# اثر روشهای مختلف آبشوئی در تعادل املاح خاک

مصطفی ستار *

**خلاصه مقاله**

طرح " تحقیق در تاثیر آبشوئی بر تغییرات و تعادل املاح خاکهای Aeric Fluviaquents و مقایسه روشهای مختلف آبشوئی " درایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی در دشت شمال گلپایگان باجرا درآمده است. در این تحقیق آبشوئی بادو روش دائم و متناوب اعمال شده است . در روش نفوذ دائم حدود ۰/۲۵ متر آب بخاک نفوذ داده شده و در خلال آبشوئی ارتفاع آب روی خاک ثابت و ۰/۱ متر نگه داشته شده ولی در روش نفوذ متناوب بعد از مصرف هر ۰/۲۵ متر آب ، آبشوئی تا رسیدن خاک سطحی بحالت ظرفیت مزرعه ( Field Capacity ) قطع شده است . در هردو روش از رینگهای مضاعف استفاده شده وبعداز نفوذ هر ۰/۲۵ متر آب به خاک ازافقهای سه گانه خاک نمونه برداری شده ومورد تجزیه شیمیائی قرارگرفته‌است. درخلال آبشوئی میزان تبخیربراساس اندازه گیری از طشتک دربرآوردها ملحوظ شده است . خلاصه نتایج بشرح زیر می باشد:

- سرعت نهائی نفوذ آب به خاک معادل ۹/۵ میلیمتر در ساعت است و باتوجه به استانداردهای موجود از این نظر خاک در کلاس متوسط است .
- آب مورد نیاز برای آبشوئی باتوجه به راندمان آبشوئی در شرایط آزمایش حدود ۰/۷۵۰ متر تا عمق ۰/۹ متری خاک برآورد می شود.
- فرآیند آبشوئی باعث کاهش شدیدشوری بخصوص دراولین لایه خاک شده است .

* عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

- فرآیند آبشوئی باعث کاهش شدید SAR خاک شده و آن را تا حد قابل ملاحظه‌ای تقلیل داده است .

- با انجام آبشوئی غالب فاکتورهای موثر در شوری و قلیائیت بحد مطلوبی کاهش یافته‌اند بجز PH و آنیونهای کربنات و بیکربنات محلول خاک که اندکی افزایش یافته‌اند واین مسئله لزوم تحقیق در کاربرد مواد اصلاح کننده را ایجاب می کند.

- آبشوئی متناوب در مقام مقایسه با آبشوئی دائم در کاهش قلیائیت تاثیر بیشتری داشته است .

## ۱- مقدمه :

در زمستان سال ۱۳۵۸ غالب روستاهای حاشیه‌دشت شمال گلپایگان را آب فرا گرفت ( بدلیل بارندگی زیاد و ریزش قناتها ) و بمنظور رفع این مشکل ، بدستور موسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاک در تابستان سال ۱۳۵۹ گروهی از کارکنان فنی موسسه ، اقدام به زهکشی زیرزمینی در سه روستای رباط ملکی ، کلوچان و رباط ابوالقاسم نمودند که باتوجه به موفقیت در اجزای این طرحها از یک طرف و کمبود سرانه زمین قابل آبیاری یا اراضی قابل کشاورزی در منطقه از سوی دیگر ، طرح زهکشی و اصلاح اراضی دشت شمال گلپایگان بنام " طرح احیا و توسعه کشاورزی دشت شمال گلپایگان " مورد توجه قرار گرفت که در حال حاضر فازاول آن اجرا شده است .

با اجرای این طرح که حدود ۶ هزار هکتار از اراضی زیرپوشش خود دارد ، فعلا" آب سطحی از اراضی خارج شده ولی فقط بخشی از این اراضی که از نظر شوری و قلیائیت بدون محدودیت خاک میباشند قابل کشت و زرع بوده و قسمت اعظم آن باتوجه به مطالعه نیمه تفصیلی انجام شده دارای مشکلات شوری و قلیائیت منابع خاک و آب بوده و برای بهره برداری نیاز به آبشوئی و اصلاح دارد.

براین اساس طرح " مطالعه و بررسی تاثیر آبشوئی در تغییرات و تعادل نمک در خاک " از سال ۱۳۶۰ و بمدت سه سال جهت اجرا مورد تصویب قرار گرفت که سال اول اختصاص به بررسی و مطالعه تغییرات شوری آب زهکشها و مطالعات پیزومتری و بررسیهای مقدماتی داشته و در

سال دوم یعنی ۱۳۶۱ آزمایشات آبشوئی انجام شده که مقاله موجود مربوط به بخشی از این آزمایش می باشد که باروش رینگ انجام شده است.

## ۲- اهداف :

- تعیین روند تغییرات خاک از نظر ثوری و قلیائیت دراثرآبشوئی و تعمیم گیری برای اصلاح اراضی ،
- مقایسه آبشوئی دائم و متناوب و تعیین سودمندی نسبی هرروش و انتخاب بهترین روش آبشوئی ،
- تعیین عمق آب موردنیاز برای آبشوئی ،
- بررسی و تعیین نیاز با عدم نیاز به مصرف مواد اصلاح کننده برای اصلاح اینگونه اراضی .

## ۳- مواد و روشها :

منطقه‌ای که این تحقیق در آن انجام شده در دشت شمال گلپایگان و بین کانالهای زهکشی درجه دو به شماره‌های (002) و (003) قرار گرفته است و براساس استانداردهای فیزیوگرافی موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک از تیپ اراضی پست ( باشمار ۶ ) وازواحداراضی ( با شماره ۶-۱ ) میباشد(۱۵). برطبق نقشه بیوکلیماتیک ایران به روش گوسن منطقه جز اقلیم نیم بیابانی سرد بوده و براساس تقسیم‌بندی آب و هوائی به روش آمبرژه دارای آب و هوای نیم خشک سرد می باشد.

عمق آب زیرزمینی درخلال اجرای طرح براساس مطالعات پیزومتری در دست اجرا و با اندازه‌گیری ارتفاع آب در پیزومترهای هم جوار مزرعه تحقیقاتی ، پائین تر از ۲ متر بوده است (۱۳). فاصله محل آزمایش تا کانال زهکشی درجه دو ( به شماره 002 ) حدود ۴۰۰ متراست . برای تعیین شرایط عمومی خاک مزرعه نمونه‌های خاک قبل از اجرای تحقیق مورد تجزیه قرار گرفته که نتایج بشرح زیرمی باشد :

خصوصیات شیمیائی خاک محل آزمایش در جدول شماره (۱) نشان داده شده است .

جدول شماره ۱ - خصوصیات شیمیائی خاک محل آزمایش

| عمق Depth $C_{cm}$ | هدایت الکتریکی $EX10^{3}_{C}$ | اسیدیته گل‌اشباع PH of Paste | درصد مواد خنثی شونده Z T.N.V. | گچ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ m.e/100 | میلی‌اکی والان در لیتر Milliequivalents Per Liter: کربنات $CO_3^{2-}$ | بیکربنات $CO_3H^-$ | کلر $Cl^-$ | سولفات $SO_4^{2-}$ | مجموع آنیونها S.Anions | کلسیم + منیزیم $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ | سدیم $Na^+$ | نسبت جذب سدیم S.A.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰_۳۰ | ۲۳ | ۸/۵ | ۳۶ | ۳ | ۱/۶ | ۳ | ۲۷۰ | ۶ | | ۳۸ | ۲۵۰ | ۵۷/۲ |
| ۳۰_۶۰ | ۴/۹ | ۹/۱ | ۳۳ | ۲/۳ | ۳/۲ | ۴۴ | ۸ | | | | | ۲۵ |
| ۶۰_۹۰ | ۴/۱ | ۸/۸ | ۳۸ | ۰/۹ | - | ۲/۸ | ۴۶ | ۲ | | ۱۰ | ۲۲ | ۱۸/۸ |

ضریب آبگذری ( Hydraulic Conductivity ) خاک که به روش ارنست اندازه گیری شده عدد ۱۹ متر در روز را نشان می دهد(۱۳) .

