در تعیین مسیرهای تکامل ژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی استفاده کرده‌اند. نمودار پایپر نمونه‌های منابع آب دشت زیرراه، در شکل ۲ ارائه شده است. مسیر ۱ در نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی دشت زیرراه (شکل ۲- الف)، نشان‌دهنده رخساره هیدروشیمیایی نوع کلریدی سدیمی آب‌های زیرزمینی است. نمونه‌های آب در قسمتی از نمودار پایپر واقع شده‌اند که به طور کلی، آب‌های خیلی شور در این منطقه و نزدیک به رأس سمت راست لوزی قرار می‌گیرند. با توجه به بازدیدها و بررسی‌های صحرایی، انحلال رسوبات تبخیری درون‌سازندی و تغذیه از آب شور سطحی از عوامل شوری آب زیرزمینی منطقه زیرراه به‌شمار می‌روند. با توجه به نمودار پایپر، نمونه‌های آب سطحی دشت زیرراه (شکل ۲- ب) مشخص می‌شود که آب رودخانه شاپور دارای رخساره

Archive of SID

www.SID.ir

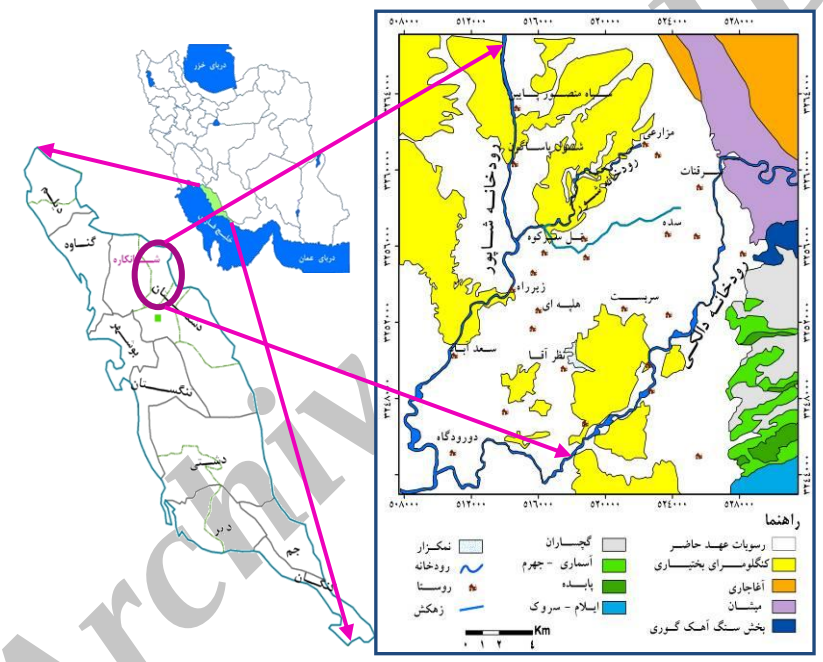
سولفاتی کلسیمی و آب رودخانه‌های دالکی و شور و نیز آب سطحی سربست و زهکش تل سرکوه، دارای رخساره کلریدی سدیمی (نمونه‌های S5, S4, S3, S2) هستند. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که کانی‌های تبخیری در سطح زمین، اثر مهمی بر شوری آب‌های سطحی و در نتیجه آب نفوذی به آبخوان از طریق بارندگی و مانداب‌های سطحی دارند.

۲-۲- رهنمود کیفیت آب

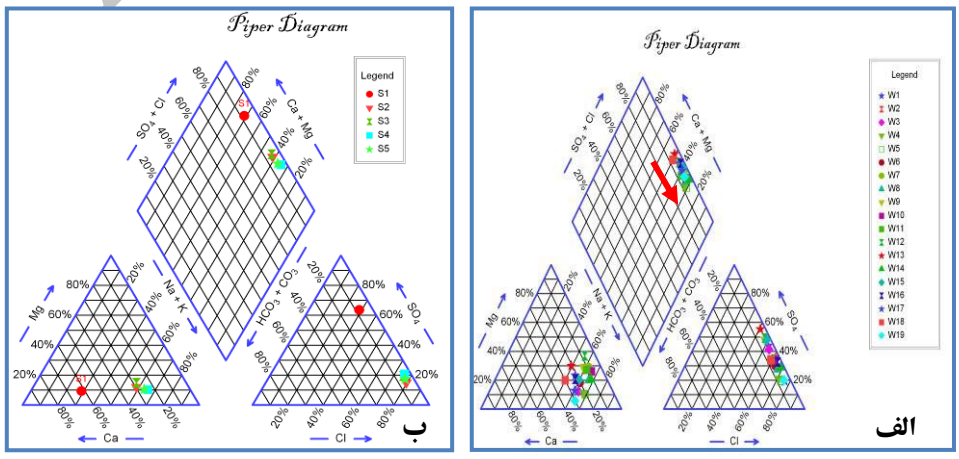
اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و محاسبه‌های لازم برای استفاده از رهنمودها، همراه با نمادهای استفاده‌شده در جدول ۲ بازتاب شده‌اند (حاج‌رسولیها، ۱۳۸۲).

جدول ۱- رهنمود تفسیر کیفیت آب (UCCC, 1974)

مشکل بالقوه برای آبیاری		واحد	درجه محدودیت در مصرف		
			هیچ	جزئی تا متوسط	شدید
شوری مؤثر بر آب قابل استفاده گیاه	ECw	ds/m	۰/۷ >	۰/۷ - ۳	۳<



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- الف) نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی ب) نمونه‌های سطحی دشت زیرراه در فروردین ماه

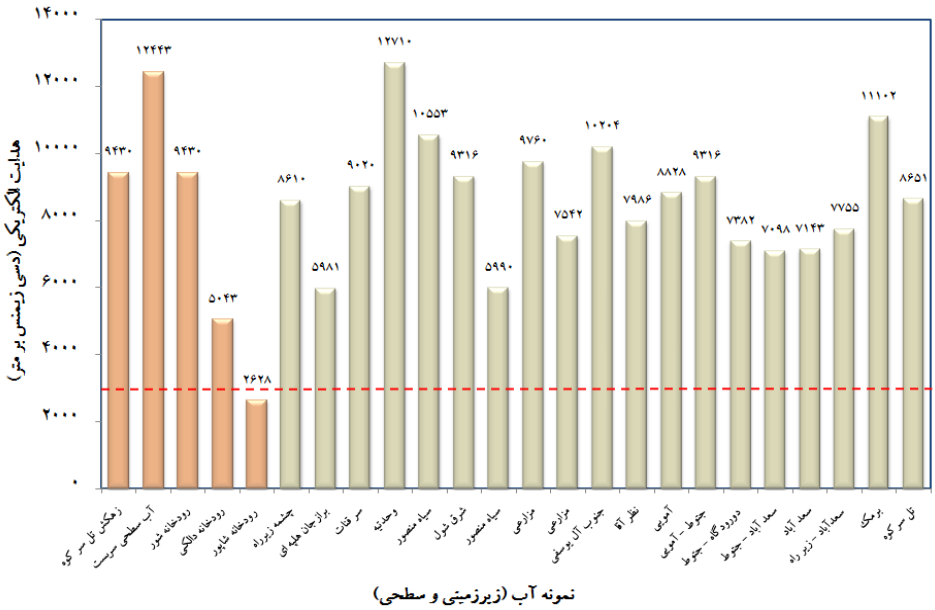
Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به جدول ۲ و شکل‌های ۳ تا ۸، مشاهده می‌شود که هر کدام از پارامترهای نمایش داده در نمونه‌های مورد نظر که در بالای نقطه‌چین قرار دارند، بالاتر از حد مجاز (دامنه معمول در آب آبیاری) هستند و بنابراین نتایج زیر حاصل می‌شود:

- EC_w منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه بجز رودخانه شاپور (با مقدار ۲۶۲۸ دسی‌زیمنس بر متر) از دامنه معمول در آب آبیاری بیشتر است. بالاترین مقادیر رسانایی الکتریکی ابتدا مربوط به روستای وحدتیه و سپس آب سطحی سربست است.
- با توجه به جدول ۲ دامنه معمول در آبیاری برای بی‌کربنات و پتاسیم به ترتیب ۰ تا ۱۰ و ۰ تا ۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر است که با مقایسه این مقادیر با شکل ۴ این نتیجه حاصل می‌شود که مقدار بی‌کربنات و پتاسیم منابع آب آبیاری (زیرزمینی و سطحی) در محدوده مجاز قرار دارند.
- شوری ناشی از غلظت بالای کلرید سدیم، مهم‌ترین و مضرترین عامل در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Ali Turan et al., 2009). از نظر کلرید، منابع آب زیرزمینی دارای مقدار کلریدی بیش از گستره معمول آب آبیاری هستند و روستای سیاه‌منصور با مقدار کلرید ۲۹/۵ meq/l در نزدیکی این محدوده قرار گرفته است. بجز رودخانه شاپور سایر منابع آب سطحی دارای کلریدی بیش از حد مجاز هستند.

