مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

متن سخنرانی شماره ۱

موضوع:

نکاتی درباره گزینه‌های زراعی برای مسایل آبیاری و زهکشی کشور

تألیف:

حمید سیادت[۱]

در فهرست بلندبالای مشکلات کشاورزی و زیست‌محیطی کشور، مسایل آبیاری و زهکشی در رده‌های بالایی قرار دارند. شماری از این مسایل زاییده فعالیت انسان و شماری دیگر ناشی از ویژگی‌های خاک، آب و اقلیم‌اند. در هر دو حالت، آثار اقتصادی و زیست‌محیطی این مشکلات در مقایسه با اثرات مسایل دیگر کم‌نظیر است. از یک سو، و از دیدگاه اقتصادی، نزدیک به ۹۰ درصد تولیدات کشاورزی کشور از اراضی فاریاب به دست می‌آید که مساحت تقریبی آنها ۸-۷ میلیون هکتار است (آمار نامه کشاورزی ۷۶-۱۳۷۵). از سوی دیگر، همین زمین‌ها و نیز میلیون‌ها هکتار زمین‌هایی که در پیرامون و پایین‌دست آن‌ها قرار دارند از اثرات آبیاری‌های نادرست صدمه می‌بینند. هم‌چنین، نزدیک به ۹۰ درصد آب‌هایی که سالانه در کشور مصرف می‌شوند برای آبیاری اراضی فاریاب به کار می‌روند (جهانی، ۱۳۷۷). هیچ فعالیت دیگری در کشور چنین پهنه‌ای از زمین و چنین حجمی از آب را توأمان به کار نمی‌گیرد. به سخن دیگر، می‌توان گفت که عرصه زمین‌های فاریاب عمده‌ترین عرصه دخالت آدمیان در محیط زیست کشور است. به همین دلیل، مسایل آبیاری و زهکشی از اهیمت ویژه‌ای برخوردارند.

الف - گروه‌بندی کلان مسایل آبیاری و زهکشی

هرچند درباره این مسایل می‌توان فهرست‌های گوناگون و مفصلی تهیه کرد، اما در نوشتار حاضر سه گروه کلان از این مشکلات موردنظراند:

۱- مشکلات کم‌آبی و تنش‌های آبی
۲- مشکلات شوری منابع خاک و آب
۳- مشکلات ماندابی

۱- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات آب و خاک

تنش آبی در بیشتر مناطق زراعی ایران پدیده‌ای است که هم به صورت پیوسته و ادامه‌دار و هم به صورت منقطع و گهگاهی، رخ می‌دهد. علل پیدایش آن گوناگون است. از یک سو وضعیت اقلیمی، به ویژه کمبود شدید بارندگی در مقایسه با تبخیر و تعرق، زمینه‌ساز طبیعی آن است. ازسوی دیگر، آنجا که آب هم در دسترس است، شیوه‌های نادرست به کارگیری و بهره‌برداری از آن، منجر به ایجاد تنش می‌شوند. این شیوه‌ها گوناگونند: طراحی نامناسب روش آبیاری، آب دادن به مزرعه بدون توجه به نیاز واقعی گیاه، سهل‌انگاری در زمان‌بندی آبیاری و آبیاری زمین ناهموار.

مشکل گسترده دیگری در ارتباط با آبیاری و زهکشی، شور بودن (و شور شدن) منابع خاک و آب است. واقعیت این است که تمامی آب‌ها مقداری نمک دارند. بنابراین هرگاه مزرعه آبیاری می‌شود، مقداری نمک با آب وارد خاک می‌شود. مثلاً آب شرب تهران هم در حدود ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک دارد.و اگر این آب برای آبیاری مزرعه به کار رود، به ازاء هر ۱۰۰ میلی‌متر آبیاری، نزدیک به ۲۰۰ کیلوگرم نمک به یک هکتار خاک اضافه می‌شود. بدیهی است که آب‌های به کار رفته در کشاورزی به مراتب بیشتر از آب شرب تهران نمک دارند و بنابراین مقدار نمک در خاک، به ویژه در طی دوره آبیاری به تدریج افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، بعضی خاک‌های کشور به علل طبیعی نیز دچار شوری می‌باشند. به هر تقدیر، مساحت اراضی شور کشور بین ۱۸ تا بیش از ۲۳ میلیون هکتار برآورد شده است *(Siadat, et al 1997)*. بخشی از این اراضی هم‌اکنون زیر کشت است که هرچند سطح دقیق آن‌ها معلوم نیست اما در حدود ۷ میلیون هکتار برآورد شده است (بای‌بوردی ۱۳۷۳).

جلوگیری از گسترش اراضی شور و نیز اصلاح و بهسازی خاک‌های شور از شمار عمده‌ترین مسایل آبیاری و زهکشی است. این مسایل به ویژه به علت روند افت سطح آب زیرزمینی و شور شدن تدریجی آب چاه‌ها در بخش‌هایی از کشور (سیادت ۱۳۷۳، و بولتن ۱۴ وضعیت منابع آب کشور) توجه زیادی نیاز دارند. شور بودن محیط رشد بر تولید محصول صدمه زیادی می‌زند. سیادت و دیگران (۱۳۷۷)، افت تولید گندم در مزارع شور کشاورزان را در مواردی تا چند تن در هکتار گزارش کرده‌اند.

از مشکلات مهم دیگر، زهدار بودن یا ماندابی بودن خاک است. این وضعیت هم در مناطقی پیش می‌آید که سفره آب در چند متری سطح زمین است و هم در مناطقی که مشکل نفوذپذیری سطحی دارند و در نتیجه به طور موقت و چند روزه بعد از بارندگی زیر آب قرار می‌گیرند. به هر حال، پدیده ماندابی باعث می‌شود که تمام یا بخشی از منطقه ریشه گیاه از آب اشباع شده و گیاه به تنش ناشی از کمبود اکسیژن دچار شود. شرایط ماندابی پی‌آمدهای گوناگون دارد که همگی به کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی می‌انجامند. گستردگی این مشکل در کشور با دقت مشخص نشده است اما در یک بررسی اجمالی در شماری از استان‌ها آشکار شد که صدها هزار هکتار زمین‌های کشاورزی (آبی و دیم) در غرب، شمال و جنوب کشور، گرفتار این مشکل‌اند (سیادت و همکاران، ۱۳۷۷).

