مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۷

موضوع:

زهکشی و احیاء اراضی کشاورزی

تألیف:

محمد بای بوردی

هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران

۳۱ مرداد ـ 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 :

واژه هائی مانند *احیاء، اصلاح و بهسازی* که در ارتباط با خاك و زمین بکار میرود در کشورهای مختلف معانی و مفاهیم گوناگون دارد ولی در *کشور ایران مراد از بهسازی خاك، زدودن، آبشوئی و زهکشی انواع املاح محلول از خاك است* که یا در اثر آبیاری با آبهائی با کیفیت نامناسب در دل خاك انباشته شده اند و یا در زمینهای آبش و باتر خیز سطح ایستابی شور موجبات شوری خاك را فراهم ساخته و یا هر دو عامل توأمان عمل کرده اند. پیدایش و زوال تمدنهای 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 الگوئی در تمدنهای هندوستان و چین و مایاها و آزتکهای 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 یك عملکرد مطلوب از کشت های مختلف، الزام آور میسازد.

مساحت زمینهای نمکزده ایران به درستی مشخص نیست. کودا (۱۹۸۰) Kovda مساحت آنرا در حدود ۲۷ *میلیون* هکتار برآورد کرده است. موّسسه تحقیقات خاك و آب که وارث موّسسه 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 یك میلیون هکتار از اراضی زیردست سدهای ساخته شده که به شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی تجهیز شده اند، درصد اراضی شور و قلیا و ماندابی پس از آغاز بهره برداری رو بافزایش 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 نمك فقط در محدوده ۱۸ میلیون هکتار زمینهای کشت آبی، دیم و آبش سالانه به حدود *هفت میلیون هکتار* بالغ میشود که با افزایش کشتهای آبی در حال افزایش میباشد.

شوری یا غلظت نمك در خاکهای ایران متفاوت بوده و از یك گرم در لیتر محلول خاك تا صد گرم گزارش شده است. در کویرهای مرکزی، سبزوار، لوت، ..... سطحی بودن سفره آب زیرزمینی شور و شدت تبخیر سبب شده است که نمك بصورت جامد در سطح خاك ته نشین شود که در اینصورت غلظت آن بیش از دویست گرم در هر لیتر محلول خاك 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 یك متری قرار دارد، تبخیر میتواند تا دو هزار میلیمتر آب شور را از سفره ربوده و به سطح خاك هدایت کند ولی با افزایش عمق سطح ایستابی تا چهار متر، خیز موئینه ای آب شور تقریباً متوقف میشود.

در سطح جهانی از ۲۵۰ *میلیون هکتار* کشت آبی، *سالیانه ۲ تا ٤ میلیون هکتار* بعلت شوری یا ماندابی شدن از چرخ تولید خارج شده و یا عملکرد کشتهای مختلف در این خاکها کاهش محسوس میبابد. 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 نمك 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 خاك 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 دویست هزار هکتار شبکه زهکش زیرزمینی* دائر دارند.

برخی تعاریف و واحدها:

شوری آب و خاك 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:

$$1 \text{ mmhos/cm} = 1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} \qquad (۱)$$

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

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

$$\text{mg/kg} = \text{ppm} = 640 \, (\text{EC}) \qquad (۲)$$

mmhos/cm

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

meq/L (میلی اکیوالانت در لیتر)

$$ESP = \frac{NaX}{CEC} x\ 100 \qquad meq/100\ gr. \qquad (٤)$$

$$ESR = \frac{NaX}{CEC\text{-}NaX} \qquad meq/100\ gr. \qquad (٥)$$

$$SAR = \frac{Na}{\left(\frac{Ca+Mg}{2}\right)^{\frac{1}{2}}} \qquad (mmol/L) \qquad (٦)$$

$$\frac{ESP}{100\text{-}ESP} = 0.015\ SAR \qquad (٧)$$

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

CEC : ظرفیت تبادل یونی در خاك که برحسب میلی اکیوالانت در صد گرم خاك یا Cmol ج بر کیلوگرم خاك 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 خاك :

بهسازی و زهکشی اراضی نمکزده در سه مرحله انجام میشود:

۱ - شناسائی:

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

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

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 ٤ 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 آبشوئی 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 آبشوئی املاح و سدیم تواماً باید انجام شود.