جدول ۲- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی مورد لزوم برای ارزیابی مسائل معمولی کیفیت آب آبیاری

پارامترهای آب	علائم قراردادی	واحد	گستره معمول در آب آبیاری
رسانایی الکتریکی	EC_w	ds/m	۰ تا ۳
کلسیم	Ca^{+2}	me/l	۰ تا ۲۰
منیزیم	Mg^{+2}	me/l	۰ تا ۵
سدیم	Na^{+}	me/l	۰ تا ۴۰
بیکربنات	HCO_3^{-}	me/l	۰ تا ۱۰
کلرید	Cl^{-}	me/l	۰ تا ۳۰
سولفات	SO_4^{-2}	me/l	۰ تا ۲۰
نیتروژن نیتراتی	NO_3- N	mg/l	۰ تا ۱۰
پتاسیم	K^{+}	mg/l	۰ تا ۲

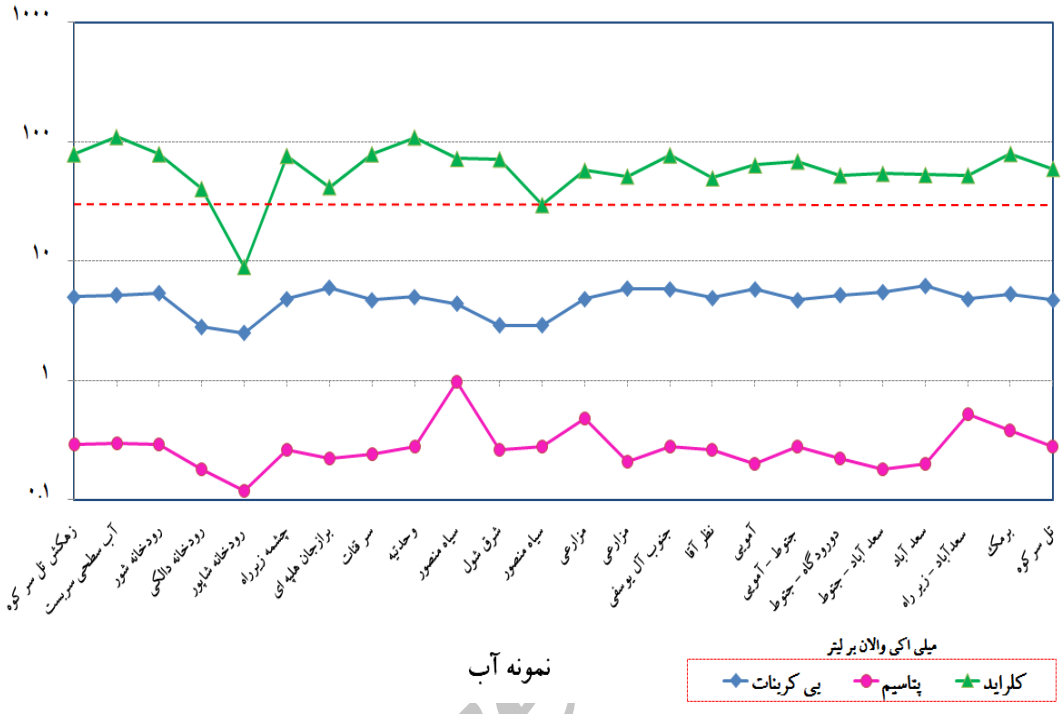


شکل ۳- مقایسه مقدار رسانایی الکتریکی منابع آب زیرزمینی و سطحی با دامنه معمول در آب آبیاری

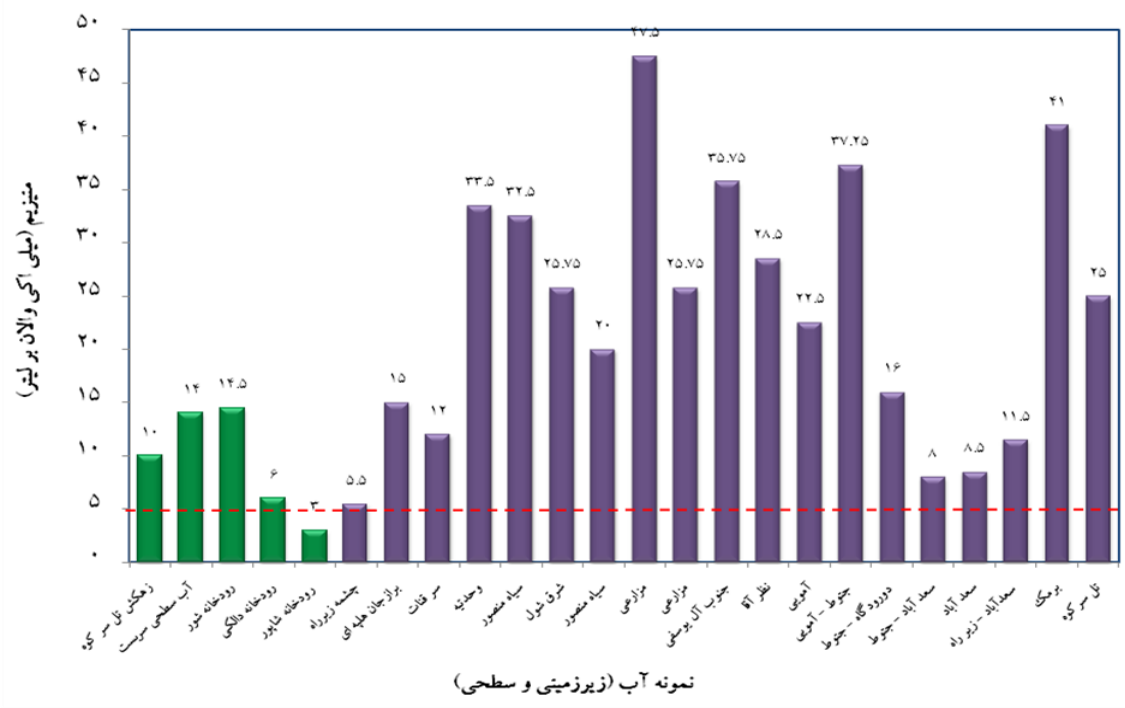
- از نظر مقدار منیزیم (شکل ۵) بجز آب رودخانه شاپور، سایر منابع آب آبیاری دارای مقداری بیش از ۵ meq/l هستند. بالاترین میزان منیزیم به مقدار ۴۷/۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر متعلق به روستای مزارعی است که پس از آن، روستای برمک میزان منیزیم بالایی دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

- از نظر میزان کلسیم، با توجه به شکل ۶، منابع آب زیرزمینی حوالی تل سرکوه، زیرراه، سیاه‌منصور، وحدتیه و هلپه‌ای دارای مقدار کلسیم بیش از دامنه معمول هستند در حالی که سایر مناطق دشت از نظر مقدار کلسیم مناسب هستند. در مورد منابع آب سطحی، آب رودخانه‌های شاپور و دالکی در دامنه یادشده قرار دارند و سایر منابع آبیاری سطحی دارای مقداری بیش از دامنه معمول هستند.



شکل ۴- مقایسه مقدار کلرید، پتاسیم و بی‌کربنات منابع آب زیرزمینی و سطحی با گستره معمول در آب آبیاری

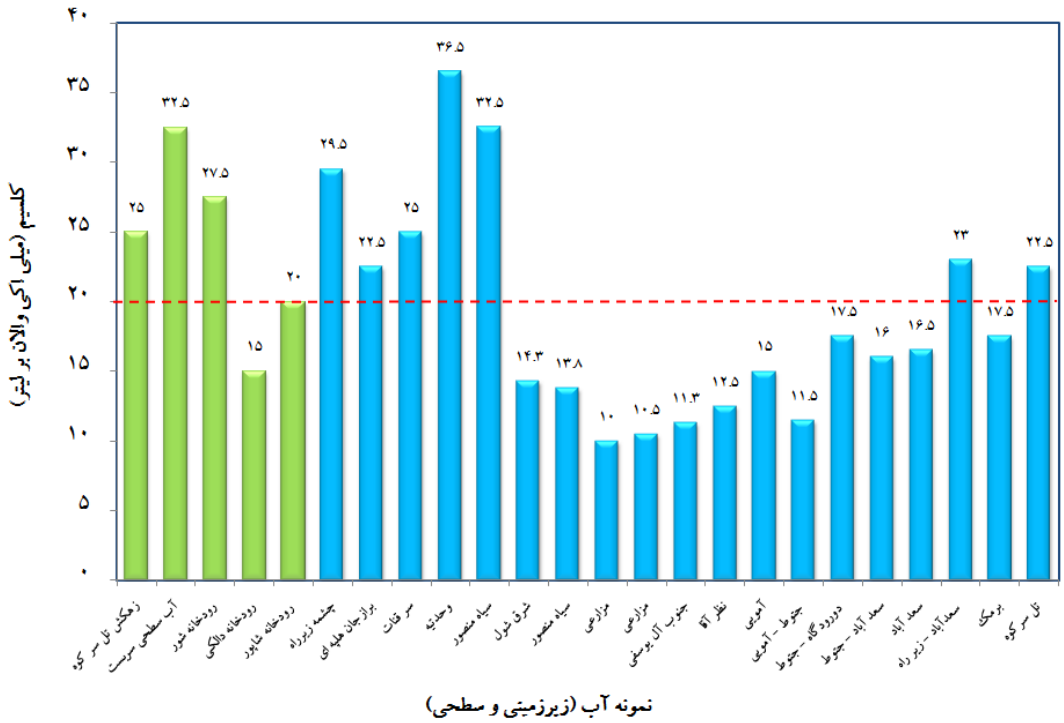


شکل ۵- مقایسه مقدار منیزیم منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه با گستره معمول در آب آبیاری

