# پایش و مدیریت شوری خاک در شرایط فاریاب با استفاده از تعیینگر جبهه رطوبتی[1]

**یوسف هاشمی نژاد**

عضو هیات علمی مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران
Hasheminejhad@gmail.com

**چکیده**

با اطلاع از شوری زهکش می توان به راحتی کسر آبشویی را در شرایط ماندگار تخمین زد. اما در شرایطی که تجهیزات زهکشی برپا نشده باشد، دسترسی به آب زهکش بسادگی امکان پذیر نیست. تعیینگر جبهه رطوبتی این امکان را به راحتی فـراهم آورده است. در این تحقیق با کار گذاشتن این وسیله در باغهای پسته شوری زهکش و کسر آبشویی واقعی مستقیماً اندازه گیری شده و نتایج حاصله به عنوان ورودیهای مدلهای پیش یابی استفاده شده اند تا به وسیله آنها بتوان شوری متوسط منطقه ریشه را تخمین زد. تخمینهای حاصل از مدلها با نتایج واقعی متوسط شوری منطقه ریشه مقایسه شده‌اند.

**کلمات کلیدی**: آبشویی، اردکان، کنترل املاح، مدلهای پیش یابی

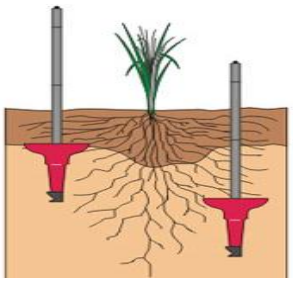
## مقدمه

شوری خاک یکی از مهمترین و شایع ترین مشکل محدود کننده تولید محصول در کشاورزی متکی به آبیاری می باشد. آبشویی کلید استفاده موفق از آب شور برای آبیاری می باشد( شلوت، 1994) نیاز آبشویی به عنوان حداقل جزیی از کل آب مصرفی تعریف شده است که بایستی از داخل منطقه ریشه در خاک عبور نماید تا از کاهش عملکرد محصول ناشی از تجمع زیاد املاح جلوگیری نماید (آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، 1954). خاکها نه تنها حاوی مخلوطی از املاح مختلف می باشند بلکه توزیع این املاح نه در سطح ویا عمق خاک یکنواخت است و نه در زمان ثابت است (هافمن و ونگنوختن، 1998). این غیر یکنواختی به همراه پیچیدگیهای مربوط به اجزای مختلف بیلان نمک در داخل منطقه ریشه( اوستر و رودز، 1975) باعث دشواریهای متعدد در راه پیش بینی ترکیب و غلظت املاح در داخل منطقه ریشه و یا زیر آن (زهکش) شده است. بنابراین مدلهای مختلفی که به این منظور بسط یافته اند ناچار به انجام فرضیات ساده سازی بوده اند.

شیمی محلول خاک اطلاعات مهمی را در زمینه توزیع زمانی و مکانی عناصر غذایی خاک، شوری، عناصر کمیاب، فلزات سنگین ، علف کشها، ظرفیت خنثی سازی اسید در خاک و سینتیک برهمکنشهای بین فاز محلول و جامد فراهم می آورد. در این راه جمع آوری محلول خاک توسط عصاره گیرهایی که در محل این عمل را انجام می دهند از اهمیت ویژه ای برخودار است چرا که شبیه سازی شرایط واقعی محلول خاکی که گیاه در مزرعه با آن سروکار دارد کاری بسیار مشکل و یا غیر ممکن به نظر می رسد. عصاره گیری محلول خاک به روشهای متفاوتی انجام می شود که می توان آنها را به دسته های زیر تقسیم بندی نمود:(1 ) جایگزینی ( 2) فشردگی ( 3)سانتریفوژ ( 4) جذب ملکولی ( 5) استخراج بوسیله غشای فشاری و ( 6) کلاهک های متخلخل. در بین این روش ها نمونه گیرهای با کلاهک متخلخل رایج ترین وسیله هایی هستند که استفاده می شوند و معمولا استخراج محلول خاک در این روش با اعمال مکش همراه

