



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

ضد شوری یا ضد سدیم؟

(دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)

سرشناسه	هاشمی نژاد، یوسف، ۱۳۵۵ -
عنوان و نام پدیدآور	ضدشوری یا ضد سدیم؟: (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)/نویسندگان یوسف هاشمی نژاد، نادیا بشارت؛ ویراستار ترویجی علیمراد سرافرازی، سید پوریا باقی؛ ویراستار ادبی مجتبی خادمی؛ تهیه شده در مرکز ملی تحقیقات شوری-دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۲۴ص.
شابک	978-964-520-332-8
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۳.
موضوع	خاک -- نمک ها
موضوع	Soils, Salts in:
موضوع	خاک -- آبشویی
موضوع	Soils -- Leaching:
موضوع	خاک -- سدیم
موضوع	Soils -- Sodium content:
شناسه افزوده	بشارت، نادیا، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	مرکز ملی تحقیقات شوری
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	۱۳۹۶ ۴ ض ۹۵/ه۲ S
رده بندی دیویی	۴۱۶/۶۳۱:
شماره کتابشناسی ملی	۴۷۵۰۵۴۱:

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۳۲-۸

ISBN: 978-964-520-332-8



عنوان: ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)

نویسندگان: یوسف هاشمی نژاد، نادیا بشارت

ویراستاران ترویجی: علیمراد سرافرازی، سید پوریا باقی

ویراستار ادبی: مجتبی خادمی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

تهیه شده در: مرکز ملی تحقیقات شوری - دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۶

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۵۱۹۰۸ به تاریخ ۱۳۹۶/۰۴/۰۳ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن- پلاک ۱ و ۲ - معاونت ترویج ص. پ. ۱۱۱۳- ۱۹۳۹۵

تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳- ۰۲۱

مخاطبان:

- تولیدکنندگان محصولات زراعی و باغی
- کارشناسان و مروجان مسئول پهنه

اهداف:

شما با مطالعه این نشریه با خطرات شوری و سدیمی خاک و همچنین نحوه محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی برای بهبود وضعیت خاک اطراف ریشه، آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
پیشگفتار	۵
خطر شوری چیست؟	۶
هدایت الکتریکی (EC)	۷
ترکیب یونی	۸
چند رابطه مفید	۸
اصلاح خاک‌های شور	۹
محاسبه نیاز آب‌شویی	۱۳
محاسبه آب موردنیاز	۱۴
خطر سدیم چیست؟	۱۶
محاسبه نیاز گچی	۱۹
نتیجه‌گیری	۲۱
پاسخ خودآزمون	۲۲
منبع	۲۳

پیشگفتار

معضل شوری آب و خاک در بخش کشاورزی موجب خسارات فراوانی به تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود. در بین کاتیون‌های غالب، یون سدیم رابطه مستقیمی با شوری دارد، یعنی با افزایش شوری، غلظت یون سدیم نیز افزایش می‌یابد. براساس نسبت بین یون‌های موجود در خاک‌های متأثر از نمک در کشور، این منابع به سه دسته شور، شور-سدیمی و سدیمی طبقه‌بندی می‌شوند.

مشخصه بارز خاک‌های شور، کاهش رشد و عملکرد گیاهان کاشته شده و مشخصه بارز خاک‌های سدیمی، کاهش سرعت نفوذ آب در خاک است، در حالی که خاک‌های شور-سدیمی به تناسب، ترکیبی از این مشکلات را بروز می‌دهند.

روش مدیریت و اصلاح هر کدام از این دسته‌ها نیز کاملاً متفاوت است. برای اصلاح شوری، شناخته‌شده‌ترین روش، آب‌شویی است درحالی‌که برای اصلاح سدیم، از مواد اصلاح‌گر که معروف‌ترین آن‌ها گچ است استفاده می‌شود. از سویی دیگر، محصولات تجاری متفاوتی با نام‌های ضدشوری و یا ضدسدیم در بازار برای اصلاح منابع آب و خاک پیشنهاد می‌شوند. در این بین، آگاهی کشاورزان نسبت به نوع مشکلی که با آن روبرو هستند می‌تواند در انتخاب گزینه مناسب برای رفع مشکل مورد نظر مؤثر واقع شود.

این نشریه سعی دارد به زبان ساده مفاهیم شوری و سدیمی را برای مروجین و کشاورزان پیشرو تشریح کند. در هر بخش به تناسب موضوع، مثالی ارائه شده و برای سنجش توانایی خواننده در پاسخ به سوالات مشابه، خودآزمون‌هایی در متن گنجانده شده است. پاسخ خودآزمون‌ها نیز در انتهای نشریه آورده شده است.

