

مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۷

موضوع:

زهکشی واحیاء اراضی کشاورزی

تألیف:

محمد بای، پوروی

هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران

۳۱ مرداد - ۲ شهریور ۱۳۷۳

تهران

## زهکشی و احیاء اراضی کشاورزی

محمد بای بوردی

هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران

۳۱ مرداد - ۲ شهریور ۱۳۷۳ - تهران

### کلیات :

واژه‌هایی مانند احیاء، اصلاح و بهسازی که در ارتباط با خاک و زمین بکار می‌رود در کشورهای مختلف معانی و مفاهیم گوناگون دارد ولی در کشور ایران مراد از بهسازی خاک، زدودن، آبخش و زهکشی انواع املاح محلول از خاک است که با اثر آبیاری یا آبپاشی با کیفیت نامناسب در دل خاک انباشته شده‌اند و یا در زمینهای آیش و باتر خیز سطح ایستابی شور موجبات شوری خاک را فراهم ساخته و یا هر دو عامل توأمان عمل کرده‌اند. پیدایش و زوال قندنهای ایران و بین النهرین در خوزستان و فارس با آبیاری بیرویه آغاز و با انباشتن املاح و نبود شبکه زهکشی به پایان آمده است. چنین روند و الگویی در قندنهای هندوستان و چین و مایاها و آرتکهای آمریکای لاتین نیز عیناً مشاهده می‌شود.

در کشور ایران، میزان بارندگی بین ۲۵ میلیمتر تا ۲۰۰۰ میلیمتر در سال نوسان کرده و تبخیر و تعرق مطلق نیز از حداقل ۱۰۰۰ میلیمتر تا بیش از ۴۰۰۰ میلیمتر در نوسان است. محققاً در درون کویرهای ایران که فاقد ایستگاه هواشناسی هستند، نقاطی وجود دارند که تبخیر و تعرق به ۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰ میلیمتر در سال نیز بالغ می‌شود. متأسفانه توزیع زمانی و مکانی بارندگی نیز به ترتیبی است که حتی در نقاطی مانند آستارا که بارندگی سالانه ۲۰۰۰ میلیمتر و بیشترین در ایران است، در فصول تابستان تبخیر بر بارندگی پیشی گرفته و آبیاری را برای برداشت يك عملکرد مطلوب از کشت های مختلف، الزام آور می‌سازد.

مساحت زمینهای نمکرده ایران به درستی مشخص نیست. کودا (Kovda (۱۹۸۰) مساحت آنرا در حدود ۲۷ میلیون هکتار برآورد کرده است. مؤسسه تحقیقات خاک و آب که وارث مؤسسه خاکشناسی سابق است از ارزیابی هفت میلیون هکتار زمینهای کشاورزی مورد استفاده به منظور تعیین قابلیت آبیاری آنها، ۱/۵ میلیون هکتار را اراضی شور، قلیائی و ماندابی رده بندی کرده است. از طرفی در يك میلیون هکتار از اراضی زیر دست سدهای ساخته شده که به شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی تجهیز شده‌اند، درصد اراضی شور و قلیا و ماندابی پس از آغاز بهره برداری رو با افزایش گذارده و در بقیه اراضی دیم نیز عوارض شوری در عملکردها منعکس است. بنابراین اگر رقم ۲۷ میلیون هکتار کودا (۱۹۸۰) Kovda را برای کل ایران بپذیریم، مساحت زمینهای کشاورزی آلوده به نمک فقط در محدوده ۱۸ میلیون هکتار زمینهای کشت آبی، دیم و آیش سالانه به حدود هفت میلیون هکتار بالغ می‌شود که با افزایش کشتهای آبی در حال افزایش میباشد.

شوری یا غلظت نمک در خاکهای ایران متفاوت بوده و از یک گرم در لیتر محلول خاک تا صد گرم گزارش شده است. در کویرهای مرکزی، سبزواری، لوت، ..... سطحی بودن سفره آب زیرزمینی شور و شدت تبخیر سبب شده است که نمک بصورت جامد در سطح خاک ته نشین شود که در اینصورت غلظت آن بیش از دوست گرم در هر لیتر محلول خاک خواهد بود. در استانهای جنوبی کشور مثلاً در نقاطی از خوزستان، غلظت املاح در آب زیرزمینی به صد گرم در لیتر بالغ میشود که در حقیقت بیش از سه برابر شوری آب خلیج فارس میباشد. در مواردی که سفره آب زیرزمینی در اعماق نیم یا یک متری قرار دارد، تبخیر میتواند تا دو هزار میلیمتر آب شور را از سفره ریخته و به سطح خاک هدایت کند ولی با افزایش عمق سطح ایستایی تا چهار متر، خیز موتینه ای آب شور تقریباً متوقف میشود.

در سطح جهانی از ۲۵۰ میلیون هکتار کشت آبی، سالانه ۲ تا ۴ میلیون هکتار بعلت شوری یا ماندابی شدن از چرخ تولید خارج شده و یا عملکرد کشتهای مختلف در این خاکها کاهش محسوس مییابد. از ۱۸۰۰ میلیون هکتار زمینهای زیر کشت جهان، اعم از آبی و دیم نیز در حدود هزار میلیون هکتار بطریقی با مسئله دائم الزاید شوری روبرو هستند.

در اغلب نقاط دنیا برای نمک زدائی و بهسازی اراضی به شبکه های زهکشی زیرزمینی رو آورده اند و با آنکه در حدود ۱۵۰ میلیون هکتار از اراضی فاریاب دارای شبکه زهکشی میباشند ولی بخش اعظم آن در نقاط مرطوب و برای انتقال آب اضافی از خاک بوده و نه شوری. ولی با افزایش جمعیت و الزام به تولید بیشتر محصولات کشاورزی، زهکشی به منظور کنترل شوری در کلیه نقاط دنیا که مبتلا به آن هستند در حال افزایش است. در کشور ایران از پنج میلیون هکتار کشت آبی، کمتر از دوست هزار هکتار شبکه زهکش زیرزمینی داتر دارند.

### پرفی تعاریف و واحدها:

شوری آب و خاک را معمولاً با هدایت الکتریکی آن می سنجند. واحد آن mmhos/cm است که در نظام بین المللی ( SI ) که بتدریج جایگزین CGS و MKS میگردد، معادلهای آن عبارتند از:

$$1 \text{ mmhos/cm} = 1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} \quad (1)$$

( S کوتاه شده Simens، d برای دسی و m برای میلی )

بین هدایت الکتریکی و مقدار وزنی نمکها، رابطه زیر برقرار است :

$$\text{mg/kg} = \text{ppm} = 640 \text{ ( EC )} \quad (2)$$

mmhos/cm

$$EC \text{ ( mmhos/cm )} = \frac{\text{meq/L}}{10} \quad (۳)$$

( میلی اکیوالانت در لیتر ) meq/L

$$ESP = \frac{\text{NaX}}{\text{CEC}} \times 100 \quad \text{meq/100 gr.} \quad (۴)$$

$$ESR = \frac{\text{NaX}}{\text{CEC-NaX}} \quad \text{meq/100 gr.} \quad (۵)$$

$$SAR = \frac{\text{Na}}{\left( \frac{\text{Ca+Mg}}{2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{mmol/L}) \quad (۶)$$

$$\frac{ESP}{100-ESP} = 0.015 SAR \quad (۷)$$

(۸) آبی با غلظت يك گرم در لیتر و با مصرف پانزده هزار مترمکعب در هکتار که فعلاً در ایران مرسوم است، سالانه پانزده تن نمك بـخاک اضافه میکند.

CEC : ظرفیت تبادل یونی در خاک که برحسب میلی اکیوالانت در صد گرم خاک یا  $\text{Cmol}_c$  بر کیلوگرم

خاک بیان میشود و مقادیر عددی در هر دو واحد یکسانند.

Mg, Na, Ca : مقادیر محلول کاتیون ( mmol/L )

NaX : سدیم جذب سطحی شده ( meq/100 gr. )

### مسئله شوری در خاک :

بهسازی و زهکشی اراضی نمکرده در سه مرحله انجام میشود:

#### ۱- شناسایی:

برای شناخت انواع خاکهای نمکرده از جدول (۱) استفاده میشود.

شور سدیمی	سدیمی	شور	بدون نمک	ویژگیهای عصاره اشباع خاک
>4	<4	>4	<4	ECe (mmhos/cm)
>15	>15	<15	<15	ESP
<8.5	>8.5	<8.5	<8.5	PH

جدول شماره (۱)

این جدول در چهل سال اخیر تغییر نکرده جزء آنکه در مواردی هدایت الکتریکی عصاره اشباع بجای mmhos/cm برحسب dS/m ( دسی سیمنز بر متر ) بیان میشود که برابر یکدیگرند و هر دو برابر ms/cm ( میلی سیمنز بر سانتیمتر).