[1] Wetting Front Detector (WFD)

می باشد. روش معرفی شده توسط CSIRO که می توان آنرا جزو روشهای جایگزینی تقسیم بندی نمود روشی بسیار ساده و ارزان قیمت و بدون استفاده از ابزارهای الکتریکی و مکانیکی جهت استخراج محلول خاک می باشد. در این روش به کمک وسیله ای به نام تعیینگر جبهه رطوبتی که در زیر نمایی از آن نشان داده شده است ضمن اطلاع از عمق نفوذ منطقه اشباع در طی نفوذ می توان به راحتی نمونه جمع آوری شده در مخزن آن را استخراج و به تجزیه های شیمیایی مورد نیاز را روی آن انجام داد. ضمن اینکه کارایی این روش نیز بخصوص در آزمایش‌های مزرعه‌ای و در مقیاس وسیع به اثبات رسیده است(استیرزاکر و تامسون، 2004).



**شکل 1- نمایی از نحوه کارکرد تعیینگر جبهه رطوبتی (WFD)**

## مواد و روشها

برای اجرای این تحقیق چهار باغ پسته از مزارع شمال اردکان در استان یزد انتخاب شدند. در هر کدام از مزارع انتخابی در یک سوم ابتدایی، میانی و انتهایی یکی از نوارهای آبیاری مزارع اقدام به نصب یک زوج دستگاه تعیینگر جبهه رطوبتی (WFD) شد که به ترتیب و بر اساس دستورالعمل دستگاه در اعماق 70 و 140 سانتی متری خاک نصب شدند. بلافاصله پس از نصب دستگاهها از خاک بین آنها و نیز آب آبیاری مزارع نمونه برداری و جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شدند. هر کدام از این نوارها در طی فصل رشد به روش عرف معمول کشاورز آبیاری شده و کلیه عملیات زراعی دیگر نیز مطابق عرف زارع و توسط خود وی صورت گرفت. در طول فصل تعداد دفعات واکنش دستگاه به آبیاری انجام شده، تجزیه شیمیایی محلول جمع آوری شده در مخزن دستگاه نیز در آزمایشگاه صورت گرفت. از آنجاییکه به دلیل راندمان پایین آبیاری روشهای سطحی (و در واقع جزء آبشویی بالا) امکان دستیابی به شرایط ماندگار در طی زمان ممکن میباشد، با اندازه گیری شوری محلول جمع آوری شده می توان با دقت قابل قبولی کسر آبشویی اعمال شده را با در دست داشتن شوری آب آبیاری به دست آورد. نتایج حاصله با مقادیر پیش بینی شده به وسیله مدل WatSuit و معادله سنتی مقایسه شده اند.

## نتایج و بحث

تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در چهار مزرعه در جدول شماره 1 ارائه گردیده است. در یک نگاه اجمالی به ترکیب منابع آب مورد استفاده مشخص می شود که تمامی آنها آبهایی شور با نوع نمک غالب کلرور سدیم می باشند. نکته قابل توجه دیگر وجود مقادیر کمی پتاسیم محلول و نیز در عمده موارد غلظت بالاتر منیزیم نسبت به کلسیم می باشد که البته در این ناحیه شایع است.

در شش دوره آبیاری زهاب جمع آوری شده در مخازن دستگاهها نمونه برداری شد و در نمونه های اخذ شده میزان EC و غلظت یونهای سدیم و کلر اندازه گیری گردید. با تقسیم کردن مقادیر EC, Na و Cl در آب آبیاری هر مزرعه