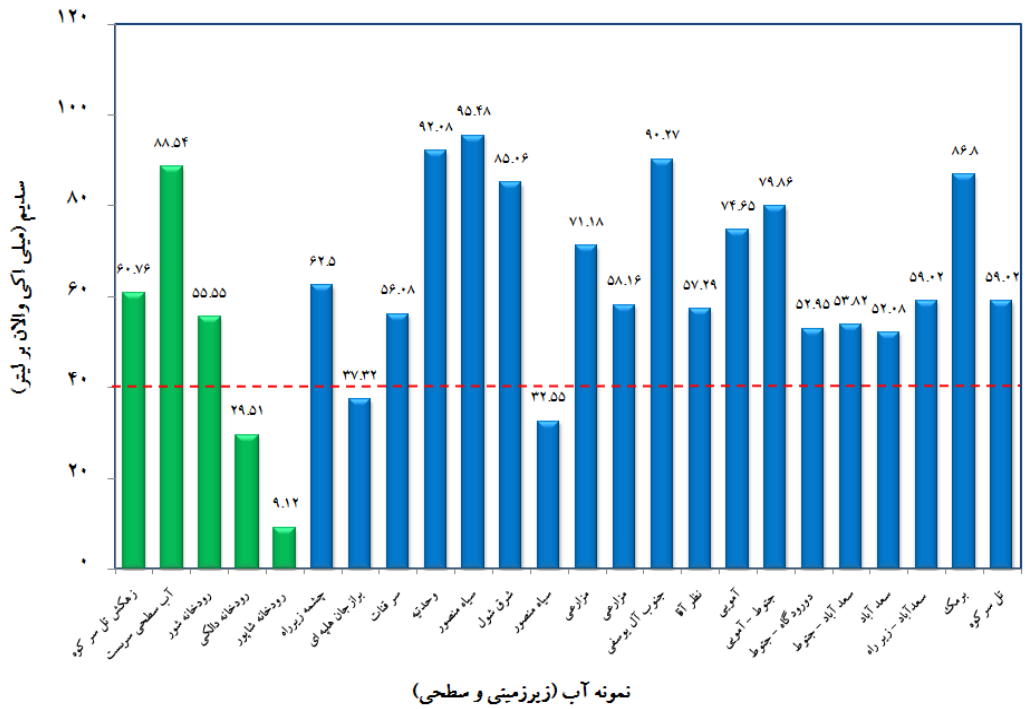
www.SID.ir

- براساس شکل ۷، بجز در محدوده روستاهای سیاه‌منصور و هلپه‌ای سایر منابع آب زیرزمینی دشت زیرراه از نظر مقدار سدیم بیش از مقدار گستره معمول یعنی ۴۰ meq/l هستند. در مورد منابع آب سطحی، آب رودخانه‌های شاپور و دالکی در دامنه معمول آب آبیاری قرار دارند و منابع آب آبیاری رودخانه شور، آب سطحی سربست و زهکش تل‌سرکوه دارای مقداری بیش از حد معمول هستند

- با توجه به شکل ۸، آب زیرزمینی حوالی سعدآباد و جتوط، سرقنات و چشمه زیرراه از نظر مقدار سولفات در محدوده مجاز قرار دارند و نواحی دیگر دارای مقداری بیش از حد معمول هستند. بجز آب سطحی سربست، سایر نمونه‌های آب سطحی دارای مقداری کمتر از حد معمول هستند.

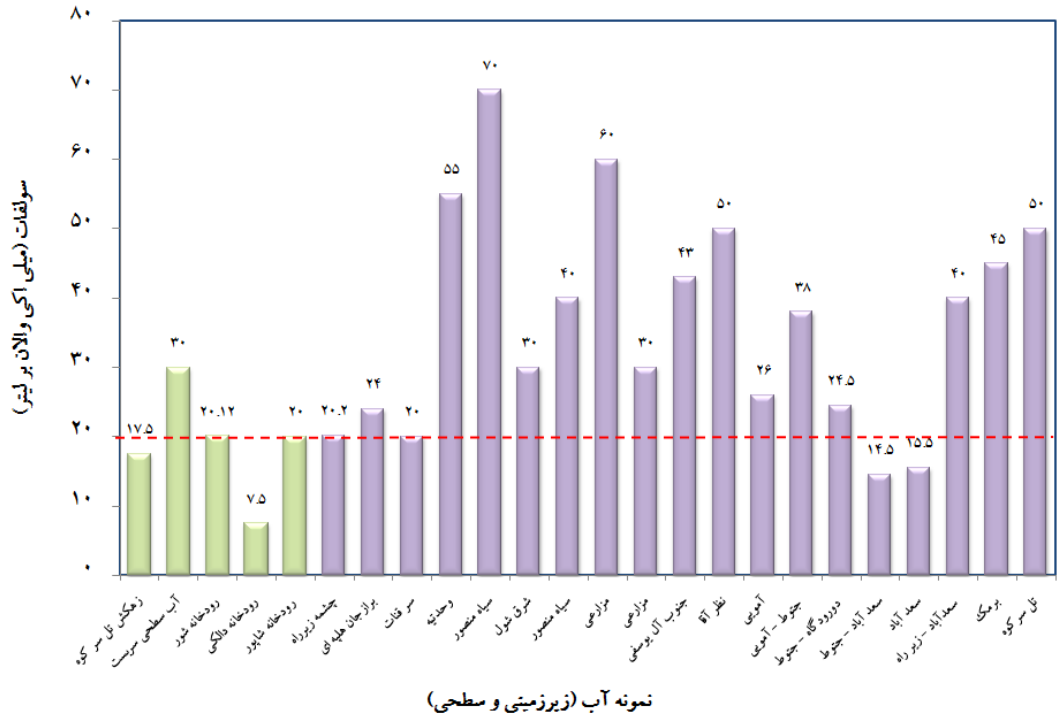


شکل ۶- مقایسه مقدار کلسیم منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه با دامنه معمول در آب آبیاری



شکل ۷- مقایسه مقدار سدیم منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه با دامنه معمول در آب آبیاری

www.SID.ir



شکل ۸- مقایسه مقدار سولفات منابع آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه با دامنه معمول در آب آبیاری

۲-۳- تعیین ارقام گیاهی مقاوم در برابر شوری منابع آب منطقه

مقاومت گیاهان در برابر شوری، وابسته به میزان شوری و ترکیب نمک‌ها، وضعیت حاصلخیزی خاک، ویژگی‌های فیزیکی خاک، توزیع نمک در نیمرخ خاک، روش آبیاری، شرایط آب و هوایی و عوامل زیستی است (برزگر، ۱۳۷۹). واکنش گیاهان مختلف در برابر شوری، یکسان نیست؛ برخی از گیاهان در مقایسه با گیاهان دیگر، در خاک‌های با شوری بالا قادرند عملکردی قابل قبول داشته باشند. در مناطقی که انباشت نمک در خاک، در غلظتی قابل قبول برای گیاه، قابل کنترل نیست، می‌توان گیاهی را انتخاب کرد که در برابر شوری مورد انتظار خاک، مقاوم‌تر است و عملکرد اقتصادی دارد (جعفری، ۱۳۸۷). گاهی ممکن است شوری در رشد بعضی از گیاهان شورپسند اثر مثبتی داشته باشد، همچنین شوری متوسط باعث افزایش عملکرد پنبه (Tanji, 1990 and Pasternak, 1987)، وزن ماده خشک گوجه فرنگی و همچنین افزایش مقاومت مرکبات در برابر سرما (Syvertsen & Yeleosky, 1988) می‌شود.

وقتی شوری از مقدار بحرانی آستانه شوری فراتر می‌رود، سرعت رشد گیاه به صورت خطی کاهش می‌یابد. آستانه شوری عبارت است از شوری خاک (ECe) که در آن سرعت رشد شروع به کاهش می‌کند. انحراف از خط راست موقعی رخ می‌دهد که عملکرد محصول از ۵۰ درصد حداکثر پتانسیل تولید کمتر باشد، که در هر حال این عملکرد از نظر اقتصادی قابل قبول نیست.

برای تعیین ارقام گیاهی مقاوم در برابر شوری منابع آب دشت زیرراه با استفاده از شکل‌های ۹ تا ۱۲ به ترتیب ارقام گیاهان زراعی، سبزی‌ها و صیفی‌ها، گیاهان علوفه‌ای و میوه‌ها مناسب با منابع آب منطقه تعیین شدند. در این شکل‌ها پتانسیل‌های ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیز نشان داده شده‌اند که در متن این پژوهش فقط پتانسیل ۵۰ درصد ذکر شده است. با توجه به دامنه شوری منابع آب زیرزمینی و سطحی نشان داده‌شده مواردی که در این محدوده قرار می‌گیرند بیانگر این است که با این مقدار EC_w مطابق با پتانسیل نشان داده شده، سازگار هستند. از شکل ۹ این نتیجه حاصل می‌شود که با توجه به مقدار EC_w آب زیرزمینی که از مقادیر ۵/۹۸ تا ۱۲/۷ متغیر است، با کمترین پتانسیل عملکرد که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۵۰٪) جو، پنبه، چغندرقند، سورگوم، گندم و گندم دوروم، نوعی لوبیا (Vigna uguiculata) و نیشکر با آبیاری توسط منابع آب زیرزمینی قابل تولید هستند.

در مورد منابع آب سطحی مورد استفاده آبیاری با مقادیر EC_w حداقل و حداکثر به ترتیب ۲/۶ و ۱۲/۴، تمام گیاهان زراعی با پتانسیل ۵۰ درصد بجز لوبیا می‌توانند با آبیاری توسط آب رودخانه شاپور رشد نمایند. جو، پنبه، چغندرقند، سورگوم، گندم، گندم دوروم، سوژا، نوعی لوبیا و نیشکر گیاهان زراعی سازگار با آب رودخانه دالکی با EC_w، ۵ دسی‌زیمنس بر متر و EC_e، ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر با پتانسیل عملکرد ۵۰ درصد هستند. با سایر منابع آب سطحی به دلیل بالابودن مقادیر ECw و ECe با پتانسیل عملکرد ۵۰ درصد جو، پنبه، چغندرقند و گندم دوروم به عمل می‌آیند.