۶ ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)

خطر شوری چیست؟

وجود املاح (شوری) در خاک، پتانسیل آب موجود در خاک را کاهش می دهد (منفی تر می کند). در خاک هایی که املاح (شوری) در آنها کمتر است نسبت به خاک هایی که املاح بیشتری دارند، حرکت آب به سمت ریشه گیاه روی می دهد. بنابراین وجود املاح در خاک، از حرکت آب به داخل ریشه گیاه جلوگیری می کند. به این پدیده، اثر عمومی یا اثر اسمزی شوری گفته می شود. در نتیجه اثر اسمزی، رشد و توسعه عمومی گیاه و همچنین عملکرد محصول کاهش می یابد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر عمومی شوری بر کاهش رشد و عملکرد پسته

برخی یون های موجود در خاک نیز اثرات اختصاصی بر فرایندهای رشد گیاه دارند. به این اثرات، سمیت ویژه یونی گفته می شود که عمدتاً در محصولات باغی و گیاهان چندساله حائز اهمیت است. مهمترین یون هایی که سمیت ویژه یونی درمورد آنها اهمیت دارد عبارتند از: بور، سدیم، کلر و منیزیم. علایم سمیت یونی در گیاهان مختلف متفاوت

بوده ولی شکل ۲ به صورت نمونه، علایم سمیت کلر و سدیم را در برگ پسته که به صورت سوختگی در حاشیه برگ ظاهر شده اند، نشان می دهد.



شکل ۲- علایم سمیت ویژه یونی

← (کلر و سدیم) در برگ پسته

هدایت الکتریکی (EC)

اگر دو سر یک سیم را به قطب‌های مثبت و منفی یک باتری و سر دیگر آن را به یک لامپ کوچک وصل کنید، طبیعی است که لامپ روشن می‌شود. حال اگر قسمتی از مدار را قطع کرده و دو سر سیم را از محل قطع مدار وارد آب خالص (آب مقطر) کنید، لامپ روشن نخواهد شد.

علت، این است که آب خالص نارسانای جریان الکتریسیته است. حال در همین وضعیت اگر مقدار کمی نمک به آب اضافه کنیم، لامپ روشن خواهد شد. در واقع آب می‌تواند جریان مستقیم برق را متناسب با غلظت نمک، بخوبی از خود عبور دهد. پس، واضح است هرچه مقدار نمک بیشتر شود، نور لامپ بیشتر خواهد بود.

بنابراین، می‌توان گفت بین هدایت جریان الکتریسیته و مقدار نمک، رابطه مستقیم وجود دارد. به بیان دقیق تر، مقدار عبور جریان الکتریکی، نسبت مستقیم با مقدار یون‌های موجود در محیط دارد.

لذا می‌توان از هدایت الکتریکی برای تخمین غلظت املاح (شوری) استفاده کرد. هدایت الکتریکی یک نمونه آب یا خاک، با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی دو سر الکترودهای موازی که در محلول فرو برده شده‌اند، تعیین می‌شود. برای این منظور، وسیله‌ای نیز ساخته شده که به دستگاه شوری‌سنج نیز معروف است (شکل ۳).



شکل ۳- تعیین هدایت الکتریکی به وسیله شوری‌سنج قابل حمل

۸ ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب‌شویی و نیاز گچی)

ترکیب یونی

در اثر حل شدن نمک، شوری به وجود می‌آید و در نتیجه، یون‌ها ایجاد می‌شوند. یون‌ها یا بار منفی دارند که آنیون نامیده شده و یا بار مثبت دارند که کاتیون نامیده می‌شوند. مهمترین کاتیون‌های موجود در ترکیب آب و محلول خاک عبارتند از: سدیم، کلسیم، منیزیم و پتاسیم. در بین آنیون‌ها: کلر، سولفات، کربنات و بی‌کربنات، یون‌های غالب هستند.

اگر غلظت یون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر بیان شود، تعداد اکی‌والان‌های دارای بار مثبت با تعداد اکی‌والان‌های دارای بار منفی برابر بوده و در نتیجه محلول‌های طبیعی از لحاظ الکتریکی همواره خنثی هستند. برای محاسبه تعداد اکی‌والان، باید وزن نمک بر وزن اتمی آن تقسیم و در بار یون ضرب شود.

مثال ۱:

می‌خواهیم محاسبه کنیم که در اثر انحلال ۱۱۶۰ میلی‌گرم نمک طعام چند میلی‌اکی‌والان سدیم یا کلر، آزاد می‌شود؟
هر مول نمک طعام ۵۸ گرم وزن دارد. در نتیجه ۱۱۶۰ میلی‌گرم نمک طعام معادل $\frac{1160}{58}$ یا ۲۰ میلی‌مول است. در اثر انحلال هر مول نمک طعام یک مول سدیم و یک مول کلر ایجاد می‌شود. در نتیجه ۲۰ میلی‌مول نمک طعام، ۲۰ میلی‌مول سدیم (کاتیون) و ۲۰ میلی‌مول کلر (آنیون) ایجاد می‌کند. از آن جا که هر دو یون تک‌ظرفیتی هستند یعنی ۲۰ میلی‌اکی‌والان سدیم و ۲۰ میلی‌اکی‌والان کلر ایجاد می‌شود.

خودآزمون ۱:

در اثر حل شدن ۲۰۰۰ میلی‌گرم نمک سولفات پتاسیم، چند میلی‌اکی‌والان سولفات و پتاسیم آزاد می‌شود؟

چند رابطه مفید

جدول ۱ چند رابطه مفید را که برای انجام محاسبات و یا مدیریت نتایج آزمایش‌های آب‌و خاک استفاده می‌شوند، نشان می‌دهد.