۲ - آبشوئی املاح از خاکهای شور:

در این مرحله بایستی شوری بیش از حد مقاومت کشتهای مورد نظر را از خاك خارج کرد. اگر خاك از یك زهکشی طبیعی مناسبی برخوردار باشد بدون تعبیه یك شبکه زهکش زیرزمینی و در صورت فقدان این ویژگی پس از کار گذاشتن یك شبکه زهکش زیرزمینی کارا، به آبشوئی املاح اقدام میکنیم. در شرائط ایران بویژه در مناطقی که آب زیرزمینی شور است، کارگذاری یك شبکه زهکش زیرزمینی الزامی است زیرا خیز سطح ایستابی در ضمن عملیات آبشوئی و پس از آن میتواند آنچه را رشته ایم پنبه کند در یك خاك آرمانی (بدون درز و ترك که هدر دهنده آبست) شوری خاك بایستی با عبور مقدار آبی معادل یك حجم تخلخل خاك 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 آبشوئی املاح صرفنظر از شوری اولیه خاك از رابطه زیر محاسبه پذیر است :

$$\left(\frac{C - Ci}{Co - Ci}\right) x \frac{D_L}{D_S} = K \qquad (۸)$$

C - شوری اولیه خاك بر حسب mmhos/cm

Ci - شوری آب مورد استفاده در آبشوئی برحسب mmhos/cm

Co - شوری مورد انتظار پس از اتمام آبشوئی برحسب mmhos/cm

D_L - ارتفاع آب آبشوئی، برحسب سانتیمتر

D_s - ضخامتی از خاك که آبشوئی املاح در آن مورد نظر است، بر حسب سانتیمتر

K - ضریبی است که بین ۰/۱ در خاکهای سبك تا ۰/۳ در خاکهای سنگین نوسان میکند و میتوان این دامنه را برحسب ضریب آبگذری گروههای یازده گانه بافت خاك تقسیم کرد و برای هر گروه ضریبی متناسب آنرا بکار گرفت. این رابطه تا زمانی معتبر است که $\left(\frac{D_L}{D_S} > K\right)$.

برای آبشوئی 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 خاك سنگین تر باشد، شیوه چند نوبتی تأثیر بهتر و بیشتری در آبشوئی دارد، زیرا در این خاکها نقش پخشیدگی املاح و انتشار آبی در جابجائی املاح بیشتر از خاکهای سبك است. کمترین میزان آب برای آبشوئی و بالاترین راندمان آبشوئی در آبیاری بارانی بدست میآید. دیگر اینکه آب در خاك نه یك آب خالص بلکه در واقع یك 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 وانتهوف ایفاء میکند (افزایش شدت واکنش و انحلال با افزایش درجه حرارت). در نقاطی مانند خوزستان، به پیروی از قوانین شیمی بایستی آبشوئی را در فصل گرم که درجه حرارت آب بیش از ۱۲ درجه سانتیگراد است انجام داد ول این اصل با واقعیت در تعارض است زیرا در فصل تابستان هم مقدار آب در دسترس محدود بوده و هم یك تبخیر ده میلی متری

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

بطور کلی برای کاهش شوری خاك صرفنظر از مقدار اولیه آن، بازاء هر متر از ضخامت خاك یك متر آب با 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 ٤ برابر حجم تخلخل خاك 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 یك دهم شوری اولیه کاهش یافته و زمین برای کشت گیاهان مقاوم به شوری آماده است.

۳- بهسازی خاکهای سدیمی:

یون سدیم در خاك بویژه هنگامی که بسته به نوع رس غالب خاك بیش از ٦ تا ۲۲ درصد در همتافت تبادلی یافت شود از طریق انهدام ساختمان خاك، کاهش نفوذپذیری و سرعت نفوذ آب در خاك که مدلول ایجاد سله در سطح خاك 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 تبادلی شود تا آثار سوء آن از بین برود.

دراین خاکها نیز مانند خاکهای شور بایستی از ویژگیهای زهکشی طبیعی خاك آگاهی یافته و در جهت ترمیم آن به یك 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، آهك یا سایر منابع کلسیم در خاك از معادله (۹) قابل محاسبه است

$$\text{گچ مورد نیاز (Ton/Ha)} = 8.5 \cdot d \cdot B_d \cdot CEC \cdot (ESP_i - ESP_f) \qquad (۹)$$

در این معادله :

d : ضخامت خاك برحسب متر که مایلیم در آن جایگزینی Na , Ca انجام شود

B_d : وزن مخصوص ظاهری خاك بر حسب تن در مترمکعب (Mg/m^3)

CEC : ظرفیت تبادل یونی خاك بر حسب meq/100 gr. و یا $\left(\frac{molc}{kg}\right)$ در نظام جدید SI