با توجه به شکل ۱۰ از نظر کشت سبزی‌ها و صیفی‌ها تنها کدو خورشتی با پتانسیل ۵۰ درصد سازگار با منابع آب زیرزمینی روستاهای سیاه‌منصور و هلپه‌ای است. به استثنای لوبیا سایر ارقام سبزی و صیفی را می‌توان با پتانسیل ۵۰ درصد توسط آبیاری با آب رودخانه شاپور تولید کرد. آب رودخانه دالکی با پتانسیل عملکرد ۵۰ درصد مناسب برای کدو

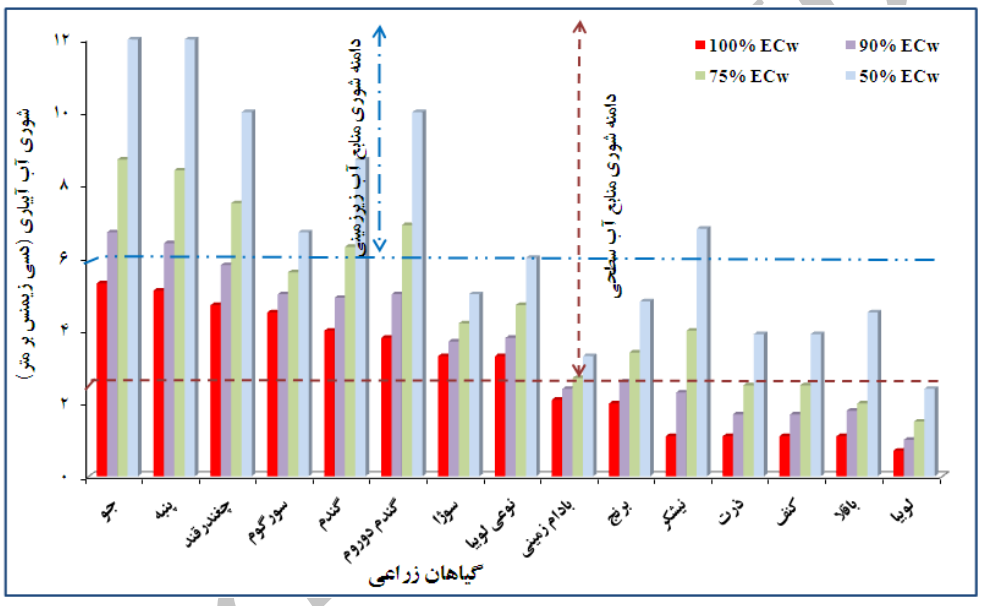
Archive of SID

www.SID.ir

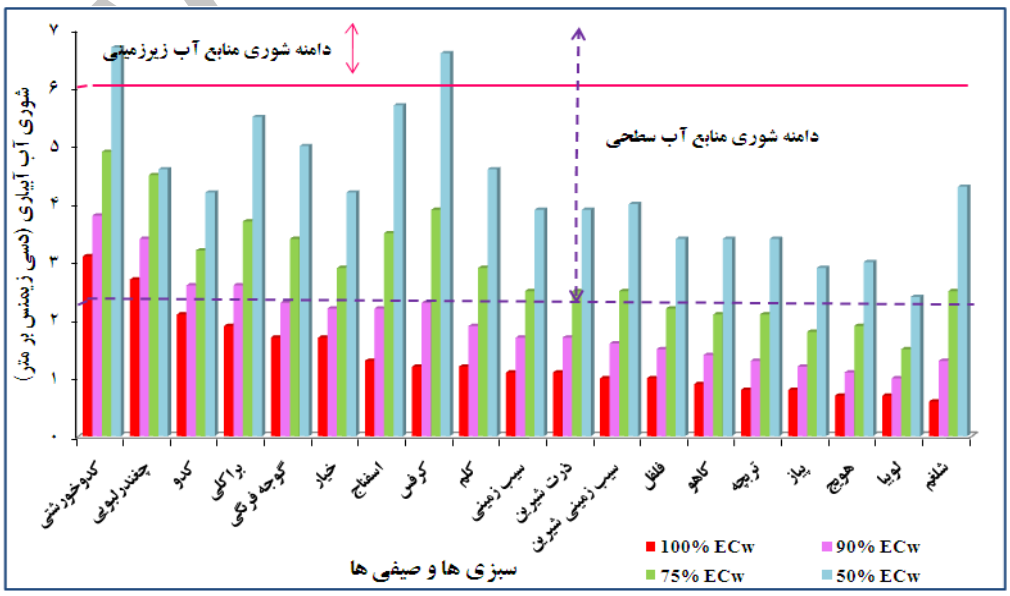
خورشتی، گوجه‌فرنگی، اسفناج و کرفس است. سایر منابع آب سطحی برای رشد سبزی‌ها و صیفی‌ها مناسب نیستند.

با توجه به شکل ۱۱ با عملکرد ۵۰ درصد گندم ساقه‌بلند، علف گندم (Agropyron cristatum)، مَرغ، جو علوفه‌ای، چچم، بنداوش، علف هاردینگ، بوریای بلند، علف گندم (Agropyron sibiricum)، علف سودان، چاودار وحشی، سزبانیا و اسفرزه قابل تولید با آبیاری توسط منابع آب زیرزمینی قابل تولید هستند. با پتانسیل عملکرد ۵۰ درصد همه گیاهان علوفه‌ای توسط آبیاری رودخانه شاپور قابل تولید هستند. گندم ساقه بلند، علف گندم (Agropyron cristatum)، مَرغ، جو علوفه‌ای، چچم، بنداوش، علف هاردینگ، بوریای بلند، علف گندم (Agropyron sibiricum)، ماش، علف سودان و چاوداروحشی، سزبانیا، اسفرزه، یونجه، بیدگیاه، ذرت (علوفه)، شبدر برسیم و علف باغی با عملکرد ۵۰ درصد سازگار با آب رودخانه دالکی هستند. آبیاری با سایر منابع آب سطحی دشت به منظور تولید گیاهان علوفه‌ای اقتصادی نیست.

با توجه به شکل ۱۲، منابع آب زیرزمینی از نظر تولید میوه با پتانسیل‌های عملکرد ۷۵ درصد و ۵۰ درصد برای تولید خرما مناسب هستند. آب رودخانه شاپور برای تولید خرما با پتانسیل ۵۰ درصد به بالا و برای تولید انگور با پتانسیل ۵۰ درصد و ۷۵ درصد مناسب است. آب این رودخانه با عملکرد ۵۰ درصد برای تولید خرما، گریپ فروت، پرتقال، هلو، انگور، بادام و آلو می‌تواند مورد استفاده باشد. رودخانه دالکی با پتانسیل ۵۰ درصد و ۷۵ درصد برای تولید خرما مناسب است. استفاده از سایر منابع آب سطحی برای تولید میوه اقتصادی نیست.

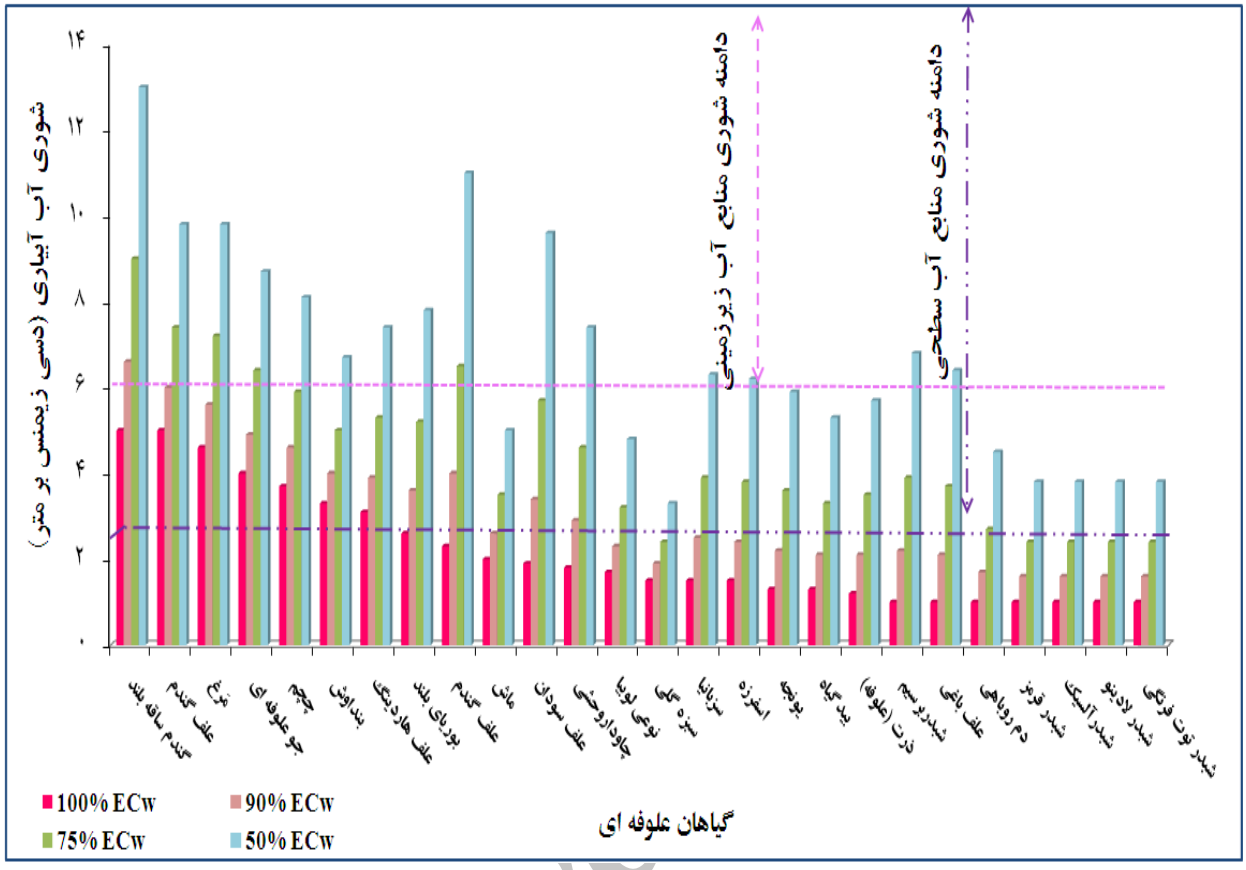


شکل ۹- پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی با توجه به اثر شوری آب آبیاری (EC_w) دشت زیرراه

