Archive of SID

در
زراعت و باغبانی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

استفاده از آب شور برای تولید گندم و بررسی روند تجمع املاح در نیم رخ خاک

• علیرضا کیانی و • محمد اسماعیل اسدی
اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
تاریخ دریافت مقاله: آذر ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۶
Email:akiani71@Yahoo.com

چکیده

کمبود آب و کاهش کیفی منابع آب و خاک از عوامل اصلی کاهش تولید در مناطق شمالی استان گلستان محسوب می‌شوند. به همین منظور پژوهش حاضر، ابتدا واکنش گندم را تحت مقادیر مختلف کمّی و کیفی آب به مدت دو سال زراعی(۸۲-۱۳۸۰) در شمال گرگان مورد ارزیابی قرار داده و سپس به استناد داده‌های جمع‌آوری شده و اجرای مدل شبیه‌سازی SWAP به مدت ۱۰ سال روند تغییرات شوری در نیمرخ خاک مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش شامل چهار سطح آب آبیاری ۵۰(W1)، ۷۵(W2)، ۱۰۰(W3) و ۱۲۵(W4) درصد نیاز گیاه و چهار سطح شوری با میانگین ۱/۵(S1)، ۸/۵ (S2)، ۱۱/۵(S3) و۱۴/۲(S4) dS/m (دسی زیمنس بر متر) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های خرد شده با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که عملکرد گندم با کاهش ۲۵ درصد از آب مورد نیاز گیاه، در حد ۹ درصد و با کاربرد آب شور(۱۴ dS/m) در حدود ۱۰ درصد کاهش داشت. کاربرد آب شور موجب افزایش شوری خاک در زمان برداشت گندم شده ولی باران پاییزه باعث تعدیل این روند در اوایل رشد گندم در فصل بعد گردید. نتایج طولانی مدت کاربرد آب شور با استفاده از مدل SWAP در شورترین تیمار (S4) روند افزایش تجمع نمک در نیمرخ خاک را نشان داد. در نتیجه باران به تنهایی قادر به آبشویی لازم در خاک نیست. در نتیجه برای تداوم پایداری نظام‌های کشاورزی در این مناطق پس از چهار سال کاربرد این نوع آب‌ها، لازم است آبشویی املاح در اوایل رشد گندم با آب غیر شور انجام گیرد.

کلمات کلیدی: آب شور، کم‌آبیاری، مدل SWAP، گندم، گلستان

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 80 pp: 128-137

Using saline water for wheat production and investigation of accumulation solute trend in soil profile

By: A. Kiani and M. E. Asadi, Assistant Professors, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran.

Study of crop response to water stress, salinity and long-term effects of using saline water in soil profile are necessary. Wheat yield was evaluated under different values of water qualities and quantities, in order to evaluate salt distribution in the soil profile SWAP model was run 10 years. The experiment was conducted in a RCBD times in a split-plot arrangement with three replications. The main-plots were four irrigation water levels 50 (W1), 75 (W2), 100 (W3) and 125 (W4) % of crop water requirements. The sub-plots were four irrigation salinity levels 1.5 (S1), 8.5 (S2), 11.5 (S3) and 14.2 (S4) dS/m. The results revealed that the yield reduction for W2 treatment was 9 % as compared to W3 treatment and that for S2 treatment was 10 % as compared to S4 treatment. Increasing soil salinity at the harvest time may be caused by the use of saline water, but rainfall can be decreased soil salinity in the next pre-sowing stage of wheat. Long-term simulation of solute transport in soil using SWAP model indicated that soil salinity could be gradually increased, as a result of using saline water. This implies that rainfall alone can't completely provide leaching requirement. In order to have a sustainable agriculture, in every four years of using saline water, the soil must leach with non-saline water before sowing to wheat crop.

Key words: Saline water, Deficit irrigation, SWAP model, Wheat, Golestan.

مقدمه

منابع آبی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان محدود و معمولاً دارای کیفیت نامناسب هستند. در این مناطق افزایش تقاضا ی آب و هزینه‌های سنگین تامین منابع آب غیر شور باعث شده است تا کشاورزان از آبهای شور برای آبیاری اراضی زراعی خود استفاده نمایند. در این زمینه هم در محافل کشاورزان و هم در مطالعات محققین تجربیات زیادی در دنیا وجود دارد. کشاورزان در آمریکا در حدود ۱۰۰ سال از آب های شور (۸ dS/m) به نحو موفقیت‌آمیزی استفاده نموده‌اند (۷). در روش آبیاری سطحی با تغییر بستر بذر، کشت دو ردیفه در پشته‌های عریض، آبیاری یک درمیان شیارها و در روش بارانی با آبیاری شبانه به جای روزانه تبعات ناشی از کاربرد آب شور را کاهش داده‌اند. در بعضی از مناطق کشور هندوستان که باران موسمی(۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال) آبشویی لازم را انجام می‌دهد، از آب‌های شور بدون اینکه روند صعودی شوری در نیم رخ خاک مشاهده گردد به مدت طولانی استفاده نموده‌اند. استفاده از آب‌های شور در کشورهای دیگری نظیر مصر، پاکستان، اتیوپی، سومالی، تونس، شوروی سابق و برخی از کشورهای حوزه خلیج فارس نیز رواج دارد (۴ ، ۱۹). بررسی‌های محققین نیز نشان داده است که گیاهان نسبت شوری واکنش‌های متفاوتی دارند. Maas (۱۲ ، ۱۳) و Maas و Hoffman (۱۴) مطالعات جامعی در خصوص واکنش گیاهان مختلف نسبت به شوری انجام دادند. بر اساس این مطالعات گیاهانی نظیر پنبه، چغندر قند و جو مقاوم به شوری و گیاهانی نظیر لوبیا، پیاز، ذرت و توت فرنگی حساس به شوری طبقه‌بندی شدند. Meiri (۱۵) و Shannon (۲۲) نشان دادند گیاهان در اوایل رشد نسبت به شوری حساس و در مراحل بلوغ مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. Naresh و همکاران (۱۸) دو روش اختلاط و چرخشی را با استفاده از آب شور (۱۲ dS/m) و غیر شور(۰/۴ dS/m) روی عملکرد گندم مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد در صورتیکه تنها از آب شور استفاده گردد، عملکرد ۶۰ درصد پتانسیل و هر گاه اولین آبیاری پس از کاشت با آب غیر شور جایگزین و بقیه مراحل رشد گندم از آب شور استفاده گردد عملکرد ۱۶ درصد کاهش یافت. این بررسی همچنین نشان داد که روش آبیاری متناوب نسبت به روش اختلاط ۷ تا ۱۱ درصد عملکرد گندم را افزایش داد. شوری نیمرخ خاک در زمان کاشت حدود ۱/۳ تا ۲/۴ dS/m و پس از سه سال آزمایش در زمان برداشت گندم در سطح خاک به ۱۰ dS/m و در عمق ۶۰ سانتی‌متری به ۸ dS/m افزایش یافت. اما در زمان کاشت سال بعد (پس از آبشویی توسط بارندگی حدود ۴۷۰ میلی متر) شوری خاک در لایه سطحی به ۳ dS/m و در عمق ۶۰ سانتی‌متری به ۴/۵ dS/m کاهش یافت. Sharma و همکاران (۲۳)، آب شور زهکش (۱۵ dS/m - ۱۰/۵) را به صورت چرخشی با آب غیر شور(۰/۴ dS/m) برای آبیاری گندم استفاده کردند. نتایج نشان داد در صورتی که از آب شور استفاده شود عملکرد دانه معادل ۷۴ درصد و اگر اولین آبیاری با آب غیر شور جایگزین شود عملکرد به ۸۴ درصد ارتقا یافت. در منطقه مورد بررسی بارندگی در خارج از فصل گندم و همچنین آبیاری با آب غیر شور در زمان قبل از کشت گندم (۷۰ میلی‌متر) باعث شستشوی املاح اضافه شده در اثر آبیاری از نیم رخ خاک می‌شود، بنابراین شرایط مناسبی را برای کشت گندم در فصل بعدی را فراهم می کند. کیانی و همکاران (۱۱) سطوح مختلف شوری را بر روی ارقام مختلف جو در شمال گرگان (مزرعه نمونه ارتش) مورد مقایسه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که عملکرد جو در تیمار شور (۱۰ dS/m) نسبت به تیمار غیر شور (۰/۷۶ dS/m) در حدود ۱۰ درصد کاهش داشت. بررسی شوری در