ب - راه‌کارهای مقابله با مسایل آبیاری و زهکشی

به‌طور کلی می‌توان راه‌کارهای برخورد با مسایل آبیاری و زهکشی را در دو گروه دسته‌بندی کرد. گروه نخست راه‌کارهایی است مبتنی بر اصول و قوانین مهندسی و گروه دیگر راه‌کارهای زراعی است. راه‌کارهای

مهندسی در برگیرنده فعالیت‌های ساخت سازه‌های گوناگون است و بنابراین عمدتاً تأمین‌کننده سخت‌افزار برای حل مشکلات آبیاری و زهکشی می‌باشند. در این ارتباط می‌توان احداث سد، بنا کردن شبکه‌های آبرسانی و زهکشی، و ایجاد ایستگاههای پمپاژ را نام برد. از ویژگی‌های این راه‌کارها، هزینه‌بر بودن، زمان‌بری، و نیاز شدید آنها به فن‌آوری پیشرفته است. نیز در بیشتر موارد، این راه‌کارها دگرگونی‌های زیادی در وضعیت محیط زیست ایجاد می‌نمایند. با وجود چنین ویژگی‌هایی، راه‌کارهای مهندسی از زمان‌های دور در ایران و جهان رایج‌ترین روش برخورد با مسایل آبیاری و زهکشی بوده‌اند.

در سال‌های اخیر اما، در پرتو توجه جهانی به مسایل اقتصادی و محیط زیست، روش‌های مهندسی با احتیاط بیشتری اتخاذ می‌شوند در حالی که به راه‌کارهای زراعی رویکرد بیشتری می‌شود. راه‌کارهای زراعی از نکته‌های نهفته در رابطه خاک، آب، گیاه و اقلیم بهره می‌گیرند و مشکلات آبیاری و زهکشی را پیش‌گیری یا رفع کرده یا دست کم سازشی معقول را با آن‌ها میسر می‌سازند. این گزینه‌ها تغییر و دگرگونی عمده‌ای در شرایط محیط ایجاد نمی‌نمایند بلکه در صورت دقت در انجام آن‌ها می‌توان فعالیت‌های تولیدی را با محیط سازگار نمود و تولید را به حالت پایدار ادامه داد.

این مطلب تأکید می‌شود که هرچند در مواردی می‌توان از گزینه‌های زراعی به جای راه‌حل‌های مهندسی بهره جست اما در اکثر موارد گزینه‌های زراعی نه به عنوان یک جانشین بلکه به عنوان نرم‌افزار مناسب برای بهره‌برداری از سخت‌افزارهای ساخته شده با روش‌های مهندسی قلمداد می‌شوند. مثلاً رفع کمبود شدید آب در یک منطقه زراعی، بدون احداث سد، چاه یا عملیات مهندسی برای جمع‌آوری باران، راه‌حل زراعی در مقیاس گسترده نخواهد داشت. اما نکته این است که سازه‌های مهندسی، بدون پشتوانه راه‌کارهای زراعی مناسب موفقیت محدودی خواهند داشت و گاه خود موجب مشکلات بیشتر می‌شوند.

ج - راه‌کارهای زراعی

پیشتر گفته شد که راه‌کارهای زراعی برای مسایل آبیاری و زهکشی از نکته‌های نهفته در رابطه خاک - آب - گیاه در اقلیم‌های مختلف بهره می‌جوید. بنابراین توضیحات درباره آن‌ها در سه عنوان زیر ارایه می‌شود:

ج -۱- مدیریت گیاه

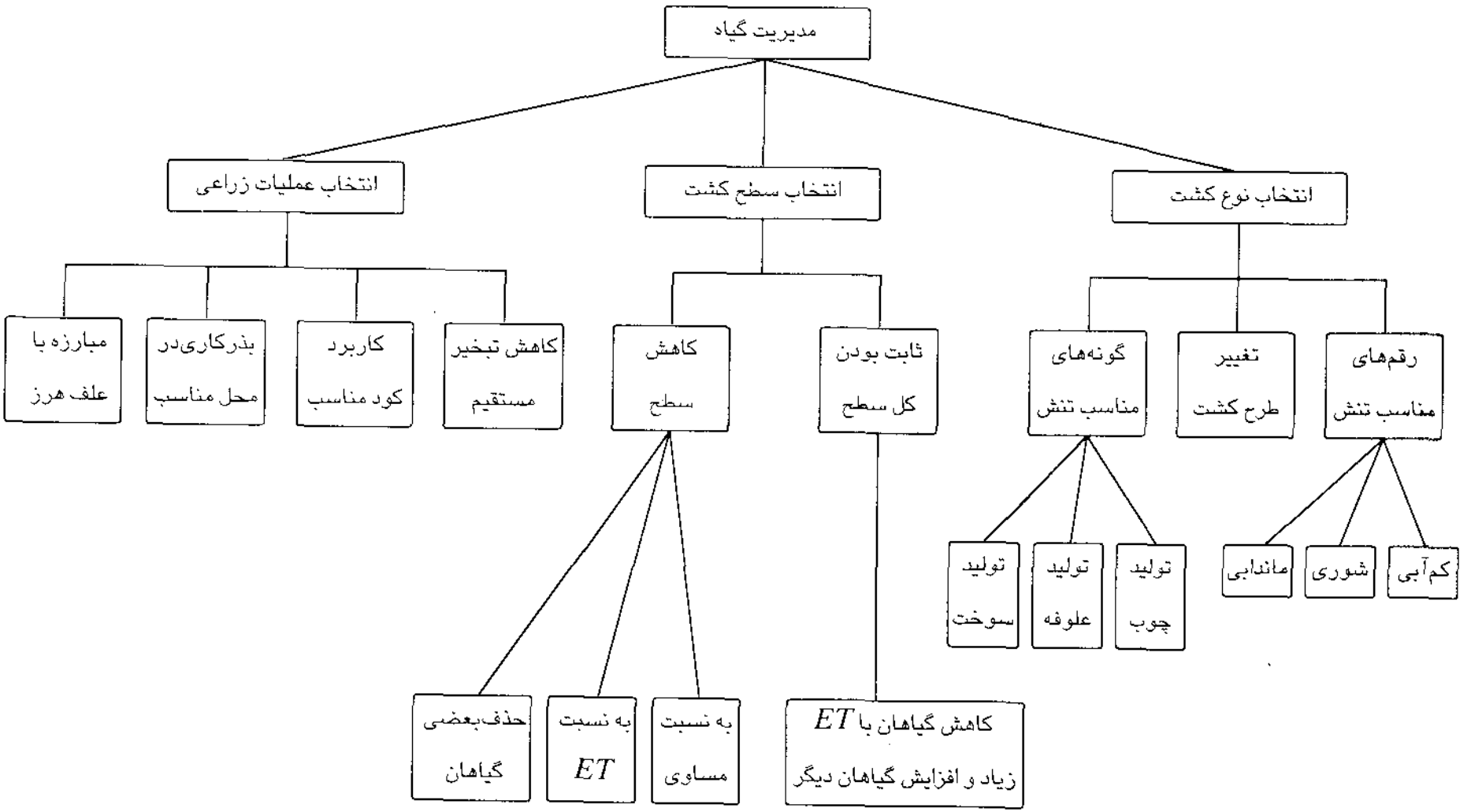
ج -۲- مدیریت آب (در مزرعه)

ج -۳- مدیریت خاک

ج - ۱- مدیریت گیاه

در بحث حاضر، مدیریت گیاه شامل تدبیرهایی است درباره گیاه که در واکنش به حضور یا احتمال ظهور تنش‌های کم‌آبی، شوری، یا ماندابی اتخاذ می‌شوند. فارغ از اینکه مقیاس عمل چه باشد (یک مزرعه، یک دشت، یا حتی تمام زمین‌های زراعی کشور)، مدیریت گیاه فرصت‌هایی مناسب برای مقابله با تنش‌های پیش‌گفته فراهم می‌کند. جزئیات مربوط به این بحث در شکل (۱) نشان داده شده است.

همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود مدیریت گیاه را می‌توان به سه بخش مشخص تقسیم کرد: مدیریت نوع کشت، مدیریت سطح کشت و بالاخره تدبیرهای مربوط به عملیات کاشت و داشت.



شکل (۱) – راه‌کارهایی از طریق مدیریت گیاه برای مقابله با تنش‌های ناشی از کم‌آبی، شوری و ماندابی

از شمار بهترین راه‌های سازش یا مقابله با تنش‌های پیش‌گفته، گزینش و کاشت گونه‌های گیاهی مقاوم یا واریته‌های مقاوم یک گیاه به این تنش‌هاست. در نگاه نخست چنین اقدامی آسان می‌نماید ولی در واقعیت، شناسایی و گزینش گیاهان زراعی برای شرایط تنش‌های مزبور دشواری‌هایی دارد. مقاومت به این‌گونه تنش‌های محیطی، خاصیتی نیست که تنها با یک ژن یا یک ویژگی همراه باشد *(Acevedo, 1987)*.

به راستی، ویژگی‌ها و صفت‌های مختلفی از گیاه ممکن است در ایجاد چنین خاصیتی مؤثر باشند (هریک به تنهایی یا توأم با ویژگی‌های دیگر). "مقاومت" مفهومی نسبی است و فقط می‌توان گفت که کاهش کمّی و کیفی تولید در بعضی نژادهای هر گیاه نسبت به نژادهای دیگر در شرایط یک تنش کمتر است. دشواری دیگر در این زمینه آن است که شدت و مدت تداوم یک تنش نیز در واکنش گیاه مؤثر می‌باشد. این هم گفتنی است که خاصیت مقاومت به تنش‌های آبی، شوری و ماندابی در طی دوره رشد گیاه تغییراتی را نشان می‌دهد و با شرایط محیطی که در تبخیر و تعرق مؤثراند، تأثیر متقابل دارد.

با وجود دشواری‌های پیش‌گفته، می‌توان با تحقیق و جستجوی علمی به گیاهان و واریته‌هایی با مقاومت نسبی به این تنش‌ها دست یافت. پژوهش‌های جهانی، روشن ساخته است که بعضی صفت‌های گیاهی در برابر این تنش‌ها تأثیر مثبت دارد و بنابراین می‌توان با بررسی حضور یا عدم حضور آن صنعت‌ها در یک گونه یا واریته گیاهی اولین گام را در قضاوت در این باره برداشت. جدول (۱) بعضی از صفاتی را که به ویژه برای غلات زمستانه و در برابر تنش آبی مفید می‌باشند نشان می‌دهد *(Acevedo, 1987)*. شماری از این صفت‌ها، مانند تعدیل اسمزی، ریشه‌های گسترده‌تر و انتقال مجدد مواد از اندام رویشی به زایشی، در مورد تنش شوری نیز تأثیر مثبت دارند *(Botella, 1993)*. در مورد تنش شوری باید گفت که این تنش هم به علت کاهش پتانسیل آب در خاک جذب آن را به وسیله گیاه مشکل می‌سازد و هم ترکیب یونی خاص محلول خاک ممکن است صدمات مسمومیت در گیاه ایجاد نماید. به همین لحاظ بعضی صفت‌های دیگر گیاه مانند توانایی سلول گیاهی در خارج کردن یون‌های مضر (مثل سدیم، کلر و بور) از سیتوپلاسم و نگهداری آن در واکوئل یا اصولاً جلوگیری از ورود این یون‌ها به داخل گیاه یا حتی توانایی گیاه برای انباشت این مواد در اندام رویشی مانند ساقه و ریشه می‌تواند صفت‌های مفیدی قلمداد شود *(Shanon, et al, 1994)*. در ایران نیز در سال‌های اخیر تحقیقاتی در زمینه مقاومت به شوری و خشکی انجام شده است (به عنوان نمونه می‌توان از این مطالعات نام برد. رستمی و یزدی صمدی ۱۳۷۰، قائمی، سیادت و صفایی ۱۳۷۲، یزدانی ۱۳۷۲، میلانی ۱۳۷۶، سیادت و سعادت ۱۳۷۷ و مقالات متعدد در پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ۱۳۷۷).

در مورد گیاهان زراعی و مقاومت آن‌ها به شوری‌های مختلف جداول و اطلاعات نسبتاً عامی وجود دارد که به عنوان تخمین اولیه می‌تواند در انتخاب گیاهان مورد استفاده قرار گیرد *(Maas, et al, 1977, Maas, 1990)* این یادآوری ضروری است که در بسیاری موارد می‌توان با تغییر نوع گیاهان کشت شده، به سطحی از اقتصاد تولید دست یافت که با گیاهان قبلی مقدور نبود. این مطلب به ویژه در شرایط خاک‌های بسیار شور که غالباً به صورت لم‌یزرع می‌باشند و گاهی در مناطق خشک هم قرار دارند حائز توجه زیاد است. در بعضی کشورها *(Naqvi, 1997)* در چنین خاک‌هایی گونه‌های گیاهی مختلف که عمدتاً غیر زراعی و مرتعی می‌باشند کاشته شده و از ماده آلی تولید شده در این زمین‌ها برای مصارف گوناگونی مانند تأمین سوخت، کود سبز، تهیه علوفه، ساخت کاغذ و تولید بیوگاز استفاده می‌شود. در ایران نیز تجربه و تحقیق نشان

داده است که گیاهانی مانند پسته (مواد خوراکی)، روناس (مواد رنگی)، جوواترپیلکس (مواد علوفه‌ای)، تاغ و گز (برای سوخت) در خاک‌های دارای شوری زیاد (بیش از ۱۰ dS/m) توانایی تولید خوبی دارند.