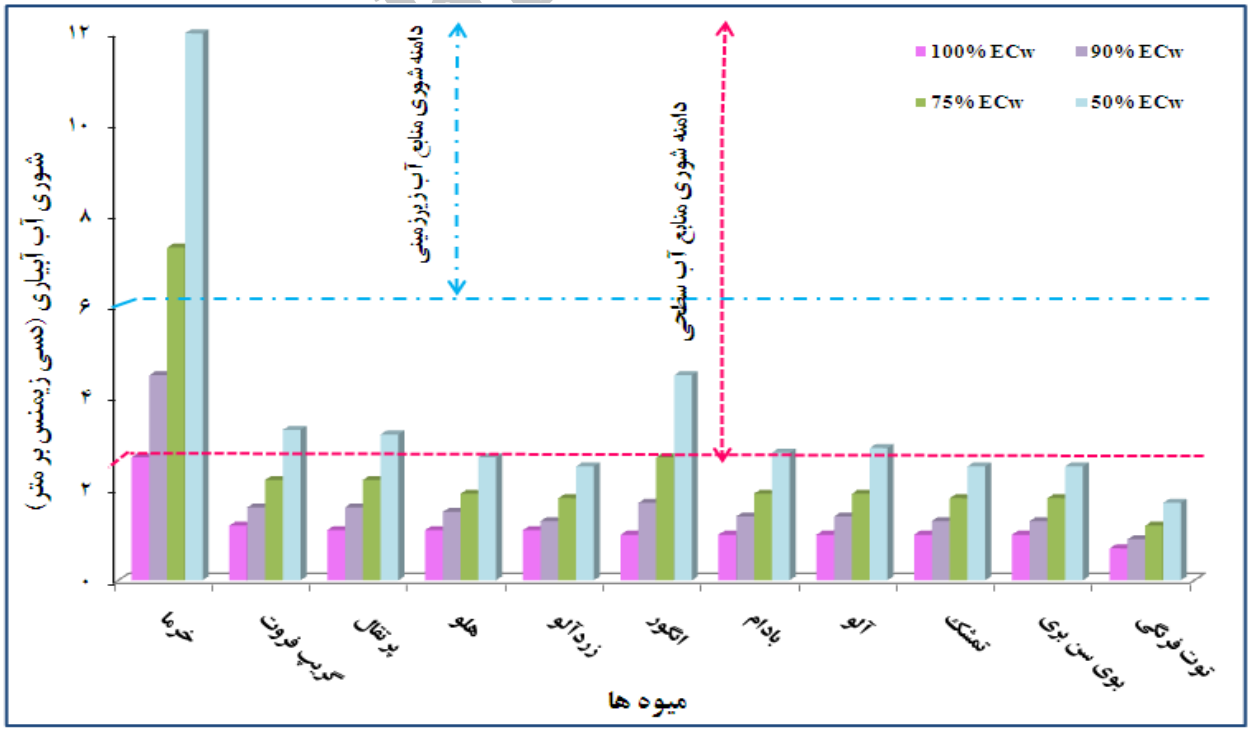


شکل ۱۰- پتانسیل عملکرد سبزی‌ها و صیفی‌ها با توجه به اثر شوری آب آبیاری دشت زیرراه (EC_w)

www.SID.ir



شکل ۱۱- پتانسیل عملکرد گیاهان علوفه‌ای با توجه به اثر شوری آب آبیاری دشت (EC_w)



شکل ۱۲- پتانسیل عملکرد میوه‌ها با توجه به اثر شوری آب آبیاری دشت زیرراه (EC_w)

www.SID.ir

۴- مواد و روش‌ها

۴-۱- خطر بی‌کربنات باقیمانده (RSC)

غلظت زیاد بی‌کربنات در آب زیرزمینی می‌تواند رشد گیاهان را مختل کرده و منجر به رسوب کلسیم، کاهش تراوایی خاک، پایین آوردن آهنگ نفوذ و افزایش فرسایش خاک شود. RSC با معادله ۱ محاسبه می‌شود:

معادله ۱: $RSC = (HCO_3^- + CO_3^{-2}) - (Ca^{+2} + Mg^{+2})$

در این معادله غلظت یون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر (epm) است. آب‌های دارای مقادیر RSC کمتر از ۱/۲۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر برای آبیاری مناسب هستند، در حالی که آب‌های دارای مقادیر RSC بیش از ۲/۵ میلی-اکی‌والان برای آبیاری مناسب نیستند. ماهیت و ترکیب خاک‌های سطحی و زیرسطحی، عمق سطح ایستابی، توپوگرافی، آب و هوا و نوع محصولات کشت‌شونده می‌توانند به‌طور غیرمستقیم بر روی کیفیت آب‌ها مؤثر باشند. به گونه‌ای که در شرایط خاک‌های با نفوذپذیری کم، سطح ایستابی کم‌عمق و توپوگرافی خشک، غلظت در زون ریشه گیاهان بالا می‌رود (Karanth, 2001).

مقادیر محاسبه‌شده این پارامتر برای منابع آب زیرزمینی و سطحی منطقه مطالعاتی در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که نشان داده شده است میزان RSC منابع آب آبیاری دشت زیرراه (زیرزمینی و سطحی) از حد مجاز (۱/۲۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر) کمتر است و بنابراین این آب‌ها از لحاظ خطر بی‌کربنات برای آبیاری مناسب هستند.

۴-۲- درصد سدیم تبادل‌پذیر (ESP)

یکی از نکات مهم به منظور برآورد کیفیت آب میزان افزایش درصد سدیم تبادل‌پذیر (ESP) یک خاک بر اثر جذب سدیم از آب آبیاری است. مقدار این افزایش بستگی به «نسبت سدیم موجود در محلول به کاتیون‌های دو ظرفیتی موجود در محلول» دارد. هر چه این نسبت زیادتر باشد، خطر سدیمی‌شدن خاک افزایش می‌یابد. به ازای یک غلظت کاتیونی معین، هر چه مقدار بی‌کربنات در آب بیشتر باشد، خطر سدیمی‌شدن خاک نیز بیشتر خواهد بود. درصد سدیم قابل تبادل (ESP) از معادله ۲ محاسبه می‌شود.

معادله ۲: $ESP = \frac{Na}{Ca+Mg} = \frac{Na}{CEC-Na} \times 100$

که Na و Ca + Mg غلظت کاتیون‌های قابل تبادل، CEC ظرفیت تبادل کاتیونی است که همگی برحسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک توصیف می‌شوند.

به طور کلی، بیشترین حد مجاز درصد سدیم قابل تبادل برای گیاهان حساس ۱۰، برای گیاهان نیمه‌مقاوم ۲۵ و برای گیاهان مقاوم ۵۰ است. اما باید در نظر داشت که اگر ESP بیش از ۱۵ باشد، ساختار فیزیکی خاک به‌هم خورد و عدم رشد گیاه را به دنبال خواهد داشت (علیزاده، ۱۳۶۸).

مقادیر ESP نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی، در جدول ۴ ارائه شده است با توجه به این جدول‌ها، ESP نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی بیش از ۱۵ است که سبب تخریب ساختار فیزیکی خاک می‌شود. به استثنای رودخانه شاپور با ESP برابر ۳۹/۷ درصد، بقیه نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی دارای ESP بالای ۵۰ درصد هستند و بیانگر این مطلب است که این آب برای گیاهان حساس و نیمه‌مقاوم مناسب نبوده و تنها برای گیاهان مقاوم مناسب است.

۴-۳- نسبت Ca/Mg

نسبت تعادلی Ca/Mg در آب آبیاری مهم است به گونه‌ای که اگر این نسبت کمتر از یک باشد، باعث پراکنش خاک و کاهش تدریجی عملکرد می‌شود. در شکل ۱۳ مقدار این نسبت یونی را برای منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه محاسبه شده است. در نمونه‌های حوالی روستاهای سعدآباد، زیرراه، جتوط، وحدتیه، تل سرکوه و سرقنات به شماره‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ این پارامتر بیش از ۱ است و در دیگر نمونه‌ها این پارامتر کمتر از ۱ است. دامنه تغییرات این پارامتر ۰/۲۱ تا ۵/۳۶ است. نسبت تعادلی Ca/Mg در آب‌های سطحی منطقه بیشتر از ۱ است، گستره تغییرات این نسبت بین ۱/۹ تا ۶/۷ قرار دارد.