www.SID.ir

Archive of SID

عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در تیمار شور نشان داد که شوری از ۱/۴ dS/m در زمان کاشت به ۸/۳ dS/m در زمان برداشت و سپس در اثر بارندگی پاییزه (حدود ۲۳۰ میلی‌متر) شوری خاک به ۵/۲ dS/m در زمان کاشت فصل بعدی کاهش یافت. Abu-Awward (۳) مقادیر و کیفیت‌های مختلف آب آبیاری را روی درختان لیمو مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که شوری مقدار جذب آب توسط گیاه را کاهش داده و کاربرد آب زهکش (۴/۹ dS/m) به میزان ۱/۵ برابر نیاز گیاه طی ۵ سال، متوسط شوری خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری از ۱/۱ در شروع آزمایش به ۷/۵ dS/m در پایان آزمایش افزایش یافت. Osman و همکاران (۱۹) نشان دادند، عملکرد دانه، کاه و اجزای عملکرد جو در اثر آبیاری با آب زهکش (۱۶/۷ dS/m - ۱۰/۷) نسبت به آب کانال (۳/۶ dS/m-۲/۸) کاهش معنی‌داری داشت. اما کاربرد مخلوط دو نوع آب (۹/۸ dS/m-۶/۸) نسبت به آب کانال در عملکرد دانه و کاه تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. Hassan و همکاران (۱۰) آزمایش مزرعه‌ای را برای مطالعه کاربرد آب شور زهکش‌ها برای آبیاری سویا انجام دادند. آب شور زهکش (۶ dS/m تا ۸) و آب کانال (۰/۴ dS/m تا ۰/۷) به صورت متناوب و مخلوط دو نوع آب (۲ dS/m) استفاده شدند. آبیاری با آب شور زهکش منجر به کاهش مصرف آب سویا گردید. عملکرد سویا در تیمارهایی که در تمام فصل از آب شور ، متناوب از آب شور و آب کانال و مخلوط دو نوع آب استفاده شدند به ترتیب برابر ۵۰، ۶۹ و ۸۰ درصد تیمار کنترل بود. شوری محلول خاک در تیمارهای اشاره شده از ۰/۸ dS/m در زمان کاشت به ترتیب به ۱۳/۹، ۱۳/۳ و ۵/۸ برابر در زمان برداشت افزایش یافت.

از آنجا که اجرای پژوهش‌های بلندمدت در زمینه آثار و تبعات کاربرد آب شور در کشاورزی نیاز به زمان طولانی و هزینه‌های سنگین دارند، عمده مطالعات انجام شده کوتاه مدت بوده‌اند. مدل‌های شبیه‌سازی انتقال آب و املاح تا حد زیادی این مشکل را حل نموده‌اند. مدل[1] SWAP یک مدل مزرعه‌ای است که با در نظر گرفتن روابط پیچیده آب، خاک، اتمسفر و گیاه، قادر به شبیه‌سازی انتقال آب، املاح و حرارت در محیط‌های اشباع و غیر اشباع خاک است (۲۵). عملکرد مطلوب مدل SWAP از جنبه‌های مختلف (مدیریت آبیاری، شبیه‌سازی رطوبت و شوری خاک، عملکرد نسبی و تبخیر و تعرق) مورد تایید قرار گرفته و امروزه کاربرد وسیعی پیدا نموده است(۵، ۶، ۲۱ و ۲۴). کیانی و همایی (۲) در استان گلستان و برای گندم مدل فوق را پس از واسنجی مورد ارزیابی قرار داده و به استناد تحلیل های آماری نتیجه گرفتند با توجه به تغییرات عوامل متعدد در شرایط مزرعه‌ای، عملکرد مدل SWAP در شبیه سازی انتقال آب، املاح، تبخیر و تعرق و عملکرد نسبی رضایت بخش بود.

از مجموع ۶۳۰ هزار هکتار زمین کشاورزی در استان گلستان که سالانه زیر کشت انواع مختلفی از گیاهان زراعی قرار دارند، سهم گندم حدود ۳۵۰ هزار هکتار است که عمدتاً در نواحی شمالی کاشته می‌شوند. با توجه به شرایط اقلیمی استان گلستان که در اوایل رشد گندم (حساس به شوری) باران نیاز آبی گیاه را مرتفع می‌کند و آبیاری زمانی صورت می‌گیرد که گیاه به شوری مقاومتر شده است، امکان استفاده از آب شور زهکش وجود خواهد داشت. هدف از این پژوهش استفاده از آب‌های جایگزین برای تولید گندم و هم چنین بررسی روند تجمع املاح در اثر کاربرد طولانی مدت آب شور در نیم رخ خاک است.

مواد و روش ها

این پژوهش به مدت دو سال زراعی (۸۲-۱۳۸۱) در شمال شهرستان گرگان (منطقه آق‌قلا، روستای تازه‌آباد، اراضی تحت پوشش تعاونی تولید پیوند) در خاکی با بافت لوم سیلتی در لایه سطحی و لوم رسی سیلتی در لایه‌های عمیق‌تر و در زمین تحت کشت گندم (رقم سیرین) به اجرا در آمد. آزمایش شامل چهار سطح آب ۵۰ (W1)، ۷۵ (W2)، ۱۰۰ (W3) و ۱۲۵ (W4) درصد نیاز آبی گیاه و چهار سطح شوری آب آبیاری در سال اول ۱/۶ (S1)، ۷/۹ (S2)، ۱۰/۸ (S3) و ۱۳/۶ (S4) دسی‌زیمنس بر متر و در سال دوم به ترتیب برابر ۱، ۹/۳، ۱۲/۲ و ۱۴/۷ دسی‌زیمنس بر متر بوده که در یک آزمایش آماری کرت‌های خردشده با تیمار اصلی مقدار آب و تیمار فرعی شوری آب آبیاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ابعاد کرت ها ۴×۳ متر، فاصلهٔ کرت ها از همدیگر ۲ متر، فاصلهٔ ردیف های گندم در هر کرت ۲۰ سانتی متر با تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع و فاصلهٔ شیارهای آبیاری ۶۰ سانتی متر انتخاب شد. گندم در سال اول و دوم به ترتیب در تاریخ‌های ۸۰/۹/۲۸ و ۸۱/۹/۱۷ کاشته و در تاریخ‌های ۸۱/۳/۲۰ و ۸۱/۳/۱۶ برداشت شد.