جدول (۱)- بعضی صفات و ویژگی گیاهی که برای شرایط تنش آبی اثر مفید دارند

صفت یا ویژگی مورد نظر	تأثیر مثبت	تأثیرات جانبی احتمالی
زودرس بودن	کاهش نیاز به آب در مراحل آخر رشد	تولید کمتر در شرایطی که تنش آبی وجود ندارد
بسته شدن سریع روزنه‌ها در واکنش به تنش آبی	کاهش تعرق در شرایط کم‌آبی افزایش کارآیی مصرف آب	-کاهش فتوسنتز در شرایط تنش - ضرورت افزایش دفع انرژی تابشی برای جلوگیری از بالارفتن درجه حرارت
کوتاه بودن ساقه	کاهش تعرق (به ویژه به علت تأثیر کمتر باد در جابه‌جایی نم هوا)	-کاهش تولید کاه در غلات
ریشه‌های گسترده و عمیق	توانایی بیشتر برای جذب آب خاک به‌ویژه از لایه‌های پایین خاک	- رقابت ریشه‌ها با ساقه و دانه در دریافت مواد ساخته‌شده در فتوسنتز
مقاومت هیدرولیکی زیاد به حرکت آب به داخل یا در درون ریشه	کاهش جذب آب خاک در مراحل اول رشد و در نتیجه حفظ رطوبت خاک برای مراحل بعدی رشد (به ویژه در اراضی دیم اهمیت دارد)	- پدید آمدن تنش آبی در برگ‌ها در شرایطی که انرژی تابشی زیاد است
تنظیم اسمزی	توانایی جذب آب در پتانسیل‌های کم (مکش زیاد) رطوبت خاک	مصرف شدن بخشی از مواد تولیدی فتوسنتز در این فرایند
انتقال مجدد مواد از اندام رویشی به زایشی	حفظ تولید دانه یا میوه با وجود کاهش فتوسنتز	-کاهش تولید کاه در غلات
پیچیدن یا تاب‌خوردن برگ‌ها	کاهش تعرق	افزایش درجه حرارت برگ

گفتنی است که در برخورد با شرایط تنش آبی و شوری، فقط گزینش نوع واریته یک محصول یا انتخاب یک گونه گیاهی راه چاره نیست بلکه انتخاب سطح زیر کشت محصولات مختلف و نیز ترتیب محل کاشت آن‌ها از اهمیت برخوردار می‌باشد. مثلاً در مقیاس یک مزرعه، در شرایط کم‌آبی می‌توان سطح زیر کشت محصولاتی را که نیاز آبی زیاد دارند به نفع گیاهانی که نیاز آبی کمتری دارند تغییر داد. یا در مورد ترتیب محل کاشت محصولات در زمین‌های کناره‌های یک رودخانه که در طول مسیر زه‌آب مزارع اطراف را نیز می‌گیرد (و به همین دلیل آب آن در پایین‌دست به تدریج شورتر می‌شود) می‌توان نوع محصولات را چنان انتخاب کرد که در

قسمت‌های بالادست رودخانه گیاهان حساس و نیمه‌حساس به شوری و در پایین‌دست‌ها گیاهان مقاوم به شوری کاشته شوند و به این ترتیب با استفاده از آب‌های شور هم‌حجم منابع آب قابل استفاده برای تولید افزایش می‌یابد و هم حجم زه‌آبی که باید تخلیه شود.

تصمیم‌گیری صحیح در مورد مساحت کشت محصولات و محل کاشت آن‌ها در مقیاس‌های بزرگ (مثلاً در مقیاس یک دشت یا در مقیاس کل کشور) می‌تواند اثرات مهمی در چگونگی بهره‌برداری از منابع آب (ایجاد کم‌آبی یا تأمین آب کافی برای تولید محصول) داشته باشد. ذکر نمونه‌ای در این مورد مطلب را روشن می‌کند. در حال حاضر، چغندرقند یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که در بسیاری از نقاط کشور کشت آن رایج است. بیشترین مساحت زیر کشت این محصول در استان خراسان است که تقریباً بالغ بر ۶۳۰۰۰ هکتار می‌شود. آب موردنیاز برای آبیاری این گیاه در خراسان و خوزستان در جدول (۲) نشان داده شده است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶). به طوری که دیده می‌شود. آب آبیاری لازم برای چغندر قند در خوزستان تقریباً نصف نیاز آن در خراسان است (دوره رشد محصول در خوزستان طی پاییز و زمستان است). ولی در شرایط فعلی مساحت زیر کشت آن در خراسان تقریباً ۹ برابر سطح آن در خوزستان می‌باشد و این در حالی است که حتی تولید در واحد سطح در خراسان نزدیک به ۴۰ درصد کمتر از خوزستان است (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ وزارت کشاورزی).

بنابراین از دیدگاه بهره‌برداری صحیح از منابع آب کشور، توزیع مساحت زیرکشت چغندر قند در این دو استان درست نیست و برعکس منطق افزایش تولید به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد.

جدول (۲)- عدم تناسب سطح کشت و آب لازم برای آبیاری چغندر قند در دو استان

استان	آب لازم برای آبیاری (میلی‌متر)	سطح زیرکشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
خراسان	۷۳۰-۱۱۸۰	۶۳۰۰۰	۲۵۵۰۱
خوزستان	۴۱۰-۵۵۰	۷۵۰۰	۴۲۱۹۲

از دیگر مدیریت‌های گیاهی که برای مقابله با تنش‌های مورد بحث مؤثر می‌باشند، برخی عملیات زراعی مناسب می‌باشد. مثلاً، مدیریت گیاه به گونه‌ای که مقدار تبخیر مستقیم آب خاک کاهش می‌یابد. برای این منظور، مصرف مقدار مناسب از کودها به ویژه کود حاوی نیتروژن نتیجه‌بخش خواهد بود.

افزایش این کود باعث می‌شود که گیاه مراحل رشد اولیه را سریع‌تر پشت سر بگذارد و سطح خاک زودتر زیرپوشش گیاهی قرار گیرد. در نتیجه، تبخیر مستقیم از خاک کم می‌شود و سهم تعرق از مجموع تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد. با افزایش سهم تعرق، راندمان مصرف آب برای تولید بالا می‌رود. بعضی آزمایش‌ها این مطلب را تأیید می‌کند *(Pruitt, et al, 1984)*. عملیات زراعی دیگر نیز مؤثرند. مثلاً مصرف کود فسفر، غالباً باعث کوتاه شدن دوره رشد (زودرسی) محصول می‌شود و پتاسیم نیز در مقابله با شرایط کم‌آبی و شوری نقش مثبتی دارد *(Tisdale, et al, 1990)*، دانش‌نیا، ۱۳۷۷). نمونه دیگری از عملیات زراعی مناسب به ویژه در شرایط خاک و آب شور این است که، بذرها در محلی دور از محل تراکم نمک روی پشته‌ها (در روش