۴-۴- شاخص تراوایی (PI)

شاخص تراوایی، پارامتری است که برای ارزیابی کیفیت آب آبیاری به کار می‌رود (Doneen, 1962)، و توسط معادله ۳ بیان شده است:

معادله ۳: $PI = \frac{Na^+ + \sqrt{HCO_3^-}}{Ca^{+2} + Mg^{+2} + Na^+} \times 100$

همه یون‌ها در این معادله بر حسب meq/l هستند. Doneen (1964)، آب آبیاری را براساس PI تقسیم‌بندی کرد، که براساس آن، آب می‌تواند به رده‌های ۱، ۲ و ۳ برای آبیاری مناسب، و رده ۳ با بیشترین PI، ۲۵ درصد برای آبیاری نامناسب هستند (Manjusree et al., 2009). همان‌گونه که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، مقدار PI، در نواحی وسیعی از منطقه بالاست، کمینه و بیشینه این پارامتر به‌ترتیب برابر ۵۱/۶۲ درصد و ۷۲/۱۷ درصد است، میانگین شاخص نفوذپذیری در منطقه، ۶۲/۸۸ درصد است. بنابراین این منابع برای آبیاری مناسب هستند.

۴-۵- نمودار ویلکاکس

در مصارف کشاورزی، آب با SAR کم پیشنهاد می‌شود، چرا که به ازای مقدار معینی از کاتیون سدیم، افزایش کاتیون‌های کلسیم و منیزیم آب منجر به قابلیت جذب سدیم توسط خاک شده و در نتیجه زیان آن برای گیاه کمتر می‌شود. اما سدیم به تنهایی نمی‌تواند معیار کیفی آب از نظر کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد و بهتر آن است که تأثیر آن در ارتباط با شوری کل آب در نظر گرفته شود. بنابراین روش رده‌بندی ویلکاکس و استفاده از نمودار آن، کاربردی‌ترین روش برای رده‌بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات آب‌شناسی است. زیرا در نمودار ویلکاکس، محور افقی به شوری آب (برحسب میکروموهس بر سانتی‌متر) و محور قائم به نسبت جذب سدیم (SAR) اختصاص دارد. برای بررسی کیفیت منابع آب آبیاری، نمودار ویلکاکس نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی منطقه مورد مطالعه رسم شد (شکل‌های ۱۵ و ۱۶). همان‌گونه که نمودار ویلکاکس منابع آب

Archive of SID

www.SID.ir

زیرزمینی مشخص کرده است، بیشتر نمونه‌های آب زیرزمینی در رده C4S4 قرار گرفته‌اند و تنها دو نمونه شماره ۱۳ و ۱۸ به ترتیب مربوط به سیاه‌منصور و هلپه‌ای، در رده C4S3 قرار گرفته‌اند. با توجه به نمودار این نتیجه حاصل می‌شود که نمونه‌های آب زیرزمینی دشت از نظر شوری و سدیم در مصرف کشاورزی محدودیت بسیار بالایی دارند.

با توجه به نمودار ویلکاکس مشاهده می‌شود که منابع آب سطحی نیز از نظر شوری در مصرف کشاورزی محدودیت بسیار بالایی دارند. رودخانه شور، آب سطحی سربست و زهکش از این نظر محدودیت بیشتری دارند، که می‌تواند ناشی از عدم زهکشی مناسب در این بخش از دشت، تشکیل تالاب-های آب شور و نمک بر روی سطح زمین و حرکت این نمک‌ها باشد. در مورد رودخانه‌های شاپور و دالکی به شماره‌های ۱ و ۲، کیفیت آب سطحی نسبت به آب زیرزمینی روستاهای اطراف، از نظر سدیم بهتر بوده است.

جدول ۳- مقادیر RSC نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی منطقه مورد مطالعه

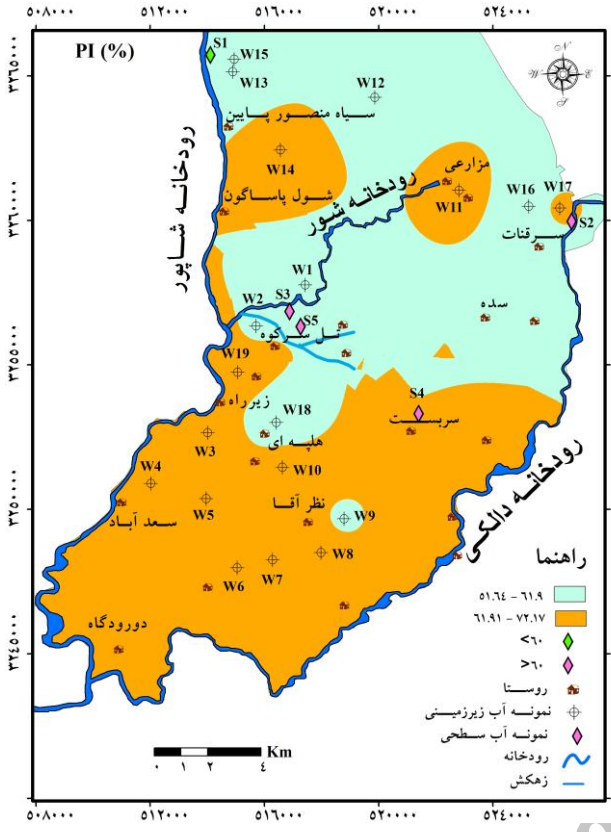
شماره	نام محل	RSC	شماره	نام محل	RSC
W1	تل سرکوه	-۴۲/۸	**W13**	سیاه منصور	-۳۰/۹
W2	برمک	-۵۳/۲	**W14**	شرق شول	-۳۷/۱۵
W3	بین سعدآباد و زیرراه	-۲۹/۷	**W15**	سیاه منصور	-۶۰/۶
W4	سعدآباد	-۱۸/۸	**W16**	وحدتیه	-۶۵
W5	بین سعدآباد و جتوط	-۱۸/۵	**W17**	سرقنات	-۳۲/۳
W6	بین دورودگاه و جتوط	-۲۸/۳	**W18**	برازجان هلپه‌ای	-۳۱/۵
W7	بین جتوط و آمویی	-۴۴/۰۵	**W19**	چشمه زیرراه	-۳۰/۲
W8	آمویی	-۳۱/۷	**S1**	رودخانه شاپور	-۲۰/۵
W9	نظرآقا	-۳۶/۱	**S2**	رودخانه دالکی	-۱۸/۲
W10	جنوب آل‌یوسفی	-۴۱/۲۵	**S3**	رودخانه شور	-۳۶/۶
W11	مزارعی	-۳۰/۳۵	**S4**	آب سطحی سربست	-۴۱/۳
W12	مزارعی	-۵۲/۷	**S5**	زهکشی تل سرکوه	-۳۰

جدول ۴- مقادیر ESP نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی

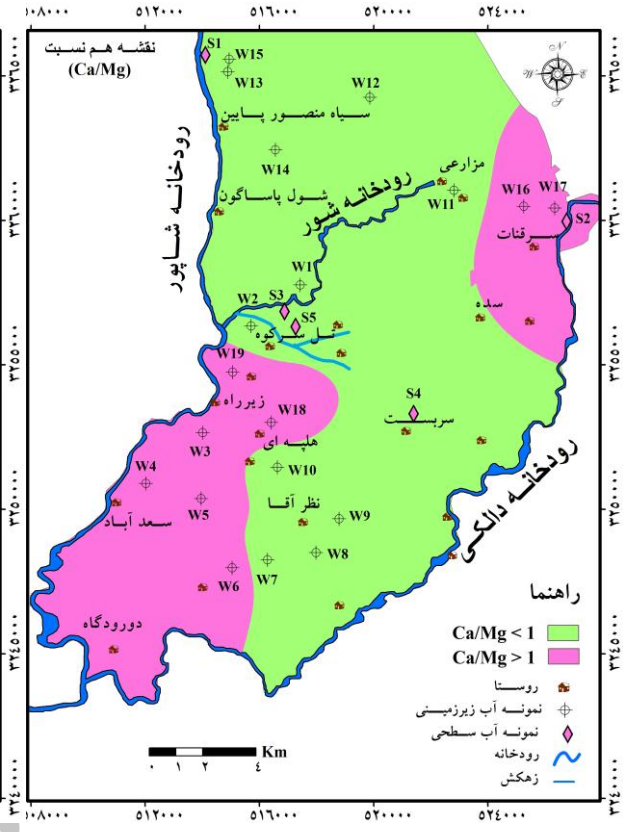
شماره	نام محل	ESP (%)	شماره	نام محل	RSC
W1	تل سرکوه	۱۲۴	**W13**	سیاه منصور	۹۶
W2	برمک	۱۴۸	**W14**	شرق شول	۲۱۳
W3	بین سعدآباد و زیرراه	۱۷۱	**W15**	سیاه منصور	۱۴۷
W4	سعدآباد	۲۰۸	**W16**	وحدتیه	۱۳۱
W5	بین سعدآباد و جتوط	۲۲۴	**W17**	سرقنات	۱۵۲
W6	بین دورودگاه و جتوط	۱۵۸	**W18**	برازجان هلپه‌ای	۹۹
W7	بین جتوط و آمویی	۱۶۴	**W19**	چشمه زیرراه	۱۷۹
W8	آمویی	۱۹۹	**S1**	رودخانه شاپور	۳۹/۷
W9	نظرآقا	۱۴۰	**S2**	رودخانه دالکی	۱۴۰
W10	جنوب آل‌یوسفی	۱۹۲	**S3**	رودخانه شور	۱۳۲
W11	مزارعی	۱۶۰	**S4**	آب سطحی سربست	۱۹۰
W12	مزارعی	۱۲۴	**S5**	زهکشی تل سرکوه	۱۷۴