تیمارهای آب شور از اختلاط آب دو منبع: یکی چاه به عنوان منبع آب غیرشور (۱ dS/m) ودیگری زهکش منطقه (۳۵ dS/m-۱۰) به عنوان منبع آب شور، ساخته شدند. در هر فصل زراعی چهار بار آبیاری با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار انجام شد. عمق آب آبیاری در رژیم‌های مختلف بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از هر آبیاری تا عمق توسعه ریشه با معیار قرار دادن تیمار بدون تنش آبی (W3) و اعمال ضرایب (f) برای هر تیمار طبق رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$SMD = (\theta_{FC} - \theta_i) \times D \times Bd \times f \qquad \text{رابطه - ۱}$$

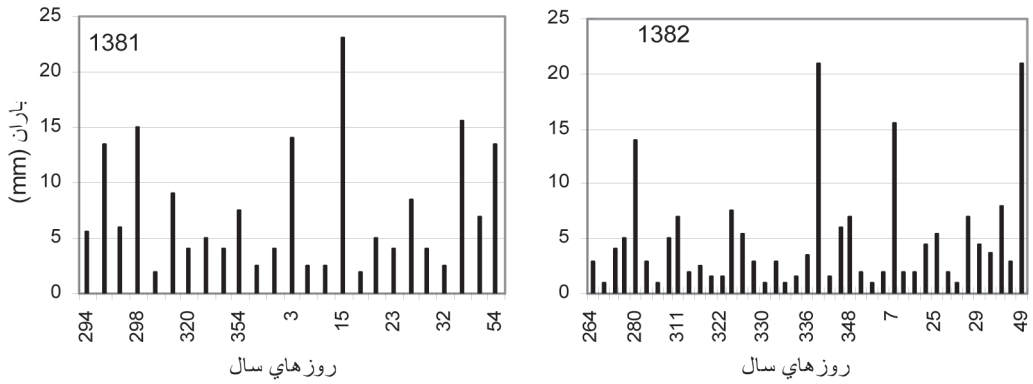
که در آن:[2] SMD کمبود رطوبت خاک (mm)، θ_{FC} و θ_i به ترتیب رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری (درصد وزنی)، D عمق توسعه ریشه Bd، (mm) وزن مخصوص ظاهری خاک(g/cm^3) و f ضریب هر تیمار.

میزان آب مصرف شده در سال اول در تیمارهای W1، W2، W3 و W4 به ترتیب برابر ۱۱۶، ۱۶۳، ۲۰۹ و ۲۴۶ میلی‌متر با ضافه مقدار باران موثر ۱۶۳ میلی‌متر (مجموع باران ۱۸۲ میلی‌متر) و در سال دوم به ترتیب به میزان ۱۰۴، ۱۶۰، ۲۱۲ و ۲۶۲ میلی‌متر به اضافه باران موثر به میزان ۱۸۴ میلی‌متر (مجموع باران ۱۹۵ میلی‌متر) اندازه گیری و برآورد شدند. نمودار ۱ توزیع بارندگی در طی فصل رشد گندم و نمودار ۲ میانگین درجه حرارت ماکزیمم و می نیمم در ماه های مختلف به تفکیک هر سال را نشان می‌دهند.

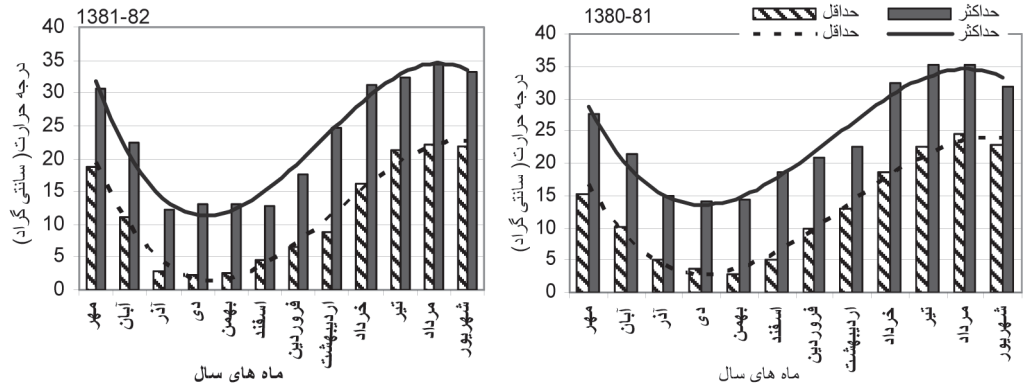
برای تعیین توزیع رطوبت و شوری نیمرخ خاک در تیمارهای مختلف، تا عمق یک متری به ازای هر ۲۰ سانتی‌متر از سطح خاک نمونه‌هایی برداشت و سپس رطوبت (با روش وزنی) و شوری خاک (با روش عصاره اشباع خاک) تعیین شد. به طور میانگین در طی فصل رشد گیاه (میانگین سه تکرار) ۴۸۰ نمونه خاک (۶ مرحله در ۵ عمق و ۱۶ تیمار) برداشت گردید. در هر سال در هنگام برداشت از ۴۸ کرت آزمایشی به تفکیک هر کرت نمونه‌های گیاهی برداشت و عملکرد، اجزای عملکرد و ارتفاع گندم

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱- توزیع بارندگی در طی فصل رشد گندم به تفکیک هر سال



نمودار۲- تغیرات میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت هوا به تفکیک سال های آزمایش