مشخصات شیمیائی آب مورد استفاده درجدول شماره (۲)ارائه گردیده است :

جدول شماره ۲ - مشخصات شیمیائی آب مورد استفاده

| هدایت الکتریکی ECX10³ | مجموع املاح محلول T.D.S mg/L | اسیدیته PH | میلی‌اکی والان در لیتر Milliequivalents Per Liter: کربنات $CO_3^{2-}$ | بیکربنات $CO_3H^-$ | کلر $Cl^-$ | سولفات $SO_4^{2-}$ | مجموع آنیونها S.Anions | کلسیم + منیزیم $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ | سدیم $Na^+$ | مجموع کاتیونها S.Cations | adj S.A.R | نسبت جذب سدیم S.A.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۷۹۴ | - | ۸/۱ | ۰/۸ | ۴/۴ | ۲۱ | - | ۲۶/۲ | ۱۰ | ۱۱ | ۲۱ | ۱۵ | ۶/۲۶ |

طرح آزمایشی شامل دو تیمار ( آبشوئی دائم - آبشوئی متناوب ) و درسه تکرار انجام شده است . برای اجرای آزمایش ۶ عدد رینگ فلزی با مقطع دایره و بقطر ۵۸ سانتیمتر و ارتفاع ۵۰ سانتیمتر تهیه شده که به عمق ۱۶ سانتی‌متر در خاک کوبیده شده‌اند. برای اجرای آبشوئی دائم که در آن ارتفاع آب در روی سطح خاک ۱۰ سانتیمتر ثابت نگهداشت شده ،

بشکه‌های معمولی با قطر ۵۸ سانتیمتر وارتفاع ۸۰ سانتیمترمورد استفاده قرار گرفته و بکمک فلوتر ارتفاع آب در داخل رینگ و در روی سطح خاک در ۱۰ سانتیمتری ثابت شده است .

باتوجه به وضعیت اقلیمی منطقه و تغییرات شدید پتانسیل تبخیر در فصول بهار و تابستان و سردی بیش از حد هوا در فصل زمستان آزمایش در اواسط پائیز اجرا شده و بدین ترتیب از خطای مزبور تا حد ممکن کاسته شده است .در تیمار آبشوئی متناوب که مدت اجرای آن طولانی تر از روش آبشوئی دائم بوده ، سطح آزمایش مرتبا" بوسیله پلاستیک پوشیده شده واز تبخیر تا حد زیادی جلوگیری شده تابتوان حرکت آب در خاک راهمواره در جهت نیروی ثقل انگاشت و بعبارت دیگرسطح مقایسه (Zero Flux Zone) را در سطح خاک در نظر گرفت .

تغییرات رطوبتی خاک قبل و بعد از آزمایش براساس نمونه رطوبتی خاک اندازه گیری و در محاسبات آب مصرفی منظور شده است .

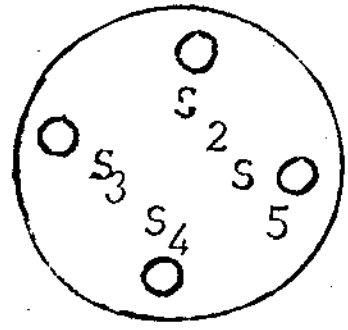
قبل از آبشوئی لایه سطحی خاک اندکی شخم و نرم شده و اطراف رینگها کاملا" کوبیده شده تا از نفوذ بیجا جلوگیری شود . برای تهیه Buffer Ponding ،از خاک اطراف رینگها استفاده شده و بدین ترتیب نیاز به رینگ بیرونی برطرف گردیده است . مقدار آب آبشوئی برای هر دو تیمار ۱۰۰ سانتیمتر منظور شده است .

نمونه برداری از سه عمق خاک بعد از هر ۲۵ سانتیمتر آبشوئی در هر دو تیمار انجام و جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال شده است ( در تیمارآبشوئی دائم برداشت نمونه خاک در حین آبشوئی یعنی بعد از ۲۵ ، ۵۰ و ۷۵ سانتیمتر آبشوئی فقط در دو عمق بالائی انجام شده ولی از عمق ( ۹۰ - ۶۰ ) سانتیمتری میسر نبوده است . بااین ترتیب از هریک از رینگها علاوه برنمونه قبل از آبشوئی ۴ نوبت نمونه‌برداری انجام شده که جداول نتایج تجزیه‌ها در آخر مقاله آمده است .

برای نمونه‌برداری از تیمار آبشوئی متناوب از مته نمونه مرطوب با قطر ۸ سانتیمتر استفاده شده ولی برای نمونه‌برداری از تیمار آبشوئی دائم از مته Double Tube بقطر ۳/۵ سانتیمتر و ارتفاع ۸۰ سانتیمتر (حداکثر ارتفاع مته مارپیچی موجود ) استفاده شده که داخل یک جوفی بشکل استوانه و ازجنس فلزبقطر داخلی ۳/۵ سانتیمتر قرارمی گرفته‌است.

آبشوئی از تاریخ ۶۱/۸/۲۶ شروع شده و در تیمار آبشوئی مستناوب ۲۵ سانتی‌متر آب معادل ۶۲ لیتر به رینگها ریخته شده و همزمان با آن به اطراف رینگها و در داخل حوضچه های ایجاد شده مرتبا" آب افزوده شده تا همواره و در طول آزمایش نفوذ ، ارتفاع آب در داخل و خارج رینگها یکسان باشد. ۴۸ ساعت پس از نفوذ کامل آب که رطوبت خاک در لایه سطحی در حد ظرفیت زراعی رسیده بود نمونه برداری از خاک انجام و مجددا" ۲۵ سانتی متر دیگر آب آبشوئی اضافه شده و این کار تاپایان کاربرد ۱۰۰ سانتی متر آب ادامه پیدا کرده است .

درتیمار آبشوئی دائم ، ارتفاع نفوذ آب از روی لوله شفاف مدرج کنترل و پس از نفوذ هر ۲۵ سانتیمتر آب ، نمونه خاک بشرحی که در بالا آمده برداشت شده ( پس از برداشت نمونه خاک مرطوب و قبل از بیرون کشیدن جوفی خارجی خاک خشک بکمک قیف بداخل جوفی ریخته و بیرون کشیدن جوفی بتانی انجام و همزمان بایک سنبه، خاک ریخته شده کوبیده میشود تابدینوسیله بعدازبیرون آمدن کامل جوفی ازخاک حفره‌ای در داخل رینگ ایجاد نشود ) و جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال گردید.
ترتیب نمونه‌برداری از خاک در رینگ از نوبت دوم به بعد مطابق شمای زیراست :




که در آن $S_2$ و .... و $S_5$ به ترتیب محل نمونه برداریهای نوبت دوم تا پنجم می باشد. ضمنا" در حین آبشوئی در تیمار آبشوئی دائم ، با کنترل ارتفاع نفوذ و زمان مربوطه و منحنی های نفوذ دراثل لگاریتمی (در جداول شماره ۳و۴ ارائه شده است .

