سومین کارگاه فنی زهکشی
۲۳ مهر ماه ۱۳۸۳

زهکشی کنترل شده
کورسوئی برای بهبود راندمان آبیاری در اراضی زهکشی شده ایران

مجتبی اکرم[۱]، سینا اکرم[۲]

چکیده

زهکشی کنترل شده، تلفیق آبیاری و زهکشی است. با باز و بسته کردن خروجی زهکش، می‌توان سطح آب را در داخل خاک در حدی مطلوب حفظ کرد به طوری که گیاه بتواند به کمک نیروی موئینه‌ای از آب استفاده کند و در عین حال، به گیاه آسیبی از نظر ماندابی شدن وارد نگردد. زهکشی کنترل شده می‌تواند نقش مهمی‌در حفظ آب، بالابردن راندمان آبیاری، حفظ مواد غذایی خاک و در نهایت، حفظ کیفیت آب پائین دست داشته باشد. رویکرد جدید زهکشی این است که زهشکی مصنوعی تنها در صورتی انجام شود که ضرورت آن کاملاً محسوس باشد.

زهکشی کنترل شده سالهاست که در برخی کشورها نظیر هلند، ایالات متحده و مصر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعاتی که اخیراً به عمل آمده نشان می‌دهد که این روش می‌تواند در بسیاری از کشورهای دیگر نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در صورتی که مطالعات بعدی، امکان‌پذیری استفاده از آن را در ایران تایید کند، راندمان آبیاری و کیفیت آب پائین دست طرحهای دارای شبکه زهکشی زیرزمینی، بهبود خواهد یافت.

در این مقاله، سعی شده است که مزایا و محدودیت‌های این روش گفته شود و توجه خوانندگان را به تفکر در مورد استفاده از این روش در برخی نقاط ایران جلب کند.

۱- کارشناس ارشد مهندسین مشاور آبساران، عضو هیئت اجرائی و عضو گروه کار و زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
mojtabaakram@ yahoo.com

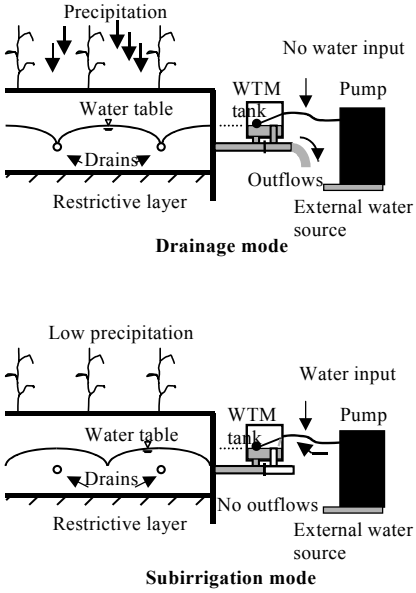
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۱- فواید زهکشی کنترل شده

سیستم‌های زهکشی به طور معمول برای بدترین شرایط طراحی می‌شوند. نتیجه این است که سیستم در اغلب اوقات، آبی بیشتر از مقدار بهینه را از خاک خارج می‌کند. مقداری بیش از آنچه که سطح ایستابی را در حد مورد نیاز تثبیت کند و یا شوری را کنترل نماید. همین خود باعث می‌شود که زارعین بیش از حد نیاز آبیاری کنند تا رطوبت را در حد بهینه نگه دارند. زهکشی کنترل شده، تلفیق آبیاری و زهکشی است. زهکشی کنترل شده، زه‌آب را کاهش می‌دهد، آب مصرفی آبیاری را کم می‌کند و در عین حال، سطح ایستابی و شوری را در حد مطلوب نگاه می‌دارد (عکس شماره ۱).