جدول ۱- چند رابطه مفید برای یون‌های محلول و شوری آب‌و خاک

پارامتر	واحد	رابطه
مجموع کاتیون‌ها (SC)	meq/l	$SC = SA$
مجموع آنیون‌ها (SA)	meq/l	$SC = SA = EC \times 10$
هدایت الکتریکی (EC)	dS/m	$TDS = EC \times 640$ (برای EC تا ۵)
جامدات محلول (TDS)	mg/l	$TDS = EC \times 700$ (برای EC بین ۵ تا ۱۰)
قدرت یونی (μ)	mol/l	$1000\mu = 1/35 \times SC + 0/5355$

مثال ۲:

شوری یک محلول ۱۰۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر کلرور کلسیم چند است؟
در این محلول تنها کاتیون موجود کلسیم است که غلظت آن ۱۰۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. در نتیجه براساس رابطه دوم برای بدست آوردن شوری، کافیت آن را بر ۱۰ تقسیم کنیم. در نتیجه شوری آن حدود ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر خواهد بود.

اصلاح خاک‌های شور

تاکنون شناخته شده‌ترین روش اصلاح خاک‌های شور و نه (سدیمی) آب‌شویی است. آب‌شویی به معنی کاهش شوری خاک منطقه ریشه، به میزان قابل تحمل برای تولید محصول است. آب‌شویی قبل از کشت به دلیل تلفات بیشتر آب و نیز از دست دادن احتمالی تاریخ مناسب کاشت معمولاً توصیه نمی‌شود. به‌همین منظور آب‌شویی یا قبل از کشت یا در طول فصل رشد انجام می‌شود.

آب‌شویی در طول فصل رشد به معنی مصرف مقداری از آب مازاد بر نیاز تبخیر و تعرق گیاه به منظور شستشوی املاح موجود در خاک منطقه ریشه و کاهش اثرات منفی شوری آب آبیاری بر گیاه است. البته به‌دلیل کارایی پایین آبیاری در سطح مزرعه، همواره درصدی از آب مصرفی از منطقه ریشه خارج شده و عملاً صرف آب‌شویی خاک می‌شود. نسبت آب اضافه شده برای شستشوی خاک منطقه ریشه به کل آب مصرفی در مزرعه را **کسر آب‌شویی** می‌نامند.

۱۰. ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)

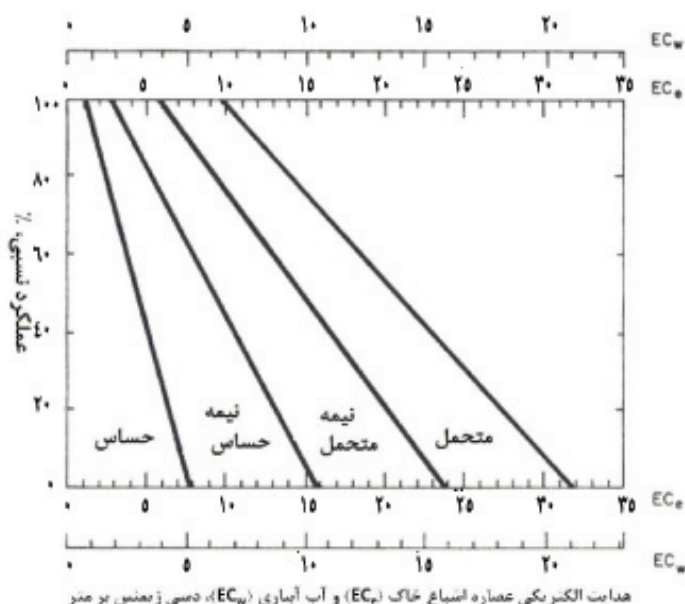
مقدار کسر آب شویی، در روش‌های مختلف آبیاری و مدیریت‌های مختلف متفاوت است و ممکن است کمتر، بیشتر و یا مساوی با نیاز آب شویی آن مزرعه باشد. نیاز آب شویی در واقع، حداقل مقداری از کسر آب شویی است که بتواند شوری خاک را در حد تحمل محصول حفظ کند. بنابراین، در موقع محاسبه **نیاز آب شویی** هر مزرعه، باید به روش آبیاری، راندمان و هدررفت احتمالی ناشی از کارکرد سامانه توجه شود و در صورت بیشتر شدن حجم تلفات نسبت به برآوردهای نیاز آب شویی آن مزرعه، از بکارگیری آب مجزا برای آب شویی املاح خاک پرهیز شود.

با توجه به اینکه نیاز آب شویی وابسته به تحمل محصول نسبت به

شوری است، ذکر چند نکته در این خصوص ضروری به نظر می‌رسد.

نکته اول: هر محصول تا حد معینی از شوری را بدون کاهش عملکرد تحمل می‌کند.

به این مقدار، **حد آستانه تحمل به شوری** گفته می‌شود. بدیهی است کاهش شوری خاک به زیر حد آستانه، نقشی در افزایش عملکرد محصول نخواهد داشت. با در نظر گرفتن مفهوم فوق، گیاهان به دسته‌های مختلفی از نظر حد آستانه تحمل به شوری شامل حساس، نیمه حساس، نیمه متحمل و متحمل به شوری طبقه‌بندی شده‌اند (شکل ۴).