دیگر اینکه خاکهای شور خود بسته به مقدار املاح به چهار گروه تقسیم میشوند که شوری هر گروه نسبت به گروه پیشین ۴ واحد بیشتر است و حدود و مرز چهارگانه شوری تقریباً با حدود و ثغور کشتهای مختلف از نظر حساسیت یا مقاومت به شوری تطابق دارد و سوم آنکه ESP بجای آنکه در ۱۵ تثبیت شود بسته به رس غالب خاک، مقادیر زیر را بخود میگیرد:

رس مونتموریلونیتی      ESP = 8

رس ایلیت و ورمی کولیت      ESP = 15

رس کائولینیت      ESP = 22

خاکهای شور ( Saline Soils ) در روسیه به Solonchak و در نظام قدیم رده بندی خاکهای آمریکا به قلیا سفید White alkali و در رده بندی جدید به Salorthid موسوم است. بهسازی آنها مستلزم خارج کردن املاح اضافی مزاحم از خاک است.

خاکهای سدیمی ( Sodic Soils ) در روسیه به Solonetz و در نظام قدیم رده بندی خاکهای آمریکا به قلیا سیاه Black alkali و در رده بندی جدید، Natrargid نامیده میشود و بهسازی آنها با کاهش سدیم تبادلی در خاک و آبشویی آن امکانپذیر است.

خاکهای شور سدیمی ( Saline-Sodic Soils ) نیز مبتلا به هر دو بلیه شوری و فراوانی یون سدیم بوده و بهسازی آنها دشوارتر از هر دو گروه دیگر است و آبشویی املاح و سدیم تماماً باید انجام شود.

## ۲- آیشونی املاح از خاکهای شور:

در این مرحله بایستی شوری بیش از حد مقاومت کشتهای مورد نظر را از خاک خارج کرد. اگر خاک از یک زهکشی طبیعی مناسبی برخوردار باشد بدون تعبیه یک شبکه زهکش زیرزمینی و در صورت فقدان این ویژگی پس از کار گذاشتن یک شبکه زهکش زیرزمینی کارا، به آیشونی املاح اقدام میکنیم. در شرایط ایران بویژه در مناطقی که آب زیرزمینی شور است، کارگذاری یک شبکه زهکش زیرزمینی الزامی است زیرا خیز سطح ایستایی در ضمن عملیات آیشونی و پس از آن میتواند آنچه را رشته ایم پنبه کند در یک خاک آرمانی ( بدون درز و ترک که هدر دهنده آبست ) شوری خاک بایستی با عبور مقدار آبی معادل یک حجم تخلخل خاک از آب آبیاری، به شوری آب آبیاری کاهش یابد ولی در عمل چنین نیست و تجربه جهانی در کشورهای مختلف نشان داده است که مقدار آب مورد نیاز برای آیشونی املاح صرفنظر از شوری اولیه خاک از رابطه زیر محاسبه پذیر است :

$$\left( \frac{C - C_i}{C_o - C_i} \right) \times \frac{D_L}{D_s} = K \quad (8)$$

C - شوری اولیه خاک بر حسب mmhos/cm  
 C<sub>i</sub> - شوری آب مورد استفاده در آیشونی بر حسب mmhos/cm  
 C<sub>o</sub> - شوری مورد انتظار پس از اتمام آیشونی بر حسب mmhos/cm  
 D<sub>L</sub> - ارتفاع آب آیشونی، بر حسب سانتیمتر

D<sub>s</sub> - ضخامت از خاک که آیشونی املاح در آن مورد نظر است، بر حسب سانتیمتر

K - ضریبی است که بین ۰/۸ در خاکهای سبک تا ۰/۳ در خاکهای سنگین نوسان میکند و میتوان این دامنه را بر حسب ضریب آبگذری گروههای یازده گانه بافت خاک تقسیم کرد و برای هر گروه ضریبی متناسب

$$\left( \frac{D_L}{D_s} > K \right)$$

آنرا بکار گرفت. این رابطه تا زمانی معتبر است که

برای آیشونی ابتدا زمین مورد نظر را باید مرز بندی کرده و سپس ارتفاع آب محاسبه شده را یکباره و یا در چند نوبت در آن رها کرد. هر چه بافت خاک سنگین تر باشد، شیوه چند نوبتی تأثیر بهتر و بیشتری در آیشونی دارد، زیرا در این خاکها نقش پخشیدگی املاح و انتشار آبی در جابجائی املاح بیشتر از خاکهای سبک است. کمترین میزان آب برای آیشونی و بالاترین راندمان آیشونی در آبیاری بارانی بدست میآید. دیگر اینکه آب در خاک نه یک آب خالص بلکه در واقع یک الکترولیت است و توان انحلال فوق العاده ای دارد و میتواند تا حتی ده برابر شوری دریا را در خود حل کرده و انتقال دهد و در این فرایند درجه حرارت نقش مهمی طبق قانون وانتروف ایفاء میکند ( افزایش شدت واکنش و انحلال با افزایش درجه حرارت ). در تقاطعی مانند خوزستان، به پیروی از قوانین شیمی بایستی آیشونی را در فصل گرم که درجه حرارت آب بیش از ۱۲ درجه سانتیگراد است انجام داد ولی این اصل با واقعیت در تعارض است زیرا در فصل تابستان هم مقدار آب در دسترس محدود بوده و هم یک تبخیر ده میلی متری

در روز از مقدار آب آبخشونی میکاهد و هم کیفیت آب آبیاری بدتر است. بنابراین بایستی بین این دو عامل بده بستانی صورت گیرد تا آبخشونی بهینه ای انجام شود.

بطور کلی برای کاهش شوری خاک صرفنظر از مقدار اولیه آن، بازاء هر متر از ضخامت خاک يك متر آب یا کیفیت مناسب مورد نیاز است تا شوری اولیه را بمیزان ۷۰٪ کاهش دهد. در آزمایشهای فراوان این نکته بتائید رسیده است که عبور حجمی از آب بمیزان ۲ تا ۴ برابر حجم تخلخل خاک نیز همین نتیجه را عاید میسازد که با تبدیل آن به ارتفاع آب، تعارضی با عدد حاصله از رابطه (۸) ندارد. زمان لازم برای تکوین این فرایند معمولاً از چند هفته تا چند ماه متغیر است. در این مرحله شوری به کمتر از يك دهم شوری اولیه کاهش یافته و زمین برای کشت گیاهان مقاوم به شوری آماده است.

### ۳- پسازنی خاکهای سدیمی:

یون سدیم در خاک بویژه هنگامی که بسته به نوع رس غالب خاک بیش از ۶ تا ۲۲ درصد در همتافت تبدالی یافت شود از طریق اتهدام ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و سرعت نفوذ آب در خاک که مدلول ایجاد سله در سطح خاک است و همچنین کمیت این یون برای گروهی از گیاهان بویژه درختان میوه، مشکلاتی را ایجاد میکند و لازم است کاتیون دیگری مانند کلسیم جایگزین سدیم در همتافت تبدالی شود تا آثار سوء آن از بین برود.

در این خاکها نیز مانند خاکهای شور بایستی از ویژگیهای زهکشی طبیعی خاک آگاهی یافته و در جهت ترمیم آن به يك شبکه زهکش زیرزمینی رو آوریم. سپس با استفاده از مواد اصلاح کننده ای مانند گچ یا سایر املاح محلول محتوی کلسیم، اجازه دهیم که واکنش جابجائی صورت گیرد. مقدار گچ مورد نیاز در صورت فقدان گچ، آهک یا سایر منابع کلسیم در خاک از معادله (۹) قابل محاسبه است

$$(9) \quad \text{گچ مورد نیاز (Ton/Ha)} = 8.5 \cdot d \cdot B_d \cdot \text{CEC} \cdot (\text{ESP}_i - \text{ESP}_f)$$

در این معادله :

d : ضخامت خاک بر حسب متر که مایلیم در آن جایگزینی Na , Ca انجام شود

B<sub>d</sub> : وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب تن در مترمکعب (Mg/m<sup>3</sup>)

CEC : ظرفیت تبدالی یونی خاک بر حسب meq/100 gr. و یا  $\left(\frac{\text{mole}}{\text{kg}}\right)$  در نظام جدید SI

ESP<sub>i</sub> : درصد سدیم تبدالی اولیه

ESP<sub>f</sub> : درصد سدیم تبدالی مورد نظر

چون واکنشهای جابجائی نمیتواند بطور کامل انجام شود، لذا در عمل دو تا سه برابر مقدار گچ محاسبه شده بایستی بخواک داده شود. در جدول (۲) شیوه بهسازی اراضی سدیمی در شرایط مختلف خاک گردآوری شده است.