عکس شماره ۱- زهکشی کنترل شده به کمک بالا وپایین بردن سرریز

زهکشی کنترل شده می‌تواند با آبیاری زیرزمینی توأم باشد و یا اینکه به تنهایی کار کند. چنانچه زهکشی کنترل شده با آبیاری زیرزمینی توأم باشد. می‌توان با معکوس کردن جریان زهکشی به آبیاری اراضی پرداخت. در زهکشی کنترل شده بدون آبیاری زیرزمینی، آبیاری به روشهای سطحی صورت می‌گیرد و آب در درون خاک تنها از سمت بالا به پائین حرکت دارد. (شکل ۱).



شکل ۱ – زهکشی کنترل شده که می‌تواند همراه با آبیاری زیرزمینی یا بدون آن باشد

زهکشی کنترل شده باعث:

- افزایش راندمان مصرف آب (WUE) می‌شود.
- باعث هدر رفت کمتر فسفر و نیتروژن می‌گردد و نه تنها آسیب به محیط زیست را کاهش می‌دهد، بلکه حاصلخیزی خاک ر ا نیز حفظ می‌کند.
- تالابها و مناطق حساس به آب را حفاظت می‌کند و یا در خطر کمتری قرار می‌دهد.
- موجب تعادل آب در مناطقی می‌شود که برای دوره‌های کوتاه مدت دچار کمبود آب هستند.
- در دشتهایی که در آنها برنج، گیاه اصلی را در تناوب زراعی تشکیل می‌دهد و آب برگشتی کیفیت نامناسبی دارد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۲- پیش‌نیاز زهکشی کنترل شده

برای زهکشی کنترل شده، وجود شرایط زیر الزامی‌است:

- اراضی کشاورزی نسبتاً مسطح؛
- استفاده از روش آبیاری سطحی؛
- دارا بودن سامانه زهکشی مصنوعی (روباز یا بسته)؛
- وجود چاهکهای بازرسی یا سایر سازه‌هایی که بتوان سطح آب را در زهکشها کنترل کرد؛
- وجود علاقمندی در کشاورزان؛
- یکپارچگی در اراضی وسیع؛ و
- عدم کشت محصولات مختلف

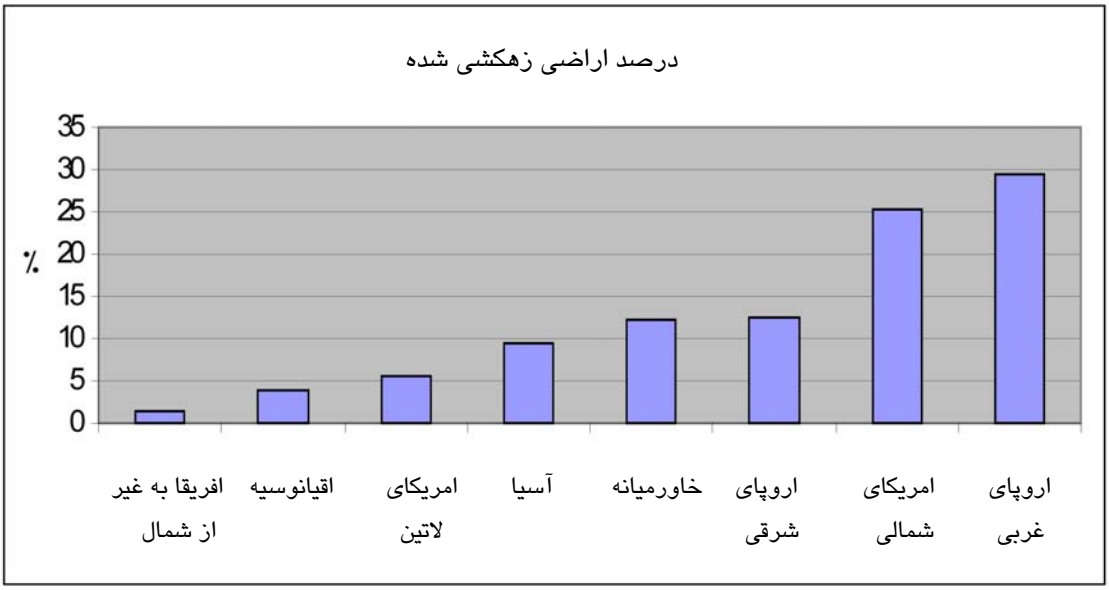
۳- کشورهایی که در آنها زهکشی کنترل شده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد

بر اساس مطالعاتی که توسط Abbott و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شده است، مناطق مستعد زهکشی کنترل شده عبارتند از:

- کشورهای اروپائی و آمریکای شمالی که هم اکنون نیز در آنها زهکشی کنترل شده وجود دارد؛
- افریقای شمالی: الجزایر و مصر؛
- خاورمیانه: سوریه، عراق، بحرین و اسرائیل؛ و
- آسیای مرکزی: برخی از ایالتهای هند، پاکستان، شمال چین، ازبکستان، تاجیکستان و ترکمنستان

۴- توزیع اراضی زهکشی شده در جهان

متأسفانه داده‌هایی که نشاندهنده اراضی زهکشی شده جهان باشد، به طور کامل و دقیق در درست نیست. در بانک اطلاعاتی فائو (AQUAWEB database) اطلاعاتی وجود دارد که هنوز در حال تکمیل شدن است. کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) نیز در حال جمع‌آوری داده‌های مشابهی است. بر اساس نظر این کمیسیون (Zimmer et al., 2002) امریکای شمالی و اروپای غربی بیشترین سهم اراضی زهکشی شده نسبت به کل سطح زیر کشت را دارند. به عکس افریقا، و اقیانوسیه سهم ناچیزی در سرمایه گذاری زهکشی دارند.



شکل ۲- سرمایه‌گذاری نسبی در زهکشی در مناطق مختلف جهان

در کشورهای آسیایی و خاورمیانه و شمال افریقا حدود ۱۰ درصد اراضی کشاورزی دارای زهکشی هستند. گرچه که این کشورها با توجه به توان خود سهم خوبی در زهکشی اراضی داشته‌اند ولی باید در آینده نیز به این کار ادامه دهند.

به منظور بررسی سرمایه‌گذاری و فعالیتهای انجام شده کشورها در زمینه زهکشی، نسبت اراضی زهکشی شده (D) به اراضی فاریاب (I) مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس نظر آبوت و همکاران (2002) کشورها به چهار گروه به شرح جدول شماره ۱ تقسیم شده‌اند:

جدول ۱- معیارهای طبقه‌بندی نسبت اراضی زهکشی شده (D) به اراضی فاریاب (I)

شرح	نسبت $\frac{D}{I}$
کشورهایی که مساحت اراضی زهکشی شده آنها نسبت به اراضی فاریاب بسیار زیاد است. کشورهای با آب و هوای مرطوب و حاره‌ای در این گروه قرار دارند.	$\frac{D}{I}\rangle 10$
کشورهایی که مساحت اراضی زهکشی شده آنها نسبت به اراضی فاریاب زیاد است. کشورهای اروپای غربی در این گروه قرار دارند.	$10\rangle \frac{D}{I}\rangle 1$
کشورهایی که مساحت اراضی آبیاری شده آنها بیش از اراضی زهکشی شده است و در عین حال، مساحت اراضی زهکشی شده نیز قابل توجه است.	$1\rangle \frac{D}{I}\rangle 0/1$
کشورهایی که مساحت اراضی زهکشی شده آنها نسبت به اراضی فاریاب خیلی کم است.	$\frac{D}{I}\langle 0/1$