با حذف نیم متر حواشی در سطحی به مساحت ۷/۲ متر مربع (سه متر در چهار پشته گندم)، اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار MSTATC و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. برای بررسی روند تغییرات تجمع املاح در نیمرخ خاک، علاوه برنتایج دو ساله، با اجرای مدل SWAP برای مدت ۱۰ سال روند(خروجی هر سال از مدل به عنوان داده‌های ورودی برای سال بعد در نظر گرفته شدند) تغییرات شوری در خاک در اثر کاربرد آب‌های شور نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر مقادیر مختلف کمّی و کیفی آب آبیاری در جدول ۱ ارایه گردید. نتایج نشان می‌دهد که سال غیر از ارتفاع گیاه بر بقیه عوامل مورد اندازه‌گیری اثر معنی‌داری داشت ($p<0/001$). عوامل عمده تاثیرگذار در این مورد تاریخ کاشت و شرایط اقلیمی منطقه خصوصاً مقدار و توزیع بارندگی است. تاریخ کاشت گندم در سال دوم به دلیل شرایط مناسب رطوبت در خاک، ۱۳ روز زودتر (۱۷ آذر) نسبت به سال اول(۳۰ آذر) بود. از نظر بارندگی در سال اول ۱۶۳ میلی‌متر باران موثردر ۲۵ روز و در سال دوم ۱۸۴ میلی‌متر باران موثر در ۴۱ روز نازل شد (نمودار ۱). جدول ۱ هم چنین نشان می‌دهد که مقدار آب بر ارتفاع گیاه و تعداد سنبله در متر مربع اثر معنی‌داری نداشته و بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد سنبله اثر معنی‌داری نداشت. از آنجا که در منطقه شمال گرگان اوایل رشد گندم، تشکیل تعداد پنجه‌ها و رشد ارتفاعی گیاه مصادف است با بارندگی‌های زمستانه می‌باشد و آبیاری صورت نمی‌گیرد، طبیعی است که تغییر مقدار آب در تیمارهای مختلف در مرحله زایشی اثر قابل توجه‌ای بر عوامل فوق نداشته باشد. درخصوص تاثیر آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در مراحل پس از ظهور سنبله نتایج این پژوهش با مطالعات محققین دیگری که مشاهده نمودند وزن هزاردانه و در نتیجه عملکرد دانه در اثر کمبود آب در مراحل سنبله دهی(۱) قبل از مرحله خمیری نرم (۹) کاهش معنی داری می یابند مطابقت دارد. همچنین از نظر تاثیر تنش آبی بر تعداد دانه در سنبله با نتایج Guinta و همکاران (۸) که اعلام داشتند تنش آبی شدید باعث می شود تعداد دانه در سنبله گندم نان کاهش یابد، موافقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

منابع تغییرات		میانگین مربعات				
	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه(گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
سال		۱۵۳۰۵۶۴۸ †	۱۸۷ †	۱۰۲۲ †	۴۶۰۷۴۵ †	۱۰۳ ns
تکرار(سال)	۴	۵۵۶۷۵ ns	۶/۵ ns	۳۹	۴۳۲۵ ns	۵۰ ns
مقدارآب	۳	۳۴۰۴۴۴۰ †	۲۹/۹ **	۹۲ **	۴۱۳ ns	۶۶ ns
مقدارآب × سال	۳	۲۱۵۱۷۲ ns	۲/۹ ns	۲۹ ns	۵۶۵ ns	۱۱ ns
خطا (a)	۱۲	۲۸۳۵۹۰	۳/۲	۱۱/۹	۱۴۸۷	۲۶
شوری	۳	۷۷۳۲۹۲ †	۱۳/۶ **	۴۱ **	۱۰۲۴ ns	۳۷ ns
شوری× سال	۳	۳۹۷۱۴ ns	۰/۴۷ ns	۸/۵ ns	۵۴۹ ns	۰/۱۵ ns
مقدارآب × شوری	۹	۶۴۲۶ ns	۱/۲ ns	۳/۷ ns	۹۰۷ ns	۱۲/۹ ns
شوری× مقدارآب × سال	۹	۱۶۳۰۵ ns	۰/۶۸ ns	۳ ns	۴۳۱ ns	۸/۷ ns
خطا (b)	۴۸	۸۳۱۳۳	۲/۷	۸/۱	۱۴۸۷	۱۴
ضریب تغییرات (C.V.)		۷/۵	۴	۱۰	۱۱	۴/۳

† ، ** ، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و غیر معنی دار

اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه به واسطه تاثیر آن بر وزن دانه و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شده و همانند مقدار آب، بر ارتفاع گیاه و تعداد سنبله اثر معنی‌داری نداشت. جدول ۲ نشان می‌دهد که دو تیمار W_3 و W_4 از نظر همه صفات مورد بررسی در یک گروه و دو تیمار دیگر از نظر عملکرد دانه در دو گروه جداگانه و از نظر بقیه صفات در یک گروه قرار گرفتند. افت عملکرد دانه در تیمار W_1 نسبت به پتانسیل(W_3) معادل ۱۸ درصد و در صورتی که آب مورد نیاز به ۷۵ درصد (W2) کاهش یابد عملکرد تنها ۹ درصد افت را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین بر عملکرد دانه تیمارهای مختلف شوری آب نشان داد که تیمارهای S1 با S2 و S2 با S3 در یک گروه و S_3 با S_4 در گروه دیگر قرار گرفتند. کمترین عملکرد مربوط به تیمار S_4 معادل ۹۰ درصد عملکرد تیمار یدون تنش شوری(S1) بود. اگر شوری آب آبیاری را در تیمار S_4 طی دو سال ۱۴ dS/m (این آب از نظر معیارهای فعلی غیر قابل استفاده شناخته شده است) در نظر بگیریم، کاهش فقط حدود ۱۰ درصد عملکرد گندم در مقابل کاهش هجوم به منابع آب غیر شور در دوران کم‌آبی گندم در منطقه (اواسط فروردین تا اوایل خرداد) قابل پذیرش است. این صرفه‌جویی سبب افزایش سطح زیر کشت سایر اراضی زراعی آبیاری، تولید و درآمد کشاورزان خواهد شد. در نتیجه در شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه خصوصاً پراکنش بارندگی این امکان را فراهم می‌سازد تا از آب شور زهکش به عنوان یک منبع آب، برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زمستانه استفاده مفید برد. در اوایل رشد گندم، باران(آب غیر شور) نیاز آبی را مرتفع می‌کند، در نتیجه در مراحل بعدی رشد که گیاه به شوری مقاومتر است امکان کاربرد آب شور زهکش را فراهم می‌کند. مطالعات Meiri (۱۵)، Shannon (۲۲)، Minhas و Gupta (۱۶ ، ۱۷) و Maas و همکاران (۱۲) نیز نشان داده است که گیاهان طی مراحل اولیه رشد نسبت به شوری بسیار حساس و در مراحل رشد زایشی مقاومت بیشتری دارند. نتایج Naresh و همکاران (۱۸) نشان داد در صورتی که در تمام مراحل رشد گندم، تنها از آب شور (۱۲ dS/m) استفاده گردد، افت عملکرد دانه گندم ۴۰ درصد و هر گاه اولین آبیاری پس از کاشت با آب غیر شور جایگزین و بقیه مراحل رشد گندم از آب شور استفاده گردد عملکرد ۱۶ درصد کاهش یافت. نتایج Sharma و همکاران (۲۳)، نشان داد که اگر در تمام فصل رشد گندم تنها از آب شور زهکش (۱۵ - ۱۰/۵ dS/m) استفاده شود افت عملکرد دانه حدود ۲۶ درصد و اگر اولین آبیاری با آب غیر شور جایگزین شود افت عملکرد به ۱۶ درصد می‌رسد. نتایج مشابهی توسط Abu-Awward(۳) روی درختان لیمو ، Hassan و همکاران (۱۰) روی سویا و کیانی و همکاران(۱۱) روی جو به دست آمد که خلاصه آنها در قسمت مقدمه آورده شد.

تاثیر کاربرد آب شور بر تجمع نمک در نیم رخ خاک

اثر تیمارهای آب شور بر افت عملکرد گندم در طی دو سال در حدود ۱۰ درصد بود. اما برای حفظ پایداری کشاورزی نیاز به بررسی طولانی‌مدت تغییرات شوری در نیمرخ خاک دارد. به همین منظور ابتدا تغییرات شوری خاک در طی دو سال و سپس روند تغییرات آن (به کمک مدل SWAP) برای ۱۰ سال در شرایط کاربرد آب شور مورد ارزیابی قرار گرفت. نمودارهای ۳ تا ۵ تغییرات شوری عمق‌های مختلف خاک را در تیمارهای آب شور (S_2، S_3 و S_4) و بدون تنش آبی(W3) را نشان می‌دهند. همان طوری که

www.SID.ir

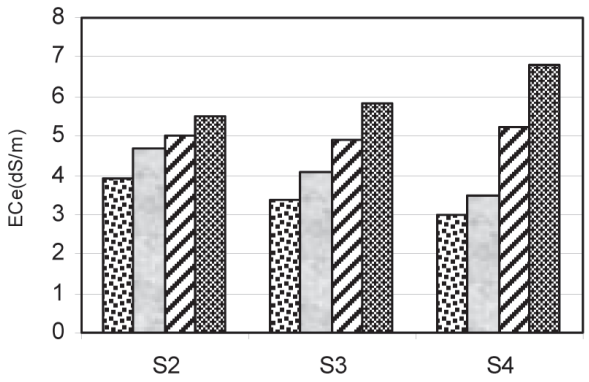
Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های دو ساله عملکرد دانه گندم واجزای آن در شرایط اعمال تیمارهای آزمایشی

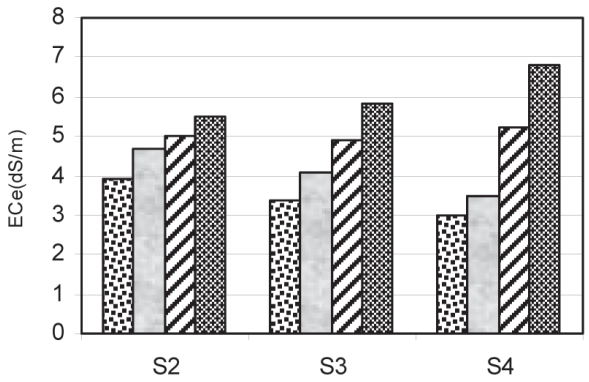
عوامل آزمایشی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
مقدار آب:					
W۱	۳۳۳۷ c	۳۹/۵ b	۲۶/۲ c	۳۵۱ a	۸۶ b
W۲	۳۷۳۲ b	۴۰/۹ ab	۲۷/۶ bc	۳۵۵ a	۸۶/۴ ab
W۳	۴۰۹۴ a	۴۱/۶ a	۲۹/۷ ab	۳۵۹ a	۸۸/۳ ab
W۴	۴۱۵۲ a	۴۲/۱ a	۳۰/۴ a	۳۵۳ a	۸۹/۶ a
شوری آب(dS/m):					
S۱	۴۰۲۷ a	۴۲/۱ a	۲۹/۸ a	۳۵۸ a	۸۹/۲ a
S۲	۳۹۱۲ ab	۴۱ ab	۲۸/۹ bc	۳۵۶ a	۸۷/۵ ab
S۳	۳۷۶۱ bc	۴۰/۷ b	۲۸/۱ ab	۳۵۸ a	۸۷/۵ ab
S۴	۳۶۱۵ c	۴۰/۳ b	۲۷ c	۳۴۶ a	۸۶/۱ b

ملاحظه می‌شود در همه تیمارهای آب شور و در سال اول، شوری خاک تا عمق ۴۰ سانتی‌متری در زمان برداشت گندم نسبت به زمان کاشت افزایش یافت و با افزایش شـوری آب آبیاری این تفاوت بیشـتر شـد(نمودار۳). به عنـوان مثال شـوری خاک در تیمـار S۴ از dS/m ۴ در زمان کاشـت به dS/m ۷/۵ در زمان برداشـت افزایش یافت. روند تغییرات شوری در سطح خـاک علیرغم بارش‌های درون فصلی صعودی اسـت ولی باران‌های خارج از فصل در منطقه آهنگ رشـد شـوری خاک را کاهـش داد، به طوری که اوایل فصل گندم در سال دوم شوری خاک به dS/m ۵/۷ کاهش یافت. به همین ترتیب در سال دوم نیز در زمان برداشت همانند سال قبل نسبت به زمان کاشـت روند صعودی دارد. اما باران‌های شـهریور، مهر، آبان و آذر در منطقه باعث کاهش شـوری در خاک شد. در صورتیکه در سال‌های خاص باران نتواند مقدار شستشـوی لازم در خاک را انجام دهد، آبشویی اولیه در خاک ضروری خواهد بود. نوسـانات شـوری در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری خاک به مراتب کمتر از عمق ۴۰-۰ سـانتی‌متری بود(نمودار ۴). ملاحظه می‌شـود که در سال اول شـوری این لایه همانند لایه سطحی خاک (ولی با شـدت کمتر) در زمان برداشت نسبت به زمان کاشت افزایش داشت. اما در زمان کاشـت در سـال دوم شـوری خاک بر خلاف لایه سطحی، نسبت به زمان برداشـت سـال قبل اندکی افزایش یافت. البته باران املاح موجود در لایه سـطحی خاک را شسته و به اعماق پایین‌تر منتقل نمود، به همین دلیل مقدار شـوری این لایه در سال دوم افزایش یافت. در چنین شرایطی اگر آبشـویی صورت نگیرد، به دلیل تبخیر از لایه سـطحی و ایجاد شـیب حرکت آب از پایین به سـمت بالا، در طولانـی مدت باعث تجمع نمک در لایه سطحی خاک خواهد شد.

نمودار ۵ تغییرات شـوری در عمق ۱۰۰-۸۰ سـانتی متری خاک را نشان مـی دهد. در تیمار S۲ شـوری اولیه در عمق ۱۰۰-۸۰ سـانتی متری بالا بود و پس از آبیاری و باران در انتهای فصل، شـوری آن کاهش یافته است.



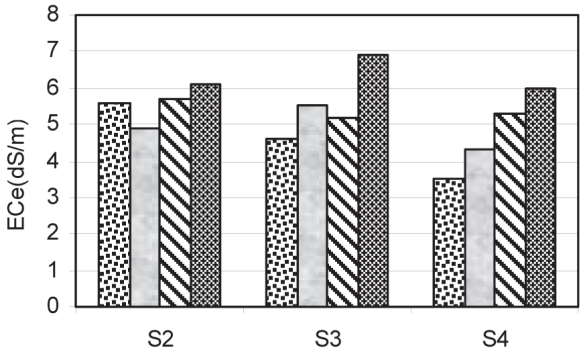
نمودار ۳- تغییرات شوری خاک در عمق ۴۰- ۰ سانتی متری طی دو سال



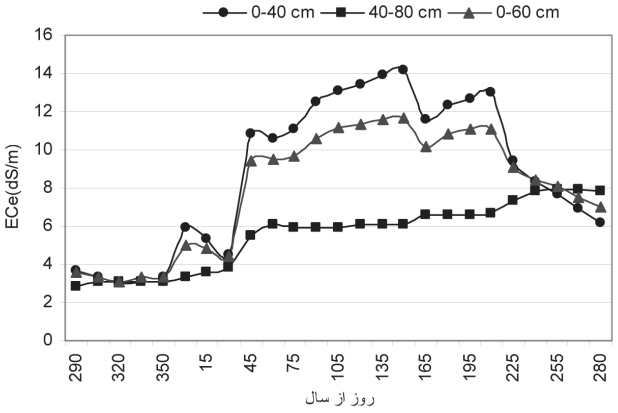
نمودار ۴- تغییرات شوری خاک در عمق ۸۰-۴۰ سانتی متری طی دو سال

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵- تغییرات شوری خاک در عمق ۱۰۰-۸۰ سانتی متری طی دو سال



نمودار ۶- تغییرات سالانه شوری اعماق مختلف خاک (cm) در تیمار S۴

در حالی که در تیمارهای S_3 و S_4 بدلیل افزایش شوری آب آبیاری همانند روند تغییرات شوری در دوعمق بحث شده (نمودارهای ۳ و۴) شوری خاک در زمان برداشت نسبت به زمان کاشت افزایش یافته است. بطورکلی روند تغییرات شوری در این عمق خصوصاً برای تیمارهای شورتر S۳ و S۴ همانند روند تغییرات شوری در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری خاک می باشد، ولی دامنه تغییرات آن کمتر است. به طور کلی بررسی دو ساله نشان داد با کاربرد آب شور، شوری در زمان کاشت گندم روند افزایشی (هر چند با شیب کم) داشت. بررسی Naresh و همکاران (۱۸) پس از سه سال کاربرد آب شور (dS/m ۱۲) در زمین تحت کشت گندم نشان داده است که شوری نیمرخ خاک در زمان کاشت حدود dS/m ۲/۴ - ۱/۳ و پس از سه سال آزمایش در زمان برداشت گندم در سطح خاک به dS/m ۱۰ و در عمق ۶۰ سانتی‌متری به dS/m ۸ افزایش یافت. اما در زمان کاشت سال بعد (پس از آبشویی توسط بارندگی حدود ۴۷۰ میلی متر) شوری خاک در لایه سطحی به dS/m ۳ و در عمق ۶۰ سانتی‌متری به dS/m ۴/۵ کاهش یافت. در نتیجه املاح اضافه شده در اثر آبیاری با آب شور از نیمرخ خاک شسته شده و شرایط مناسبی را برای کشت گندم در فصل بعدی فراهم می کند.

نمودار ۶ توزیع سالانه شوری در نیم رخ خاک برای تیمار S۴ را نشان می‌دهد. بیشترین تغییرات شوری در سطح خاک (۴۰-۰ سانتی متری) اتفاق افتاد. بطور کلی روند تغییرات سالانه شوری نشان می‌دهد که شوری در همه عمق‌ها در ابتدای فصل رشد کاهش یافت و سپس در زمان های آبیاری با آب شور افزایش داشت. بیشترین افزایش شوری در نیم رخ خاک در زمان برداشت و فصل تابستان بدلیل کاهش نزولات و افزایش تبخیر می باشد. اما مجموع باران‌های پاییزه و زمستانه (متوسط mm ۲۲۰) باعث می‌شود تا شوری در خاک در طول زمان کاهش یابد.

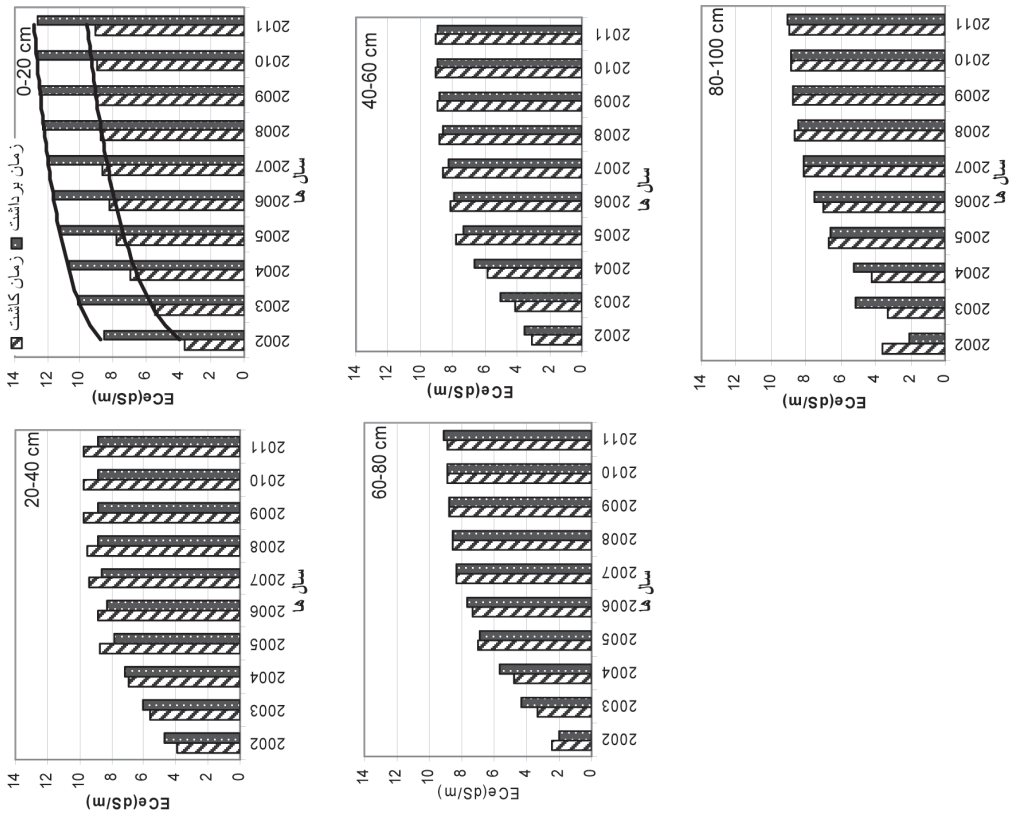
نمودارهای ۷ و ۸ نتایج مدل SWAP برای بررسی تغییرات ۱۰ ساله شوری در زمان‌های کاشت و برداشت را در دو تیمار S۴ و S۳ برای پنج عمق خاک نشان می‌دهند. بطور کلی روند تغییرات نشان می‌دهد که در عمق ۲۰-۰ سانتی متری خاک در زمان برداشت، شوری نسبت به زمان کاشت افزایش قابل توجه‌ای دارد. در زمان شروع فصل جدید با توجه به تغییرات توزیع شوری در اثر بارندگی (نمودار ۶)، شوری در لایهٔ بالایی خاک کاهش می‌یابد.

مقایسه مقدار شوری در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک در زمان های کاشت سال ۲۰۰۲ (۱۳۸۱ هجری شمسی) و ۲۰۱۱ (۱۳۹۰ هجری شمسی) در تیمار S۴ (نمودار ۷) نشان می‌دهد شوری از dS/m ۳/۵ در سال پایه به dS/m ۹ در سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰) افزایش یافت. روند افزایش شوری (با دامنه نوسان کمتر) در اعماق پایین‌تر نیز وجود دارد. در انتهای سال شبیه‌سازی در این عمق شوری به حدود dS/m ۹/۸ افزایش یافت. البته از سال چهارم به بعد شوری در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری در زمان کاشت بیشتر از زمان برداشت شد. به این دلیل که شوری های شسته شده از لایه بالایی به تدریج به سمت اعماق نفوذ می‌کند. روند مشابه ولی با دامنه نوسان کمتر برای اعماق پایین‌تر وجود دارد. نتایج حاصل اگر چه نگران کننده است ولی باید در نظر داشت که این افزایش شوری در اثرآبیاری با آب شور با شوری dS/m ۱۴ و بدون هیچ گونه اعمال ملاحظات مدیریتی در طی۱۰ سال به دست آمد. برای حفظ پایداری کشاورزی بر اساس نتایج به دست آمده و با همان شوری آب آبیاری لازم است از سال چهارم برنامه آبشویی املاح با استفاده از آب غیر شور برنامه‌ریزی شود. در یک فرآیند دیگر سطح شوری آب آبیاری را به S۳ (۱۱/۵ dS/m) کاهش داده و مدل برای ۱۰ سال اجرا گردید (شکل ۸). ملاحظه می‌شود کاربرد طولانی مدت آب شور(S۳) در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک باعث شد تا شوری خاک در زمان کاشت از ۳/۵ در شروع شبیه سازی به dS/m ۷ در پایان شبیه‌سازی افزایش یابد.

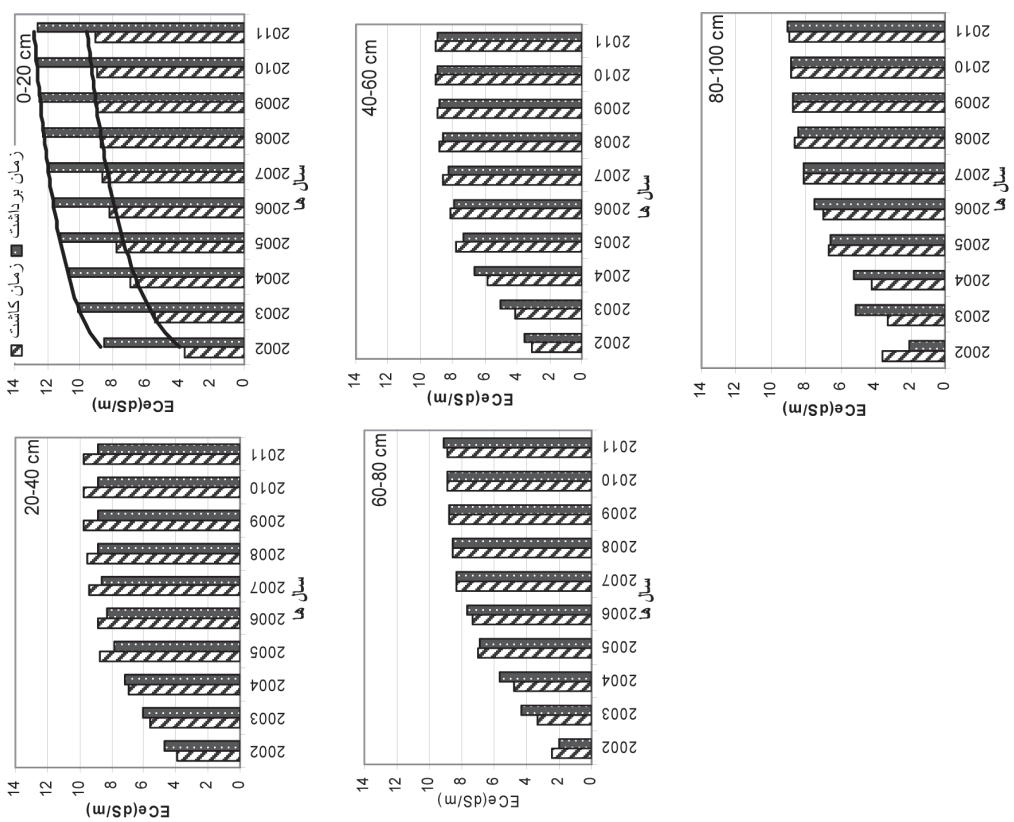
در نتیجه در لایه سطحی خاک طی ۱۰ سال کاربرد آب با شوری dS/m ۱۰/۸ مشکلی ایجاد نگردید. اما در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری از سال پنجم به بعد شوری خاک از dS/m ۷ بیشتر شد. در اعماق پایین‌تر مشابه همین روند و با دامنه نوسان کمتر مشاهده می‌شود. در نتیجه مقدار باران در طولانی مدت به تنهایی قادر به شستشوی املاح انتقال یافته به سمت لایه های پایین‌تر نمی باشد. بنابراین برای حفظ پایداری نظام‌های کشاورزی در این مناطق به ازای هر پنج سال نیاز است تا آبشویی با آب غیر شور جهت انتقال املاح به اعماق پایین تر از عمق ریشه گندم، انجام پذیرد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۷- تغییرات ۱۰ ساله (۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ میلادی (مطابق با ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ هجری شمسی) شوری در اعماق مختلف خاک(cm) با استفاده از مدل SWAP در تیمار S۴ (۱۴/۲ dS/m)



شکل۸- تغییرات ۱۰ ساله (۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ میلادی مطابق با سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ هجری شمسی) شوری در اعماق مختلف خاک(cm) با استفاده از مدل SWAP در تیمار S۳ (۱۱/۵ dS/m)

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

از آنجا که در شـمال گرگان (منطقه آق قلا) شروع آبیاری پس از مرحله ظهور سنبله آغاز می‌شود اعمال کم آبیاری شدید (۵۰٪) در مراحل پس از آن موجب ۱۸ درصد افت عملکرد شد. ولی با کاهش ۲۵ درصد از آب مورد نیـاز گیاه، عملکرد گندم تنها ۱۰ درصـد کاهش یافت (یعنی حدود ۳۰۰ میلیون متر مکعب صرفه‌جویی می‌شـود که تقریباً سـه برابر سـد وشمگیر می‌باشـد). در نتیجه پیشـنهاد می‌شـود برنامه‌ریزی آبیـاری گندم بر این اسـاس صورت پذیرد تا ضمن اجتناب از هجوم به منابع آب غیر شور از آب صرفه‌جویی‌شده برای زیر کشت بردن اراضی زراعی دیگر استفاده شود.

امـروزه آب های شـور (غیر متعـارف) با مدیریت های خـاص در مناطق مختلف دنیا مورد اسـتفاده قرار می گیرد. در اسـتان گلستان باران بصورت طبیعـی این نوع مدیریتها را تسـهیل می کند. در اوایل رشـد که گیاه به شوری حساس است باران نیاز آبی گیاه را مرتفع می سازد، ضمن اینکه در فصل رویش گیاه نیز بارندگی موجب شستشـوی املاح می‌شود، در نتیجه می توان مقدار شـوری آب آبیاری را متناسـب با رشـد گیـاه افزایش داد. نتایج نشـان داد امکان کاربرد آب شـور(تا حـدود ۱۲ dS/m) که بیش از آسـتانه تحمل به شـوری گندم است، برای مناطق مشـابه استان گلستان وجود دارد.