ویژگی خاک	روش بهسازی
۱- خاک شور- سدیمی با کلسیم محلول موجود در افق A	۱- آبشویی
۲- خاک سدیمی با افق سدیمی B و وجود گچ یا آهک در افقهای B و C.	۲- شخم عمیق + آبشویی
۳- خاک سدیمی آهکی	۳- استفاده از اسید یا اسید سازان مانند گوگرد
۴- خاک سدیمی $ESP < 20-25$	۴- گچ + آبشویی
۵- خاک سدیمی $ESP > 25$	۵- کلرور کلسیم، $H_2SO_4$ یا ترقیق آب شور

جدول شماره (۲)

کلرور کلسیم با آنکه گران است ولی حتی در مواردیکه گچ پاسخگو نیست، سرعت بهسازی خاک را فراهم میکند در حالی که آهک یا کرنات کلسیم ارزش چندانی در اصلاح خاک ندارد زیرا حلالیت آن بسیار کم است مگر اینکه همراه با یک اسید یا عنصر اسید ساز مانند گوگرد بخواک داده شود. معمولاً هر ده هزار متر مکعب آب میتواند در حدود  $7/3$  تن گچ را که  $85\%$  آن از سردن شماره ۱۰۰ میگردد در خود حل کند. بنابراین میتوان با استفاده از  $1/5$  متر آب، ده تن در هکتار در سال اول و بعد ۴ تن در هکتار در سالهای بعد (معمولاً تا سه سال) و تا حصول نتیجه مطلوب از گچ استفاده کرد. اگر بتوان  $ESP$  خاک را در پنجاه سانتیمتر اول خاک به زیر ده کاهش داد، مقادیر بیشتر  $ESP$  در اعماق، جز در مورد درختان میوه به ویژه مرکبات مسئله ساز نخواهد بود.

در محاسبه  $ESP$  خاک معمولاً جهت سهولت محاسبات از  $SAR$  عصاره اشباع خاک استفاده میشود که معمولاً میتوان تا زمانی که  $ESP < 40$  است  $SAR$  را برابر  $ESP$  در نظر گرفت. نکته دیگر اینکه چون با تبخیر و تعرق، رطوبت خاک بندرت در رطوبت اشباع است، لذا شوری خاک بر  $SAR$  اثر میگذارد و در واقع  $SAR$  خاک با تغلیظ محلول خاک با رابطه زیر افزایش می یابد:

$$SAR_f = \sqrt{n} SAR_i \quad (10)$$

$SAR_f$  : نسبت جذبی سدیم نهائی در عصاره اشباع خاک

$SAR_i$  : نسبت جذبی سدیم اولیه در عصاره اشباع خاک

$n$  : تغییرات غلظت



مثلاً اگر  $n$  دو برابر شود، یعنی رطوبت خاک نسبت به رطوبت اشباع نصف گردد،  $SAR_f$  برابر  $(1.4 SAR_i)$  گشته و ۴۰٪ افزایش مییابد.

بطور کلی ویژگیهای فیزیکی خاک با افزایش ESP بطور یکسان تحت تأثیر سوء قرار نمیگیرند. خاکهای نیکه رس آنها از انواع غیر آماس کننده مانند کائولینیت، ابلیت و هیدروکسیدها هستند میتوانند ESP بالا را هم تحمل کنند ولی خاکهای آماس کننده مانند رسهای مونتموریلونیتی زودتر و بیشتر تخریب ساختمانی مییابند. بنابراین اندازه گیری مقدار کل رس خاک در فرایند بهسازی چاره ساز نیست و باید نوع و مقدار رسها هم مشخص شوند.

در خاکهای شور سدیمی، شوری خاک بر روی لایه دو گانه تأثیر گذارده و از طریق سرکوب توسعه آن موقعیت ساختمانی مطلوب و متوازنی فراهم میسازد ولی با آبشویی آن این لایه دوگانه گسترده شده و موجبات انتشار و پراکنش ذرات و کاهش نفوذ پذیری را که نقش اصلی در بهسازی و آبشویی اصلاح ایفاء میکند، فراهم می سازد بنابراین در چنین خاکها بایستی عملیات آبشویی با آبی با کیفیت نامطلوب آغاز و به تدریج کیفیت آنرا بهبود بخشیده و آخرین قسط آب آبشویی را از آب با کیفیت مناسب استفاده کنیم. بعبارت دیگر برای اصلاح خاک شور سدیمی بایستی از آب شور استفاده کرد. در حالی که در خاکهای سدیمی غیر شور چون تخریب ساختمانی انجام شده، نیازی به استفاده آب شور نیست. از طرفی وجود يك منبع لایزال آهك در خاک بیش از ۶٪ از نیاز به گچ نمیکاهد، زیرا حلالیت آن بسیار اندك است. بعلت فراوانی گوگرد در ایران میتوان با افزودن گوگرد ب خاک و تکوین واکنشهای لازم، کلسیم را از قید آهك آزاد ساخته، بکار گرفت. بویژه آنکه در برابر هر تن گچ بیش از دوست كيلو گوگرد مورد نیاز نیست. نکته دیگر اینکه برای تعیین نیاز با عدم نیاز به ترکیبات اصلاح کننده میتوان از شکل (۱) استفاده کرد. اگر نتیجه در بخش نفوذ پذیری پایدار قرار گیرد، نیازی به گچ، آهك، گوگرد و غیره نخواهد بود.

### کیفیت آب آبیاری:

پس از انجام آبشویی کلان، بالاخره شوری و سدیم خاک تا حد قابل قبولی که بتوان گیاهان مقاوم به شوری ( برنج، گندم، جو، پنبه.....) را در آن کشت کرد، کاهش مییابد. بنابراین در آغاز بهره برداری از زمین اصلاح شده، با خاکی سروکار داریم که املاح و سدیم مزاحم از طریق زهکشها بخارج از منطقه منتقل شده و خیز سطح ایستایی آب زیرزمینی شور یا شیرین نیز بعلت وجود شبکه زهکشی، ناچیز است. اگر از این مرحله به بعد از آبی استفاده کنیم که اصلاً شور یا سدیمی نباشد، در اینصورت با کشتهای مختلف، میتوان سالانه تا حداکثر يك تن در هکتار نیز از میزان نمك خاک کاست و شوری آنرا به تدریج نیز کمتر کرد. اما چون بندرت در ایران چنین آبهایی یافت میشوند، لذا تنها منبع افزایشنده شوری و سدیم به خاک، آب آبیاری بوده و با اعمال مدیریت آبیاری بایستی از خسارات احتمالی آن کاست و از افزایش شوری و سدیم خاک جلوگیری کرد.

تأثیر کیفیت آب آبیاری بستگی به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، مقاومت کشتهای مختلف به شوری، اقلیم منطقه، و روش، تناوب و مقدار آب آبیاری مصرفی دارد. بنابراین جای تعجب نیست که هنوز يك طبقه بندی جامع برای ارزیابی



کیفیت آب آبیاری وضع تشده است. در ارزیابی آب آبیاری سه ویژگی مورد نظر است :

- ۱- شوری آب آبیاری که با هدایت الکتریکی آن بیان میشود.
- ۲- سدیم آب آبیاری که با SAR بیان شده و با تأثیر گذاری در ESP خاک در رفتار آن تأثیر میگذارد.
- ۳- سمیت ناشی از سدیم، یر، لیتیم، کلر و یرخی فلزات سنگین محلول در آب.

پژوهشهای اولیه به نمودار ویلکوکس (۱۹۵۴) Wilcox منجر شد و در چند سال اخیر مورد انتقادات زیر قرار گرفته است (شکل ۲):

- ۱- در این نمودار، گزند ناشی از شوری بیش از واقعیت عینی است. در بسیاری از نقاط دنیا منجمله ایران، آبهای با شوری در حدود ۲ میلی موس و بیشتر مدتها بدون آثار سوء مورد استفاده قرار گرفته و میگیرد.
  - ۲- گزند ناشی از سدیم که با SAR تعیین میشود برای ارزیابی این گزند کافی نیست.
- برای رفع این نواقص، برنشتین (۱۹۶۷) Bernestain ضریب جدیدی را بنام ضریب آبشویی (Leaching Fraction) و به اختصار (LF) که عبارت است از :

$$LF = \frac{D_d}{D_i} \quad (11)$$

بکار گرفت. در این رابطه  $D_d$  ارتفاع آب زهکشی که بایستی از خاک خارج شود و  $D_i$  ارتفاع آب آبیاریست که در خاک نفوذ کرده و مازاد تبخیر و تعرق آن در  $D_d$  جلوه گر میشود. بعبارت دیگر:

$$LF = 1 - \frac{ET}{I_f \cdot t_i} \quad (12)$$

که در آن  $ET$  ارتفاع یا شدت تبخیر و تعرق در روز (سانتی متر)،  $I_f$  سرعت نفوذ آب در خاک (سانتیمتر در روز) و  $t_i$  مدت زمان آبیاریست (روز).