جدول ۲ وضعیت کشورهای مختلف را نشان می‌دهد. به طوری که ملاحظه می‌شود در کشوهای اروپائی، اغلب مساحت اراضی زهکشی شده به مراتب بیش از اراضی فاریاب است. در امریکای شمالی (ایالات متحده و کانادا) نیز با شدتی کمتر، وضعیت به همین منوال است. در آسیا، ژاپن با سطح اراضی زهکشی شده بیشتری نسبت به اراضی فاریاب روبروست (۱۳۸ درصد). در کره جنوبی مساحت اراضی فاریاب و زهکشی شده تقر یباً برابر است (۹۹ درصد). در پاکستان ۳۳ درصد اراضی فاریاب دارای شبکه زهکشی است. در ایران مساحت اراضی زهکشی شده حدود ۱۸۰ هزار هکتار است (که در جدول مذکور به غلط ۴۰ هزار هکتار نوشته شده است) که به حد ود ۲/۴ درصد اراضی فاریاب می‌رسد.

جدول ۲- سطح اراضی فاریاب و زهکشی شده کشورها و درصد اراضی زهکشی شده نسبت به اراشی فاریاب (Zimmer و همکاران ، ۲۰۰۲)

Country	On-farm drained area 1000 ha	Irrigated area 1000 ha	Drained area : Irrigated area %	General climate type
Africa				
Senegal	45	71	**63**	**A**
Uganda	3	9	**33**	**A**
Mauritania	13	49	**26**	**A**
Ethiopia	29	190	**15**	**A**
Côte d'Ivoire	3	73	**4**	**A**
Nigeria	4	233	**2**	**A**
Kenya	1	67	**1**	**A**
Sudan	0	1950	**0**	**A**
Asia				
Japan	3660	2659	**138**	**M**
Korea, Rep.	1153	1159	**99**	**M**
Philippines	1470	1550	**95**	**H**
Uzbekistan	2821	4281	**66**	**A**
Turkmenistan	1026	1800	**57**	**A**
Tajikistan	329	719	**46**	**A**
Bangladesh	1501	3985	**38**	**H**
China	20000	53740	**37**	**HAM**
Pakistan	6000	17950	**33**	**A**
Viet Nam	1000	3000	**33**	**H**
Malaysia	53	365	**15**	**H**
Kyrgyzstan	149	1072	**14**	**A**
Myanmar	193	1841	**10**	**H**
India	5800	59000	**10**	**HA**
Nepal	82	1135	**7**	**A**
Indonesia	272	4815	**6**	**H**
Kazakhstan	123	2350	**5**	**A**
Sri Lanka	33	662	**5**	**H**
Thailand	155	4750	**3**	**H**
Iran, Islamic Rep of	40	7562	**1**	**A**
Eastern Europe				
Lithuania	2620	7	**37429**	**M**
Croatia	762	3	**25400**	**M**
Poland	4205	100	**4205**	**M**
Slovenia	72	2	**3600**	**M**
Czech Republic	405	24	**1688**	**M**
Hungary	2320	210	**1105**	**MA**
Russian Federation	7399	4600	**161**	**MA**
Albania	145	340	**43**	**MA**
Romania	300	2673	**11**	**MA**
Bulgaria	74	800	**9**	**MA**
Latin America				
Suriname	51	51	**100**	**H**
Guyana	150	150	**100**	**H**
Mexico	5203	6500	**80**	**A**
Honduras	62	78	**79**	**H**
Venezuela, Boliv Rep	289	575	**50**	**H**
Brazil	1280	2900	**44**	**HAM**

Drained / irrigated areas %	
Group 1	>10 times
Group 2	> 100%
Group 3	> 10%
Group 4	< 10%

	Climate
H	humid / tropical
A	arid / semi-arid
M	moderate/temperate

ادامه جدول شماره ۲

Uruguay	78	180	**43**	**M**
Cuba	327	870	**38**	**M**
Costa Rica	38	108	**35**	**M**
Colombia	234	850	**28**	**M**
El Salvador	8	40	**20**	**M**
Bolivia	20	130	**15**	**M**
Paraguay	10	67	**15**	**M**
Dominican Republic	30	269	**11**	**M**
Argentina	117	1561	**8**	**M**
Peru	85	1195	**7**	**M**
Ecuador	52	865	**6**	**M**
Guatemala	1	130	**1**	**M**
Chile	15	1800	**1**	**M**
Middle East and North Africa				
Egypt	3000	3300	**91**	**A**
Turkey	3143	4500	**70**	**A**
Israel	100	199	**50**	**A**
Cyprus	20	40	**50**	**A**
Iraq	1540	3525	**44**	**A**
Bahrain	1	5	**26**	**A**
Syrian Arab Republic	273	1186	**23**	**A**
Tunisia	80	380	**21**	**A**
Algeria	56	560	**10**	**A**
Morocco	120	1305	**9**	**A**
Lebanon	10	120	**8**	**A**
Jordan	4	75	**5**	**A**
Saudi Arabia	44	1620	**3**	**A**
Kuwait	0	7	**0**	**A**
North America				
Canada	1665	720	231	M
USA	47500	22400	212	M
Oceania				
Australia		2251	**87**	**A**
Western Europe				
Austria	195	4	4875	M
United Kingdom	4650	108	4306	M
Finland	2120	64	3313	M
Germany	4900	485	1010	M
Ireland Rep.	1150			M
Sweden	1100	115	957	M
Netherlands	3000	565	531	M
Switzerland	121	25	484	M
Denmark	1440	447	322	M
Belgium-Luxembourg	70	40	175	M
France	2500	2100	119	M
Greece	469	1441	**33**	**A**
Spain	300	3640	**8**	**A**
Italy	60	2698	**2**	**MA**
Portugal	8	650	**1**	**MA**

۵- مناطق مستعد زهکشی کنترل شده

کشورهایی که نسبت D/I آنها بین ۰/۱ تا ۱ است (۱۰ تا ۱۰۰ درصد اراضی فاریاب آنها دارای شبکه زهکشی است) شرایط مناسبی برای زهکشی کنترل شده دارند. این کشورها عبارتند از (Abbott et. al., 2002):

- قار ه آمریکا: مکزیک و برزیل؛
- قاره افریقا: سنگال، موریتانی، الجزایر، تونس، اوگاندا، اتیوپی و مصر؛
- قاره اروپا: یونان، آلبانی و رومانی؛
- قاره آسیا: ترکیه، اسرائیل، قبرس، عراق، بحرین، سوریه، ازبکستان، ترکمنستان، تاجیکستان، قرقیزستان، چین، پاکستان و هند؛ و
- قاره استرالیا: استرالیا