شکل ۴- طبقه‌بندی تحمل نسبی گیاهان در برابر شوری بر حسب آستانه و شیب کاهش عملکرد نسبی

نکته دوم: گیاهان به متوسط شوری محلول خاک (EC_{ss}) در منطقه ریشه واکنش نشان می‌دهند. از آنجا که تعیین شوری محلول خاک احتیاج به وسایل خاصی دارد، در نتیجه معمولاً با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) اندازه‌گیری می‌شود. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در حالت ماندگار، با هدایت الکتریکی آب آبیاری (EC_{iw} یا EC_w) رابطه‌ای مستقیم دارد.

این رابطه وابسته به کسر آب‌شویی است. بدین ترتیب که در هر مقدار از کسر آب‌شویی در حالت ماندگار یک ضریب غلظت (X) تعریف شده است که با ضرب کردن آن در شوری آب آبیاری می‌توان متوسط شوری خاک در منطقه ریشه را تخمین زد:

$$EC_e \text{ (dS/m)} = EC_{iw} \text{ (dS/m)} \cdot X$$

در کسر آب‌شویی حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد، مقدار ضریب غلظت حدود ۱/۵ است و در نتیجه معمولاً عنوان می‌شود که شوری خاک یک و نیم برابر شوری آب آبیاری است، در حالی که در کسر آب‌شویی حدود ۵ درصد، مقدار ضریب غلظت بیش از ۳ بوده است و در کسر آب‌شویی ۸۰ درصد، مقدار ضریب غلظت تا حدود ۰/۶ متغیر است. همچنین در مقادیر کسر آب‌شویی بالای ۴۰ درصد، انتظار می‌رود ضریب غلظت کمتر از ۱ شود. در نتیجه، در این مقادیر آب‌شویی، شوری عصاره اشباع خاک حتی کمتر از شوری آب آبیاری خواهد بود.

نکته سوم: هر چند از لحاظ نظری می‌توان شوری خاک را به کمتر از شوری آب آبیاری نیز کاهش داد ولی اولاً این کاهش تا مقدار مشخصی امکان‌پذیر است و ثانیاً اعمال مقادیر کسر آب‌شویی بالا منجر به تلفات آب بسیار زیادی خواهد شد.

مثال ۳:

فرض کنید آب آبیاری با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در اختیار دارید. به‌منظور مدیریت شوری خاک در منطقه ریشه برای گیاهان ذرت، گندم، جو و پسته مقدار کسر آبشویی چقدر باید باشد؟

پاسخ در جدول زیر به‌طور خلاصه آمده است:

محصول	ذرت	گندم	جو	پسته
حد آستانه	۱/۷	۶	۸	۱۲
ضریب غلظت	۰/۱۱	۰/۴	۰/۵۳	۰/۸
کسر آبشویی	بیش از ۱۰۰٪	بیش از ۱۰۰٪	۹۰٪	۴۷٪

در توضیحات قبل یادآور شدیم که ضریب غلظت زیر ۰/۶ به معنی بالغ بر ۸۰ درصد آبشویی است که از لحاظ مصرف آب، منطقی نیست. تنها برای پسته، ضریب غلظت ۰/۸ معادل کسر آبشویی حدود ۵۰ درصد است. حتی همین مقدار از آبشویی نیز از لحاظ مصرف آب منطقی نیست. در نتیجه، کشاورزان مقداری از کاهش عملکرد را قبول می‌کنند و با اعمال کسر آبشویی کمتر، شوری خاک را در مقادیری بالاتر از حد آستانه مدیریت می‌کنند.

با توجه به مثال ۳ مشخص شد که آبشویی با هر کیفیتی از آب آبیاری نمی‌تواند شوری خاک را در هر حدی که مدنظر است کاهش دهد.

در بسیاری از موارد می‌توان با انتخاب محصولات سازگار به شوری، با مصرف آب کمتر نسبت به محصولات حساس‌تر، عملکرد قابل قبولی را نیز به‌دست آورد. همچنین باید توجه داشت که بخشی از نیاز آبشویی نیز از طریق بارندگی‌های فصل رشد تأمین می‌شود.