## ۴ - نتایج حاصله از تحقیق

نتایج حاصله از تحقیق براساس هدفهای پیش بینی شده عبارتنداز :

### ۴-۱- اندازه گیری نفوذ پذیری ( Infiltration Rate )

در مورد هر یک از تکرارها تیمار آبشوئی دائم و همزمان با اجرای آن نفوذپذیری خاک درسه تکراربا روشهای بارافتان ( Falling Head ) و بار ثابت ( Constant Head ) اندازه‌گیری شد. روش بار افتان در واقع مدلی از چگونگی نفوذ آب به خاک در شرایط آبشوئی متناوب است در حالیکه روش بار ثابت مدل نفوذ آب به خاک در شرایط آبشوئی دائم میباشد. شکلهای شماره ۱ و۲ که براساس میانگین ۳ تکرار ترسیم شده‌اند نشان دهنده نفوذپذیری تفکیکی خاک بترتیب در شرایط بارافتان و بارثابت میباشند و همچنین معادلات نفوذ راکه با بهره‌گیری از روش Kostiakov-Lewiss تعیین شده ، نشان می دهند.

### ۴ - ۲ - آبشوئی تغییرات نمک در خاک :

برای تحقیق در اینمورد به تجزیه نمونه های خاک قبل و بعداز آبشوئی و درحین آبشوئی نیاز بوده که اینکار انجام شده است . دربررسی فاکتورهای خاک که مورد تجزیه آزمایشگاه قرار گرفته ECe بعنوان مهمترین فاکتور تعیین کننده در سرنوشت تغییرات شوری خاک در جدول شماره ۵ جداگانه مشخص و تغییرات آن در شکلهای شمار ۳ و ۴ ترسیم شده است .

ارقام PH مربوط به تمامی نمونه ها ، قبل و بعد از آبشوئی بلااستثنا از ۸/۵ متجاوز بوده و دامنه تغییرات آن بین ۸/۵ تا ۹/۶ می باشد.

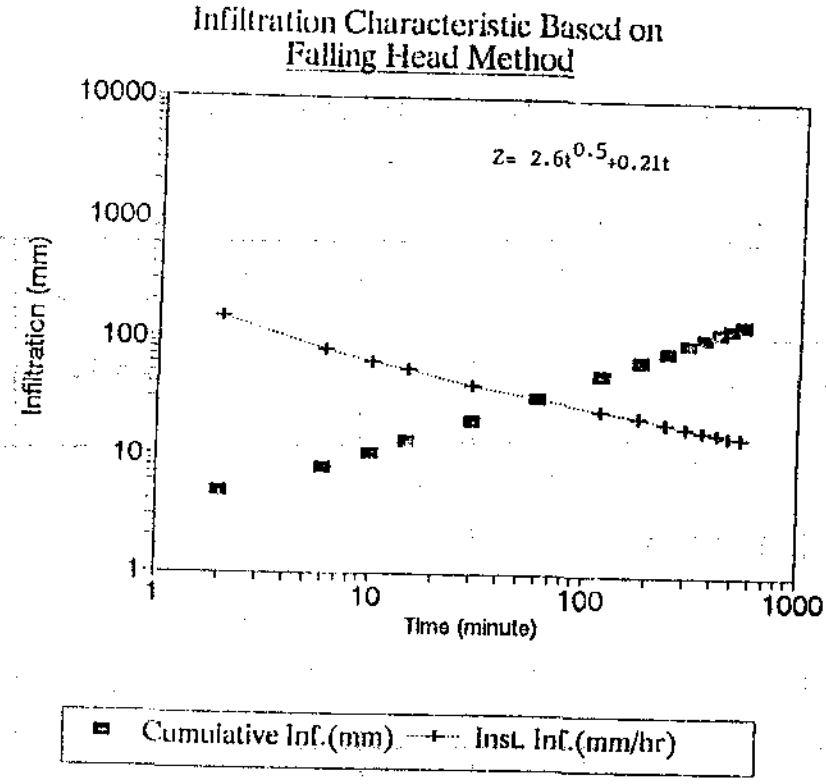
در مورد کاتیونهای عمده خاک شامل (Na+ , Mg++, Ca++) مجموعه آنها بصورت SAR در مبحث تعیین روند تغییرات در جداول جداگانه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است و تغییرات در جدول شماره ۶ و شکل شماره ۵ منعکس شده است .

جدول شماره ۳ - اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک به روش بارافتان

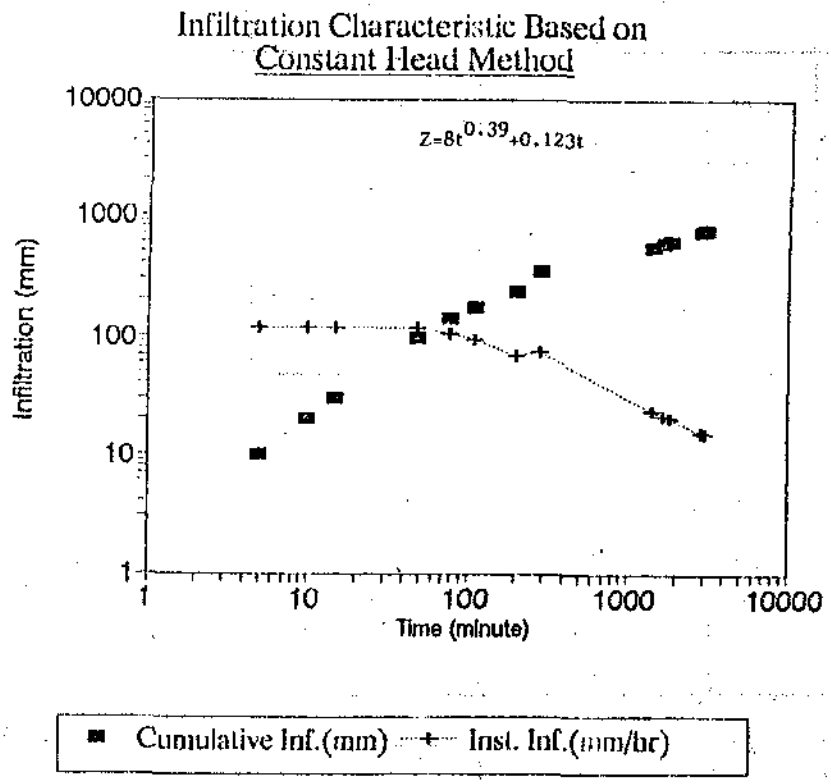
| نفوذتجمعی(میلیمتر) | | | نفوذتفکیکی(میلیمتر) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| متوسط عمق نفوذ در ساعت | نفوذ از آغاز آزمایش | گذشت زمان از آغاز آزمایش دقیقه | متوسط عمق نفوذ در ساعت | نفوذدر زمانهای قرائت | گذشت زمان از آخرین قرائت دقیقه |
| ۱۵۰ | ۵/۰ | ۲ | ۱۵۰/۵ | ۵/۰ | ۲ |
| ۸۰/۰ | ۸/۰ | ۶ | ۴۵/۵ | ۳/۰ | ۴ |
| ۶۳/۰ | ۱۰/۵ | ۱۰ | ۳۷/۵ | ۲/۵ | ۴ |
| ۵۴/۰ | ۱۳/۵ | ۱۵ | ۳۶/۰ | ۳/۰ | ۵ |
| ۴۰/۰ | ۲۰/۰ | ۳۰ | ۲۶/۰ | ۶/۵ | ۱۵ |
| ۳۲/۰ | ۳۲/۰ | ۶۰ | ۲۴/۰ | ۱۲/۰ | ۳۰ |
| ۲۵/۵ | ۵۱/۰ | ۱۲۰ | ۱۹/۰ | ۱۹/۰ | ۶۰ |
| ۲۲/۲ | ۶۶/۵ | ۱۸۰ | ۱۵/۵ | ۱۵/۵ | ۶۰ |
| ۲۰/۰ | ۸۰/۰ | ۲۴۰ | ۱۳/۵ | ۱۳/۵ | ۶۰ |
| ۱۸/۸ | ۹۳/۰ | ۳۰۰ | ۱۳/۰ | ۱۳/۰ | ۶۰ |
| ۱۷/۵ | ۱۰۵/۰ | ۳۶۰ | ۱۲/۰ | ۱۲/۰ | ۶۰ |
| ۱۶/۶ | ۱۱۷/۰ | ۴۲۰ | ۱۲/۰ | ۱۲/۰ | ۶۰ |
| ۱۵/۸ | ۱۲۷/۰ | ۴۸۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ | ۶۰ |
| ۱۵/۲ | ۱۳۷/۰ | ۵۴۰ | ۱۰/۰ | ۱۰/۰ | ۶۰ |