ESPi : درصد سدیم تبادلی اولیه

ESP_f : درصد سدیم تبادلی مورد نظر

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

ویژگی خاك	روش بهسازی
۱- خاك شور- سدیمی باکلسیم محلول موجود در افقA	۱- آبشوئی
۲- خاك سدیمی با افق سدیمیB و وجودگچ یا آهك در افقهایB و C .	۲- شخم عمیق + آبشوئی
۳- خاك سدیمی آهکی	۳- استفاده از اسید یا اسید سازان مانندگوگرد
٤- خاك سدیمی $ESP < 20\text{-}25$	٤- گچ + آبشوئی
٥- خاك سدیمی $ESP > 25$	٥- 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، بسرعت بهسازی خاك را فراهم میکند در حالی که آهك یا کربنات کلسیم ارزش چندانی در اصلاح خاك ندارد زیرا حلالیت آن بسیار کم است مگر اینکه همراه با یك اسید یا عنصر اسید ساز مانند گوگرد بخاك داده شود. معمولاً *هر ده هزار متر مکعب آب میتواند در حدود ۷/۳ تن گچ را که ۸۵٪ آن از سرند شماره ۱۰۰ میگذرد در خود حل کند.* بنابراین میتوان با استفاده از ۱/۵ متر آب، ده تن در هکتار در سال اول و بعد ٤ تن در هکتار در سالهای بعد (معمولاً تا سه سال) و تا حصول نتیجه مطلوب از گچ استفاده کرد. *اگر بتوان ESP خاك را در پنجاه سانتیمتر اول خاك 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 خاك معمولاً جهت سهولت محاسبات از SAR عصاره اشباع خاك 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 خاك بندرت در رطوبت اشباع است، لذا شوری خاك بر SAR اثر میگذارد و در واقع SAR خاك با تغلیظ محلول خاك با رابطه زیر افزایش می یابد:

$$SAR_f = \sqrt{n}\ SAR_i \qquad (۱۰)$$

SAR_f : نسبت جذبی سدیم نهائی در عصاره اشباع خاك

SAR_i : نسبت جذبی سدیم اولیه در عصاره اشباع خاك

n : تغییرات غلظت

مثلاً اگر n دو برابر شود، یعنی رطوبت خاك نسبت به رطوبت اشباع نصف گردد، SAR_f برابر $(1.4\ SAR_i)$ گشته و ٤٠٪ افزایش میيابد.

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

در خاکهای شور سدیمی، شوری خاك بر روی لایه دو گانه تأثیر گذارده و از طریق سرکوب توسعه آن موقعیت ساختمانی مطلوب و متوازنی فراهم میسازد ولی با آبشوئی آن این لایه دوگانه گسترده شده و موجبات انتشار و پراکنش ذرات و کاهش نفوذ پذیری را که نقش اصلی در بهسازی و آبشوئی املاح ایفاء میکند، فراهم می سازد بنابراین در چنین خاکها بایستی عملیات آبشوئی با آبی با کیفیت نامطلوب آغاز و به تدریج کیفیت آنرا بهبود بخشیده و آخرین قسط آب آبشوئی را از آب با کیفیت مناسب استفاده کنیم. بعبارت دیگر برای اصلاح خاك 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 یك منبع لایزال آهك در خاك بیش از ٦٪ از نیاز به گچ نمیکاهد، زیرا حلالیت آن بسیار اندك است. بعلت فراوانی گوگرد در ایران میتوان با افزودن گوگرد بخاك و تکوین واکنشهای لازم، کلسیم را از قید آهك آزاد ساخته، بکار گرفت. بویژه آنکه در برابر هر تن گچ بیش از دویست کیلو گوگرد مورد نیاز نیست. نکته دیگر اینکه برای تعیین نیاز یا عدم نیاز به ترکیبات اصلاح کننده میتوان از شکل (١) 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 آبشوئی کلان، بالاخره شوری و سدیم خاك تا حد قابل قبولی که بتوان گیاهان مقاوم به شوری (برنج، گندم، جو، پنبه .....) را در آن کشت کرد، کاهش میيابد. 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 ایستابی 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 یك تن در هکتار نیز از میزان نمك خاك کاست و شوری آنرا به تدریج نیز کمتر کرد. اما چون بندرت در ایران چنین آبهائی یافت میشوند، لذا *تنها منبع افزاینده شوری و سدیم به خاك، آب آبیاری* بوده و با اعمال مدیریت آبیاری بایستی از خسارات احتمالی آن کاست و از افزایش شوری و سدیم خاك جلوگیری کرد.

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

کیفیت آب آبیاری وضع نشده 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 خاك در رفتار آن تأثیر میگذارد.
۳- سمیت ناشی از سدیم، بر، لیتیم، کلر و برخی فلزات سنگین محلول در آب.

پژوهشهای اولیه به نمودار ویلکوکس (۱۹۵٤) 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، آبهائی 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 (۱۹٦۷) Bernestain ضریب جدیدی را بنام ضریب *آبشوئی* (Leaching Fraction) و به اختصار (LF) که عبارت است از :

$$LF = \frac{D_d}{D_i} \qquad (۱۱)$$

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

$$LF = 1 - \frac{ET}{I_f \cdot t_i} \qquad (۱۲)$$

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

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

$$LF = \frac{D_d}{D_i} = \frac{EC_{iw}}{EC_d} \qquad (۱۳)$$

$$EC_{iw} = LF \cdot EC_d \qquad (۱٤)$$

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

رابطه (۱٤) نیز در چند سال اخیر مورد انتقاد قرار گرفته، زیرا چنین پنداشته میشود که شوری خاك در محدوده فعالیت ریشه ها یکسان بوده و با زمان نیز تغییر نمیکند. در صورتیکه با خشك شدن تدریجی رطوبت خاك در بین دو آبیاری، غلظت نمك نیز افزایش میابد.

با در نظر گرفتن اینکه میانگین شوری خاك از $\frac{EC_i + EC_d}{2}$ بدست آمده و EC خاك در رطوبت ظرفیت زراعی یا نگهداری در حدود ۲/۵ برابر شوری در عصاره اشباع خاك است، رابطه (۱٤) را بشکل زیر نیز میتوان نوشت:

$$LF = \frac{EC_{iw}}{5(EC_{se}) - EC_{iw}} \qquad (۱٤\text{- الف})$$

در چند سال اخیر و در جهت اعمال مدیریت آبیاری در مزارع، پژوهشهای بیشتری در زمینه تأثیر SAR آب آبیاری بر روی ESP محلول خاك نیز صورت گرفته که صحت آن در ده سال اخیر به تائید 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:

$$SAR_a = SAR_{iw}\left[1 + (8.4 - PH_c)\right] \qquad (۱٥)$$

$$SAR_{dw} = SAR_{iw}\left[\frac{Y^{1+2LF}}{\sqrt{LF}}\right]\left[1 + (8.4 - PH_c)\right] \qquad (۱٦)$$

در معادله (۱٥)، ESP خاك سطحی به SAR_{iw} آب آبیاری ارتباط داده شده و نتیجه، $(SAR)_a$ تعدیل شده نامیده میشود. معادله (۱٦) نیز ESP خاك 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 کانیهای خاك که معمولاً برابر ۰/۷ است و $(8.4 - PH_c)$ نیز مبین رسوب یا انحلال کربنات کلسیم در خاك بوده و PH_c نیز PH یك آب آبیاری است که در آن غلظت معینی از کلسیم، منیزیم، بیکربنات و گازکربنیك در حال تعادل با فاز جامد آهك در خاك میباشد.

اگر $(8.4 - PH) > 0$ باشد، کربنات کلسیم در خاك رسوب میکند و اگر کوچکتر از صفر باشد، کربنات کلسیم خاك در آب آبیاری حل میشود. بعبارت دیگر این جزء از معادله سرنوشت گچ و آهك را در خاك روشن میکند. در صورتیکه ترسیب یا انحلال گچ و آهك در خاك رخ ندهد، رابطه (۱٦) بشکل ساده زیر در میآید:

$$SAR_{dw} = \frac{1}{\sqrt{LF}} SAR_{iw} \qquad (۱۷)$$

برای بسیاری از آبهای آبیاری که در آن ($EC_{iw} < 1$ dS/m)، تأثیر رسوب املاح در محلول خاك و در مواردی که ($LF \geq 0.2$) است، ناچیز بوده و SAR_{iw} آب آبیاری تقریباً معادل (SAR_{sw}) محلول خاك و در نتیجه ESP در چند سانتیمتر سطحی خاك خواهد بود ولی در شرائطی که ($LF < 0.1$) است، ترسیب املاح ممکن است در اعماق خاك 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 خاك نظر افکنده و معتقد است که چون کلید آبهای سطحی در تماس با گازکربنیك هوا هستند لذا از کربنات 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 (٦) محاسبه شده، برای ارزیابی آب آبیاری و تأثیر آن در ESP خاك 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 :

$$(SAR)_a = \frac{Na}{\left(\frac{Ca^*+Mg}{2}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (meq/L) \qquad (۱۸)$$

که در آن Ca^* غلظت کلسیم بعنوان تابعی از گازکربنیك، شوری و نسبت بیکربنات به کلسیم در آب آبیاریست. سوارش بدین منظور جداولی 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 dS/m) موجب سله بستن و فروسائی ساختمان خاك شده، اقدامات مربوط به آبشوئی یا مدیریت آبیاری را با دشواریهائی روبرو میکند. *بعبارت دیگر زیبائی آب آبیاری در بافك بودن آنست* (شکل ۱).

اینك میتوان برای SAR_{dw} آب زهکشی یا محلول خاك، رقم مبنای درخور مقاومت کشت مورد نظر انتخاب کرده و از رابطه (۱٦ یا ۱۸) LF مناسب برای کاهش گزند سدیمی و از معادله (۱٤- الف)LF برای کنترل شوری را تعیین کرده، کمیت بزرگتر را بعنوان نیاز آبشوئی انتخاب کرد.

بنابراین ملاحظه میشود که نمودار ویلکوکس (۱۹۵٤) Wilcox که فقط با SAR و EC آب آبیاری مشخص میشود، ارزیابی واقعی از آب آبیاری با توجه به شوری خاك 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 ۳و٤).*

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

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

(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 میشده اگر EC_d را معادل شوری مجاز محلول خاك در ارتباط با کشت معین تصور کنیم، در اینصورت از نسبت $\frac{EC_i}{EC_d}$ ارتفاع آب زهکش که بایستی از خاك خارج گردد، تعیین میشود.