Archive of SID

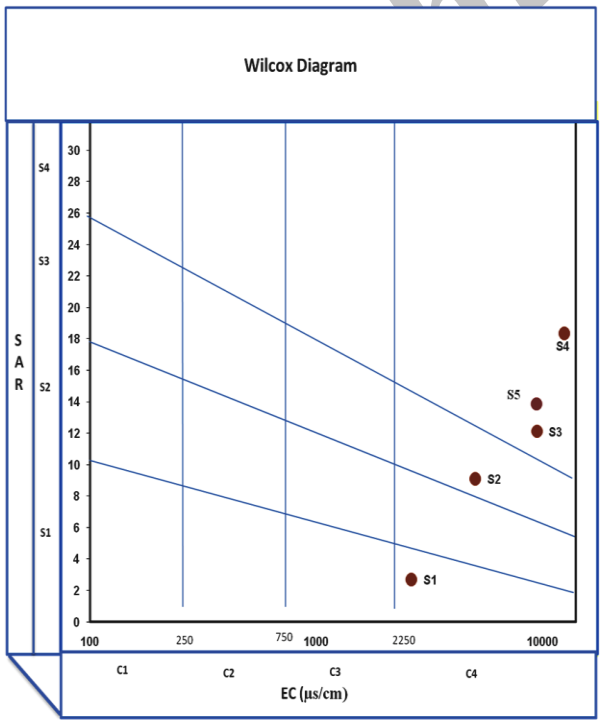
www.SID.ir



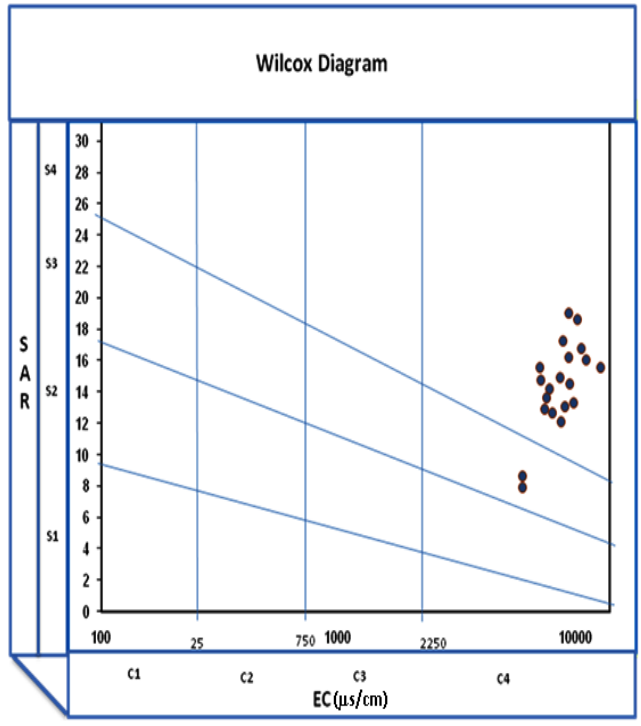
شکل ۱۴- نقشه‌های هم‌ارزش PI



شکل ۱۳- نقشه‌های هم‌نسبت Ca/Mg



شکل ۱۶- نمودار ویلکاکس منابع آب سطحی دشت زیرراه



شکل ۱۵- نمودار ویلکاکس آب‌های زیرزمینی دشت زیرراه

www.SID.ir

۴- راهکارهایی برای رفع شوری

- گیاهان حساس به شوری نسبت به مصرف پتاسیم عکس‌العمل مناسب‌تری نشان می‌دهند. با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم (K/Na) در محلول خاک، تحمل گیاه به شوری افزایش می‌یابد. همچنین مصرف سولفات روی، تشکیل آوندهای چوبی را در گیاهان با تنش شوری در مقایسه با گیاهان بدون مصرف آن بهبود داده و از تخریب آن جلوگیری می‌کند. به طور کلی مصرف سولفات روی در اراضی شور در شرایطی که شوری در حد کم تا متوسط باشد (با توجه به تحمل گیاه) بازده عملکرد خوبی را به همراه خواهد داشت (امیدپور، ۱۳۸۵).

- آشنایی کشاورزان با فناوری کشاورزی از شاخص‌های مهمی است که باید از سوی بخش‌های دولتی حمایت شود. این امر از آنجا قابل ارزیابی است که توجه به زیر ساخت‌های امنیت غذایی، نیازمند روش‌های نوین در دنیا است.

- یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین نیازهای بخش کشاورزی، آب و روش‌های آبیاری مزارع و باغات است. لذا ضروری است که با کنار گذاشتن روش‌های آبیاری سنتی و سطحی منسوخ شده و بهره‌گیری از روش‌های مدرن و فناوری‌های روز، از کمترین آب موجود، بیشترین استفاده شود.

- ترویج استفاده از روش آبیاری تحت فشار یک نیاز ضروری بخش کشاورزی است. استفاده از روش آبیاری تحت فشار مزایایی مانند استفاده بهینه از آب، افزایش عملکرد محصولات، افزایش تولید محصولات کشاورزی، کاهش آفات، بیماری ها و علف‌های هرز در زمین‌های کشاورزی، کاهش هزینه‌های تولید، افزایش سطح زیر کشت، افزایش بازدهی آبیاری و کشت در زمین‌های شیب‌دار و ناهموار، به همراه دارد.

- از سوی دیگر، آبیاری قطره‌ای نیز روشی است که با اتلاف آب کمتری نسبت به روش‌های آبیاری دیگر از جمله آبیاری سطحی همراه است.

- رفع مشکل شوری آب با استفاده از روش آبیاری زیرسطحی: روش‌های روی سطحی حدود ۴۰ درصد تبخیر آب را به همراه دارد، با اینکه در روش آبیاری زیرسطحی با این حجم از اتلاف آب روبه‌رو نیستیم، اما جا دارد در کشور ما نیز بهره‌گیری از این روش‌های اصولی، جایگزین روش‌های سنتی (غرقابی) شود. بهره‌گیری از روش آبیاری مذکور می‌تواند تحولی بنیادین در جلوگیری از شور شدن آب و خاک به دنبال داشته باشد (حاجی‌زاده، ۱۳۸۹).

۵- نتیجه‌گیری

- نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی و سطحی دشت زیرراه نشان‌دهنده رخساره هیدروشیمیایی نوع کلریدی سدیمی و آب رودخانه شاپور دارای رخساره سولفاتی کلسیمی است.

- ESP نمونه‌های آب زیرزمینی نواحی برمک، سعدآباد و جتوط، آمویی، جنوب آل‌یوسفی، شرق شول، سیاه منصور و وحدتیه بیش از ۱۵ است که سبب تخریب ساختمان فیزیکی خاک می‌شود. نمونه آب سطحی سربست نیز سبب تخریب ساختار خاک می‌شود، و بهترین کیفیت را آب رودخانه شاپور از این نظر دارد.

- با توجه به نمودار ویلکوکس مشاهده می‌شود که بیشتر نمونه‌های آب زیرزمینی دشت زیرراه (بجز روستاهای سیاه منصور و هلپه‌ای) در رده C_4S_4 قرار گرفته‌اند. همچنین منابع آب سطحی از لحاظ شوری در مصرف کشاورزی محدودیت بسیار بالایی دارند. رودخانه شور، آب سطحی سربست و زهکش از این نظر محدودیت بیشتری دارند، در مورد رودخانه‌های شاپور و دالکی کیفیت آب سطحی نسبت به آب زیرزمینی روستاهای اطراف، از نظر مقدار سدیم بهتر بوده است.

- آب زیرزمینی نواحی برمک، سعدآباد و جتوط، آمویی، جنوب آل‌یوسفی، شرق شول، سیاه منصور و وحدتیه سبب تخریب ساختمان فیزیکی خاک می‌شود.

- میزان RSC منابع آب آبیاری دشت زیرراه از حد مجاز کمتر و برای آبیاری مناسب است.

- نسبت تعادلی Ca/Mg در نمونه‌های حوالی روستاهای سعدآباد، زیرراه، جتوط، وحدتیه، تل سرکوه و سرقنات بیش از ۱ است و در سایر نمونه‌ها این پارامتر کمتر از ۱ است. این نسبت در آب‌های سطحی منطقه بیشتر از ۱ است.

- کوتاه کردن فاصله بین آبیاری‌ها، انتخاب گیاه مناسب، شستشوی خاک، آبیاری قبل از کشت، انتخاب محل بذرکاری، تغییر نوع آب، شخم عمیق، زه‌کشی، بهتر کردن وضع نفوذ آب از روش‌هایی هستند که در استفاده از آب‌های شور مفید واقع می‌شوند.

- به منظور بهره‌وری مناسب از آب و خاک و افزایش راندمان بهره‌برداری از آن، اعمال مدیریت مناسب منابع آب در منطقه زیرراه امری الزامی است، تا بتوان با ارائه راه‌حل‌های مناسب برای استفاده از آب موجود و ارائه الگوی کشت بهینه، سطح زیر کشت را تا حد امکان افزایش داد.