جدول شماره ۴ - اندازه گیری نفوذپذیری خاک به روش بار ثابت

| نفوذتجمعی(میلیمتر) | | | نفوذتفکیکی(میلیمتر) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| متوسط عمق نفوذ در ساعت | نفوذ از آغاز آزمایش | گذشت زمان از آغاز آزمایش (دقیقه) | متوسط عمق نفوذ در ساعت | نفوذ در زمانهای قرائت | گذشت زمان از آخرین قرائت (دقیقه) |
| ۱۲۰ | ۱۰ | ۵ | ۱۲۰ | ۱۰ | ۵ |
| ۱۲۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۱۲۰ | ۱۰ | ۵ |
| ۱۲۰ | ۳۰ | ۱۵ | ۱۲۰ | ۱۰ | ۵ |
| ۱۱۷/۶ | ۹۶ | ۴۹ | ۱۱۶ | ۶۶ | ۳۴ |
| ۱۰۶ | ۱۴۰ | ۷۹ | ۸۸/۰ | ۴۴ | ۳۰ |
| ۹۲/۹ | ۱۷۵ | ۱۱۳ | ۶۱/۸ | ۳۵ | ۳۴ |
| ۶۸/۶ | ۲۳۲ | ۲۰۳ | ۳۸/۰ | ۵۷ | ۹۰ |
| ۲۳/۸ | ۳۴۸ | ۲۸۳ | ۳۸/۶ | ۱۱۶ | ۱۸۰ |
| ۲۳/۱ | ۵۵۰ | ۴۲۶ | ۱۱/۷ | ۲۰۲ | ۱۰۴۳ |
| ۲۱/۱ | ۵۸۸ | ۶۶۹ | ۹/۵ | ۳۸ | ۲۴۳ |
| ۲۰/۰ | ۶۱۵ | ۸۴۹ | ۹/۰ | ۲۲ | ۱۸۰ |
| ۱۵/۲ | ۷۴۰ | ۲۹۲۹ | ۷/۰ | ۱۲۵ | ۱۰۸۰ |
| ۱۴/۹ | ۷۵۵ | ۳۰۴۹ | ۷/۵ | ۱۵ | ۱۲۰ |



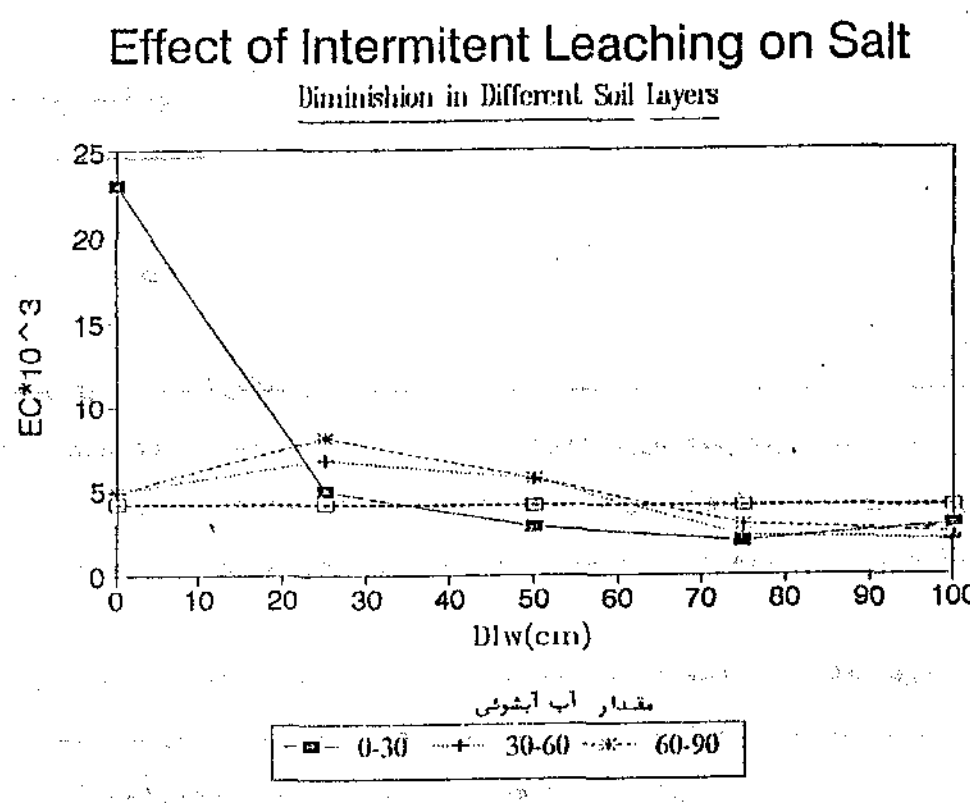

شکل شماره ۱ـ اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک درشرایط بارافتان



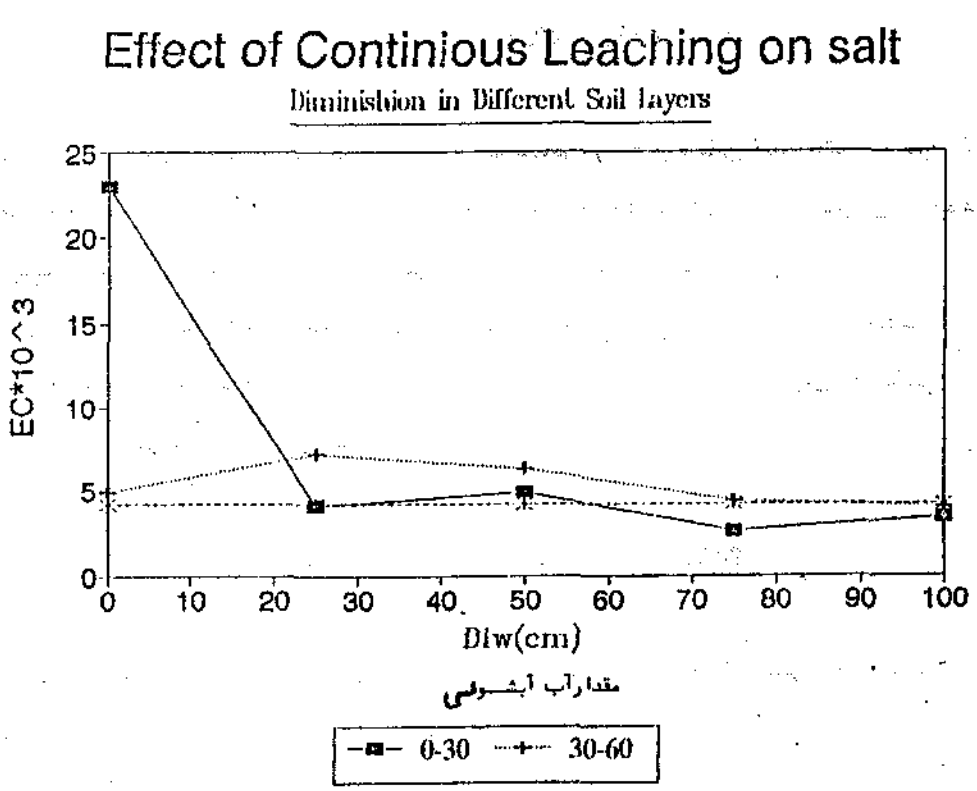

شکل شماره ۲ـ اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک درشرایط بارثابت