بر مقادیر مشابه در نمونه های زهاب هر مزرعه در هر تاریخ نمونه برداری مقادیر کسر آبشویی بر حسب این سه پارامتر مشخص شدند. به جهت خلاصه سازی نتایج مربوط به هر چهار مزرعه میانگین گیری شده و در جدول 2 ارائه می شوند.نگاهی به نتایج مشخص می نماید که هنگامی که کسر آبشویی بر حسب غلظت کلر محاسبه شود مقادیر بدست آمده حدود 4 تا 5 درصد کمتر از کسر آبشویی محاسبه شده بر حسب غلظت سدیم و شوری می باشد. محاسبه کسر آبشویی بر حسب شوری به تنهایی ممکن است که کسر آبشویی را بیش از واقعیت تخمین بزند و این به دلیل حضور یونهای با تحرک کمتر مانند کلسیم و منیزیم در آب آبیاری می باشد. نکته دیگر اینکه میزان کسر آبشویی در اعماق 70 و 140 سانتیمتری بسیار شبیه هم است در نتیجه احتمالاً اندازه گیری فقط در عمق 70 سانتیمتری کافی است که این امر سهولت جاگذاری دستگاه در مزرعه را افزایش می دهد و در نتیجه می توان نمونه های بیشتری را برای تجزیه به آزمایشگاه ارسال کرد. و نهایتاً اینکه هر چند با توجه به کیفیت آب آبیاری میزان کسر آبشویی حاصله به وسیله داده های این آزمایش خیلی بالا نیست ولی می توان از این وسیله به عنوان یک ابزار مدیریتی برای کاهش مصرف آب در مواقعی که کسر آبشویی بالا است استفاده کرد.

**جدول 1- ترکیب شیمیایی آب آبیاری در مزارع انتخابی**

| شماره مزرعه | ECiw (dS/m) | pH SO4 | غلظت یونهای محلول (میلی اکیوالان بر لیتر) | | | | | | | | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Na | K | Mg | Ca | SO4 | Cl | HCO3 | CO3 | |
| 1 | 9/92 | 8/16 | 56/03 | 0/5 | 38/01 | 16/34 | 24/98 | 77/65 | 4/13 | 0/5 | 10/75 |
| 2 | 10/11 | 7/9 | 66/85 | 1/24 | 25/49 | 20/82 | 28/06 | 74/35 | 5/3 | 1/2 | 13/89 |
| 3 | 9/02 | 7/9 | 53/98 | 1/09 | 18/26 | 16/56 | 22/52 | 65/96 | 6/4 | 1 | 12/94 |
| 4 | 8/36 | 7/85 | 58/12 | 0/72 | 10/82 | 14/89 | 21/09 | 60/18 | 5/2 | 0/62 | 16/21 |

**جدول 2- میانگین مقادیر کسر آبشویی اندازه گیری شده در مزارع انتخابی بر اساس روشهای مختلف**

| تاریخ | کسر آبشویی در زهاب جمع آوری شده از 70 سانتیمتری بر حسب مقادیر | | | کسر آبشویی در زهاب جمع آوری شده از 140 سانتیمتری بر حسب مقادیر | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | EC | Cl | Na | EC | Cl | Na |
| 1387/9/5 | 0/43 | 0/30 | 0/38 | 0/34 | 0/34 | 0/38 |
| 1387/11/3 | 0/45 | 0/34 | 0/39 | - | - | - |
| 1387/12/5 | 0/49 | 0/36 | 0/41 | 0/51 | 0/38 | 0/42 |
| 1388/1/22 | 0/37 | 0/52 | 0/54 | 0/28 | 0/36 | 0/40 |
| 1388/3/9 | 0/47 | 0/44 | 0/45 | 0/48 | 0/45 | 0/47 |
| 1388/3/31 | 0/35 | 0/28 | 0/34 | 0/49 | 0/39 | 0/44 |
| **میانگین** | 0/43 | 0/37 | 0/42 | 0/43 | 0/37 | 0/42 |