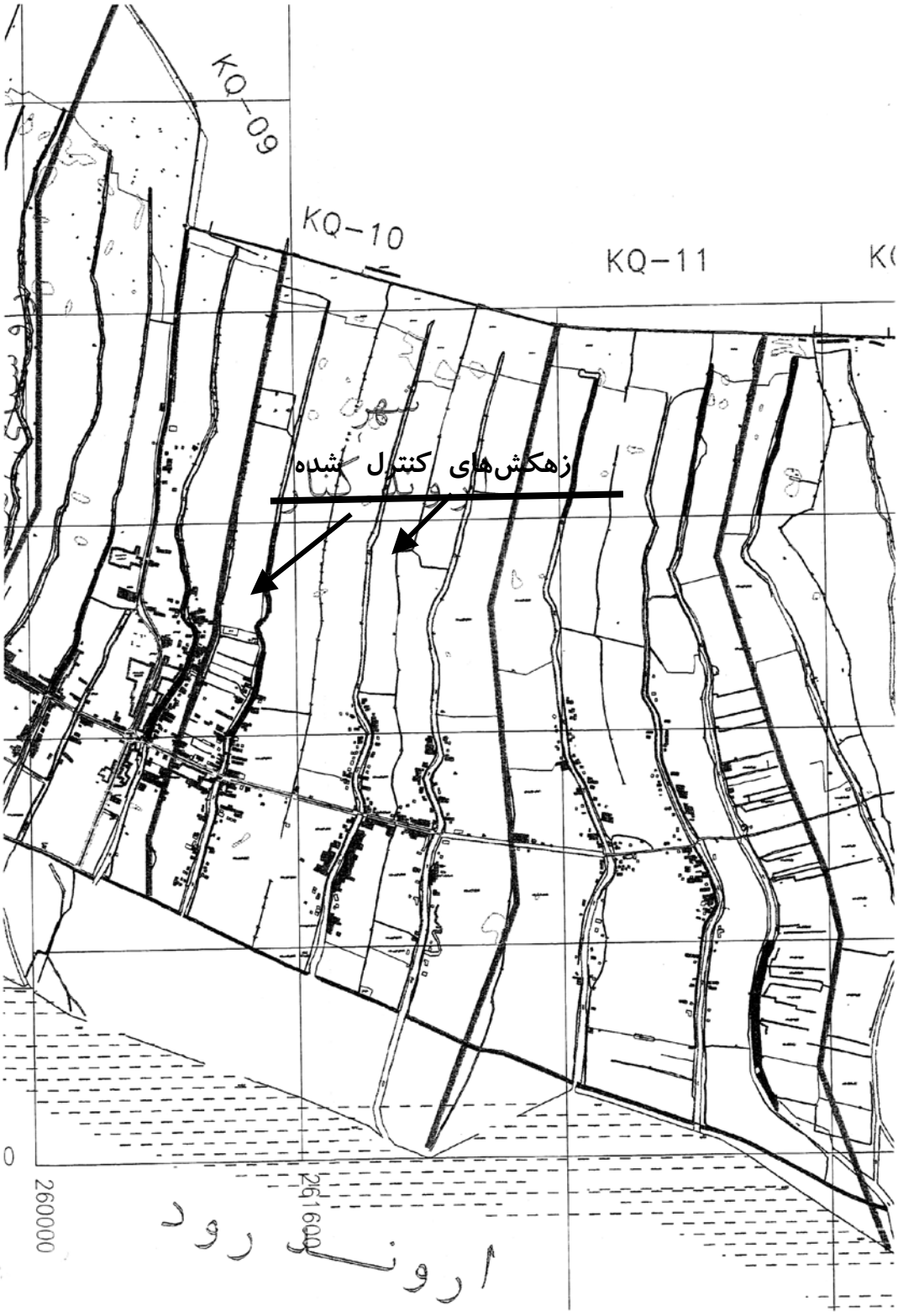
به طوری که ملاحظه می‌شود بر اساس مطالعات Abbott و همکاران (۲۰۰۲)، ایران در زمره کشورهای با پتانسیل زهکشی کنترل شده قرار ندارد. به نظر می‌رسد که با در نظر گرفتن نکات زیر می‌توان در این نظریه تجدید نظر کرد:

- نسبت D/I در ایران در حدود ۲/۴ درصد است. این مقدار حدود ۴ بار کمتر از مقداری است که به عنوان حداقل مقدار مطلوب (۱۰درصد) پذیرفته شده است. بنابراین، با در نظر گرفتن طبقه‌بندی فوق، ایران نمی‌تواند در زمره کشورهای با پتانسیل زهکشی کنترل شده قرار گیرد. اما باید به این نکته توجه کرد که قسمت اعظم اراضی زهکشی شده ایران در خوزستان قرار دارد و بنابراین نسبت D/I در خوزستان در حد مطلوب قرار می‌گیرد. با توسعه اراضی کرخه، بهبود بیشتری نیز در این وضعیت پیش خواهد آمد.
- در سیستان، زارعین در برخی مواقع، خروجی زهکشهای زیرزمینی را با گونی می‌بندند. این کار در نظر اول عجیب می‌نماید ولی حقیقت این است که در شرایط کم آبی، زارعین دریافته‌اند که زهکشها رطوبت قابل دسترسی گیاه را "هدر" می‌دهند. برخی از کشاورزان به زهکشهای زیرزمینی لقب "آب دزد" را داده‌اند. آنها با بستن خروجی زهکشها، تعداد دفعات آبیاری را کاهش می‌دهند و برای گیاه این امکان را فراهم می‌کنند که از رطوبت باقی مانده در قسمت بالائی نیمرخ خاک استفاده کند. زهکشی کنترل شده هم اکنون در سیستان وجود دارد. بدیهی است که کشاورزان بیشتر به فکر حفظ رطوبت خاک هستند و در مورد تجمع شوری نمی‌اندیشند. در این مورد باید تحقیقاتی صورت گیرد و راه حلهایی برای اطمینان از عدم تجمع شوری در خاک، اندیشیده شود.