جدول شماره ۵ـ تغییرات شوری عصاره اشباع خاک درمراحل مختلف آبشوئی‌درنیمرخ خاک

| روش آبشوئی | عمق خاک (سانتیمتر) | شماره تکرار | مقدار آب مصرفی برای آبشوئی (سانتیمتر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۰۰ |
| داغـــم | ۰ـ۳۰ | ۱ | ۲۳ | ۲/۹۶ | ۴/۷ | ۳ | ۲/۹ |
| | | ۲ | | ۵/۱ | ۶/۱ | ۲/۷ | ۳/۸ |
| | | ۳ | | ـ | ۴ | ۲ | ۳/۵ |
| | | میانگین | | ۴/۰۳ | ۴/۹ | ۲/۶ | ۳/۴ |
| | ۳۰ـ۶۰ | ۱ | ۴/۹ | ۶/۹ | ۶/۱ | ۴/۸ | ۲/۹ |
| | | ۲ | | ۷/۵ | ۷/۶ | ۴/۵ | ۴/۳ |
| | | ۳ | | ـ | ۵/۳ | ۳/۹ | ۴/۸ |
| | | میانگین | | ۷/۲ | ۶/۳ | ۴/۴ | ۴ |
| متناوب | ۰ـ۳۰ | ۱ | ۲۳ | ۴/۶ | ۲ | ۱/۹ | ۳/۸ |
| | | ۲ | | ۴/۳ | ۲ | ۱/۹ | ۴/۱ |
| | | ۳ | | ۶/۱ | ۴/۷ | ۲/۳ | ۲/۶ |
| | | میانگین | | ۵ | ۲/۹ | ۲/۰۳ | ۳/۵ |
| | ۳۰ـ۶۰ | ۱ | ۴/۹ | ۵/۱ | ۶/۳ | ۲/۷ | ۳/۵ |
| | | ۲ | | ۶/۵ | ۴ | ۲/۶ | ۲/۹ |
| | | ۳ | | ۴/۸ | ۴/۷ | ۳/۸ | ۳/۷ |
| | | میانگین | | ۵/۵ | ۵ | ۳/۰۳ | ۳/۴ |
| | ۶۰ـ۹۰ | ۱ | ۴/۹ | ۷/۵ | ۶ | ۳/۴ | ۳ |
| | | ۲ | | ۷/۵ | ۶/۵ | ۳/۷ | ۲ |
| | | ۳ | | ۹/۲ | ۵ | ۴/۳ | ۲/۴ |
| | | میانگین | | ۸/۱ | ۵/۸ | ۳/۸ | ۲/۵ |




شکل شماره ۳ـ تاثیرآبشوئی متناوب درتغییرات شوری درافقهای مختلف خاک .




شکل شماره ۴ـ تاثیرآبشوئی دائم درتغییرات شوری درافقهای مختلف خاک .

## ۵ - تفسیر نتایج :

### ۵-۱- نفوذپذیری :

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک دو روش بار ثابت (Constant Head) و بارافتان (Falling Head) مورد عمل قرار گرفته است. اینکار به این دلیل بوده که هر کدام از این روشها بعنوان مدلی از وضعت آبشوئی ( روشهای آبشوئی دائم و متناوب ) مورد استفاده قرار گیرند.

در روش بارافتان هر بار ۲۵ سانتیمتر آب ( معادل ارقام مورد عمل در آبشوئی متناوب ) در رینگهای مضاعف افزوده شده و سرعت نفوذ آب به خاک اندازه‌گیری شده است. نتایج حاصله از ۳ تکرار اندازه‌گیری با استفاده از کامپیوتر از بین فرمولهای مختلف موجود در این زمینه درفرمول پیشنهادی Kostiakov-Lewiss ( After Gharbi, 1984 )که بهترین هماهنگی را نشان می دهد گنجانیده شده و نتیجتا" رابطه :

$$Z= 2.6t^{0.53}+0.205t$$

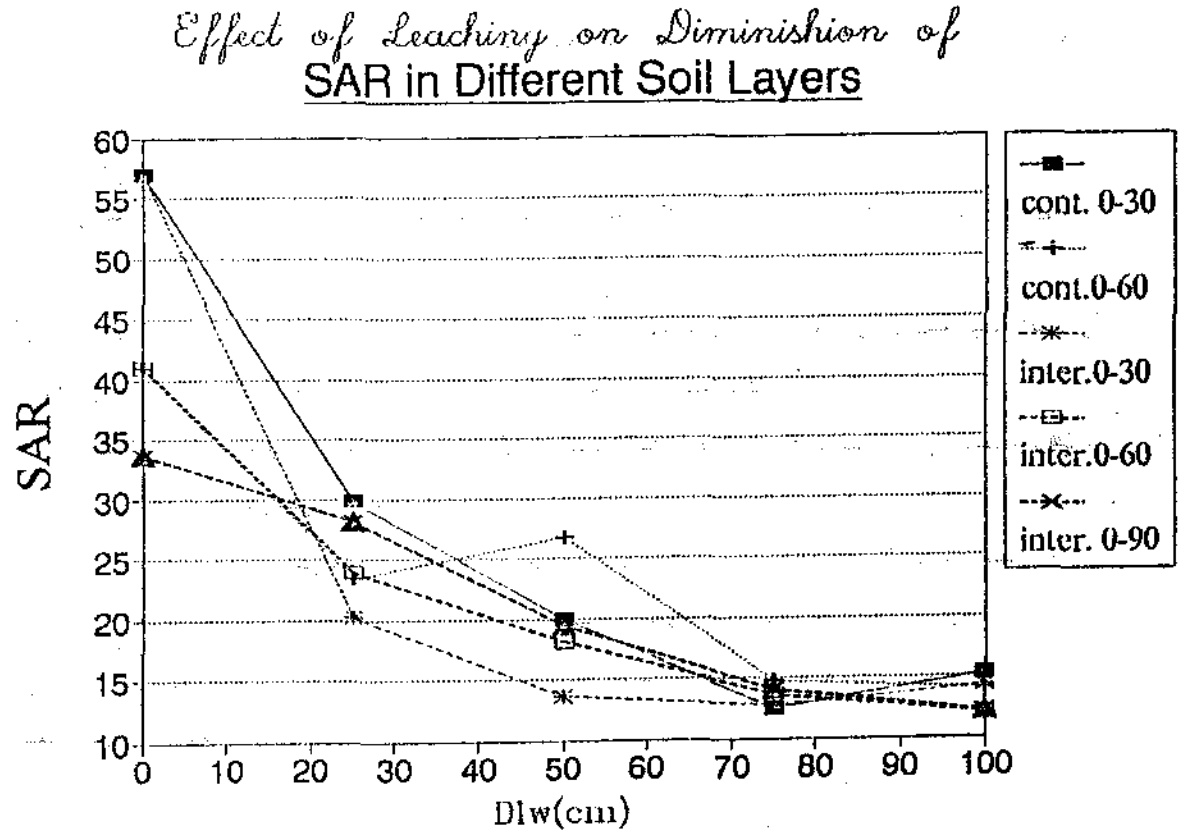
که در آن Z نفوذ تجمعی برحسب میلیمتر و t زمان فرصت نفوذ است برحسب دقیقه ، حاصل شده که باستناد این رابطه زمان لازم برای نفوذ ۲۵ سانتیمتر آب به خاک اندکی بیش از ۱۳ ساعت قابل برآورده است .
در روش بار ثابت کلا" مقدار ۱۰۰ سانتیمتر آب بطور دائم به خاک نفوذ داده شده و نتایج حاصله از ۳ تکرار اندازه گیری مانند روش قبلی مورد محاسبه قرار گرفته و نتیجتا" رابطه :

$$Z=8t^{0.11} + 0.123t$$

حاصل شده است . براساس این رابطه نفوذ ۱۰۰ سانتیمتر آب به خاک زمانی حدود ۱۰۵ ساعت بطول می انجامد.