پژوهشهای این چهار دهه نشان داده است که *نیاز آبشوئی LR* که با روش بالا محاسبه میشود، کفایت نمیکند، زیرا نه میتواند توزیع غیریکنواخت نمك را در نیمرخ خاك در نظر گیرد ونه تغییرات کوتاه مدت آنرا در اثر انحلال و رسوب املاح پیش بینی کند. بنابراین در کنترل شوری و سدیم در خاك 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 خاك یا زهکشی افزایش داده و یا با انتخاب کشتهای مقاومتر به شوری، نیاز آبشوئی را کاهش دهیم.

در پایان این بحث تذکر این نکته مورد تاکید است که *عملیات آبشوئی برای نمکزدائی اعم از شوری یا سدیم در خاك، فقط یکبار و آن هم در آغاز بهره برداری از یك طرح آبیاری انجام شده و جنبه کلان دارد. در حالی که اقدامات بعدی که در ضرائب نیاز آبشوئی (LR)، ضریب آبشوئی LF، ($SAR)_a$ تعدیل شده و غیره تجلی میکند، 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 یك نیمرخ مطلوب شوری و سدیم درخاك است.* بعبارت دیگر سرنوشت اهداف اولیه طرح در گرو پیگیری و محاسبات این بخش که معمولاً با روستائیان نیز سر و کار دارد میباشد ، با انجام عملیات آبشوئی 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*

آبشوئی به هر ترتیبی محاسبه شده باشد، بیشتر است ولی این نکته را باید بخاطر داشت که کلیه پژوهشهائی 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 نمك در خاك بوده و ثانیاً برای صرفه جوئی حتی یك 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 کوچك این مبانی 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 خاك به تنهائی و بدون ارتباط با خاك، گیاه و امکانات زهکشی، ارقام با هویتی نیستند و خطوط مرزی نمودار ویلکوکس (۱۹۵٤) Wilcox را در اعمال مدیریت آبیاری میتوان نادیده انگاشت.

زهکشی زمینهای کشاورزی:

اینك که با مبانی بهسازی خاکهای نمك زده آشنا شدیم، صرفنظر از روش انتخابی برای آن، مقادیری آب در اعماق خاك داریم که محتوی مقادیر متنابهی از املاح آبشوئی یافته بوده و بایستی پس از آبشوئی کلان اولاً از خاك خارج شوند و ثانیاً با تهیداتی از مهاجرت دو باره و رویبالای آن به حوزه گسترش ریشه ها جلوگیری کرد. بدین منظور چاره ای جز کارگذاری یك 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 خاك 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 تمبوشه های سفالی یا پلاستیکی زهکشی در زمین برای کنترل سطح ایستابی در مواردی که آب آبیاری یا آب زیرزمینی یا خاك هر سه شور است.
۳. استفاده از زهکش های حائل برای کاهش نشد (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.

٤. استفاده از حوضچه های تبخیر برای تخلیه زهابها.

٥. زهکشی زمینهائی 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 جاههای آب محفوره بسطح خاك راه یافته است، ایجادشده‌اند.

از روشهای بالا، شبکه زهکش زیرزمینی در ایران مورد توجه و استقبال قرار گرفته است. متاسفانه شبکه های زهکشی سطحی نه در ایران و نه در خارج مورد توجه جدی قرار نگرفته اند، در صورتیکه *یك شبکه زهکش سطحی کارا، بویژه 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 کمك میکند.

نکته دیگر اینکه این شیوه ها و روشها در کلیه کشورهای صنعتی پیشرفته با اصول و مبانی مدیریت غربی که در چارچوب یك برنامه منسجم *مطالعاتی، طراحی، اجرائی، تشکیلاتی، اعتباری، بهره برداری، نگهداری وپیگیری*، خلاصه میشود، اعمال میگردند. این ایستار با فرهنگ و نظام ارزشی غرب عجین شده است ولی بمجرد اینکه به کشوری با فرهنگ متفاوت انتقال مییابند، ارزش ماهوی و بار فرهنگی خود را از دست داده و در پایان یك ردیف تئوری و معادلات علمی یا تجربی بیجان و بی زبان برجا میمانند. مثلاً در کشورهای غربی اغلب ضوابط طراحی برای نمکزدائی و زهکشی اراضی بیش از پنجهزار هکتار از یك 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 نمیآورند. انجیل زهکشی، نه کتاب طراحی زهکشی، بلکه کتاب " *بهره برداری، نگهداری و پیگیری* " شبکه زهکشی است که *همواره نیز حجم مطالب آن اقلاً دو برابر هر کتاب طراحی زهکشی است* و در کشور ما هنوز بطور جدی مورد توجه قرار نگرفته است.

معادله ماتینگ، در ظاهر هیچگونه بار فرهنگی و مدیریتی در خود ندارد ولی یك 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 یك 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 یك شبکه زهکش، مجوز مصرف بیرویه را به بهره برداران میدهیم.* غافل از اینکه کار گذاشتن چند خط تمبوشه، 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 موجبات تخریب زیست بوم را فراهم و یا در صورت وجود زمینه پیشین شتاب میبخشد. *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 آبشوئی 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 درآمده و به وظائف خود عمل کند.

مراحل	درصد اهمیت در کارائی نهائی شبکه
۱. مطالعات اولیه که به تعیین ضوابط زهکشی مانند ضریب شدت زهکشی، عمق لایه غیرقابل نفوذ، فیلتر، ضریب آبگذری خاك و توزیع زمانی و مکانی آنها منجر میشود.	۵۰
۲. انتخاب روش درست و مناسب زهکشی	۱۰
۳. عملیات اجرائی	۲۰
٤. 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 ۳,۱ و ٤ 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 تبوشه ها (متر)، H حداقل فاصله سطح ایستابی از سطح خاك (متر)، h فاصله سطح ایستابی در وسط بین دو خط زهکش نسبت به محور، تبوشه ها، q ضریب شدت زهکشی یا مقدار آبی که بایستی روزانه تخلیه شود (متر در روز)، K ضریب آبگذری خاك (متر در روز)، D فاصله تبوشه ها از لایه غیر قابل نفوذ (متر) و L فاصله بین دو خط زهکش است. تجربه جهانی چه در اقلیم مرطوب و چه خشك نشان داده است که این ضرائب در هدفهای گوناگون متفاوت خواهد بود و جدول (۳) تغییرات آنرا در بر دارد.

هدف	H m	q m/d	W m	h m	$\frac{h}{q}$
آبشوئی املاح (شوری تاحد 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 خاك (خاك 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 خاك چند روزی از حد مجاز فراتر رفته و یا افت 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 خاك 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 خاك و توزیع زمانی و مکانی آن اهمیت ویژه ای داشته و حتی با انتخاب شیوه‌های آماری بسیار پیشرفته در صورتیکه مطالعات خاکشناسی کماهوحقه انجام نشده باشد، ارقام گمراه کننده تری در دسترس طراحان شبکه قرار میدهد. جدول (٤) استانداردهای نمونه برداری را در چند کشور نشان میدهد. بعلت طبیعت و سرشت بسیار پیچیده خاك حتی اگر کلیه موازین علمی را در تعیین ضریب آبگذری خاك رعایت کنیم، هنوز (CV) یا ضریب تغییرات ($CV = \frac{\sigma}{M} \cdot 100$ ، σ انحراف معیار اندازه گیریها، و M میانگین اندازه گیریهای ضریب آبگذری است) بین ۱۰ تا ۳۰۰ برای روش چاهك که خود کمترین ضریب تغییرات را دارد، نوسان خواهد داشت. در حالی که اگر در انتخاب هر یك از ضرائب h, K, q تا صد درصد اشتباه کنیم، بمیزان ٤۰٪ در فاصله زهکشها اثر میگذارد. بعبارت دیگر یك طرح یك میلیارد تومانی از ۰/٦ تا ۱/٤ میلیارد تومان هزینه اجرائی در بر خواهد داشت. در حالی که پس از انجام یك مطالعات خاکشناسی غیر کلیشه ای، ***میتوان با اختصاص دویست هکتار به یك طرح آزمایشی، تقریباً کلیه ضوابط و ضرائب مورد نیاز اقدامات اولیه برای آبشوئی و بهسازی خاك و همچنین چگونگی مدیریت آبیاری و زهکشی را در عملیات فصلی و سالانه استخراج کرده و امکان یك 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	۱/٤-۰/۹	< ۵۰	٤تا۸ هکتار شبکه ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری	۲/۵	-
مصر	۱/٤	۸۰-۳۰	۲۵ شبکه ۵۰۰	۲/۵	یك نمونه از ۵ تا ۱۰ متری در هر ٤۰۰ هکتار
هلند	۱/۲-۱	۳۰-۲۰	۱-۲ هکتار	۱/۵ تا ۲	$(W+\frac{1}{4}L)$
پاکستان	۲/۷-۱/۸	۵۰۰-۵۰	۱۰تا۲۰هکتار	۳ تا ۵	-
ترکیه	۱/۵	۱۰۰-۵۰	۳۰ تا ۵۰	٤	-
آمریکا	-	-	۱۰ تا ۲۵	۵	-
FAO:					
۱- خاك همگن	-	۲۵ تا ۷۵	۲۵ تا ۷۵	$(W+\frac{1}{8}L)$	-
۲- خاك غیرهمگن	-	۲۵ تا ۱۵	۵ تا ۱۵	$(W+\frac{1}{20}L)$	-

جدول شماره (٤)

یکی دیگر از نکاتیکه 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 وبدون توجه به دلائل کاربرد آن ریخته میشود.

پیراهن Filter : پوشی که منحصراً برای جلوگیری از ورود ذرات ریز خاك به تمبوشه ها مورد استفاده است.

آبکش 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.

مصالح 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 بازداری از جابجائی و انتقال ذرات در خاك است.*

چون سازمان حفاظت خاك 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} خاك بستر زهکش بدست آمده است.

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

$D_{15e} < 7 . D_{85s}$ و نه کمتر از ۰/۶ میلیمتر

حداقل ضخامت پیراهن، ۸ سانتیمتر $D_{15e} > 4 . D_{15s}$

$D_{5e} > 0.074$ mm و درصد دانه هائی که از سرند شماره ۲۰۰ آمریکائی میگذرند کمتر از ۵ درصد

و برای آبکش (Surround) مناسب

$D_{100e} < 38$ mm کلیه دانه ها از سرند شماره ۱/۵ آمریکائی بگذرند

$D_{30e} > 0.25$ mm کمتر از ۳۰ درصد دانه ها از سرند شماره ۳۰ آمریکائی بگذرند

$D_{5e} > 0.074$ mm کمتر از ۵ درصد دانه ها از سرند شماره ۲۰۰ 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. نمکزدائی در حد کلان پس از تعبیه یك شبکه زهکش کارا، بسادگی میسر است.

۳. *کنترل میزان نمك و سدیم در درون مزارع و قطعات*، پس از نمکزدائی و بهسازی کلان و در ارتباط با کشت معین، *مستلزم تامین یك رژیم پویای رطوبت در جسم و جان خاك است و در برقراری آن اگر کاربری تخصص زهکشی و آبیاری تفکیك پذیر باشد، نقش سازنده یا تخریبی کارشناس آبیاری در روی زمین بمراتب بیش از نقش چند تمبوشه زهکشی در زیر زمین است.*

٤. با توجه به جداول مقاومت شوری کشتهای مختلف (ماس ۱۹۸٦ و ۱۹۹۳ Maas) پس از تعبیه یك 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 خاك بازتاب مییابد، در گرو مدیریت کشاورزی بطور اعم و آبیاری بطور اخص است.*

٥. ضرائبی مانند EC, ESP, $(SAR)_a$, SAR, LR, LF و ..... ابزاری برای اعمال مدیریت آبیاری و تامین یك 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.

٦. *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 Sociey, 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.

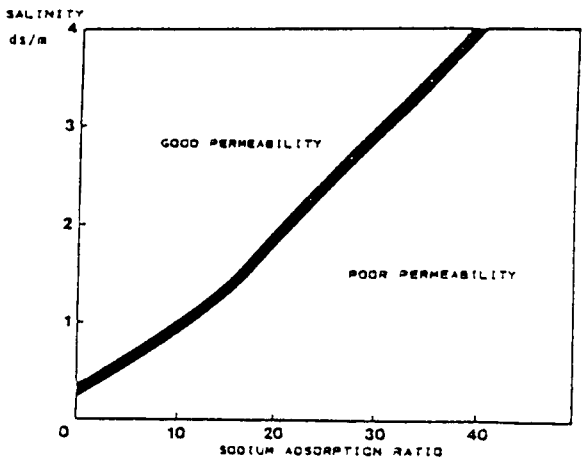
23. *Shainberg, I. & J. Shalhevet,* eds. - Soil Salinity under irrigation- Springer-Verlag, 1984.

24. *Suarez, D.L. & J.D. Rhoades* - Soil Salinity. Encyclopaedia of Earth Science. vol. 4: 251-257, 1991.

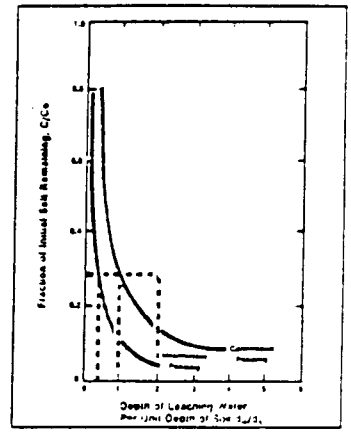
25. *Suarez, D.L.* - Relationship between PHc and SAR and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage water. SSSJA. 45: 469-475, 1981.

26. *SCS* - Standard on subsurface drains. 606-1- 606-7, USDA-SCS. 1988.

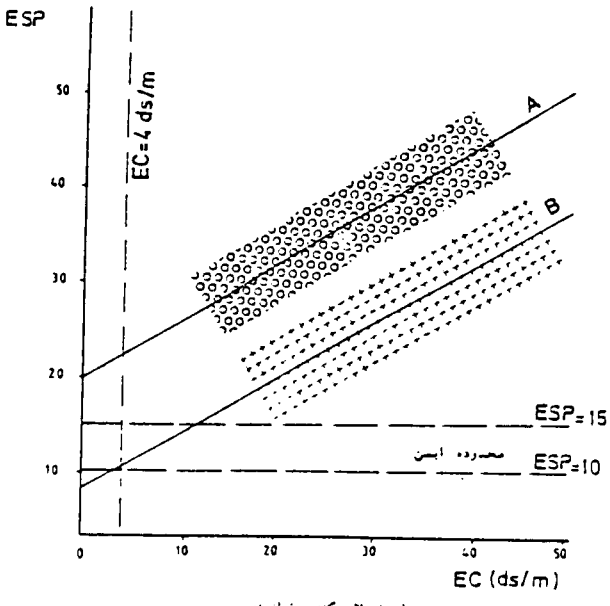
27. *Tanji, K.K.* ed. - Agricultural Salinity assessment & Management. ASCE. Manual No. 71, 1990.



شکل (۱)



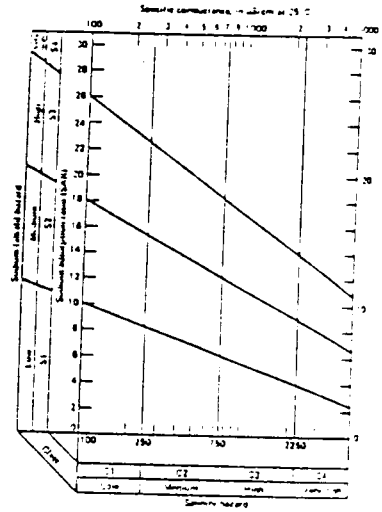
شکل (۱)



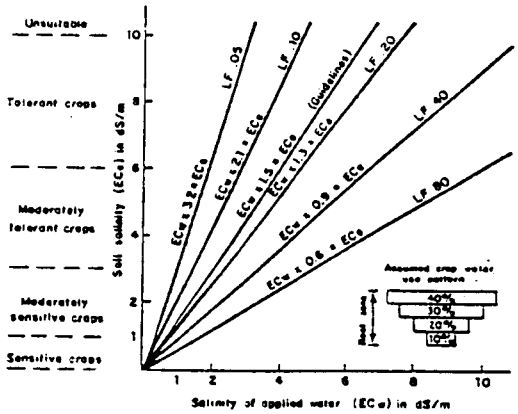
A ← به مراد اصلاح کننده نیازمندیم .

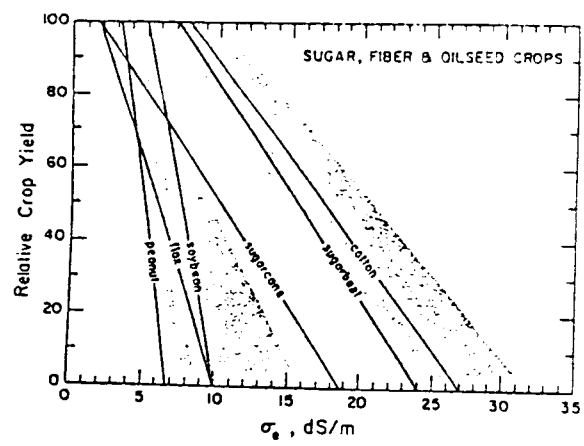
B ← به مراد اصلاح کننده نیازمند نیستیم .

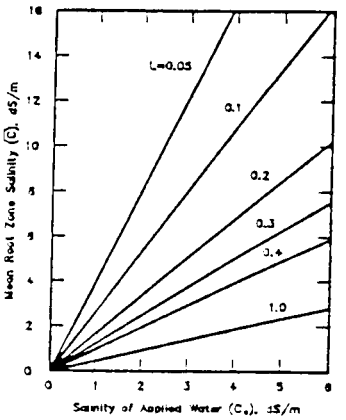
شکل (۱)



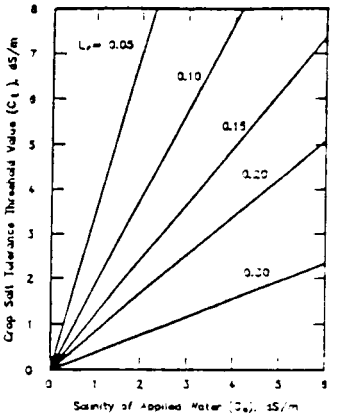
شکل (۲)



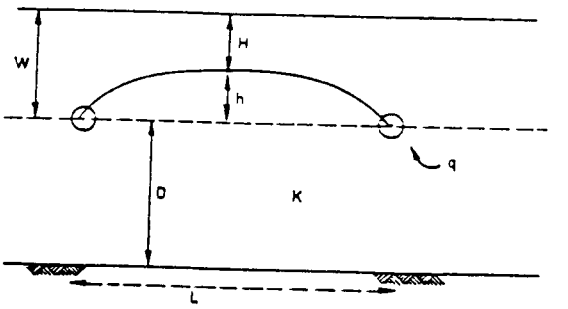




شکل (۴)



شکل (۴)



شکل (۵)

حسب	H m	q m/d	W m	b m	$\frac{\pi}{q}$
آبشویی اصلاح (شوری خاک متعادل کاهش یابد)	۱	۰/۰۰۲	۳/۵	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 زمزمه‌ای	۱	-	۱	-	-
برای کلیه اصلاحات بالا	۱	۰/۰۰۲	۲	۱	۵۰۰

جدول شماره (۳)