اگر چنین فرض کنیم که املاح نه در خاک ته نشین شده و نه از کانیهای خاک وارد محلول خاک گردیده و یا جذب گیاه نمیشود، در اینصورت :

$$LF = \frac{D_d}{D_i} = \frac{EC_{iw}}{EC_d} \quad (13)$$

$$EC_{iw} = LF \cdot EC_d \quad (14)$$

که در این رابطه  $EC_{iw}$  هدایت الکتریکی مجاز آب آبیاریست.

رابطه (۱۴) نیز در چند سال اخیر مورد انتقاد قرار گرفته، زیرا چنین پنداشته میشود که شوری خاک در محدوده فعالیت ریشه ها یکسان بوده و با زمان نیز تغییر نمیکند. در صورتیکه با خشک شدن تدریجی رطوبت خاک در بین دو آبیاری، غلظت نمک نیز افزایش مییابد.

با در نظر گرفتن اینکه میانگین شوری خاک از  $\frac{EC_i + EC_d}{2}$  بدست آمده و  $EC$  خاک در رطوبت ظرفیت زراعی یا نگهداری در حدود  $2/5$  برابر شوری در عصاره اشباع خاک است، رابطه (۱۴) را بشکل زیر نیز میتوان نوشت:

$$LF = \frac{EC_{iw}}{5(EC_{se}) - EC_{iw}} \quad (۱۴-الف)$$

در چند سال اخیر و در جهت اعمال مدیریت آبیاری در مزارع، پژوهشهای بیشتری در زمینه تأثیر SAR آب آبیاری بر روی ESP محلول خاک نیز صورت گرفته که صحت آن در ده سال اخیر به تأیید رسیده است. رودز (۱۹۸۲، ۱۹۹۰) Rhoades که فعلاً رئیس مرکز پژوهشهای شوری ایالات متحده آمریکا در شهر ریورساید از بلاد کالیفرنیا است، دو معادله زیر را عرضه کرده است:

$$SAR_a = SAR_{iw} [ 1 + ( 8.4 - PH_c ) ] \quad (۱۵)$$

$$SAR_{dw} = SAR_{iw} \left[ \frac{Y^{1+2LF}}{\sqrt{LF}} \right] [ 1 + ( 8.4 - PH_c ) ] \quad (۱۶)$$

در معادله (۱۵)، ESP خاک سطحی به  $SAR_{iw}$  آب آبیاری ارتباط داده شده و نتیجه،  $(SAR)_a$  تعدیل شده نامیده میشود. معادله (۱۶) نیز ESP خاک را در اعماق و حوزه گسترش ریشه ها بعنوان تابعی از  $(SAR)_{iw}$  آب آبیاری تخمین زده و به  $(SAR)_{dw}$  زهاب موسوم است. در این دو رابطه،  $Y$  ضریبی است برای نشان دادن سهولت تخریب پذیری و هوا دیدگی کاتیونهای خاک که معمولاً برابر  $0.7$  است و  $(8.4 - PH_c)$  نیز مبین رسوب یا انحلال کربنات کلسیم در خاک بوده و  $PH_c$  نیز  $PH$  یک آب آبیاری است که در آن غلظت معینی از کلسیم، منیزیم، بیگرنات و گاز کربنیک در حال تعادل با فاز جامد آهک در خاک میباشد. اگر  $(8.4 - PH) > 0$  باشد، کربنات کلسیم در خاک رسوب میکند و اگر کوچکتر از صفر باشد، کربنات کلسیم خاک در آب آبیاری حل میشود. بعبارت دیگر این جزء از معادله سرنوشت گچ و آهک را در خاک روشن میکند. در صورتیکه ترسیب یا انحلال گچ و آهک در خاک رخ ندهد، رابطه (۱۶) بشکل ساده زیر در میآید:

$$SAR_{dw} = \frac{1}{\sqrt{LF}} SAR_{iw} \quad (17)$$

برای بسیاری از آبهای آبیاری که در آن ( $EC_{iw} < 1 \text{ dS/m}$ )، تأثیر رسوب املاح در محلول خاک و در مواردی که ( $LF \geq 0.2$ ) است، ناچیز بوده و  $SAR_{iw}$  آب آبیاری تقریباً معادل ( $SAR_{sw}$ ) محلول خاک و در نتیجه ESP در چند سانتیمتر سطحی خاک خواهد بود ولی در شرائطی که ( $LF < 0.1$ ) است، ترسیب املاح ممکن است در اعماق خاک قابل توجه بوده و نتوان از آن صرفنظر کرد.

سوارش ( ۱۹۸۱-۱۹۸۲ ) Suarez نیز از زاویه دیگری به کیفیت آب آبیاری و تأثیر آن در شوری و سدیم خاک نظر افکنده و معتقد است که چون کلید آبهای سطحی در قناس با گازکرنیک هوا هستند لذا از کرنات کلسیم که انحلال بسیار اندکی نیز دارد، اشباع میباشند و  $SAR$  آبهای سطحی نیاز به تعدیل شدن ندارند و تعیین آن بطریق متعارفی کفایت میکند ولی در نقاطی مانند ایران که سالانه در حدود پنجاه و پنج میلیارد مترمکعب آب چاه و چشمه و قنات در آبیاری مصرف میشود و یا در مواردیکه زهاب زمینها از کیفیت قابل قبولی برای استفاده دوباره برخوردارند، کاربرد  $SAR$  که از معادله (۶) محاسبه شده، برای ارزیابی آب آبیاری و تأثیر آن در ESP خاک بویژه در اعماق و در گستره فعالیت ریشه ها، کافی نبوده و به تخمین کمتری منجر میشود. در چنین شرائطی  $(SAR)_a$  تعدیل شده پیشنهاد سوارش (۱۹۸۲) بشکل زیر است :

$$(SAR)_a = \frac{Na}{\left(\frac{Ca^*+Mg}{2}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{meq/L}) \quad (18)$$

که در آن  $Ca^*$  غلظت کلسیم بعنوان تابعی از گازکرنیک، شوری و نسبت بیکرنات به کلسیم در آب آبیاریست. سوارش بدین منظور جدولی نیز تهیه کرده است که محاسبات را ساده تر میسازد ولی نتیجه آن با نتایج معادلات پیشنهادی رودز، تفاوت محسوسی ندارد و هر دو از اعتبار و صدق یکسانی برخوردارند.

بطور کلی بدون توجه به کمیت سدیم در آب آبیاری، آبهای آبیاری با شوری کمتر از ( $0.2 \text{ dS/m}$ ) موجب سله بستن و فرسایش ساختمان خاک شده، اقدامات مربوط به آبشویی یا مدیریت آبیاری را با دشواریهایی روبرو میکند. بعبارت دیگر زیبایی آب آبیاری در پائین بودن آنست ( شکل ۱). اینک میتوان برای  $SAR_{dw}$  آب زهکشی یا محلول خاک، رقم مینای درخور مقاومت کشت مورد نظر انتخاب کرده و از رابطه ( ۱۶ یا ۱۸ )  $LF$  مناسب برای کاهش گزند سدیمی و از معادله (۱۴- الف)  $LF$  برای کنترل شوری را تعیین کرده، کمیت بزرگتر را بعنوان نیاز آبشویی انتخاب کرد.

بنابراین ملاحظه میشود که نمودار ویلکوکس (۱۹۵۴) Wilcox که فقط با SAR و EC آب آبیاری مشخص میشود، ارزیابی واقعی از آب آبیاری با توجه به شوری خاک و مقاومت گیاهان مختلف در برابر شوری عرضه نمیکند و با انتخاب ارقام مختلف برای LF و شوری مجاز برای کشتهای گوناگون، تقریباً از هر نوع آب آبیاری میتوان استفاده کرد ( اشکال ۳ و ۴).

در حدود چهل سال پیش که نیاز آبتوتی (LR) با رابطه زیر تعیین و تعریف گردید:

$$LR = \frac{D_d}{D_i} = \frac{EC_i}{EC_d} \quad (۱۹)$$

( که در آن  $D_d$  و  $D_i$  به ترتیب ارتفاع آب آبیاری و زهکشی و  $EC_i$  و  $EC_d$  هدایت الکتریکی آب آبیاری و زهکشی است ) چنین تصور میشود اگر  $EC_d$  را معادل شوری مجاز محلول خاک در ارتباط با کشت معین تصور کنیم، در اینصورت از نسبت  $\frac{EC_i}{EC_d}$  ارتفاع آب زهکش که بایستی از خاک خارج گردد، تعیین میشود.

پژوهشهای این چهار دهه نشان داده است که نیاز آبتوتی LR که با روش بالا محاسبه میشود، کفایت نمیکند، زیرا نه میتواند توزیع غیریکنواخت نمک را در نیمرخ خاک در نظر گیرد و نه تغییرات کوتاه مدت آنرا در اثر انحلال و رسوب املاح پیش بینی کند. بنابراین در کنترل شوری و سدیم در خاک اگر (LF) بزرگتر از LR باشد، کنترل شوری و سدیم در حد انتظار انجام میشود ولی اگر LF کوچکتر از LR باشد، در اینصورت بایستی میزان آب زهکشی را از طریق تغییر در عملیات آبیاری، ویژگیهای خاک یا زهکشی افزایش داده و یا با انتخاب کشتهای مقاومتر به شوری، نیاز آبتوتی را کاهش دهیم.

در پایان این بحث تذکر این نکته مورد تاکید است که عملیات آبتوتی برای نمکزدائی اعم از شوری یا سدیم در خاک، فقط یکبار و آن هم در آغاز بهره برداری از یک طرح آبیاری انجام شده و جنبه کلان دارد. در حالی که اقدامات بعدی که در ضرائب نیاز آبتوتی (LR)، ضریب آبتوتی LF، SAR) تعدیل شده و غیره تجلی میکنند، در طول سال و در سطح هر مزرعه چند هکتاری تا چند ده هکتاری اعمال شده و ابزاری برای مدیریت آبیاری و بهره برداری در مزرعه و جلوگیری از شور و سدیم شدن مجدد زمین و تأمین یک تیمرخ مطلوب شوری و سدیم در خاک است. بعبارت دیگر سرنوشت اهداف اولیه طرح در گرد پیگیری و محاسبات این بخش که معمولاً با روستائیان نیز سر و کار دارد میباشد، با انجام عملیات آبتوتی اولیه و کنار گذاردن اقدامات درون مزرعه ای که مقیاس خرد ولی اهمیت کلان دارد، اراضی و زمینهای باصطلاح احیا شده، پس از چند سال به موقعیت اولیه خود بازگشت کرده و اصلاح مجدد این خاکها به مراتب دشوارتر خواهد بود.

در ایران چون راندمان آبیاری سطحی کمتر از ۳۰٪ است، لذا مقادیر (LF) چه در مورد شوری و چه سدیم، بطور ناخواسته از ۳۰٪ تا ۵۰٪ نوسان خواهد داشت. یعنی تلفات عمیق آب، خود از نیاز

آبشوتی به هر ترتیبی محاسبه شده باشد، بیشتر است ولی این نکته را باید بخاطر داشت که کلیه پژوهشهایی که در این زمینه انجام شده و به ضرائب تعدیل شده و غیره انجامیده، اولاً برای ترسیم چهره واقع بینانه تری از ورود، توزیع و خروج نمک در خاک بوده و ثانیاً برای صرفه جویی حتی یک متر مکعب آب توجیه پذیر بوده است. بنابراین چون منابع آب ایران مانند هر کشور دیگری محدود بوده و با افزایش جمعیت و کاهش سرانه درآمد نفت، چاره دیگری جز بکار بستن اصول و مبانی علمی در زراعتهای آبی نداریم، لذا ضرورت تام دارد که بتدریج از درون مزارع و قطعات کوچک این مبنای و اصول را بکار گیریم تا از اقدامات عجولانه و بی اثر در آینده اجتناب ورزیم.

نکته دیگر اینکه در کلیه مباحث بالا، صحبت از آب آبیاری با کیفیت مطلوب بود. انتساب رقمی به کیفیت مطلوب کار دشوار و شاهد بیهوده ای باشد، زیرا با تغییر در نوع کشت و ضریب (LF)، از آب در دسترس میتوان استفاده بهینه ای بعمل آورد و مقدار املاح و سدیم خاک به تنهایی و بدون ارتباط با خاک، گیاه و امکانات زهکشی، ارقام با هویتی نیستند و خطوط مرزی نمودار ویلکوکس (۱۹۵۴) Wilcox را در اعمال مدیریت آبیاری میتوان نادیده انگاشت.

### زهکشی زمینهای کشاورزی:

اینک که با مبانی بهسازی خاکهای نمک زده آشنا شدیم، صرفنظر از روش انتخابی برای آن، مقادیری آب در اعماق خاک داریم که محتوی مقادیر متناهی از املاح آبشوتی یافته بوده و بایستی پس از آبشوتی کلان اولاً از خاک خارج شوند و ثانیاً با تمهیداتی از مهاجرت دو باره و رویالای آن به حوزه گسترش ریشه ها جلوگیری کرد. بدین منظور چاره ای جز کارگذاری یک شبکه زهکش زیرزمینی نیست، بویژه اینکه در برخی از مناطق فاریاب ایران آب زیرزمینی نیز شور است و خیز آن با توجه به شوری که دارد، در شور شدن دو باره خاک موثر است.

روشهای زهکشی که در اروپا و آمریکا تولد یافته و بالیده اند، در کشورهای دیگر نیز مورد استفاده قرار میگیرند. این شیوه ها عبارتند از:

۱. استفاده از چاههای زهکشی در مواردیکه کیفیت آب زیرزمینی برای آبیاری مطلوب بوده و ویژگیهای سفره آب برای تخلیه آن مناسب. بعلت شور بودن اغلب آبهای زیرزمینی آزاد در استانهای ایران، کاربرد این روش مورد استقبال قرار نگرفته است.
۲. استفاده از قبوشه های سفالی یا پلاستیکی زهکشی در زمین برای کنترل سطح ایستابی در مواردی که آب آبیاری یا آب زیرزمینی یا خاک هر سه شور است.
۳. استفاده از زهکش های حائل برای کاهش رشد (نشت) آب زیرزمینی از اراضی بالادست. در اغلب آبرفتها، معمولاً نفوذپذیری افقی چندین برابر نفوذپذیری عمودیست و لذا انتقال افقی و جانبی آب زیرزمینی به اراضی پائین دست قابل توجه است.

۴. استفاده از حوضچه های تبخیر برای تخلیه زهابها.

۵. زهکشی زمینهایی که آب زیرزمینی تحت فشار است. چنین شرائطی در اراضی کناره دریای خزر ( دشت ناز ) وجود داشته و یا در اثر آبیاری با آب شور دریا که از جاهای آب محفوره بسطح خاك راه یافته است، ایجادشدهاند.

از روشهای بالا، شبکه زهکش زیرزمینی در ایران مورد توجه و استقبال قرار گرفته است. متأسفانه شبکه های زهکشی سطحی نه در ایران و نه در خارج مورد توجه جدی قرار نگرفته اند، در صورتیکه يك شبکه زهکش سطحی کارا، بهره در زمینهای سنگین نیاز به زهکش زیرزمینی را تا حد قابل توجهی کاهش داده و علاوه بر انتقال رواناب به تخلیه آب زیرزمینی سطحی نیز کمک میکند.

نکته دیگر اینکه این شیوه ها و روشها در کلیه کشورهای صنعتی پیشرفته با اصول و مبنای مدیریت غربی که در چارچوب يك برنامه منسجم مطالعاتی، طراحی، اجرایی، تشکیلاتی، اعتباری، بهره برداری، نگهداری و پیگیری، خلاصه میشود، اعمال میگرددند. این ایستار با فرهنگ و نظام ارزشی غرب عجین شده است ولی بمجرد اینکه به کشوری با فرهنگ متفاوت انتقال مینابند، ارزش ماهوی و بار فرهنگی خود را از دست داده و در پایان يك ردیف تئوری و معادلات علمی یا تجربی بیجان و بی زبان برجا مینمانند. مثلاً در کشورهای غربی اغلب ضوابط طراحی برای نمکزدانی و زهکشی اراضی بیش از پنجهزار هکتار از يك مزرعه یا قطعه آزمایشی بدست میآید در صورتیکه در ایران اصولاً طرح چنین اندیشهای به آسانی صورت نمیگیرد و اگر با آن در ستیز نیز نباشند، حمایت نتیجه بخشی نیز بعمل نمیآوردند. انجیل زهکشی، نه کتاب طراحی زهکشی، بلکه کتاب " بهره برداری و پیگیری " شبکه زهکشی است که همواره نیز حجم مطالب آن اقل از دو برابر هر کتاب طراحی زهکشی است و در کشور ما هنوز بطور جدی مورد توجه قرار نگرفته است.

معادله مانینگ، در ظاهر هیچگونه بار فرهنگی و مدیریتی در خود ندارد ولی يك نهر آبیاری یا زهکشی که با این معادله محاسبه شده و با مشخصات ساختمانی واحدی در کشورهای مختلف ساخته میشود، پس از چند سال شباهتی بیکدیگر ندارند.

در برخی از طرحهای عمرانی جدید مثلاً دشت مغان، در طرح اولیه، شبکه زهکش زیرزمینی منظور نشده بوده ولی با آغاز بهره برداری و زیر پا گذاردن ضوابط طراحی و بهره برداری و با خیز آب زیرزمینی، کارگذاری يك شبکه زهکش زیرزمینی الزام آور شده است. این الزام متضمن نوعی تناقض در گفتار و کردار است: بدین معنی که چون نمیتوانیم از مصرف بیرویه آب جلوگیری کنیم، پس با تعبیه يك شبکه زهکش، مجوز مصرف بیرویه را به بهره برداران میدهیم. غافل از اینکه کار گذاشتن چند خط قبوشه، مسائل و مشکلات کشاورزان را حل نکرده و آب مازاد علاوه بر تلف شدن، در حدود ۳۰٪ از کود نیتراتی را نیز با خود به رودخانه، دریاچه و آب زیرزمینی انتقال داده موجدات تخریب زیست بوم را فراهم و یا در صورت وجود زمینه پیشین شتاب مبخشد. در کشور ما هر طرح آبیاری که با پذیرش راندمانهای غیر واقعی طراحی شده باشد، دیر یا زود در دام شوری و ماندابی قرار گرفته و احداث شبکه زهکش را الزام آور میکند.

نکته دیگر اینکه همانطور که در بخش مربوط به خاکهای نمکزده دیدیم، نوسانات کیفیت آب آبیاری، و تنوع کشت ایجاب میکند که در درون قطعات نیاز آبتوتی مرتباً در تغییر بوده و رژیم رطوبتی خاک متحول شود. چنین تحولی جز از طریق تغییر برنامه های آبیاری غیر ممکن است و هر طرح زهکشی بدون توجه مساوی به طرح آبیاری با شکست روبرو میشود.

در هر طرح زهکشی وابسته به طرح آبیاری مراحل زیر باید پیموده شوند تا طرح از قول به فعل درآمد و به وظائف خود عمل کند.

مراحل	درصد اهمیت در کارائی نهائی شبکه
۱. مطالعات اولیه که به تعیین ضوابط زهکشی مانند ضرب شدت زهکشی، عمق لایه غیرقابل نفوذ، فیلتر، ضرب آنگذری خاک و توزیع زمانی و مکانی آنها منجر میشود.	۵۰
۲. انتخاب روش درست و مناسب زهکشی	۱۰
۳. عملیات اجرائی	۲۰
۴. راه اندازی، بهره برداری، نگهداری و پیگیری	۲۰

این گروه بندی، اهمیت مطالعات اولیه را در کارکرد نهائی و پایدار شبکه زهکشی نشان میدهد. ملاحظه میکنیم که اگر این رتبه بندی را بپذیریم، کمترین اهمیت مربوط به انتخاب فرمولها و معادلات بوده و مراحل ۱، ۳ و ۴ در واقع بار فرهنگی و مدیریتی برنامه را که در ایران نادیده گرفته میشود، شامل میشود. برای اینکه اهمیت مراحل مختلف را روشنتر سازیم به برخی از ضوابط و ضرائب زهکشی که در شکل (۵) مشخص شده است، میپردازیم.

در این شکل،  $W$  عمق تمبوشه ها (متر)،  $H$  حداقل فاصله سطح ایستابی از سطح خاک (متر)،  $h$  فاصله سطح ایستابی در وسط بین دو خط زهکش نسبت به محور، تمبوشه ها،  $q$  ضرب شدت زهکشی یا مقدار آبی که بایستی روزانه تخلیه شود (متر در روز)،  $K$  ضرب آنگذری خاک (متر در روز)،  $D$  فاصله تمبوشه ها از لایه غیر قابل نفوذ (متر) و  $L$  فاصله بین دو خط زهکش است. تجربه جهانی چه در اقلیم مرطوب و چه خشک نشان داده است که این ضرائب در هدفهای گوناگون متفاوت خواهد بود و جدول (۳) تغییرات آنها در بر دارد.



هدف	H m	q m/d	W m	h m	$\frac{h}{q}$
آبشویی املاح (شوری تا حد معینی کاهش یابد)	۱	۰/۰۰۲	۲/۵	۱/۵	۷۵۰
کنترل شوری (شوری از حد معینی فراتر نرود)	۱/۷۵	۰/۰۰۱	۲/۵	۰/۷۵	۷۵۰
تهویه خاک ( خاک ماندابی نشود )	۰/۵	۰/۰۰۷	۱/۲	۰/۷	۱۰۰
آبیاری زیرزمینی	۱	-	۱	-	-
برای کلیه اهداف بالا	۱	۰/۰۰۲	۲	۱	۵۰۰

جدول شماره (۳)

ملاحظه میکنیم که اگر در اندیشه تامین کلیه اهداف جدول (۳) در هر طرح آبیاری هستیم با اطمینان خاطر میتوانیم از ضرائب ردیف پنج جدول استفاده کنیم ولی چون مصالحه ای در تامین این اهداف بعمل آمده، الزاماً در زمین زهکشی شده خود بایستی انتظار داشت که شوری خاک چند روزی از حد مجاز فراتر رفته و یا اکت سریع سطح ایستابی که برای انجام عملیات زراعی ضروریست با تاخیر انجام شود ولی اگر خسارات احتمالی آنرا بپذیریم، ضرائب ردیف پنج را هر چند از ظرافت اندیشه علمی و مهندسی بدور است میتوان در هر نقطه از ایران با ۹۰٪ اعتماد و اطمینان بکار گرفت.

آنچه باقی میماند اندازه گیری و تخمین از ضریب آبگذری خاک یا KD است تا با استفاده از یکی از معادلات و روشهای متداول، فاصله زهکشها را که معمولاً بیش از ۵٪ با روشهای مختلف، تغییر نمیکند، تعیین کنیم.

در مرحله مطالعات، تعیین ضریب آبگذری خاک و توزیع زمانی و مکانی آن اهمیت ویژه ای داشته و حتی با انتخاب شیوه‌های آزاری بسیار پیشرفته در صورتیکه مطالعات خاکشناسی کماحقه انجام نشده باشد، ارقام گمراه کننده تری در دسترس طراحان شبکه قرار میدهد. جدول (۴) استانداردهای نمونه برداری را در چند کشور نشان میدهد. بعلت طبیعت و سرشت بسیار پیچیده خاک حتی اگر کلیه موازین علمی را در تعیین ضریب آبگذری خاک رعایت کنیم، هنوز (CV) یا ضریب

تغییرات (  $CV = \frac{\sigma}{M} \cdot 100$  )،  $\sigma$  انحراف معیار اندازه گیریها، و M میانگین اندازه گیریهای ضریب آبگذری است (

بین ۱۰ تا ۳۰۰ برای روش چاهک که خود کمترین ضریب تغییرات را دارد، نوسان خواهد داشت. در حالی که اگر در انتخاب هر یک از ضرائب q, K, h تا صد درصد اشتباه کنیم، میزان ۴۰٪ در فاصله زهکشها اثر میگذارد. بعبارت دیگر یک طرح یک میلیارد تومانی از ۶/۰ تا ۴/۱ میلیارد تومان هزینه اجرایی در بر خواهد داشت. در حالی که پس از انجام یک مطالعات خاکشناسی غیر کلیشه ای، میتوان با اختصاص دوست هکتار به یک طرح آزمایشی، تقریباً کلیه ضوابط و ضرائب مورد نیاز اقدامات اولیه برای آبشویی و بهسازی خاک و همچنین چگونگی مدیریت آبیاری و زهکشی را در عملیات فصلی و سالانه استخراج کرده و امکان یک کشاورزی پایدار را فراهم ساخت.

کشور	عمق تمبوشه (متر)	فاصله بین دو خط زهکش (متر)	تعداد نمونه (1.ha)	عمق نمونه برداری (متر)	عمق نمونه برداری عمیق (متر)
کانادا	۱/۴-۰/۹	< ۵۰	۴ تا ۸ هکتار شبکه ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری	۲/۵	-
مصر	۱/۴	۸۰-۳۰	۲۵ شبکه ۵۰۰	۲/۵	بلک نمونه از ۵ تا ۱۰ متری در هر ۴۰۰ هکتار
هلند	۱/۲-۱	۳۰-۲۰	۲-۱ هکتار	۱/۵ تا ۲	$(W + \frac{1}{4}L)$
پاکستان	۲/۷-۱/۸	۵۰۰-۵۰	۱۰ تا ۲۰ هکتار	۳ تا ۵	-
ترکیه	۱/۵	۱۰۰-۵۰	۳۰ تا ۵۰	۴	-
آمریکا	-	-	۱۰ تا ۲۵	۵	-
FAO:					
۱- خاک همگن	-	۷۵ تا ۲۵	۲۵ تا ۷۵	$(W + \frac{1}{8}L)$	-
۲- خاک غیرهمگن	-	۱۵ تا ۲۵	۵ تا ۱۵	$(W + \frac{1}{20}L)$	-

جدول شماره (۴)

یکی دیگر از نکاتی که در طراحی شبکه های زهکش زیرزمینی مطرح است، انتخاب فیلتر و انواع پوشهاست. تعاریف مربوطه عبارتند از :

- پوش Envelope : نام کلی برای هر مصالح یا ماده ای که در اطراف و بر روی تمبوشه و بدون توجه به دلائل کاربرد آن ریخته میشود.
- پیراهن Filter : پوشی که منحصراً برای جلوگیری از ورود ذرات ریز خاک به تمبوشه ها مورد استفاده است.
- آپکش Surround : پوشی که منحصراً برای تامین سهولت عبور آب در اطراف تمبوشه ایجاد میشود تا هر گونه مانع و مقاومت در تعارض با جریان آزاد آب به تمبوشه ها را به حداقل کاهش دهد.

مضاح آبکش مورد توجه ( USBR ) و پیراهن مورد توجه ( SCS ) بوده و اختلاف آنها نیز ناچیز است و این اختلاف ناچیز نیز از آنجا ناشی میشود که در سازمان اول، هدف انتقال بدون وقفه آب و در دومی بازرگانی از جابجایی و انتقال ذرات در خاک است.

چون سازمان حفاظت خاک ایالات متحده آمریکا ( SCS ) مسئولیت پژوهش و تهیه استانداردهای لازم برای پوشهای مورد استفاده در زهکشی را عهده دار است، لذا در پنجاه سال گذشته پژوهشهای بیشماری در آمریکا انجام داده و نتایج را نیز با پژوهندگان کشورهای اروپای غربی در میان گذارده و از یافته های آنان نیز بهره مند شده است. در تجدید نظرهای اعمال شده که آخرین آن در سال ۱۹۸۵ و ۱۹۸۸ بوده است، مرز بسیار باریکی بین فیلتر مناسب و نامناسب تشخیص داده شده و همبستگی بسیار خوبی بین  $D_{15}$  فیلتر ( قطری که ۱۵٪ ذرات فیلتر از آن کوچکترند ) و  $D_{85}$  خاک بستر زهکشی بدست آمده است.

طبق شبه ضابطه جدید ( SCS ) که هنوز بین ضابطه و راهنما در نوسان است، ویژگیهای یک پیراهن ( Filter ) مناسب عبارتست از :

$$D_{15e} < 7 \cdot D_{85s} \quad \text{و نه کمتر از } 0/6 \text{ میلیمتر}$$

$$D_{15e} > 4 \cdot D_{15s} \quad \text{حداقل ضخامت پیراهن، ۸ سانتیمتر}$$

$$D_{5e} > 0.074 \text{ mm} \quad \text{و درصد دانه هانی که از سرنند شماره}$$

۲۰۰ آمریکائی میگذرند کمتر از ۵ درصد

و برای آبکش ( Surround ) مناسب

$$D_{100e} < 38 \text{ mm} \quad \text{کلیه دانه ها از سرنند شماره } 1/5 \text{ آمریکائی بگذرند}$$

$$D_{30e} > 0.25 \text{ mm} \quad \text{کمتر از } 30 \text{ درصد دانه ها از سرنند شماره } 30 \text{ آمریکائی بگذرند}$$

$$D_{5e} > 0.074 \text{ mm} \quad \text{کمتر از } 5 \text{ درصد دانه ها از سرنند شماره } 200 \text{ آمریکائی بگذرند}$$

در این روابط زیرنویس e برای پوش ( Envelope ) و s برای بستر زهکش است.

## نتیجه گیری :

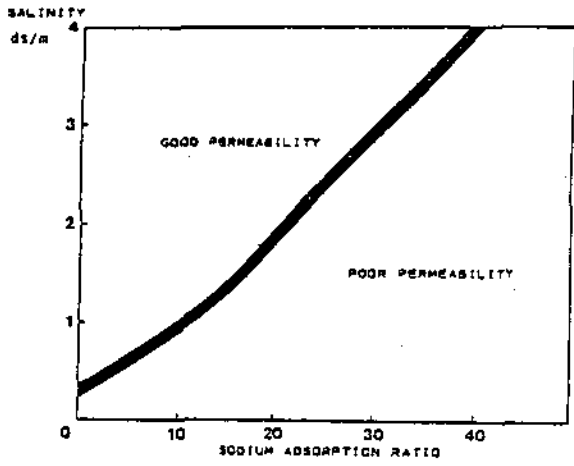
۱. مساحت اراضی شور و سدیمی ایران قابل توجه و با افزایش آبیاری در حال افزایش است.
۲. فکزدانی در حد کلان پس از تعبیه یک شبکه زهکش کارا، بسادگی میسر است.
۳. کنترل میزان نمک و سدیم در درون مزارع و قطعات، پس از فکزدانی و بهسازی کلان و در ارتباط با کشت معین، مستلزم تامین یک رژیم پویای رطوبت در جسم و جان خاک است و در برقراری آن اگر کاربری تخصص زهکشی و آبیاری تفکیک پذیر باشد، نقش سازنده یا تخریبی کارشناس آبیاری در روی زمین براتب بیش از نقش چند تمبوشه زهکشی در زیر زمین است.

۴. با توجه به جداول مقاومت شوری کشتهای مختلف ( ماس ۱۹۸۶ و ۱۹۹۳ Maas ) پس از تعبیه يك شبکه زهکش زیرزمینی مناسب، تقریباً از کلیه آبهای سطحی و زیرزمینی ایران همانطور که تا کنون نیز استفاده شده، میتوان استفاده کرد. کامیابی یا شکست در بهره برداری که در عملکردها و سرنوشت خاک یازتاب مییابد، در گرو مدیریت کشاورزی بطور اعم و آبیاری بطور اخص است.
۵. ضرائبی مانند SAR, LR, LF, SAR, EC, ESP, ( SAR ) و ..... ایزاری برای اعمال مدیریت آبیاری و تامین يك تراز آرمانی از رطوبت و املاح در مزارع هستند. اگر قرار است مدیریت بهره برداری به روستائیان که از اهمیت این ضرائب آگاه نیستند واگذار شده و هیچ گام ترویجی در راستای توجیه آنان به مسائل بعمل نیاید، بهتر است اصولاً اندازه گیری و محاسبه نشوند.
۶. در طرحهای بیش از پنجهزار هکتار آبیاری و زهکشی، ضوابط و ضرائب طراحی بایستی از مزارع و قطعات آزمایشی استخراج و استنتاج گردیده و هزینه آن بطور جداگانه از طرف دولت تقبل گردد.

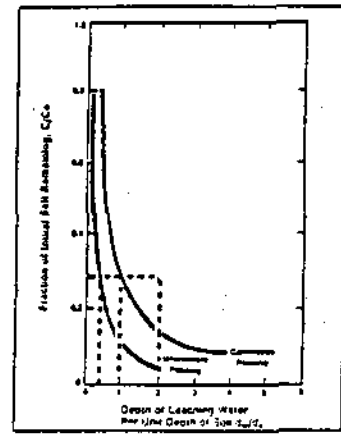
## منابع مورد استفاده

1. *ASAE - Drainage design & management. Proceedings of the 5th. National Drainage Symposium. 1987*
2. *Bresler, E; B.L. McNeal, and D.L. Carter - Saline & Sodic Soils. Springer-Verlag, 1982.*
3. *Euroconsult, ed. - Agricultural Compendium. 3rd. revised ed. 1989.*
4. *Hoffman, G.J. - Guidelines for Reclamation of Salt affected Soils. Applied Agricultural Research, 1: 65-72, 1986.*
5. *Hoffman, G.J, T.A. Howell, and K.H. Solomon, eds. Management of Farm Irrigation Systems. ASAE. 1990.*
6. *IWASRI- NRAP- Drain envelope testing, design and research. Proceedings of a workshop. Lahore, Pakistan, 1990.*
7. *James, D.W; R.J. Hanks, and J.J. Jurinak - Modern Irrigated Soils. John Wiley 1982.*
8. *Johnston, W.R. & J.B. Robertson, eds. - Management, Operation and Maintenance of Irrigation and Drainage Systems. ASCE. Manual No. 57, 2nd. ed. 1991.*
9. *Kovda, V.A. - Land Aridization and drought Control. Westview Press, 1980.*
10. *Maas, E.V.- Plant growth response to Salt Stress. In " Towards the rational use of high salinity tolerant plants ", H. Lieth and A. Al Massoom, eds. vol. 1: 279-291, 1993.*
11. *Maas, E.V. - Salt Tolerance of plants. Applied Agric. Research, 1: 12-26, 1986.*
12. *McBride, M.B. - Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press, 1994.*
13. *Ochs, W.J. & B.G. Bishay - Drainage Guidelines. World Bank Technical paper No. 195, Washington, 1992.*
14. *Oster, I.D. - Sodic Soil reclamation and management. pp. 14. 1991.*