- مقدار بی‌کربنات و پتاسیم منابع آب سطحی و زیرزمینی مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه در محدوده مجاز قرار دارند.

- با کمترین پتانسیل عملکرد که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۵۰٪) گیاهان زراعی شامل جو، پنبه، چغندر قند، گندم و گندم دوروم، نوعی لوبیا (Vigna uguiculata) و نیشکر؛ سبزی‌ها و صیفی‌ها شامل کدو خورشتی (سازگار با منابع آب زیرزمینی روستاهای سیاه منصور و هلپه‌ای)؛ گیاهان علوفه‌ای از جمله گندم ساقه بلند، علف گندم (Agropyron cristatum)، مَرغ، جو علوفه‌ای، چچم، بنداوش، علف هاردینگ، بوریای بلند، علف گندم (Agropyron sibiricum)، علف سودان، چاودار وحشی، سزبانیا و اسفرزه؛ و خرما قابل تولید با آبیاری توسط منابع آب زیرزمینی هستند.

- تمام گیاهان زراعی بجز لوبیا می‌توانند با آبیاری توسط آب رودخانه شاپور رشد کنند. به استثنای لوبیا سایر ارقام سبزی و صیفی و تمامی گیاهان علوفه‌ای را می‌توان توسط آبیاری با آب رودخانه شاپور تولید کرد. آب این رودخانه برای تولید خرما، انگور، گریپ فروت، پرتقال، هلو، انگور، بادام و آلو می‌تواند استفاده شود.

- آب رودخانه دالکی برای جو، پنبه، چغندرقند، سورگوم، گندم، گندم دوروم، سوژا، نوعی لوبیا و نیشکر؛ کدو خورشتی، براکلی، گوجه فرنگی، اسفناج و کرفس مناسب است. تمامی گیاهان علوفه‌ای گندم ساقه بلند، علف گندم (Agropyron cristatum)، مَرغ، جو علوفه‌ای، چچم، بنداوش، علف هاردینگ، بوریای بلند، علف گندم (Agropyron sibiricum)، ماش، علف سودان و چاوداروحشی، سزبانیا، اسفرزه، یونجه، بیدگیاه، ذرت (علوفه)، شبدر برسیم و علف باغی سازگار با آب رودخانه دالکی هستند. رودخانه دالکی برای تولید خرما مناسب است.

- با سایر منابع آب سطحی جو، پنبه، چغندرقند و گندم دوروم به عمل می‌آیند و استفاده از این منابع به منظور تولید سبزی‌ها و صیفی‌ها، گیاهان علوفه‌ای و میوه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- پیشنهادات

- با توجه به اطلاع رسانی‌های مکرر در خصوص فراهم آمدن «تنوع‌های زیستی»، انجام تحقیقات لازم بر روی گیاهان جایگزین باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. از جمله گیاهان جایگزین جوجوبا (هوهوبا)، کنف و گوایول (Guayule)، چیا (Chia)، گوار (Guar) و تارویـد (Tarweed) را می‌توان نام برد. گیاهی به نام هس پارالوئی (Hesparaloe) نوعی گیاه لیفی است که احتمال تولید کاغذ با کیفیت بسیار مطلوب از آن وجود دارد. گیاهان دیگری از جمله لس کوارلا (Lesquerella) و ورونیا (Veronia)، از نظر امکان استحصال بعضی انواع روغن بسیار مورد توجه قرار دارند.

- برای تعیین دقیق الگوی کشت نیاز به بررسی پارامترهای متعددی مانند سطح زیر کشت، نیاز آبی، راندمان آبیاری، تبخیر و تعرق، مسائل اقتصادی و اجتماعی و غیره می‌باشد که ضرورت دارد به منظور بهره‌وری مناسب از منابع این منطقه بررسی جامعی در این زمینه صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

از مدیریت محترم شرکت آب منطقه‌ای استان بوشهر که هزینه اجرای این پژوهش را تامین نموده‌اند و همچنین از گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمران به خاطر همکاری و مساعدت، سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

احمدنژاد، ز. کلانتری، ن. کشاورزی، م. بوسلیک، ز. سجادی، ز.، ۱۳۸۹، "ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت زیرراه استان بوشهر از نظر کشاورزی" اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، ۳۸ صفحه.

احمدی، م. آستارایی، ع. کشاورز، پ. نصیری، م.، ۱۳۸۵، "تأثیر شوری آب آبیاری و کود بر روی عملکرد و ترکیب شیمیایی گندم" بیابان، جلد ۱۱، شماره۱، ۲۵ صفحه.

افشار (سیستانی)، ا.، ۱۳۷۲، "سیمای ایران، تهران، آقابیگ" چاپ اول، ۱۸۸صفحه.

امیدپور، ع.، ۱۳۸۵، "باشگاه اقتصاد کشاورزی آزاد" نقش روی در کاهش تنش شوری، باکا، ۴۷ صفحه.

برزگر، ع.، ۱۳۷۹،" خاک‌های شور و سدیمی: شناخت و بهره‌وری" انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ اول، صفحه ۲۲-۲۵.

جعفری، م.، ۱۳۸۷، "خاک‌های شور در منابع طبیعی (شناخت و اصلاح آن-ها)" انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، شماره ۲۴۵۰، ۶۶ صفحه.

حاج رسولیها، ش.، ۱۳۸۲، "کیفیت آب برای کشاورزی (ویراست دوم)" مرکز نشر دانشگاهی تهران، ۹۹ صفحه.

حاجی‌زاده، م.، ۱۳۸۹، "ضرورت مدرن‌سازی فن‌آوری و روش‌های کشت کشاورزی" کشاورزی سنتی، پرت بالای آب با حداقل محصول، سیاست روز، شماره ۲۶۴۱، ۵۸ صفحه.

علم بلادی، م.، ۱۳۸۷،" زمین‌شناسی عمومی استان بوشهر" انتشارات شیلاو، چاپ اول، ۵۱ صفحه.

علیزاده، ا.، ۱۳۶۸، "کیفیت آب در آبیاری" مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، ۲۰۲ صفحه.

علیزاده، ا.، ۱۳۸۱،" اصول هیدرولوژی کاربردی (چاپ چهارم)" مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، ۷۳ صفحه.

علیزاده، ا.، ۱۳۸۲، "رابطه آب و خاک و گیاه" انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۷-۱۸.

علیزاده، ا. نجفی مود، م. موسوی، ج. علیزاده، ب.، ۱۳۸۸، "تأثیر شوری آب در روش آبیاری بر روی برخی از پارامترهای رشد ۳ رقم چمن" نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸، صفحه ۱۶۹-۱۶۱.

غلامعلی‌زاده آهنگر، ا.، ۱۳۸۶، "کیفیت و ارزیابی کیفی آب آبیاری" نشر علوم کشاورزی، چاپ دوم، ۳۸ صفحه.

مطوری، ف.، ۱۳۸۶، "بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در محدوده سیاه منصور دزفول" پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۰۰ صفحه.

واعظی، س.، ۱۳۸۷، "هفته‌نامه محلی استان بوشهر" چاپ ۱۱، ۸۷ صفحه.

Ali Turan, M. Hassan Awad Elkarim, A. Taban, N. Taban, S., 2009, "Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant", *African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (9), P.893-897.*

Allah, R. Morocco, A., 1997, "The potential of salttolerant plants for utilisation of saline water, Option Mediterraneennes", *Ser, A/ n31,P.42.*

Ankidawa, B. Awhari, D., 2010, "Assessing the effect of salinity on an irrigated land", *Leonardo journal of sciences, ISSN 1583- 0233, P.1-8.*

Doneen, L.D., 1962, "The influence of crop and soil on percolating waters", *Proc, 1961 Biennial Conf, On Groundwater Recharge P.156-163.*

Doneen, L.D., 1964, "Notes on water quality in Agriculture" *Published as a water science and engineering paper, 4001, Department of water science and engineering, University of California, P.64.*

Grattan, S., 2002, "Irrigation Water Salinity and Crop Production, Plant-Water Relations Specialist", *University of California, P.116.*

Jeevanandam, M. Kannan, R. Srinivasalu, S. Rammohan, V., 2006, "Hydrogeochemistry and groundwater quality assessment of lower part of the Ponnaiyar river basin, Cuddalore district, south India", *Environ monit assess (2007) 132:P.263-274.*

Karanth, K.R., 2001, "Groundwater assessment development and management", *PubliShed by Tata McGraw Hill, P.98.*

Manjusree, T. M. Joseph, S. Thomas, J., 2009, "Hydrogeochemistry and Groundwater Quality in the Coastal Sandy Clay Aquifers of Alappuzha District, Kerala", *Journal geological society of India, Vol.74, October 2009, P.459-468.*

Pasternak, K., 1987, "Salt tolerance and crop production- a comprehensive approach, Ann, Rev, Pev, Phytophathol", *25: P.271-291.*

Stober, I. Bucher, K., 1999, "Deep groundwater in the crystalline basement of the Black Forest region", *Applied Geochemistry, 14, P.237-254.*

Syvertsen, J. Yeleosky, G., 1988, "Salinity can increase freeze tolerance of citrus rootstock seedlings by modifying growth, water relations, and mineral nutrition", *J. Am, Soc, Hort, Sci, 113: P.889-893.*

Tanji, K., 1990, "Agricultural salinity assessment and management", *ASCE Mannuals and Reports on engineering practice No.71, USA, P.91.*

University of California Committee of Consultants (UC-CC), 1974, "Guidelines for interpretation of water quality for agriculture", *University of California, Davis, P.13.*

Archive of SID

www.SID.ir