بررسی دو ساله تجمع نمک در نیمرخ خاک در اثر آبیاری با آب شور نشان داد کـه اگرچه قابلیت کاربرد آب شـور زهکش‌ها بـرای تولید گندم وجود دارد و باران‌های پاییز و زمسـتانه نیـز موجب تعدیل تجمع نمک در خاک می‌گردد، ولی روند نهایی تغییرات شـوری در خاک صعودی اسـت. نتایج شبیه‌سـازی مدل SWAP برای ۱۰ سـال نشان داد که پس از چهار سال کاربرد آب شور، شوری نهایی نیمرخ خاک در محدوده رشد ریشه به حدود ۷ dS/m می‌رسد که محدود کننده است. بنابر این بایستی برای شستشوی املاح خاک با استفاده از آب کانال برنامه‌ریزی نمود تا در درازمدت پایداری نظام‌های کشاورزی در این مناطق نیز حفظ شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات ارزشمند آقایان مهندس مهدی کلاته عربی، مهندس رحیم طبرسـا و مهندس یحیی ابومردانی کـه در اجرای عملیات میدانی و خانم مهندس اشـرف روشـن که در تجزیه‌های آزمایشـگاهی با این طرح همکاری کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

پاورقی ها

1 - Soil-Water-Atmospher-Plant

2 - Soil Moisture Deficit

منابع مورد استفاده

۱- اکبـری مقـدم، ح.، غ. اعتصام، ش. کوهکن.، ح. رسـتمی.، و غ. کیخا . ۱۳۸۱. بررسـی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشـد بر عملکرد ارقام گندم. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران . کرج.

۲- کیانی ع. و م. همایی ۱۳۸۶. ارزیابی مدل SWAP در شبیه‌سـازی انتقال آب و املاح در نیمرخ خاک. مجله تحقیقات مهندسـی کشـاورزی، جلد ۸ ، شماره ۳۰ (بهار ۸۶).

3- Abu-Awwad, A.M, 2001, Influence of different water quantities and qualities on lemon trees and soil salt distribution at the Jordan Valley. Agric .Water Manage. 52 : 53-71

4-Ayers, R.S. and Westcot, D.w, 1985, Water quality for agriculture. FAO. Irrigation Drainage . Paper No. 29, Rev.1.

5- Dorji, M, 2003, Integration of SWAP model and sebal for evaluation of on-farm irrigation scheduling with minimum field data. M.Sc. thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. Enschede, the Netherlands, ITC. 51pp.

6- Droogers. P., Bastiaanssen, W.G.M., Beyazgul, M., Kayam, Y., Kite, G.W. and Murray-Rust, H, 2000, Distributed agro-hydrological modeling of an irrigation system in western Turkey. Agric. Water Mgmt., 43: 183-202.

7- Erickson, J.R, 1986, Using high salinity waters in the southwest. Proc. 1980. Specialty conference on irrigation and drainage, today's challenges.23-25 july, Boise, Idaho. ASCE, New York.198-204.

8- Giunta, F., Motoz, R. and Deidda, M, 1993, Effect of drought on yield and yield components of drum wheat and triticale in Mediterranean environment. Field crops Res.33:339-499.

9- Guera, A.F. and Antonini, J.C.D, 1996, Time for stopping irrigation on wheat crop. Pesquisa Brasilia. 31(11):823-828.

10-Hassan, G., Persaud, N. and Reneau, R.B.Jr, 2005, Unity of HYDRUS-2D in modeling profile soil moisture and salinity dynamics under saline water irrigation of soybean. Soil Sci. 170(1):28-37.

11- Kiani, A.R., Asadi, M.E. Kalateharabi, M, 2005, The effect of saline water in supplementary irrigation of various barley genotypes in Golestan province. International Agric. Eng. Conf., Bangkok, Thailand, 6-9 Dec.

12- Maas, E.V, 1986, Salt tolerance of plants. Application Agric. Res. 1: 12-26.

13- Maas, E.V, 1990, Crop salt tolerance . ASAE. Monograph. 71. Pp 262-304.

14- Maas, E. V. and Hoffman, G.J, 1977, Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig. and Drainage Division, ASCE, 103(IR2): 115-134.

15- Meiri, A, 1984, Plant response to salinity: experimental methodology and application to the field . in: soil salinity under irrigation. Process and management. Ecological studies, Vol.51. Springer, Berlin,pp.284-297.

16- Minhas, P.S. and Gupta, R.K, 1993a, Conjunctive use of saline and non saline waters. Response of wheat to initial salinity profiles and salinisation patterns. Agric. Water Manage. 23 : 125-137.

17- Minhas, P.S. and Gupta, R.K, 1993b, Conjunctive use of saline

www.SID.ir

Archive of SID

in agronomy. 60:75-120.
23- Sharma, D.P., Rao, K.V.G., Singh, K.N., Kumbhare, P.S. and Oasterbaan, R.J, 1994, Conjunctive use of saline and non-saline irrigation waters in semi-arid regions. Irrig. Sci. 15 : 25-33.
24- Singh, R., 2003, Water productivity of irrigated crops in Sirsa distraction, India. Interaction of remote sensing crop and soil models and GIS.Van Dam, J.C. and Malik, R. S.(Eds). WATRO final report. ISBN 90-6464-864-6. 173pp.
25- van Dam, J.C., Huygen, J., Wesseling, J.G., Feddes, R.A., Kabat, P., Van Walsum, P.E.V., Groenendijk, P. and Van Diepen, C.A, 1997, Theory of SWAP, version 2. Simulation of water flow, solute transported plant growth in the soil-water-atmosphere-plant environment. Report No.71. Dept. Water Resour. Wageningen Agricultural Univ.167 pp.
Pseudoperonospora cubensis in cucumber. J. of Plant Disease and Protection. 111: 83-95.
and non saline waters. III. Validation of applications of transient model for wheat. Agric. Water Manage. 23 : 149-160.
18- Naresh, R.K., Minhas, P.S., Goyal, A.K., Chauhan, C.P.S., and Gupta, R.K, 1993, Conjunctive use of saline and non saline waters. II. Field comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. Agric. Water Manage. 23: 139-148.
19- Osman, A. Al-Tahir, Y.A. Al-Nabulsi and A.M, Helalia, 1997, Effects of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley. Agric.Water Manage. 34: 17-24.
20- Rhoades, J.D., Kandidah, A. and Mashali, A.M, 1992, The use of saline waters for crop production. FAO. Irrig. and Drain. Paper No 48.
21- Ruiz, M. E. and Utset, A, 2003, Models for predicting water use and crop yields. A Cuba experience. http://users.ictp.it/~pub-off/Lectures/inso18/28 Ruiz.pdf.
22- Shannon, M.C, 1997, Adaptation of plants to salinity. Advances

www.SID.ir