- در جزیره آبادان، نخیلات حاشیه اروندرود و بهمنشیر از دهه‌های گذشته با استفاده از جزر و مدّ دریا متناوباً آبیاری و زهکشی می‌شوند. با شروع مدّ، آب رودخانه بالا می‌آید و از سمت رودخانه به سمت درختان جریان می‌یابد و ناحیه ریشه درختانی که چند متر با جوی آب فاصله دارند مرطوب می‌شود. این حالت چند ساعت ادامه می‌یابد. با شروع جزر، عمل زهکشی آغاز می‌شود و آب از سمت درختان به سمت رودخانه جریان می‌یابد.

این کار را می‌توان زهکشی کنترل شده دانست. در حال حاضر این کار تنها به وسیله طبیعت (جزر و مد) کنترل می‌شود. شاید بتوان با کمک انسان، کنترل بیشتری نیز بر روی آن اعمال کرد. شکل شماره ۳ و عکس شماره ۲ زهکشی کنترل شده توأم با آبیاری زیرزمینی را در آبادان نشان می‌دهد.

عکس شماره ۲- زهکشی کنترل شده همراه با آبیاری زیرزمینی در جزیره آبادان



شکل ۳ – زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی در حاشیه اروند رود به منظور آبیاری و زهکشی نخیلات

تجربه نشان می‌دهد، که این روش به خوبی توانسته است رطوبت خاک را در حد مطلوب نگاه دارد و از این جهت روشی موفق بوده است. از نظر شوری، تنها در حدود ده سال اخیر است که با تخریب کیفیت آب رودخانه کارون (به سبب کاهش آبدهی و تخلیه پساب آبیاری طرحهای بالادست) مشکلاتی در منطقه پدیدار شده است. اگر آب مصرفی به علت پس‌زدگی آب دریا به این اندازه شور نبود، این مشکلات نیز پیش نمی‌آمد. به عبارت دیگر مشکل زهکشی کنترل شده در جزیره آبادان مربوط به شوری آب است و نه مربوط به عدم کارآیی سیستم. این روش سالهای سال،هنگامی‌که شوری آب کمتر بود، عملکرد موفقیت‌آمیزی داشته است.

با عنایت به موارد بالا، به نظر می‌رسد که بتوان برخی از مناطق ایران، از جمله خوزستان را در زمره مناطق با پتانسیل زهکشی کنترل شده دانست. همین وضعیت در مورد زهکشی برنج‌زارها نیز می‌تواند صادق باشد.

۶- پیشنهاد برای زهکشی کنترل شده

حدود ۱۰۰ هزار هکتار از زمینهای زهکشی شده ایران، یا حدود دو سوم آن در خوزستان قرار دارد. این زمینها در حال حاضر به کشت نیشکر اختصاص دارند. در آینده حد ود ۳۰۰ هزار هکتار از اراضی طرح کرخه به اراضی دارای زهکشی در خوزستان افزوده خواهد شد که در آن گیاهان متنوعی کشت خواهند گردید.