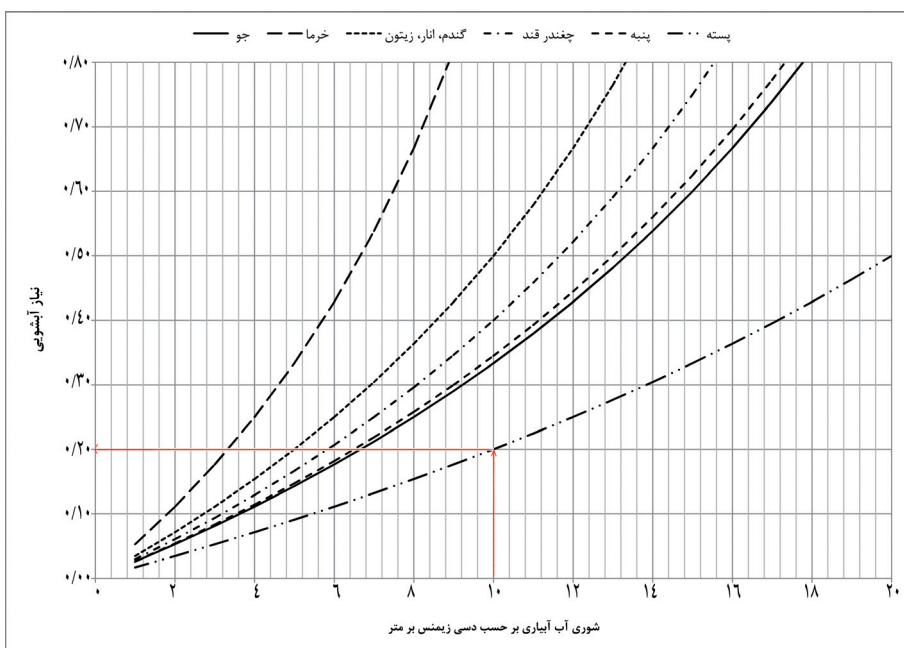
در نتیجه، بارندگی در محاسبه نیاز گچی برای اصلاح خطر سدیم نقش منفی و در محاسبه نیاز آبشویی نقش مثبت دارد که در هر دو حالت باید در نظر گرفته شود.

محاسبه نیاز آب‌شویی

برای محاسبه نیاز آب‌شویی، روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از متداول‌ترین این روش‌ها از طریق رابطه زیر است:

$$LR = \frac{EC_{iw}}{5EC_t - EC_{iw}}$$

در رابطه فوق، EC_t حد آستانه تحمل به شوری محصول است. براساس این رابطه و براساس جداول تحمل نسبی گیاهان به شوری، محاسبه نیاز آب‌شویی برای چند محصول کمتر سازگار نسبت به محصولات سازگار به شوری، در شکل ۵ آورده شده است. برای استفاده از این نمودار شوری، آب آبیاری را از محور افقی پیدا کرده، آن را به منحنی مربوط به محصول موردنظر وصل کرده و از محل تقاطع با محور عمودی، نیاز آب‌شویی بدست می‌آید. برای تبدیل آن برحسب درصد مقدار حاصله باید در عدد ۱۰۰ ضرب شود.



شکل ۵- محاسبه نیاز آب‌شویی برای برخی محصولات زراعی و باغی

۱۴ ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آبشویی و نیاز گچی)

مثال ۴:

اگر شوری آب آبیاری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باشد، میزان نیاز آبشویی برای پسته را محاسبه کنید.
براساس شکل ۵ این مقدار ۲۰ درصد است.

خودآزمون ۲:

در همین مقدار شوری آب آبیاری، نیاز آبشویی را برای سایر محصولات محاسبه کنید.

باید توجه داشت که مقدار نیاز آبشویی ممکن است کمتر، بیشتر و یا مساوی کسر آبشویی که کشاورز اعمال می‌کند باشد. به‌طور مثال اگر کسر آبشویی اعمال شده به وسیله کشاورز ۱۰ درصد و نیاز آبشویی ۲۰ درصد محاسبه شده باشد، فقط لازم است ۱۰ درصد آبشویی بیشتر اعمال شود.

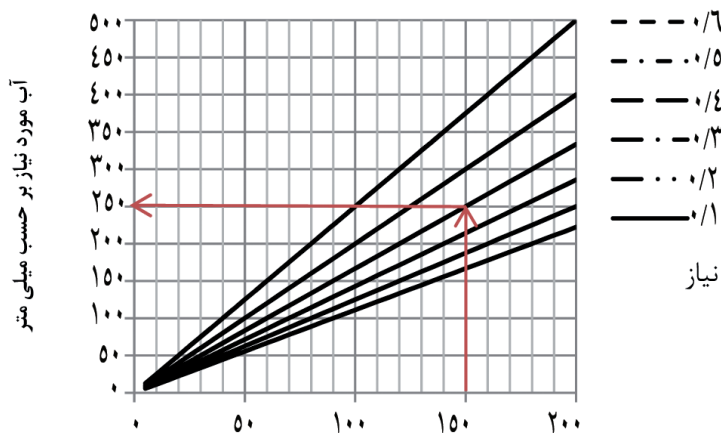
محاسبه آب موردنیاز

پس از محاسبه نیاز آبشویی با توجه به تبخیر و تعرق گیاه، میزان آب موردنیاز محصول در یک آبیاری با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$AW = \frac{ET}{1 - LR}$$

که در این رابطه، ET تبخیر و تعرق گیاه موردنظر است.
برهمن مینا و برای ساده کردن محاسبات، میزان آب موردنیاز در مقادیر مختلف کسر آبشویی، در شکل ۶ محاسبه شده است.

۱۵  ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)



تبخیر و تعرق در فاصله دو آبیاری بر حسب میلی متر
شکل ۶- محاسبه آب مورد نیاز با توجه به تبخیر و تعرق و نیاز آب شویی

مثال ۵:

تبخیر و تعرق پسته در اردکان در یک دوره آبیاری ۱۵۰ میلی متر برآورد می شود. چنانچه نیاز آب شویی ۴۰ درصد باشد، کل آب مورد نیاز برای آبیاری چقدر است؟ براساس شکل ۶ این مقدار حدود ۲۵۰ میلی متر برآورد می شود.