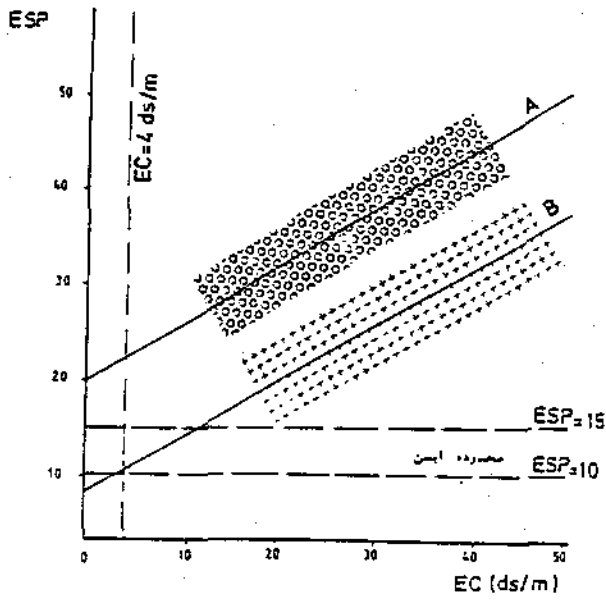
15. *Quirk, J.P.* - Soil permeability in relation to sodicity and salinity. Phil. Trans. Royal Society, A 316: 297-317, 1986.
16. *Rhoades, J.D.* - Practices to Control Salinity in irrigated Soils. In: H. Lieth & A. Al Masoom, eds; Towards the rational use of high Salinity tolerant plants. vol. 2: 379-387, Kluwer Academic Publisher 1993.
17. *Rhoades, J.D. & J. Loveday* - Salinity in Irrigated Agriculture. In "Irrigation of Agricultural Crops" ed. by B. A. Stewart & D. R. Nielsen, ASA. Monograph 30, pp. 1089-1142, 1990.
18. *Rowell, D.L.* - Soil Science: Methods and Applications. Longman, 1994.
19. *Richards, L.A.*; ed.- Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Handbook 60, 1954.
20. *Smedema, L.K.* - Multi-objective watertable control in semi-arid regions. 4th. International Drainage Workshop, vol. 1: 57-63, 1990.
21. *Smedema, L.K.* - Cost effectiveness of soil investigation for pipe drainage projects. Agricultural Water Mgt. 18: 333-345, 1990.
22. *Smedema, L.K.* - Irrigation performance and water-logging and Salinity. Irrig. & Drain. Systems. 4: 367-374, 1990.
23. *Shainberg, I. & J. Shalhevet*, eds. - Soil Salinity under irrigation- Springer-Verlag, 1984.
24. *Suarez, D.L. & J.D. Rhoades* - Soil Salinity. Encyclopaedia of Earth Science. vol. 4: 251-257, 1991.
25. *Suarez, D.L.* - Relationship between PHc and SAR and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage water. SSSJA. 45: 469-475, 1981.
26. *SCS* - Standard on subsurface drains. 606-1- 606-7, USDA-SCS. 1988.
27. *Tanji, K.K.* ed. - Agricultural Salinity assessment & Management. ASCE. Manual No. 71, 1990.



شکل (۱)

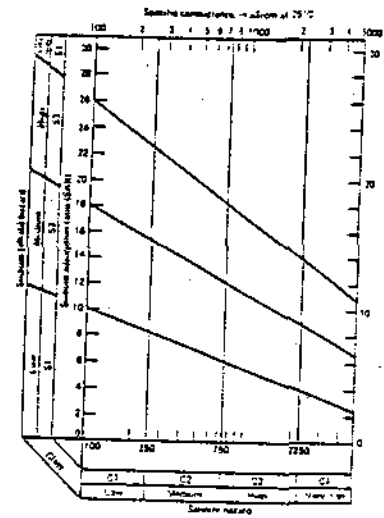


شکل (۱)

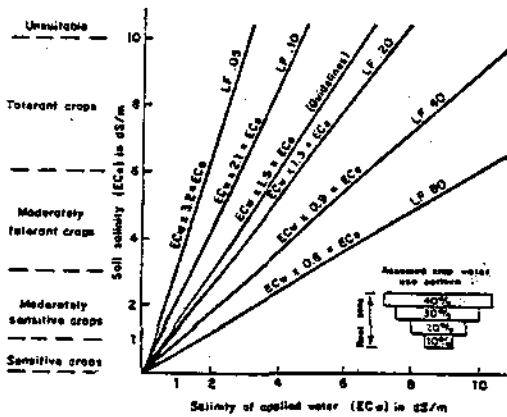


A - به براد اصلاح کنند نیازند  
B - به براد اصلاح کنند نیازند نیستند

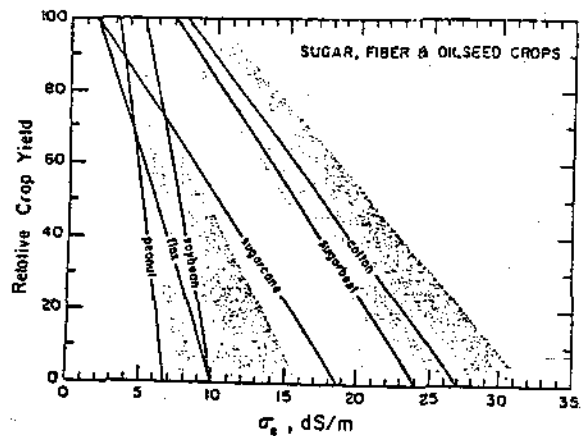
شکل (۱)



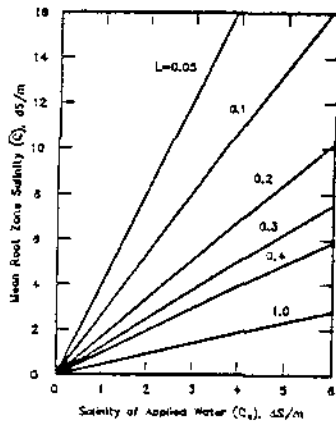
شکل (۲)



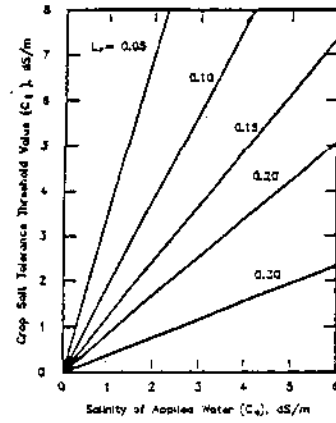
شکل (۳)



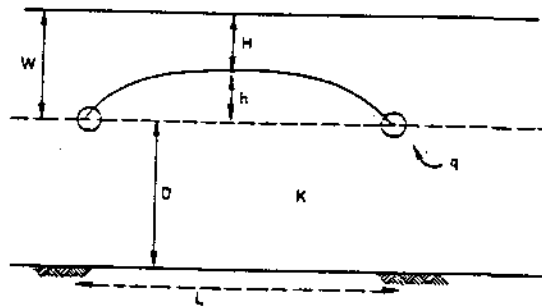
شکل (۳)



شکل (۴)



شکل (۴)



شکل (۵)

$\frac{h}{q}$	$h$ m	$W$ m	$q$ m/d	$H$ m	مقاله
۷۵۰	۱/۵	۲/۵	-/۰۰۶	۱	آبشویی اقلان (شوری قلمه صفتی کاهش یابد)
۷۵۰	-/۷۵	۲/۵	-/۰۰۱	۱/۷۵	کنترل شوری (شوری از حد مجزی فراتر نرود)
۱۰۰	-/۲	۱/۲	-/۰۰۲	-/۵	تنبیه خاک (خاک سفت‌تر نشود)
-	-	۱	-	۱	آب‌داری غیرمستقیم
۵۰۰	۱	۲	-/۰۰۲	۱	برای کبینه اصلاح باق

مردم شماره (۳)