نیشکر ریشه‌ای سطحی دارد. در حال حاضر، آبیاری با فواصل مختلف که گاهی به ۶ روز می‌رسد انجام می‌شود و زهکشهای زیرزمینی نیز آب را به طور نسبتاً دائمی‌تخلیه می‌کنند. آب مصرفی نیشکر بسیار بالاست به طوری که به طور متوسط به حدود ۴۵,۰۰۰ متر مکعب در سال در هکتار بالغ می‌شود. آبیاری سنگین باعث شده است که شوری خاک به خوبی و به سرعت کاهش یابد به طوری که هم اکنون شوری آب آبیاری و زهکشی در طرح کشت و صنعت کارون با یکدیگر تفاوت چندانی ندارد.

به نظر می‌رسد که در طرحهای نیشکر، کلیه شرایط لازم برای اجرای زهکشی کنترل شده مهیاست. زمین نسبتاً مسطح است. سازه‌های کنترل سطح آب به اندازه کافی وجود دارد؛ تمایل صاحبان اراضی به مصرف کمتر آب وجود دارد؛ روش آبیاری سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در طول هر خط زهکش، تنها یک محصول یعنی نیشکر کشت می‌شود. علاوه بر این، نیشکر ریشه‌ای سطحی دارد و چنانچه حالت ماندابی به مدتی طولانی ادامه نداشته باشد، به نظر نمی‌رسد که گیاه از آن آسیب ببیند. به نظر می‌رسد که بتوان کاربرد مدلی به شرح زیر را با تغییراتی، مورد آزمون و پژوهش قرار داد.

پس از خاتمه آبیاری، انتهای زهکشها باز شده و اجازه داده شود که آب آضافی از نیمرخ خاک تخلیه گردد تا حدی که سطح ایستابی به کمی‌پائین‌تر از سطح ریشه برسد. پس از آن، خروجی زهکشها بسته شود تا گیاه بتواند از آب موئینه‌ای استفاده کند. در یک یا دو روز قبل از آبیاری بعدی، زهکشها مجدداً باز شود تا آب اضافی تخلیه گردد و فضای خالی برای ذخیره آب فراهم شود. به نظر می‌رسد که نمکها نیز در این

مدت و ابتدای نوبت جدید آبیاری بتوانند از خاک تخلیه شوند. تعداد روزهای باز و بسته شدن زهکش و کنترل شوری از مسائل مهمی‌هستند که می‌توانند در پژوهشهای بعدی مشخص شوند. به نظر می‌رسد که با این کار بتوان از آب مصرفی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاست و راندمان کاربرد آبیاری را بهبود بخشید. شک نیست که آنچه گفته شد، در شرایطی صادق است که آبشوئی اولیه خاکها انجام شده و شوری خاک به حد مطلوبی رسیده باشد.

اراضی پست حاشیه دریای خزر، به علت بارندگی زیاد و وجود لایه‌های محدود کننده در برخی مناطق، در طول سال به حالت ماندابی هستند. این امر موجب شده است که بسیاری از اراضی علیرغم دارا بودن سایر شرایط مناسب، نمی‌توانند بیش از ۴ تا ۵ ماه به زیر کشت بروند. زهکشی می‌تواند امکان کشت دوم را فراهم نماید. زهکشی در سایر شالیزارها به مدت چند روز در پایان دوره پنجه‌زنی و قبل از مرحله تشکیل خوشه، قبل از برداشت و پس از برداشت به منظور بهبود شرایط خاک می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد. زهکشی کنترل شده اراضی شالیزاری، ضمن افزایش عملکرد برنج، امکان کشت دوم را فراهم می‌آورد.

مراجع

۱- نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۱

۲- مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، ۱۳۸۱

3- 3-CL Abbott et. Al., Review of the Potential for Controlled Drainage Around the World, 2002

4- 4-W.F. Vlotman and H.C. Jansen, Controlled Drainage for Integrated Water Management, 2003

5- 5- R.W. Skaggs and J.van Schilfgaarde, Agricultural Drainage, 1999