نکته چهارم: با افزایش نیاز آب شویی، میزان آب مورد نیاز سالانه نیز به شدت افزایش می یابد به طوری که هزینه پمپاژ و آب بها به شدت زیاد خواهد شد. در این شرایط، تغییر الگوی کشت و استفاده از گیاهان مقاوم به شوری (به منظور کاهش نیاز آب شویی) و مقاوم به خشکی (به منظور کاهش آب مصرفی) می تواند راهگشا باشد.

خودآزمون ۳:

در همین حالت اگر نیاز آب شویی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد باشد، میزان آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری چقدر است؟

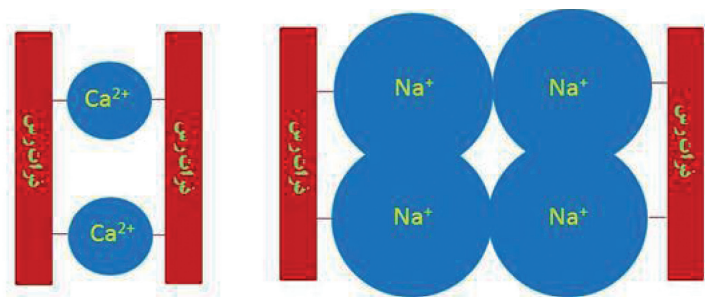
خطر سدیم چیست؟

معمولاً در بین کاتیون‌ها، سدیم و در بین آنیون‌ها، کلر بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دهند. درعین‌حال، به هر خاک و یا آبی سدیمی اطلاق نمی‌شود. برای تعیین خطر سدیم در آب، از معیار نسبت جذب سدیم (SAR) استفاده می‌شود.

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

در رابطه فوق، مقادیر داخل کروشه، غلظت یون‌های سدیم (Na^+)، کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) برحسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر را نشان می‌دهند. هرچند مقادیر SAR بالای ۱۵ برای قرارگیری خاک و یا آب آبیاری در دسته سدیمی کفایت می‌کند، برای تشخیص خطر سدیم اضافی باید از مقادیر EC و SAR بطور همزمان استفاده شود. اگرچه سدیم اضافی در **خاک** مشکل‌ساز می‌شود ولی برای ارزیابی خطر سدیم در خاک‌های تحت آبیاری باید این خطر در **آب آبیاری** ارزیابی شود.

سدیم اضافی منجر به کاهش سرعت نفوذ آب در خاک می‌شود. در خاک‌های سدیمی، ساختمان خاک تخریب شده و ذرات ریزدانه، فضای منافذ خاک را مسدود کرده و منجر به کاهش سرعت نفوذ آب در خاک می‌شود. این موضوع عمدتاً به دلیل قطر زیاد یون آب پوشیده سدیم اتفاق می‌افتد که در موقع قرار گرفتن بر روی سطوح رس‌های خاک، ذرات را از هم دور می‌کند و پدیده انتشار (دیسپرژن) روی می‌دهد (شکل ۷).



هماور شده.
قطر آب پوشیده کم

دیسپرسی شده.
قطر آب پوشیده زیاد

شکل ۷- اثر ظرفیت و قطر یون آب پوشیده بر همآوری ذرات رس

توجه داشته باشید که یون‌ها در خاک و آب به وسیله گره‌ای از آب پوشیده می‌شوند و همراه با این گره‌ی پوشیده از آب در واکنش‌ها شرکت می‌کنند. خاک‌های سدیمی بکر در کشور ما بسیار گسترده‌اند ولی آب‌هایی که همزمان هم سدیم بالا و هم شوری پایین دارند بسیار کم هستند.

غالباً عکس پدیده انتشار، نزدیک شدن و یا چسبیدن ذرات به یکدیگر (هماوری یا فلوکولیشن) است که در نتیجه آن، ذرات رس به یکدیگر نزدیک می‌شوند. افزایش شوری و نیز غلظت یون‌های دوظرفیتی به خصوص کلسیم موجب افزایش پدیده هماوری در خاک می‌شود (شکل ۷).

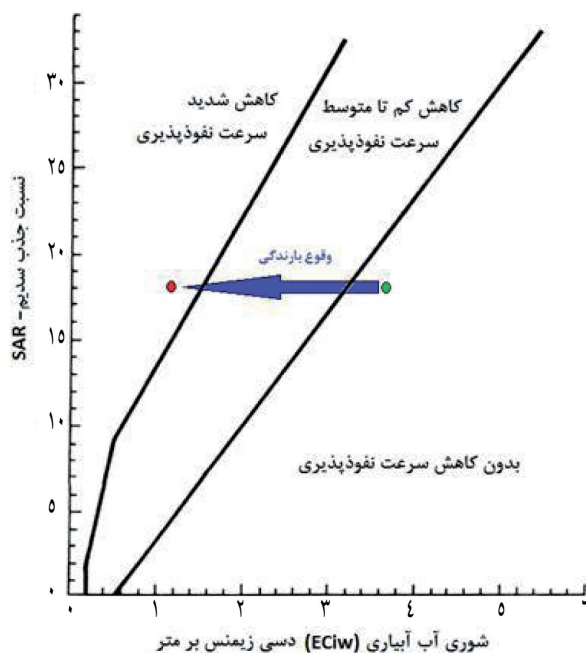
آب‌های سدیمی شوری بالایی دارند. در نتیجه، خاک‌های تحت آبیاری با این منابع آب به دلیل اثر مثبت شوری بر هماوری ذرات خاک، مشکل کاهش سرعت نفوذ آب در خاک را بروز نمی‌دهند. در عین حال، وقوع بارندگی‌های سنگین به خصوص در فصل بهار می‌تواند شوری محلول خاک لایه سطحی را کاهش دهد، در حالی که سدیم همچنان در مکان‌های تبادل ذرات رس قرار دارد. ادامه این وضعیت سبب می‌شود خاک‌هایی که بدون کاهش سرعت نفوذپذیری طبقه‌بندی می‌شدند، در گروه کاهش شدید سرعت نفوذپذیری قرار گیرند. به این ترتیب استفاده از مواد اصلاح‌کننده مانند گچ برای اصلاح این خاک‌ها ضرورت می‌یابد.