جدول شماره ۶ ـ تغییرات خصوصیات شیمیائی خاک در اثر اعمال روشهای مختلف آبشوئی در اولین افق خاک .

| | هدایت الکتریکی $EX10^{3}_{C}$ | اسیدیته کل اشباع PH of Paste | درصد مواد خنثی شونده Z T.N.V. | گچ $CaSO_4 2H_2O$ m.e/100 | کربنات $CO_3^{2-}$ | بیکربنات $CO_3H^{-}$ | کلر $Cl^{-}$ | سولفات $SO_4^{2-}$ | مجموع آنیونها S. Anions | منیزیم $Mg^{2+}$ | کلسیم $Ca^{2+}$ | سدیم $Na^{+}$ | سدیم S.A.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | میلی‌اکی والان در لیتر Milliequivalents Per Liter | | | | | | | | نسبت جذب |
| قبل از آبشوئی | ۲۳ | ۸/۵ | ۲۶ | ۳ | ۱/۶ | ۳ | ۲۷۰ | | | ۳۸ | | ۲۵۰ | ۱/۶ |
| بعد از آبشوئی دائم | ۲/۶ | ۹/۴ | ۳۱ | ۱/۱ | ۲/۱ | ۷/۷ | ۱۸ | | | ۶ | | ۲۲ | ۲/۱ |
| تغییرات | -۲۰/۴ | +۰/۹ | -۵ | -۱/۹ | +۰/۵ | +۴/۷ | -۲۵۲ | | | -۳۲ | | -۲۲۸ | +۰/۵ |
| بعد از آبشوئی متناوب | ۰۲ | ۹/۴ | ۳۱ | ۲/۵ | ۲/۱ | ۸/۲ | ۱۰ | | | ۶ | | ۱۶ | ۲/۱ |
| تغییرات | -۲۱ | +۰/۹ | -۵ | -۰/۵ | +۰/۵ | +۵/۲ | -۲۶۰ | | | -۳۲ | | -۲۲۴ | +۰/۵ |




شکل شماره ۵ـ تاثیر آبشوئی دائم ( Cont. ) ومتناوب ( Int. ) درتغییرات SAR درافقهای مختلف خاک .

همانطوریکه از مقایسه شکلهای شماره ۱ و۲ مشاهده میشود نفوذپذیری با روش بار ثابت به مراتب بیش از روش دیگر بوده است .

۵-۲- بحث و تفسیر تغییرات شوری :

تغییرات ECe در مورد لایه اول ( ۳۰-۰ سانتیمتر ):

در اولین ۲۵ سانتیمتر آبشوئی کاهش در تمام تیمارها با سرعت زیاد انجام شده است . در نوبت دوم آبشوئی ( ۲۵ سانتیمتر دوم ) کاهش ECe در تمام تیمارها و تکرارها با سرعت کمتری ادامه داشته است . در نوبت سوم آبشوئی نیز روند کاهش ECe ادامه داشته است .
در نوبت چهارم آبشوئی روند تغییرات EC عصاره اشباع یا شوری خاک اندکی روند صعودی بخود گرفته است واین افزایش درمورد هر دو تیمار آبشوئی دائم و متناوب حدود یک میلی‌موس بوده است . این پدیده موقتی بوده و قابل توجه نمی‌باشد.

تغییرات EC عصاره اشباع یاشوری خاک درموردلایه دوم(۶۰-۳۰) سانتیمتری:

دراولین ۲۵ سانتیمتر آبشوئی ، بدلیل شستشوی املاح از لایه بالائی و انتقال آن به این لایه میزان ECe افزایش داشته‌است.
در ۲۵ سانتیمتر دوم آبشوئی ، بجز دریک تکرار از هریک از تیمارها ، دربقیه موارد ECe سیرنزولی پیموده است .
در نوبت سوم آبشوئی نیز مقدار ECe در همه موارد کاهش یافته است ولی شدت کاهش در مورد آبشوئی متناوب بیشتر بوده است .
در نوبت چهارم آبشوئی ، بجز در یک تکرار از هریک از تیمارها در بقیه موارد مقدار ECe کاهش نشان می دهد.

تغییرات ECe در مورد لایه سوم (۶۵-۶۰ سانتیمتری):

در اولین ۲۵ سانتیمتر آبشوئی در هر سه تکرار، تیمار آبشوئی متناوب

سیر صعودی داشته است ( بعلت تجمع نمک از طبقات بالا) از ۲۵ سانتیمتر دوم آبشوئی در تکرار دوم تغییرات شوری سیرصعودی داشته ولی در تکرارهای اول و سوم بتدریج سیرنزولی پیموده است .

در ۲۵ سانتی متر سوم آبشوئی نیز کاهش ECe در تمام تکرارها ادامه داشته و میزان این تغییرات در نوبت چهارم آبشوئی ECe بتدریج در این لایه کاهش یافته است .

برای تجسم روند تغییرات EC عماره اشباع یا شوری خاک شکلهای شماره ۳ و ۴ ترسیم شده است . باتوجه به چگونگی این تغییرات ، برآورد و تخمین آب مورد نیاز برای آبشوئی مسیر می باشد.

۵-۳ - تعیین عمق آب مورد نیاز برای آبشوئی :

برای تعیین نیاز آبشوئی باردیگر مراجعه به شکلهای شماره ۳ و۴ الزامی است . همانطوریکه در این شکلها مشاهده میشود درحدود ۷۵ سانتیمترآبشوئی خاک تمام تکرارها و تیمار ها حالت مناسب و متعادلی را نشان می دهند. در این حد ECe خاک در هر سه لایه بهم نزدیک شده و مجموعا "بحد مطلوبی کاسته شده است ولی ادامه آبشوئی ازاین مرحله به بعد همانطوریکه کرافها نشان میدهند روند مطلوبی نداشته و غالبا" افزایش داشته و پراکندگی تغییرات شوری در لایه‌های مختلف خاک آشفتگی نشان می دهد.

بنابراین در شرایط موجود خاک و آب حد ۷۵ سانتی متر را برای آبشوئی و اصلاح شوری خاک تا عمق ۹۰ سانتیمتری مناسب دانسته ولی درصورتیکه عمق کمتری از خاک برای آبشوئی مورد نظر باشد میزان آبشوئی نیز کمتر بوده و با استفاده از شکلهای مزبور می توان حالت دلخواه را انتخاب نمود.

۵-۴ - تعیین روند تغییرات شوری و قلیائیت خاک در اثر آبشوئی :

همانطوریکه از شکلهای شماره ۳ و۴ و جدول مربوطه مشاهده می شود در هر دو تیمارآبشوئی دائم و متناوب فرآیند آبشوئی باعث کاهش شوری

خاک گردیده و بعد از ۷۵ سانتیمتر آبشوئی در هیچ یک از موارد ودر هیچ یک از لایه‌های خاک دیگر میزان شوری بحدی نیست که محدودکننده باشد و این مقدار آبشوئی حداکثر ECe در لایه سوم ( ۹۰ - ۶۰ سانتیمتر) و به میزان ۴/۸ ملی‌موس و حداقل آن به میزان ۱/۷ میلی‌موس در لایه های اول و دوم است .

فعل و انفعالات ناشی از آبشوئی باعث تغییراتی چند در املاح خاک شامل کاتیونهاو آنیونها شده و عمل آبشوئی باعث می شود که برخی کاتیونها و آنیونها از خاک شسته شده و به اعماق مهاجرت نمایند و میدان عمل برای برخی دیگر که آبشوئی نشده‌اند و یاکمتر آبشوئی شده‌اند مساعدتر گردد و حتی با املاح خاک ممکن است روند تغییرات در جهت قلیائی شدن خاک باشد.