همچنین با توجه به مقادیر کسر آبشویی حاصله می توان عدد 42 درصد را به عنوان کسر آبشویی شایع در منطقه انتخاب نمود. با فرض این مقدار می توان میزان شوری متوسط منطقه ریشه را بااستفاده از مدل WatSuit و نیز مدل سنتی ($LF = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_e}$ که در آن LF کسر آبشویی و $EC_{iw}$، $EC_{dw}$و $EC_e$ به ترتیب شوری آب آبیاری، شوری زهکش و متوسط شوری منطقه ریشه است) به دست آورد. مقایسه نتایج حاصله از این مدلها با مقادیر واقعی اندازه گیری شده در جدول شماره 3 ارائه گردیده است. نتایج نشان دهنده این است که غلظتهای اندازه گیری شده در خاک همواره کمتر از پیش بینی مدلهای WatSuit و سنتی می باشد که این نکته نیز موید نتیجه گیری بالاست که بخشی از ترکیبات کلسیم و منیزیمی محلول خاک در نتیجه ترسیب و بخشی از املاح کلر و سدیم درنتیجه سایر واکنشها (اوستر و رودز، 1975) از محلول خاک خارج شده و در نتیجه میزان شوری حاصله کمتر از مقادیر مورد انتظار مدلها می باشد.

**جدول 3- مقایسه نتایج حاصل از تعیینگر جبهه رطوبتی با پیش بینی مدلهای سنتی و WatSuit**

| شماره مزرعه | میزان شوری متوسط منطقه ریشه ($dS\ m^{-1}$) | | | غلظت سدیم+ پتاسیم متوسط منطقه ریشه($meq\ L^{-1}$) | | | غلظت کلر متوسط منطقه ریشه ($meq\ L^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | اندازه گیری شده | پیش بینی مدل WatSuit | پیش بینی مدل سنتی | اندازه گیری شده | پیش بینی مدل WatSuit | پیش بینی مدل سنتی | اندازه گیری شده | پیش بینی مدل WatSuit | پیش بینی مدل سنتی |
| 1 | 11/49 | 16/55 | 8/40 | 69/28 | 93/94 | 48/57 | 76/37 | 135/8 | 72/09 |
| 2 | 8/82 | 17/01 | 8/56 | 55/29 | 115/19 | 58/50 | 49/49 | 135/07 | 69/03 |
| 3 | 10/2 | 13/43 | 7/64 | 69/91 | 93/16 | 47/32 | 58/11 | 101/47 | 61/24 |
| 4 | 9/4 | 12/94 | 7/08 | 64/35 | 99/54 | 50/56 | 49/49 | 97/53 | 55/87 |

نتایج حاصل از اندازه گیری کسر آبشویی به وسیله دستگاه تعیینگر جبهه رطوبتی و نیز مقایسه نتایج با پیش بینی مدلهای ساده سازی نشان دهنده ترسیب بخشی از املاح محلول در شرایط تحقیق بود. تحت این شرایط حتی مدل WatSuit نیز که برای پیش بینی توزیع املاح در حالت ماندگار و با در نظر گرفتن بسیاری از این واکنشها طراحی شده است، قادر به پیش بینی شوری اعماق مختلف خاک و یا متوسط آن نبود. این امر می تواند به دلیل انحراف شرایط مزارع انتخابی از شرایط ماندگار و یا عدم یکنواختی اولیه پروفیل خاک باشد. بنابراین دستگاه تعیینگر جبهه رطوبتی با تعیین دقیق شوری محلول خاک می تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی برای کاهش مصرف آب در مواردی که کسر آبشویی بالا است استفاده شود.

## منابع

Hoffman, GJ and MTh Van Genuchten, 1983. Soil properties and efficient water use: water management for salinity control. In H. M. Taylor et al. (ed.) limitations to efficient water use in crop production. ASA, CSSA and SSSA.

Oster, JT and JD Rhoades, 1975. Calculated drainage water compositions and salt burdens resulting from irrigation with river waters in the United States. J. Environ. Qual. 4: 73-79.

Shalhevet, J, 1994. Review article using water of marginal quality for crop production: major issues, Agricultural Water Management 25: 233-269.

Stirzaker, R and T Thomson., 2004. FullStop at Angas Bremer: A report on the 2002-3 data to the Angas Bremer water management committee Inc. CSIRO, Land and Water.

U.S. Salinity Laboratory Staff (USSL), 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook no. 60, USDA.