شیاری و جویچه‌ای) کاشته شوند. رعایت این اصل می‌تواند به گونه‌ای چشمگیر از صدمات شوری بر جوانه‌زنی گیاه بکاهد. بالاخره، باید یادآوری کرد که مبارزه با علف هرز از دیدگاه افزایش تولید محصول در ازاء حجم آب داده شده، از عملیات مؤثری است که در شرایط کم‌آبی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

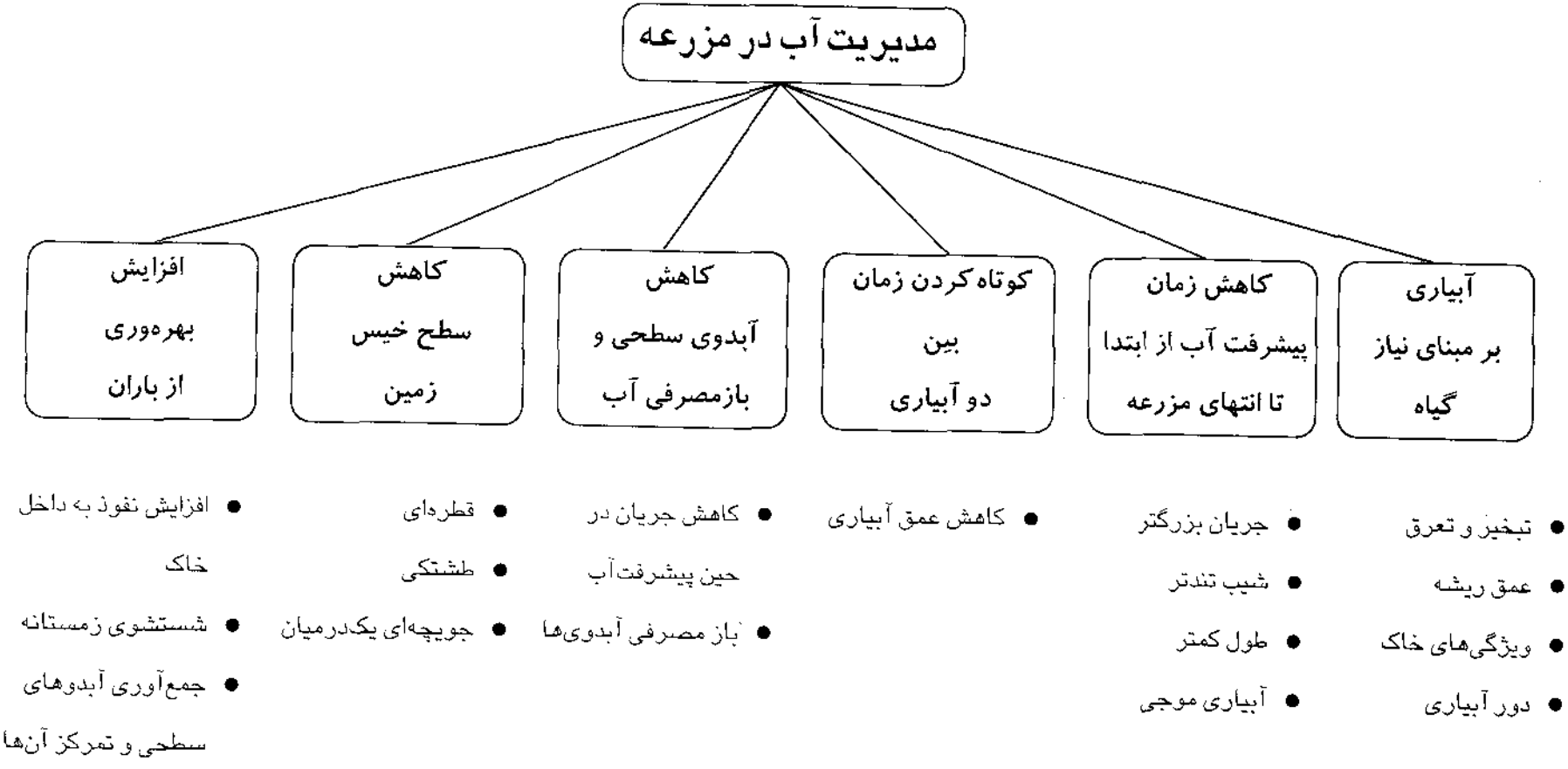
ج- ۲- مدیریت آب در مزرعه

به راستی، بخش عمده مشکلات آبیاری و زهکشی در جهان و به ویژه در کشور ما ناشی از مدیریت نادرست آب در مزرعه می‌باشد. اعداد بسیار کوچکی که در مورد کارآیی مصرف آب در مملکت مطرح می‌شود گواه این مطلب است. به هر حال در این زمینه جای زیادی برای بهبود وضع وجود دارد. شکل (۲) مجموعه‌ای از این فعالیت‌ها را به گونه‌ای نمونه‌وار نشان می‌دهد. توضیحات بیشتر در این باره در زیر ارایه شده است.

نخستین نکته اینکه آبیاری بر مبنای نیاز گیاه می‌بایست به عنوان یک اصل در بین زارعین رواج یابد. خوشبختانه برآوردهایی از نیاز آبی گیاهان کشور در دست است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶،) که در صورت فقدان اطلاعات محلی دقیق می‌تواند مبنای آبیاری مزارع قرار گیرد. نیز باید به زارعین آموزش داد که برای تعیین آب لازم در هر آبیاری، به ویژگی‌های خاک و عمق ریشه گیاه در طول دوره رشد توجه نمایند. آبیاری‌هایی که بدون توجه به نیاز گیاه انجام می‌شوند مخاطراتی از نظر تلفات آب، ایجاد مشکلات زهکشی، شستشوی مواد غذایی و افزایش هزینه تولید را در بردارند.

اقدام دیگر، کاهش زمان پیشرفت آب از ابتدا تا انتهای جویچه، شیار یا نوار آبیاری است. این زمان عامل اصلی ایجاد غیریکنواختی در مقدار آب فرورفته در نقاط مختلف خاک یک مزرعه می‌باشد. هرچقدر اختلاف زمان تماس آب با خاک در ابتدای جویچه یا نوار با زمان تماس در انتهای آنها بیشتر باشد تلفات نفوذ عمقی در قسمت‌های ابتدایی بیشتر خواهد بود و در نتیجه تلفات آبیاری و مخاطرات مسایل زهکشی بیشتر خواهد شد. این مشکل بیشتر در مزارعی پدید می‌آید که سطح زمین به خوبی تسطیح نشده، شیب یکنواخت نیست یا شیب بسیار کم است. همچنین در مواردی که مقدار جریان وارد شده به نوار یا جویچه‌ها در مقایسه با سرعت نفوذ آب به خاک کم باشد، سرعت پیشرفت آب در طول مسیر آهسته خواهد بود و نتیجه مشابهی به بار می‌آید. برای رفع این مسئله، اقداماتی مانند برداشتن ناهمواری‌های زمین و استفاده از جریانات بزرگتر آب (بدون ایجاد فرسایش خاک) و در مواردی افزایش شیب زمین و کاهش طول نوار یا جویچه مؤثر می‌باشند.

راه‌کارهای دیگری که در شکل (۲) ذکر شده‌اند، همگی برای شرایط کم‌آبی و شوری مؤثراند. کوتاه کردن زمان بین دو آبیاری یا افزایش دفعات آبیاری به ویژه در شرایط شوری خاک و آب به افزایش تولید کمک می‌کند زیرا از کاهش زیاد پتانسیل ماتریک خاک جلوگیری می‌کند و در نتیجه گیاه می‌تواند در برابر افت پتانسیل اسمزی (به معنای شورتر شدن خاک و آب) تحمل بیشتری نشان دهد *(Rhoades et al 1992)* سیادت و همکاران (۱۳۷۷) تأثیر مثبت افزایش دفعات آبیاری را در تولید محصول گندم در شرایط شور گزارش کرده‌اند. چنانچه افزایش دفعات آبیاری با کاهش مقدار آب در هر نوبت آبیاری همراه باشد (که کار درست هم همین است) می‌توان انتظار داشت که مقدار تلفات عمقی نیز کاهش یابد و در نتیجه نیازهای زهکشی کم شود. تلفات سطحی آب یا آبدوی سطحی نیز در مواردی موجب هدر رفت آب و احیاناً ظهور مشکلات زهکشی می‌شود. بنابراین اقداماتی مانند جمع‌آوری و باز مصرفی زه‌آب‌های سطحی و یا جلوگیری



شکل (۲)- مدیریت آب در مزرعه برای مقابله با مشکلات کم‌آبی، شوری و زهکشی

از آبدوی سطحی (با کم کردن دبی ورودی در زمانی که جبهه آب در نیمه دوم طول نوار می‌باشد) می‌تواند به افزایش آب موجود برای آبیاری کمک کرده و از ایجاد مشکلات زهکشی نیز جلوگیری کند.

موضوع مهم دیگری در زمینه مدیریت آب در مزرعه این است که بهره‌وری از باران را افزایش داد. در اراضی فاریاب کشور استفاده از روش‌های خاص برای بهره‌وری بیشتر از باران رایج نیست و به نظر می‌رسد که توجه به نقش باران منحصر به اراضی دیم است. جا دارد که برای زمین‌های آبیاری شده نیز اقداماتی در جهت بالا بردن نقش بارش‌های طبیعی در تولید محصول انجام شود. شاید مهمترین گام در این باره آن باشد که با تمهیداتی در سطح خاک مقدار نفوذ باران را افزایش دهیم و از جریان یافتن آب در سطح خاک و خارج شدن آن از مزرعه جلوگیری کنیم. این اقدام در شرایط کم‌آبی، ذخیره آبی خوبی در خاک تأمین می‌کند که ممکن است یکی دو نوبت آبیاری بهاره را صرفه‌جویی کند. همچنین استفاده از باران برای شستشوی خاک‌های شور بسیار مهم است. برای این منظور معمولاً در زمستان و بعد از اتمام یک بارندگی بلافاصله مزرعه آبیاری می‌شود تا اطمینان حاصل شود که جبهه رطوبتی در نیمرخ خاک به منطقه زیر ناحیه‌ای که معمولاً ریشه در آن رشد می‌کند برسد. به این ترتیب مقداری از نمک‌های انباشته شده در این ناحیه از نیمرخ، از آن خارج می‌شود و فرایند شور شدن زمین‌ها متوقف یا کند می‌گردد.

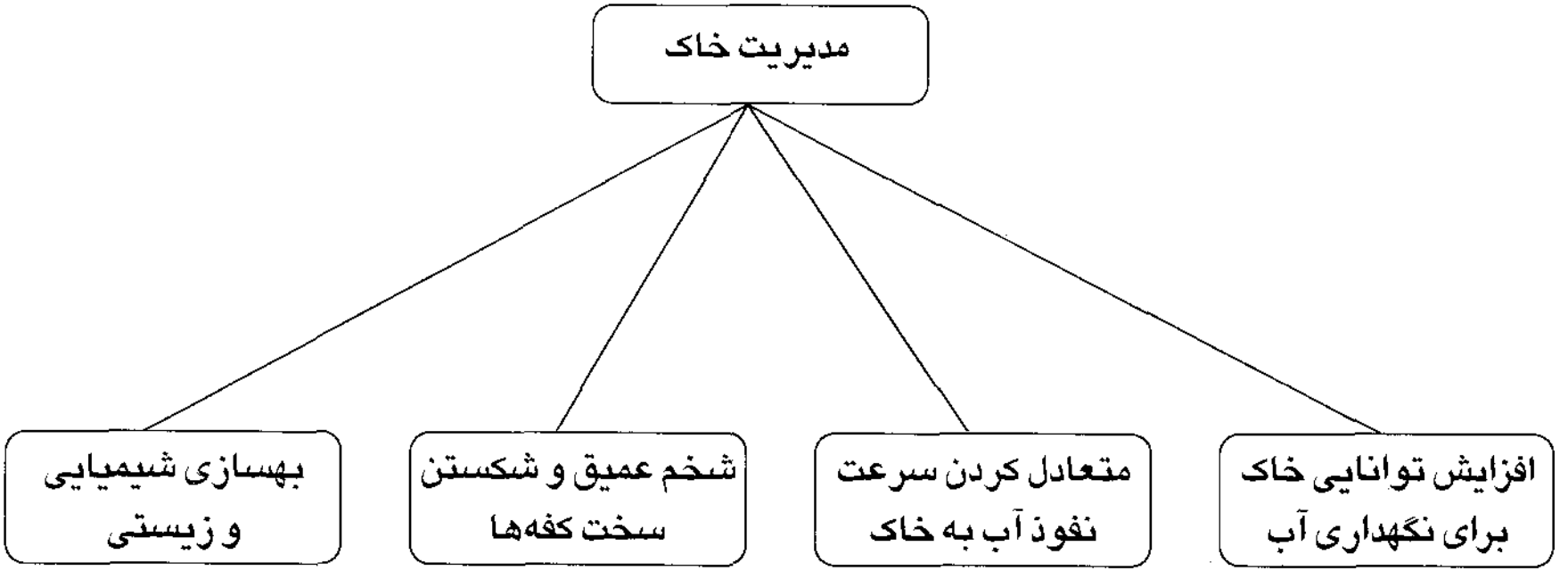
ج - ۳- مدیریت خاک

بخش مهمی از راه‌کارهای زراعی مناسب برای مسایل آبیاری و زهکشی، به مدیریت خاک مربوط می‌شود. خاک نگهدارنده آب، مواد غذایی، هوا و نمک‌هاست و به راستی آغاز و پایان فعالیت‌های آبیاری و زهکشی با خاک است. بنابراین باید پذیرفت که مدیریت خاک چه در ایجاد مسایل آبیاری و زهکشی و چه در رفع مشکلات مربوط به آنها نقش تعیین‌کننده دارد.

در بحث حاضر، منظور از مدیریت خاک اقداماتی است که برای تغییر خواص و ویژگی‌های نیمرخ خاک انجام می‌شود تا از اثرات تنش‌های کم‌آبی شوری و ماندابی پیشگیری شده یا تأثیر آنها کاهش یابد. با این همه، از اقداماتی مانند آبشویی و نمک‌زدایی یا احداث شبکه‌های زهکشی سخنی نخواهیم گفت زیرا مطالب آنها بیشتر در عرصه راه‌کارهای مهندسی است.

در شکل (۳) فعالیت‌های موردنظر نشان داده شده‌اند. یکی از مهم‌ترین اقدامات در مورد خاک، افزایش توانایی خاک برای نگهداری آب می‌باشد. این خاصیت نقش‌های گوناگونی به خاک می‌دهد که در ارتباط با مسایل آبیاری از اهمیت برخوردارند. مثلاً ظرفیت خاک برای نگهداری آب در برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین دور آبیاری مستقیماً اثر می‌گذارد. همچنین میزان تلفات آب در روش‌های مختلف آبیاری، به این خاصیت خاک بستگی دارد. برخی خاک‌ها، به ویژه خاک‌هایی با بافت سبک، ظرفیت کمی برای نگهداری آب دارند. در این خاک‌ها، آبیاری باید با فواصل زمانی کوتاه انجام شود و نیز معمولاً تلفات آب بر اثر نفوذ آن به زیرناحیه ریشه‌دوانی زیاد می‌باشد. برای رفع این مسئله، اصلاح خاک با افزودن موادی مانند پلی‌مرهای مصنوعی جاذب آب، مواد معدنی متخلخل مانند پرلیت (که معادن آن در کشور بیشتر در آذربایجان شرقی است) و بالاخره استفاده از مواد آلی مختلف مقدور می‌باشد. گفتنی است که مصرف پلی‌مرها و پرلیت در مقیاس‌های بزرگ گران تمام می‌شود و بیشتر مصرف آنها در کارهای گلخانه‌ای، گلدانی و خزانه‌های گیاهی رایج است.

متعادل کردن سرعت نفوذ آب به خاک نیز در پیشگیری مسایل آبیاری و زهکشی مؤثر است. در این رابطه



شکل (۳)- شماری از راه‌کارهای زراعی در ارتباط با مدیریت خاک برای پیشگیری یا کاهش اثر تنشهای کم‌آبی، شوری و ماندابی

باید تلاش کرد تا سرعت نفوذ آب را در خاک‌های سنگین و خاک‌های سدیمی افزایش داد و در خاک‌های با بافت سبک، آن را کم کرد. بدون اصلاح این خاصیت، آبیاری خاک‌های مزبور یا باعث به وجود آمدن حالت ماندابی سطحی در خاک و تلفات تبخیر مستقیم (در خاک‌های سنگین و سدیمی) می‌شود یا اینکه زمینه را برای تلفات عمقی آب و پیشرفت آهسته جبهه آب در آبیاری نواری و نشتی مناسب می‌کند. بنابراین، اصلاح این خاصیت خاک از به وجود آمدن مسایل زهکشی سطحی یا زیرزمینی و نیز از هدر رفت آب جلوگیری خواهد کرد. کاربرد مواد آلی در همه موارد و کاربرد مواد بهساز خاک‌های سدیمی (مانند گچ، گوگرد و اسید سولفوریک) مؤثر می‌باشد. تحقیقات متعددی در این باره به وسیله پژوهندگان مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده است (مثلاً به مهاجر میلانی، ۱۳۶۷ مراجعه فرمایید).

یکی دیگر از مواردی که خصوصیات خاک باعث ایجاد مسایل آبیاری و زهکشی می‌شوند، وجود سخت کفه‌ها و لایه‌هایی از خاک در نزدیکی سطح زمین است که متراکم بوده و از نفوذ آب و ریشه به لایه‌های پایین جلوگیری می‌نمایند. در چنین خاک‌هایی فروروی آب به اعماق نیمرخ متوقف شده و شرایط ماندابی در لایه‌های بالای نیمرخ پدید می‌آید. نیز به همین علت، نمک‌هایی که با آب آبیاری به خاک افزوده می‌شوند در لایه‌های بالای سخت کفه متراکم و انباشته شده و منطقه ریشه‌دوانی گیاه به تدریج شور می‌شود. آبشویی و بهسازی شیمیایی این خاک‌ها بدون شکستن سخت کفه موفق نخواهد شد. بنابراین استفاده از شخم عمیق و کاربرد زیرشکن برای ازبین بردن سخت کفه ضروری است (Rhoades, et al, 1992).

در بعضی خاک‌ها، انباشته شدن مقادیر زیادی از بعضی عناصر سنگین مانند کادمیم یا فلزاتی مانند روی و نیکل وضعیتی را به وجود می‌آورد که جذب این مواد به وسیله گیاهان افزایش می‌یابد. مصرف این گیاهان توسط دام‌ها یا به طور مستقیم توسط خود انسان پی‌آمدهای بهداشتی دارد. برای پاکسازی این خاک‌ها، روش‌های معمول آبشویی ممکن است به مقادیر بسیار زیادی آب نیاز داشته باشد و در عین حال خارج کردن زه‌آب نیز نیازمند شبکه زهکشی خواهد بود. به جای این کار می‌توان از گیاهانی که قادرند مقادیر زیادی از این عناصر را جذب نمایند استفاده کرد. این گیاهان به طورکلی به عنوان گیاهان پر انباشتگر (hyper accumulator) شناخته می‌شوند و با کاشت آنها می‌توان بدون مصرف آب زیاد و احداث شبکه زهکشی، خاک را پاک‌سازی کرد. چنین گیاهانی در مناطقی که خاک‌ها مقادیر زیادی فلز دارند (مثلاً در نزدیکی معادن و کانسارهایی که در حال استخراج هستند) به صورت پوشش طبیعی منطقه یافت می‌شوند (Mc Grath, 1996). با آزمایشات و تجزیه‌های شیمیایی می‌توان نوع فلز (یا فلزاتی) را که به وسیله هریک از این گیاهان جذب می‌شود مشخص کرد و برای پاکسازی خاک از آنها استفاده نمود.

هـ - جمعبندی

دو راه‌کار عمده برای مشکلات آبیاری و زهکشی، راه‌کارهای مهندسی و زراعی است. تأکید راه‌کارهای مهندسی بر تأمین سازه‌ها و سخت‌افزار لازم برای این مشکلات است. اما راه‌کارهای زراعی، نرم‌افزار لازم برای استفاده از سخت‌افزارهای ساخته شده را فراهم می‌کنند. نیز اینکه، راه‌کارهای مهندسی تغییرات چشمگیری در محیط طبیعی یک منطقه ایجاد می‌نمایند ولی راه‌کارهای زراعی غالباً دگرگونی چندانی در محیط زیست پدید نمی‌آورند بلکه به میانجی‌گری تحقیق و آموزش به دگرگونی اندیشه و عمل کشاورزان و

بهره‌برداران از سازه‌های احداث شده می‌پردازند. هرچند تاکنون راه‌کارهای زراعی چندان در جانشینی راه‌کارهای مهندسی موفق نبوده‌اند، اما همواره، موفقیت نهایی پروژه‌های آبیاری و زهکشی در گرو آنها بوده است.

مراجع فارسی

- بای‌بوردی، محمد. زهکشی و احیاء اراضی. ۱۳۷۳. مجموعه مقالات هفتمین سیمنار کمیته ملی آبیاری و زهکشی. مقاله ۲۷ صفحه ۱.
- بی‌نام. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۷۷. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه‌های ۲۹۵-۲۳۹.
- بی‌نام. بولتن وضعیت منابع آب کشور. ۱۳۷۶. سال نهم. شماره ۱۴. صفحه‌های ۱۰۵-۵۲.
- جهانی، عباسقلی. چالش‌های مدیریت آب در سال‌ها و دهه‌های آتی. ۱۳۷۷. سخنرانی در کارگاه بحران آب. تهران
- دانش‌نیا، عبدالعظیم. نقش پتاسیم در کاهش آب مصرفی و تأثیر متقابل آب و پتاسیم در کمیت و کیفیت پرتقال محلی. ۱۳۷۷. مجله خاک و آب. جلد ۱۲ شماره ۵ (زیر چاپ)
- رستمی، محمدعلی و بهمن یزدی صمدی. ارزیابی مقاومت به خشکی و عکس‌العمل ارقام یونجه در شرایط عادی و تنش رطوبت خاک. ۱۳۷۰. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۲.
- سیادت، حمید. اثرات محیطی پروژه‌های آبیاری: چند هشدار و توصیه. ۱۳۷۳. اولین کنگره ملی برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در امور زیربنایی (آب و خاک) بخش کشاورزی.
- سیادت، حمید و سعید سعادت بروجنی. بررسی رشد و تولید گندم در شرایط شور در مزارع کشاورزان. ۱۳۷۳. مجله خاک و آب. جلد ۱۲ شماره ۴. صفحه‌های ۲۴-۱۵.
- سیادت، حمید و سعید سعادت بروجنی. اثر آب ماندگی سطحی و تهویه ضعیف خاک در تولید گندم. ۱۳۷۷. ارسال برای انتشار در مجله زیتون.
- قائمی، محمدرضا و حمید سیادت و نسیم صفایی. گزارش نهایی طرح بررسی مقاومت ۴۹ رقم گندم نسبت به خشکی. ۱۳۷۳. نشریه فنی شماره ۸۹۱. مؤسسه تحقیقات خاک و آب
- فرشی، علی اصغر و محمدرضا شریعتی، رقیه جارالله‌ی، محمدرضا قائمی، مهدی شهابی‌فر و میرمسعود تولایی. برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. ۱۳۷۶. جلد اول. صفحه ۴۰۲.
- مهاجر میلانی، پرویز. گزارش نهایی مقایسه عملکرد ۲۱ رقم و لاین گندم در شرایط شوری منطقه قمرود (استان قم). ۱۳۷۶. نشریه فنی شماره ۱۰۰۸ مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- مهاجر میلانی، پرویز. مروری بر تحقیقات ۲۰ ساله اصلاح اراضی و زهکشی. ۱۳۷۶. نشریه فنی شماره ۷۳۸. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- یزدانی، هوشنگ. تعیین مقاومت ارقام گوجه‌فرنگی، پیاز و تربچه به شوری. ۱۳۷۲. نشریه شماره ۷۲/۲۶۷ مرکز اسناد و مدارک کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

مراجع انگلیسی

- Acevedo, E. Assessing crop and plant attributes for cereal improvement in water - limited Mediterranean environments. In : Drought Tolerance in Winter Cereads. Srivastava, J.P. (ed.). 1987. ICARDA PP 303-321.
- Botella, M.A., A.C. Cerda, and S. H. Lips. 1993. Dry matter production and allocation of carbon-14 assimilates by wheat as affected by nitrogen sources and salinity Ag. J. 85(5): 1044-1049.
- Mass, E. V. and G. J. Hoffman. Crop salt tolerance - Current assesment. ASCE. J. Irrig. and Drainage Div. *103 (IRZ): 115-134.*
- Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerance. In: Agricltural Salinity Assessment and Management. K. Tanji(ed.) ASCE. PP 262-304.
- Mc Grath, S. Plants clean - up soils. 1996. BBSRC Science Brief, Issue no. 4. Rothamsted Experimental Station U.K. P : 9
- Naqvi, S. H. M. Isotope - aided studies on productive utilization of salt - affected lands and saline groundwaters. 1997. Concept paper for a pilot inter-regional project. IAEA.
- Pruitt, W. O., O. W. Henderson, E. Fereres, R. M. Hagan, P. E. Martin, E. Tarantino, H. Singh, and B. Chandio. Microclimate evapotranspiration and water use efficiency for drip - and furrow - irrigated tomatoes. May, 1984. ICID 12 th Congress.
- Rhoades, J. D., A. Kandiah, and A. M. Mashali. The use of saline waters for crop production. 1992. FAO. Irrigation and Drainage Paper no. 48. P : 95 and 100.
- Siadat, H., M. Bybordi, and M. J. Malakouti. 1997. Salt - affected soils of Iran : A country report. International. Symposium on Sustainable management of salt affected soils. CAIRO. EGYPT.
- Shanon, M. C., C. M. Grieve, and L. E. Francois. 1994. Whole - plant response to salinity. In: Plant - Environment Interactions. Editted by R. E. Wilkinson. Marcel Dekker, Inc. PP: 199-242.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1990. Soil Fertility and Fertiliaers. 4 th edition. Maxwell MACMILLAN International Edition, P: 705