از بین مولفه‌های تعیین کننده قلیائیت خاک ، یعنی PH و SAR همانطوریکه قبلا" گفته شد مقدار PH عمدتا" در تمام مراحل آزمایش از ۸/۵ بیشتر بوده است که در این شرایط خاکها می توانند قلیائی باشند.

مولفه دیگر یعنی SAR همانطوریکه از جدول شماره ۶ مشاهده می شود در حین آبشوئی دستخوش تغییراتی چند بوده است که برآیند این تغییرات کلا" در جهت کاهش SAR بوده و می توان گفت که خوشبختانه روند تغییرات در جهت اصلاح قلیائیت بوده است .

درحدود ۷۵ سانتیمترآبشوئی مقدارSAR درلایه سطحی از۱۵ کمتر شده‌است .

در لایه دوم نیز با همین مقدار آبشوئی مقدار SAR از ۱۵ کمترشده است .

درلایه سوم نیز SAR تغییراتی تقریبا" مشابه دو لایه فوقانی تر داشته و با ۷۵ سانتیمتر آبشوئی بحد مطلوبی کاهش یافته است .

۵- ۵- منحنی آبشوئی :

شکل شماره (۶) منحنی آبشوئی برای دو تیمار آبشوئی دائم و متناوب را نشان میدهد. این شکل براساس میانگین ۳ تکرار از هریک از تیمارها رسم شده است . برای تیمار آبشوئی متناوب باتوجه به اطلاعات موجود، ۳ منحنی مربوط به اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۰ و ۹۰-۰ سانتیمتری و برای تیمارآبشوئی دائم ، ۲ منحنی مربوط به اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۰ سانتیمتری

ترسیم شده است . در تیمار آبشوئی دائم بدلیل عدم امکان نمونه برداری از عمق ۹۰- ۶۰ سانتیمتری در حین آبشوئی، ارقام نتایج تجزیه خاک در دست نیست لذا رسم آن میسر نگردیده است .

در شکل مربوطه علاوه بر ۵ منحنی فوق الذکر ، منحنی " Reeve " (۱۹۵۷) براساس معادله :

$$\frac{DLw}{Ds} = \frac{EC_B}{5EC_A} + 0.15$$

که در آن :

$DLw$ = عمق آب آبشوئی

$Ds$ = عمق خاک

$EC_B$ = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک قبل از آبشوئی برحسب میلی موس برسانتیمتر مربع

$EC_A$ = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بعد از آبشوئی برحسب میلی موس برسانتیمتر مربع

نیز بمنظور مقایسه رسم شده است .

نکته قابل توجه اینکه در این شکل منحنی‌های مربوط به آبشوئی دائم نسبت به بقیه منحنی‌ها ناهماهنگی نشان می دهند و از تابع درجه ۲ تبعیت نمی‌کنند.

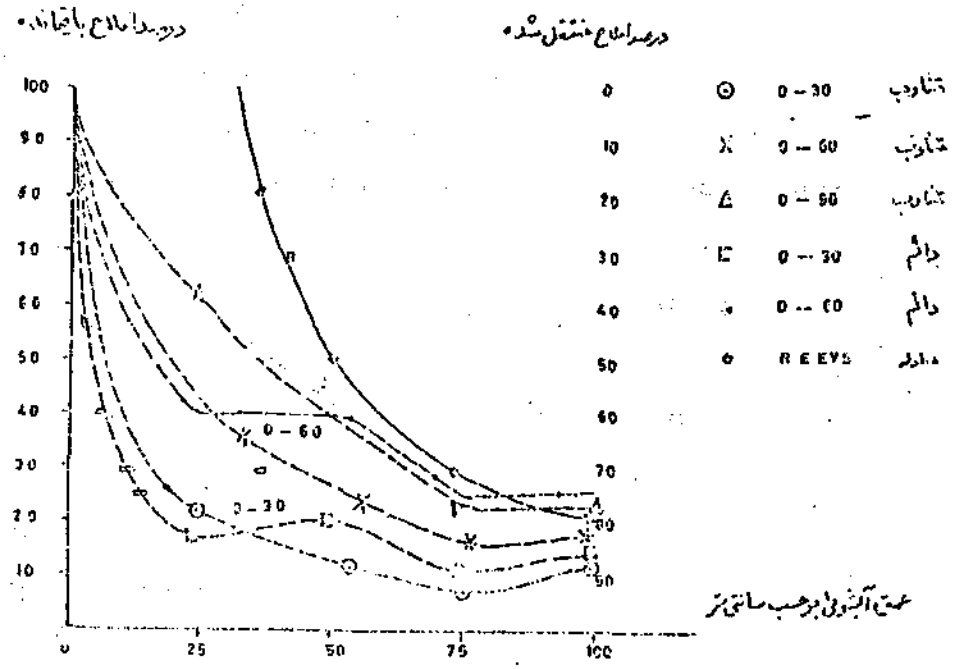
علاوه برآن تمام منحنی ها با منحنی " Reeve " مطابقت نمی کنند و این شاید بدلیل اختلاف شرایط این تحقیق با شرایط انطباق معادله "Reeve " باشد( از قبیل بافت سنگین خاک ضریب آبگذری و غیره ) ولی شدت اثر آبشوئی ازحالت پیشنهادی "Reeve " بیشتر و بهتراست .

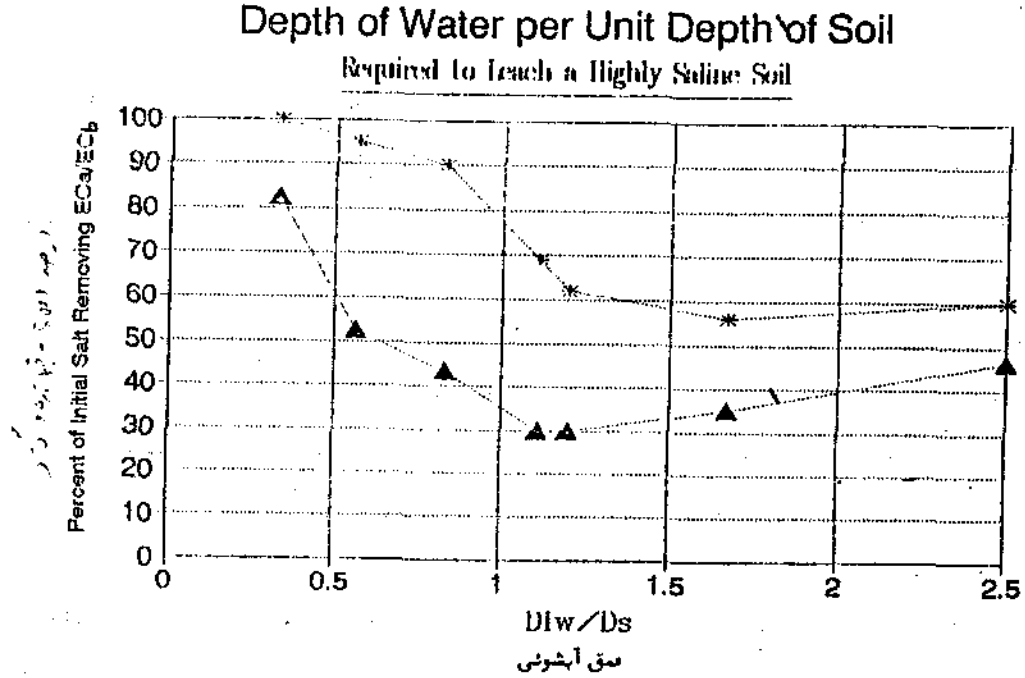
**۵-۶- مقایسه آبشوئی دائم ومتناوب ازنظرکاهش شوری وقلیائیت خاک :**

در این بررسی باتوجه به کوتاه بودن زمان تحقیق ، اختلاف چندانی بین دو تیمار آبشوئی دائم و متناوب مشاهده نمی شود ، فقط همانطوریکه از جدول شماره ۶ استنباط می شود شدت کاهش قلیائیت خاک در تیمار

شکل شماره ۶ـ منحنی آبشوئی برای دوتیمار آبشوئی دائم ومتناوب

$Y = \frac{E\,C\,A}{E\,C\,B}$




شکل شماره ۷ ـ مقایسه سودمندی نسبی روشهای آبشوئی دائم ( Contnious )
ومتناوب : Intermitent ، توسط کارگاه شوری خاک .