شکل ۸ برای تشخیص خطر کاهش سرعت نفوذ آب در خاک به علت وجود سدیم اضافی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر این اساس، در مقادیر SAR حدود ۱۵، شوری آب آبیاری باید زیر ۲ دسی‌زیمنس بر متر باشد تا کاهش سرعت نفوذ آب در خاک اتفاق بیفتد. در واقع شوری‌های آب آبیاری بالاتر از این حد، اثر اصلاح‌کننده بر سدیم اضافی خاک دارند.

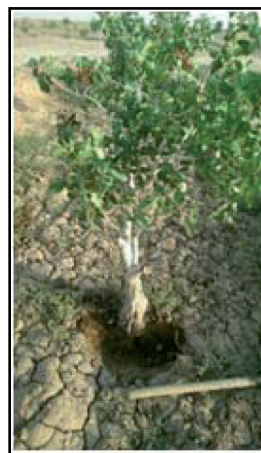
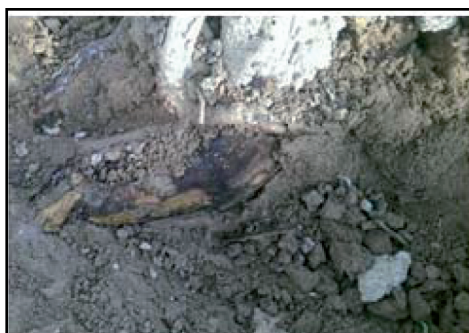
وقوع بارندگی‌های بهاره و در پی آن، تخریب ساختمان خاک در لایه سطحی باعث می‌شود آب باران با شوری بسیار کم تا مدت‌ها پای طوقه گیاه باقی بماند. این موضوع باعث شیوع بیماری‌های قارچی پوسیدگی طوقه در محصولات که نسبت به آن حساس هستند می‌شود.

۱۸ ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)



شکل ۸- تعیین خطر کاهش سرعت نفوذ آب در خاک با توجه به شوری و نسبت جذب سدیم آب آبیاری

شکل ۹ شیوع بیماری پوسیدگی طوقه پسته در یک خاک شور سدیمی را پس از وقوع یک بارندگی بهاره در استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.



شکل ۹- شیوع بیماری پوسیدگی طوقه پسته در یک خاک شور سدیمی پس از وقوع بارندگی بهاره (استان خراسان رضوی)

محاسبه نیاز گچی

به منظور محاسبه نیاز گچی برای اصلاح خاک، عوامل مختلفی باید در نظر گرفته شوند. ابتدا تشخیص نیاز یا عدم نیاز به مواد اصلاح کننده است که در خاک های تحت آبیاری، با توجه به شکل ۸ و با در نظر گرفتن نقش بارندگی به خصوص در خاک های سنگین بافت باید تفسیر شود. پس از تشخیص نیاز به گچ، درصد سدیم تبدلی خاک باید با تجزیه آزمایشگاهی تعیین شود. درصد سدیم تبدلی نشان دهنده آن است که چند درصد از ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک به وسیله سدیم قابل تبادل (Na_{ex}) اشغال شده است.

$$ESP = \frac{Na_{ex}}{CEC} \times 100$$

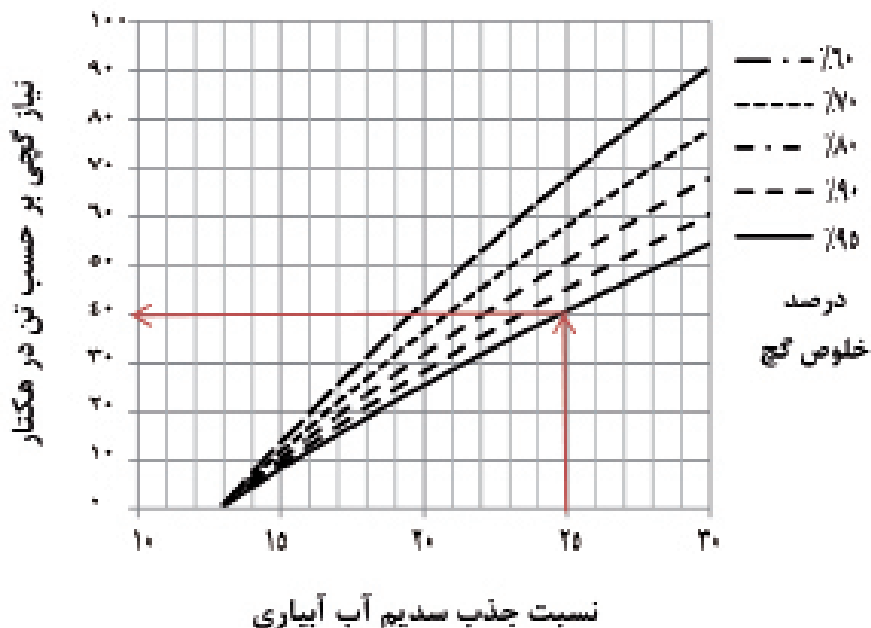
در رابطه فوق ESP برحسب درصد و Na_{ex} و CEC هر دو برحسب سانتی مول بر کیلو گرم هستند.

از آنجا که تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی و سدیم قابل تبادل در آزمایشگاه دشوار است، در نتیجه با استفاده از روابط تجربی ضریب گاپون، مقدار ESP در لایه خاک سطحی با توجه به SAR آب آبیاری، تخمین زده می شود.

$$ESP = \frac{100 * (-0.0126 + 0.01475 * SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475 * SAR)}$$

پس از تخمین درصد سدیم تبدلی با توجه به خصوصیات مانده وزن مخصوص ظاهری خاک، عمق مورد نظر برای اصلاح و نیز درصد خلوص گچ، میزان گچ مورد نیاز تخمین زده می شود. شکل ۱۰ محاسبات لازم برای تعیین نیاز گچی را برای ۳۰ سانتی متر بالایی خاک با فرض وزن مخصوص ظاهری ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب انجام داده است.

۲۰. ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)



شکل ۱۰- محاسبه نیاز گچی برای اصلاح ۳۰ سانتیمتر بالایی خاک (وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب)

مثال ۶:

اگر نسبت جذب سدیم آب آبیاری ۲۵ و درصد خلوص گچ ۹۵ درصد باشد، میزان گچ موردنیاز برای اصلاح ۳۰ سانتی متر بالایی خاک را حساب کنید؟
براساس (شکل ۱۰) این مقدار ۴۰ تن در هکتار است.

خودآزمون ۴

میزان نیاز گچی برای آب دارای نسبت جذب سدیم ۲۰ و درصد خلوص ۸۰ درصد را محاسبه کنید.

نتیجه گیری

نگاهی به ترکیبات ضد شوری موجود در بازار نشان می‌دهد که همه این ترکیبات، حاوی کلسیم هستند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- برخی ترکیبات موسوم به ضد شوری موجود در بازار.

جایگزینی کلسیم به جای سدیم در مکان‌های تبدلی منجر به افزایش سرعت نفوذ آب در خاک می‌شود و در نتیجه، عمل آبشویی املاح راحت‌تر انجام می‌شود. جایگزینی یک یون به جای یون دیگر موجب کاهش شوری خاک نمی‌شود و در نتیجه برای کاهش شوری، آبشویی مجدد لازم است.

همچنین کودهای اسیدز، اسیدهای آلی و معدنی که در کشاورزی استفاده می‌شوند موجب تأثیر مثبت افزایش انحلال کلسیم موجود در کربنات‌ها می‌شوند. به این ترتیب، کلسیم آزاد شده می‌تواند در جایگاه‌های تبدلی خاک، جایگزین سدیم شود.

به عنوان جمع‌بندی نهایی، هر چند یون سدیم در بین کاتیون‌های محلول، یون غالب است ولی همواره خطر شوری، همراه با خطر سدیم اضافی نیست. ترکیبات حاوی کلسیم می‌توانند خطر سدیم اضافی را برطرف کنند ولی برای کاهش اثر شوری، تنها روش مؤثر تاکنون آبشویی است.

۲۲ ♦..... ضد شوری یا ضد سدیم؟(دستورالعمل محاسبه نیاز آبشویی و نیاز گچی)

پاسخ خود آزمون

- ✓ خود آزمون اول- ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر K_2SO_4 معادل ۱۱/۵ میلی اکی والان در لیتر یون پتاسیم و یون سولفات.
- ✓ خود آزمون دوم- ۳۵ درصد برای جو و پنبه، ۴۰ درصد برای چغندر قند، ۵۰ درصد برای گندم، انار و زیتون و بیش از ۸۰ درصد برای خرما.
- ✓ خود آزمون سوم- ۱۶۵ میلی متر برای ۱۰ درصد، ۱۹۰ میلی متر برای ۲۰ درصد و ۳۰۰ میلی متر برای ۵۰ درصد.
- ✓ خود آزمون چهارم- حدود ۳۱ تن در هکتار.

ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستورالعمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی) ۲۳ 

منبع

حاج رسولی‌ها، شاپور (مترجم). ۱۳۸۲. کیفیت آب برای کشاورزی. مرکز

نشر دانشگاهی.

۲۴  ضد شوری یا ضد سدیم؟ (دستور العمل محاسبه نیاز آب شویی و نیاز گچی)

یادداشت