آبشوئی متناوب غالبا" بیشتر است. بمنظور مقایسه سودمندی نسبی روش آبشوئی مبادرت به ترسیم شکل شماره۷ ( باستناد ارقام موجود) شده است. همانطوریکه از شکل مزبور استنباط می گردد سودمندی نسبی اثر آبشوئی متناوب از اثر آبشوئی دائم به مراتب بیشتر بوده و قابل توصیه می باشد.

**۵-۷- بررسی وتعیین نیازیاعدم نیازبه مصرف مواداصلاح کننده برای اصلاح اراضی :**

باتوجه به آنچه قبلا" گفته شد ، فرآیند آبشوئی در این تحقیق کاملا" مفید و موثر بوده و در کاهش شوری و قلیائیت نتیجه خوبی داشته است ولی باعث افزایش PH و آنیونهای کربنات و بیکربنات خاک شده ، بدین دلیل کاربرد مواد اصلاح کننده برای جبران این نقیصه می تواند موضوع تحقیق بعدی باشد.

ضمنا" جهت مزیداستحضار علاقمندان تغییرات SAR و adj,SAR در تمام مراحل آزمایش ، در جداول شماره ۷ و ۸ ارائه شده است .

خلاصه نتایج تجزیه خاک قبل و بعد از آبشوئی حاکی است که در هر دو تیمار آبشوئی دائم و متناوب میزان $HCO_3^-$ خاک در عصاره اشباع به میزان حدود ۵ میلی اکی والانت در لیتر بعد از آبشوئی افزایش داشته است . PH خاک نیز در هر دو تیمار حدود ۹/۰ افزایش داشته و تغییر قلیائیت را مورد سئوال قرار خواهد داد. بهمین دلیل لزوم تحقیق بیشتر در اصلاح اینگونه اراضی شایان توجه است .

در ۱۹ درصد موارد در تجزیه‌های خاک ،باوجودPH>۸/۳ مقدارکربنات گزارش نشده است.همچنین در آب آبشوئی نیز باتوجه باینکه PH<۸/۳ است حضور یون کربنات منطقی نیست ولی درگزارش آزمایشگاهی درج شده است .

جدول شماره ۷ :

تغییرات SAR لایه های خاک درمراحل مختلف آبشوئی دراثراعمال روشهای مختلف آبشوئی

| عمق خاک | نوع آبشوئی | قبل ازآبشوئی | آب مصرفی برای آبشوئی(سانتیمتر) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۰۰ |
| ۰_۹۰ | دائم | ۳۳/۷ | - | - | - | ۱۴/۲ |
| | متناوب | ۳۳/۷ | ۲۸/۲ | ۱۹/۴ | ۱۴/۱ | ۱۲/۲ |
| ۰_۶۰ | دائم | ۴۱/۰ | ۲۳/۵ | ۲۶/۸ | ۱۴/۸ | ۱۴/۱ |
| | متناوب | ۴۱/۰ | ۲۴/۰ | ۱۸/۱ | ۱۳/۷ | ۱۲/۱ |
| ۰_۳۰ | دائم | ۵۷/۰ | ۲۹/۸ | ۲۰/۰ | ۱۲/۵ | ۱۵/۳ |
| | متناوب | ۵۷/۰ | ۲۰/۳ | ۱۳/۷ | ۱۲/۷ | ۱۴/۳ |

جدول شماره ۸ :

تغییرات adj.SAR لایه های خاک درمراحل مختلف آبشوئی دراثراعمال روشهای مختلف آبشوئی

| عمق خاک | نوع آبشوئی | قبل ازآبشوئی | آب مصرفی برای آبشوئی(سانتیمتر) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۰۰ |
| ۰_۹۰ | دائم | ۸۶ | ۶۵/۵ | ۶۰/۴ | ۳۵ | ۳۴/۶ |
| | متناوب | ۸۶ | ۶۴/۶ | ۴۵ | ۳۲ | ۲۹ |
| ۰_۶۰ | دائم | ۱۰۹ | ۵۵/۵ | - | ۳۵ | ۳۴/۵ |
| | متناوب | ۱۰۹ | ۵۸/۶ | ۴۳/۳ | ۳۱/۸ | ۲۴/۳ |
| ۰_۳۰ | دائم | ۱۶۱ | - | ۵۶ | - | ۳۷/۲ |
| | متناوب | ۱۶۱ | ۴۸ | ۳۲ | ۳۱ | ۲۹ |

## ۵-۸-منابع مورد استفاده :


۱ - بای بوردی ، محمد - ۱۳۶۰ - اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک - انتشارت دانشگاه تهران شماره ۱۳۳۴.

2- Bower,C.A. etal, 1968- Sodium hazard of irrigation waters as influenced. by leaching fraction and by solution of calcium carbonate. Soil Sci. 106:29-34.

3- Brooks, R.H., J.O.Goertzen and C.A. Bower, 14 prediction of changes in the cationic composition.

4- Dieleman, P.J,ed-1963- Reclamation of salt affected soils in Iraq. publ.11, Wageningen.

۵ - جواهری ، پرهام ، ۱۳۵۱ - تاثیر کمیت و کیفیت آب در شست و شوی خاک ایستگاه اصلاح اراضی آهوچر ، نشریه شماره ۳۱۴ - موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک تهران - ایران

۶ - جواهری ، پرهام ، ۱۳۵۴ غلظت زه‌آب اولیه محیط های مستخلص - نشریه شماره ۴۳۶ موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک ایران .

۷- خاکهای شور و روش شیرین کردن آنها درطرح نیشکر هفت تپه - سازمان آب و برق خوزستان - وزارت آب و برق - تهران - ایران .

8- Kovda, V.A,1961, principles of the theory and practice of reclamation and utilization of saline soils in the arid zones, 14:201- 213.

9- Molen, Van der 1956. Desalinization of saline soils as a Column process. Soil Sci.

10- Pazira, A. & Kawachi, I.Studies an Appropriate depth of leaching water IRAN, case study. Faculty of agriculture, Kyoto university, Japan.

11- Rhoads, J.D.1968-Leaching requirement for exchangable sodium control. sssap; 32: 652-556-1968.

۱۳- ستار، مصطفی - ۱۳۶۱ - بررسیهای فیزیک خاک و مطالعات مقدماتی بمنظور اجرای پروژه زهکشی در اراضی دشت شمال گلپایگان ، نشریه شماره ۴۰ - اداره خاکشناسی وحاصلخیزی خاک استان اصفهان - وزارت کشاورزی .

۱۴ - ستار ، مصطفی - ۱۳۶۴ - تحقیق در آبشوئی خاکهای شور و قلیائی گلپایگان نشریه تحقیقی شماره ۶۶۲ - موسسه تحقیقات خاک وآب ، وزارت کشاورزی .

۱۵ - مهاجرشجاعی ، محمدحسن - ۱۳۶۱ -ارزیابی منابع و قابلیت استفاده ازاراضی مناطق دلیجان - گلپایگان - الیگودرز - نشریه شماره ۶۱۴ - موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی .