# تعیین تقویم آبیاری زراعت گندم در اراضی شور استان خوزستان

محی‌الدین گوشه[1] و ابوالفضل آزادی*[2]

۱و۲-استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*Email: a.azadi@areeo.ac.ir

## چکیده

جهت تعیین زمان و مقدار آبیاری گندم در خاک‌های شور، طرحی در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز اجرا گردید. آزمایش شامل سه تیمار(زمان آبیاری در هنگامی که رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی به مقادیر ۳۰٪ (I1)، ۵۰٪ (I2) و ۷۰٪ (I3) کاهش یابد) با شش تکرار اعمال و با نمونه‌برداری از خاک قبل از هر آبیاری، شوری خاک تعیین و به کمک منحنی آبشویی موجود سهم آبشویی رخ داده در مزرعه اندازه‌گیری شد. بذور کشت شده از رقم کویر و به میزان ۱۵۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. نتایج تحقیق نشان داد که، با توجه به مقایسه اثر تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد محصول و اجزاء آن و هم‌چنین کنترل شوری خاک در دوره داشت، تیمار دور آبیاری بر اساس تخلیه مجاز ۳۰٪ از حد ظرفیت زراعی بهترین تیمار آبیاری بود. با این دور آبیاری از تاریخ کاشت اوایل آذر ماه تا اواسط اسفندماه هر ۱۵ تا ۲۰ روز یک‌بار آبیاری لازم است. از نیمه اسفند تا زمان آخرین آبیاری (اواسط فروردین) دور مناسب آبیاری هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار می‌باشد. هم‌چنین، برای تولید ٤ تا ٤/٥ تن در هکتار محصول گندم در خاک‌هایی با شوری اولیه بین ۲۰ تا ۲۵ دسی زیمنس بر متر، جمعا ٦۰۰ تا ٦۵۰ میلی‌متر آب مصرف گردید که به ترتیب سهم نیاز آبی گیاه، آبشویی خاک و بارندگی موثر، ۳۰۰ تا ۳۵۰ ، ۲۰۰ و حدود ۱۰۰ میلی‌متر بوده است.

**واژه های کلیدی:** تقویم آبیاری، آب مصرفی، گندم، خاک شور

## بیان مسئله

گندم یکی از محصولات راهبردی کشور است که تامین نیاز آن برای جمعیت کنونی یکی از جدی‌ترین چالش‌های اصلی بخش کشاورزی است. با محدودیت منابع آبی، امنیت غذایی برای نسل‌های آینده نیز به خطر می‌افتد. خطر کمبود آب عاملی است که کل جهان را در بر گرفته است اما در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران این مسئله جدی‌تر است (۳). از طرفی با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن، تقاضا برای مصارف مختلف آب پیوسته در حال افزایش است. بنابراین قابلیت دسترسی به آب به صورت سرانه در حال کاهش است. با توجه به این‌که کشاورزی فاریاب به مقدار نسبتاً زیادی از آب نیاز دارد. بنابراین لازم است برنامه‌های مناسب صرفه‌جویی در مصرف حفاظت از آب توسعه و تطبیق یابند (۲). بنابراین در شرایط حاضر مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی برای رفع فقر و گرسنگی، راهبرد استفاده کاراتر از آب‌های موجود است. به‌طوری که با مصرف آب کم‌تر محصول بیش‌تری تولید شود. در یک بررسی اجمالی از اراضی شور جنوب شهرستان اهواز، مشخص گردید که از مجموع اراضی تحت کشت گندم این مناطق حدود ۳۰٪ در محدوده شوری ۳۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر ، ۲۵٪ در محدوده ۱۶- ۸ و ٤٥٪ باقیمانده در محدوده کم‌تر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارند. با توجه به ارقام ذکر شده نتیجه گرفته می‌شود که بیش از ۵۰٪ از این اراضی، جهت کشت گندم، دارای شوری (بیش از ۸ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشند. بنابراین لزوم توجه خاص به مدیریت این اراضی، مشخص است. در برخی منابع و گزارشات (۲) از مزارع تحت کشت گندم جنوب خوزستان تخمین زده می‌شود که میزان مصرف آب در اغلب مزارع بالغ بر ۱/۵ تا دو برابر نیاز واقعی آبیاری گندم باشد (مصرف آب بیش از ۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار نسبت به نیاز آبیاری ٤۰۰۰ تا ٤۵۰۰ متر مکعب در هکتار برای این محصول). این در حالی است که اراضی مورد اشاره با دو مشکل سنگینی بافت خاک و وجود آب تحت الارض شور تا خیلی شور و در عمق بحرانی مواجه‌اند و متأسفانه سالانه مقادیری از اراضی مستعد شوری (اراضی که هم اکنون سطح سفره آب زیرزمینی آن‌ها پایین‌تر از ۱/۲ متر هستند) به اراضی شور و ماندابی تبدیل می‌گردند که منشاء اصلی این فاجعه ملی، آبیاری بیش از حد نیاز گیاه است. بنابراین می‌توان گفت استفاده صحیح از میزان آب موجود که همان بهینه‌سازی یا صرفه جویی آب آبیاری است یکی از روش‌های مدیریت آب می‌باشد. تنها راه برای گذر از بحران کم آبی، باتوجه به مصرف بیش از حد انرژی در کشور و هم‌چنین کاهش منابع آبی، صرفه‌جویی یا همان بهینه‌سازی مصرف آب است که مناسب‌ترین و منطقی‌ترین راه حل برای گذر از بحران‌های موجود از جمله دوران‌های خشک‌سالی به نظر می‌رسد. صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از روش‌های نوین برای آبیاری می‌تواند در دوران خشک‌سالی بسیار تأثیرگذار باشد. برای مدیریت و صرفه‌جویی مصرف آب در شبکه باید زمان و مقدار آب مورد نیاز هر مزرعه مشخص شود، اگر بتوان مقدار آب مصرفی هر مزرعه را مشخص نمود، زارعین در مصرف و توزیع آب در مزرعه دقت بیش‌تری نموده و از تلفات آب به مقدار قابل توجهی کاسته خواهد شد (۲). از طرفی دیگر، یکی از اقدامات اولیه جهت مدیریت خاک‌های شور، آبیاری کامل، نه بیش‌تر و نه کم‌تر، می‌باشد. آبیاری بیش از نیاز علاوه بر افزایش هزینه‌ها، بالا آمدن آب زیرزمینی را نیز سبب می‌شود. آبیاری کم‌تر از حد مطلوب نیز علاوه بر ایجاد تنش خشکی در گیاه، باعث افزایش شوری خاک در منطقه فعالیت ریشه می‌گردد که در هر دو حالت افت عملکرد حاصل می‌آید. مطالعات نشان داده شده است که، هرچه شوری آب آبیاری (یا همان شوری محلول خاک) بیش‌تر شود، آب مصرفی گندم به علت افزایش سهم آبشویی در دوره رشد گیاه نیز بیش‌تر خواهد شد (٤). در همین گزارش بیان شده است که، با افزایش شوری خاک، نسبت مصرف آب به تبخیر و تعرق گیاه کاهش یافته و در واقع گیاه به دلیل کاهش میزان آب قابل دسترس در خاک، با تنش کم آبی مواجه می‌گردد. در حقیقت شوری، بر میزان آب قابل دسترس گیاه در خاک تاثیر گذاشته و آن را کاهش می دهد (۵). هر چه میزان شوری خاک بیش‌تر شود، به دلیل آن‌که آب قابل دسترس گیاه در خاک کم‌تر می‌گردد، حد تخلیه مجاز

رطوبت خاک به ظرفیت زراعی نزدیک‌تر شده و بنابراین دورهای آبیاری نیز به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند. هم‌چنین با تنظیم دور مناسب آبیاری می‌توان همان میزان عملکرد را (نسبت به یک خاک با شوری کم‌تر) برداشت نمود. به عبارتی، کوتاه‌تر نمودن فاصله دورهای آبیاری (افزایش دفعات آبیاری) در خاک شور نسبت به شرایط غیر شور، باعث می‌گردد تا از میزان آب قابل دسترس گیاه کاسته نگردد (٦). البته رابطه مستقیم بین کاهش اثرات شوری از طریق افزایش دفعات آبیاری تا یک حد مشخصی از شوری خاک برقرار است و بعد از آن به دلیل کاهش قابل ملاحظه در تبخیر و تعرق گیاه و در نتیجه کاهش شدید عملکرد، افزایش دور آبیاری تاثیر معنی‌داری بر کنترل شوری نخواهد گذاشت (٧). لذا این تحقیق با هدف، تعیین مناسب‌ترین دور و عمق آبیاری (برنامه‌ریزی آبیاری) گندم در اراضی شور استان خوزستان بوده به طوری‌که علیرغم صرفه‌جویی در مصرف آب، شوری خاک نیز کنترل گردیده و عملکرد محصول نیز قابل قبول باشد.

## معرفی دستاورد

به‌منظور تعیین زمان و مقدار آبیاری گندم و میزان آب لازم جهت آبشویی در یک خاک شور، آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی، در شش تکرار با فاصله چهار متر از هم و با سه تیمار (کرت) در هر تکرار، به مدت سه سال در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان واقع در شهرستان اهواز با مختصات جغرافیایی ´٢٠ و °٣١ عرض شمالی و ´٦٠ و °٤٨ طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ١٨ متر اجرا شد. میانگین بارندگی و تبخیر سالیانه در آمار ٢٢ ساله به ترتیب ٢٢٤/٧ میلی‌متر و ٣٢٢٢/٣ بود (١). طرحی تحقیقاتی حاضر با سه تیمار شامل زمان آبیاری در هنگامی که رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی به مقادیر ٣٠٪ (I1)، ٥٠٪ (I2) و ٧٠٪ (I3) کاهش یابد، اجرا گردید. تیمارهای ذکر شده، زمان آبیاری را تعیین کرده و کل آب آبیاری مصرف شده به‌همراه سهم آبشویی، مقدار آبیاری را مشخص می‌نمایند. جهت محاسبه مقدار آب مورد نیاز آبشویی خاک، از منحنی آبشویی که قبلا جهت خاک شاهد تهیه شده (١)، استفاده گردید. دو روش برای محاسبه سهم آبشویی یعنی روش ترسیمی و دیگری حل معادله نمایی حاصل از منحنی آبشویی (رابطه ١) می‌باشند که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

**جدول ١- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده**

| عمق (سانتی‌متر) | هدایت الکتریکی (dS/m) | اسیدیته | بی‌کربنات | سولفات | کلر | کلسیم | منیزیم | سدیم | نسبت جذب سدیم | درصد رس | درصد سیلت | درصد شن | بافت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | میلی اکی والان بر لیتر | | | | | | | | |
| ٣٠-٠ | ٢٤/٠ | ٧/٣ | ٨/٤ | ٦٧/٦ | ٢١٠/٠ | ٧٠ | ٧٠ | ١٤٦ | ١٧ | ٤٩ | ٤١ | ١٠ | رس سیلتی |
| ٦٠-٣٠ | ٢٣/٨ | ٧/٥ | ٨/٢ | ٦٢/٨ | ٢٠٥/٠ | ٥٠ | ٧٠ | ١٥٦ | ٢٠ | ٤٦ | ٣٦ | ١٨ | رس سیلتی |
| ٩٠-٦٠ | ٢٦/٠ | ٧/٦ | ٨/٩ | ٨٨/٦ | ٢٢٢/٥ | ٥٠ | ٧٠ | ٢٠٠ | ٢٦ | ٢٠ | ٢١ | ٥٩ | لوم رسی شنی |

در طول سه سال آزمایش، عملیات تهیه زمین شامل شخم و دیسک و ماله کشی در اوایل مهر ماه انجام و در روزهای اول آذر ماه هر سال، کشت توسط دستگاه ردیف‌کار مزارع آزمایشی انجام گرفت. گندم کشت شده از رقم "کویر" (طبق توصیه بخش اصلاح بذر برای خاک‌های شور) و به میزان ١٦٠ - ١٥٠ کیلوگرم در هکتار بوده است. سایر عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز نیز در موقع لازم انجام گرفت.

همانطور که ذکر شد طرح آزمایش در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی، در شش تکرار با فاصله چهار متر از هم و با سه تیمار (کرت) در هر تکرار، پیاده گردید. کرت‌ها یکنواخت و به ابعاد ۲/٤ × ۳ متر (مساحت ۷/۲ متر مربع) و با فاصله ۱/۵ متر از یکدیگر انتخاب شدند. با توجه به آزمون خاک، کودهای شیمیایی مورد نیاز محاسبه و قبل از کشت اعمال گردید (به‌جز سرک اوره). در جدول (۲) مقادیر کودهای شیمیایی مصرفی در سه سال آزمایش درج گردیده است.

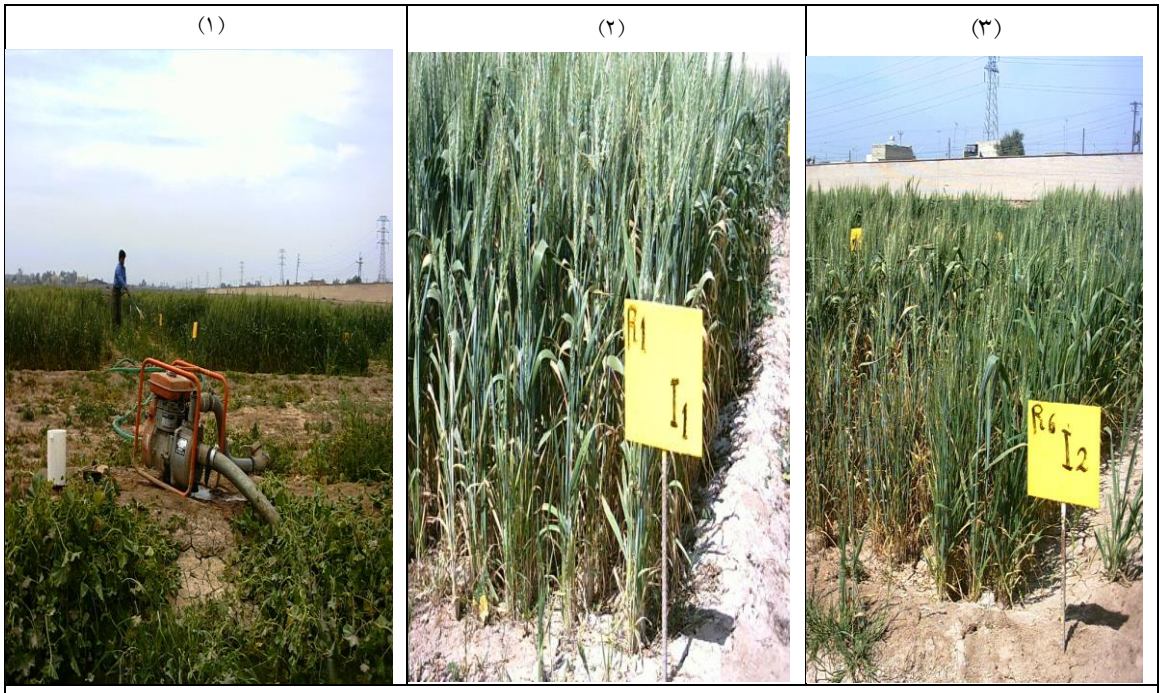
**جدول۲- وضعیت عناصر غذایی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در محل آزمایش**

| سال | کربن آلی (درصد) | فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم | آهن | روی | مس | منگنز | کودهای پر مصرف (کیلوگرم بر هکتار) | | | | کودهای کم مصرف (کیلوگرم بر هکتار) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | اوره | سوپر فسفات | سولفات پتاسیم | سولفات آهن | سولفات روی | سولفات مس | سولفات منگنز |
| اول | ۰/۵۹ | ۵/۳ | ۲۲٦ | ۸/۱ | ۰/۷ | ۱/٤ | ٦/٦ | ۲۵۰ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۲۰ | ۱۰ | -- | -- |
| دوم | ۰/٤۹ | ۷/۳ | ۲۳۸ | ٤/٤ | ۳/۲ | ۱/۱ | ۲/۳ | ۳۰۰ | ۷۰ | ٦۰ | ۵۰ | -- | -- | ۳۰ |
| سوم | ۰/٤٦ | ۷/۹ | ۲٦۱ | ۷/۵ | ۱/٤ | ۱/٤ | ۳/۸ | ۳۰۰ | ۷۰ | ۳۰ | ۲۰ | -- | -- | ۲۰ |

به منظور تعیین زمان آبیاری در تیمارها، بعد از اولین آبیاری هر دو تا سه روز یک‌بار، از عمق موثر ریشه نمونه خاک تهیه و درصد رطوبت آن تعیین گردید. زمان رسیدن به کسر رطوبت مورد نظر از حد ظرفیت زراعی در هر تیمار، موعد آبیاری را مشخص می‌نمود. مقدار یا حجم آب لازم در هر آبیاری و هر تیمار نیز با تعیین ارتفاع آب و حاصل‌ضرب آن در مساحت کرت بدست آمد. سپس میزان آب ورودی به هر کرت، به کمک کنتور اندازه‌گیری شد. ارتفاع آب در هر آبیاری (I) برحسب سانتی‌متر با توجه به درصد رطوبت موجود خاک ($\theta$)، درصد رطوبت خاک در حالت ظرفیت زراعی ($\theta_f$) وزن مخصوص ظاهری خاک ($\rho$) بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و عمق موثر ریشه (D) برحسب سانتی‌متر و به کمک رابطه زیر محاسبه گردید:

$$I = (\theta f - \theta)\ \rho .\ D\ /100 \quad (۱)$$

درصد رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و وزن مخصوص ظاهری خاک و سایر خصوصیات فیزیکی خاک با اندازه‌گیری در آزمایشگاه بدست آمد. در هر نوبت آبیاری، D (عمق موثر ریشه) با توجه به سه مرحله رشد و نموی گیاه، یعنی مراحل جوانه‌زنی تا پنجه زنی ۱۵ سانتی‌متر، ساقه‌دهی ۲۰ سانتی‌متر و ظهور سنبله تا رسیدگی ۳۰ سانتی‌متر تعیین گردید. تعیین عمق موثر بر اساس الگوی جذب آب ٤۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰ بوده است. بر اساس این الگو، ۷۰٪ جذب آب در نیمه فوقانی کل عمق نفوذ ریشه رخ می‌دهد. طبق نظر کارشناسان بخش اصلاح بذر و مشاهدات صحرایی و همچنین با توجه به بافت سنگین نیمرخ خاک (جدول ۱)، تخمین زده شده است که حداکثر عمق نفوذ ریشه گندم در این شرایط از ۵۰ تا ٦۰ سانتی‌متر تجاوز ننماید.




**شکل ۱- نمایی از برخی تیمارها و مراحل اجرای پروژه**

در دوره رشد و نمو گیاه (شکل۱) و در کل سه سال آزمایش، میانگین شوری آب آبیاری ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته ۷/٦، نسبت جذب سدیم آن ۳/۵ (نسبت جذب سدیم آب آبیاری برای سال اول ۳/۱، برای سال دوم ۳/٦ و سال سوم ۳/۸ در آبان ماه هر سال، قبل از کاشت، اندازه گیری شد) و بنابراین طبقه‌بندی کیفیت آب آبیاری بر اساس روش ویلکاکس $C_3S_1$ و براساس طبقه‌بندی سازمان خوار و بار جهانی (۵)، از نظر خطر شوری دارای محدودیت کم تا متوسط و خطر قلیائیت، بدون محدودیت در استفاده می‌باشد. هم‌چنین در سه سال تحقیق، حداکثر شوری آب آبیاری ۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر و حداقل آن یک دسی‌زیمنس بر متر ثبت گردید. در جدول (۳) کیفیت آب آبیاری مصرفی در دوره رشد گندم در سه سال آزمایش درج گردیده است.

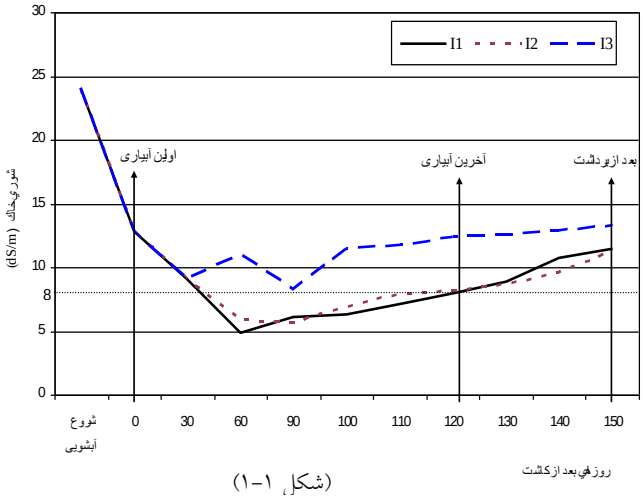
**جدول۳- کیفیت آب آبیاری مصرفی در دوره داشت**

| سال | آذر | | دی | | بهمن | | اسفند | | فروردین | | میانگین | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شوری (dS/m) | اسیدیته | شوری (dS/m) | اسیدیته | شوری (dS/m) | اسیدیته | شوری (dS/m) | اسیدیته | شوری (dS/m) | اسیدیته | شوری (dS/m) | اسیدیته |
| اول | ۲/. | ۷/۹ | ۱/. | ۷/۵ | ۱/۳ | ۷/۷ | ۱/۵ | ۷/۷ | ۱/۵ | ۷/۸ | ۱/۵ | ۷/۷ |
| دوم | ۱/۹ | ۷/۸ | ۱/۷ | ۷/۸ | ۳/۲ | ۷/۹ | ۲/۲ | ۷/۹ | ۱/۳ | ۸/. | ۱/۹ | ۷/۹ |
| سوم | ۲/. | ۷/۳ | ۱/۸ | ۷/۲ | ۱/۷ | ۷/٦ | ۲/۸ | ٦/۸ | ۱/۲ | ۷/۰ | ۱/۹ | ۷/۲ |
| میانگین کل سه سال | | | | | | | | | | | ۱/۸ | ۷/٦ |

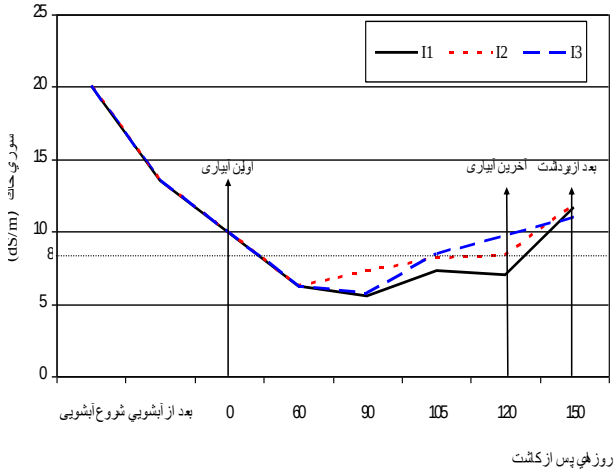
**تغییرات شوری خاک در دوره داشت:**

روند تغییرات شوری خاک، قبل از کاشت و آبشویی اول تا بعد از برداشت محصول برای سه سال آزمایش در شکل (۲) نشان داده شده است. قبل از هر آبیاری، نمونه‌ای از خاک هر سه تکرار یک تیمار تا عمق ۳۰ سانتی‌متر برداشت و سپس نمونه

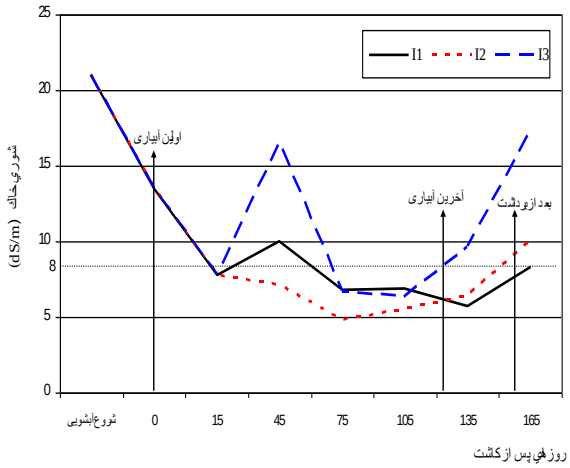
مرکب آن‌ها جهت تعیین شوری، اسیدیته و رطوبت خاک به آزمایشگاه ارسال شد. یادآوری می‌گردد که در شکل زیر تیمارهای I1، I2 و I3 به ترتیب بیانگر ۳۰٪، ۵۰٪ و ۷۰٪ تخلیه رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی می‌باشند.




(شکل ۱-۱)




(شکل ۱-۲)




(شکل ۱-۳)

**شکل۲- تغییرات شوری خاک تیمارهای آزمایش در دوره داشت سال اول(۱-۱)، سال دوم (۲-۱) و سال سوم (۳-۱)**

جداول (٤) و (٥) تجزیه واریانس مرکب اثر تیمار (دور آبیاری) بر متغیرها (عملکرد دانه و اجزاء آن) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهند.

**جدول ٤- تجزیه واریانس مرکب اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه و اجزاء آن**

| منبع | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه | وزن هزاردانه | عملکرد کاه | بیوماس | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در متر مربع |
| سال | ۲ | ٥٠٤٧٧٧٨/٦٨٥ * | ۲٥/۱٦۹ n.s | ۱۸۱۸٤٤۷۰/۳۸۹ ** | ۷۷۲۷۳۲٦/٦٦۷ ٦** | ۱۰۳٥/٥۰۰ ** | ۱۷۷/۳۸۹ n s |
| خطا | ۱٥ | ۱۱۱۲٤۸۳/۹۷٤ | ۱۰/۹۳۱ | ۱۹٤۰۷۳٥/۰۱٥ | ٥۷٦٥۲۰۰/۰۰۰ | ٤/۱۱۱ | ۱٤۳٥/٥٤۸ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دور آبیاری | ۲ | ۵۶۳۴۴۹۱/۱۳۰ ** | ۱۵/۲۲۰ * | ۴۸۷۷۷۴۰/۲۲۲ n.s | ۸۷۱۲۲۶۶/۶۶۷ n.s | ۱۵/۰۵۶* | ۱۵۸۳۶/۰۵۶ ** |
| سال × دور آبیاری | ۴ | ۲۱۳۹۰۳۲/۹۶۳ * | ۲۵/۵۲۰ ** | ۱۸۷۷۱۴۹/۷۷۸ n.s | ۸۵۰۶۹۳۳/۳۳۳ n.s | ۷۳/۲۲۲ ** | ۱۷۴/۵۲۸ n.s |
| خطا | ۳۰ | ۷۶۷۱۱۵/۶۶۳ | ۳/۰۹۴ | ۲۶۱۰۴۲۰/۷۲۶ | ۵۱۰۲۸۴۴/۴۴۴ | ۳/۶۵۶ | ۱۱۸۷/۵۷۰ |
| ضریب تغییرات (٪) | – | ۲۵/۰۴ | ۴/۹۴ | ۱۶/۳۲ | ۱۸/۳۱ | ۳/۱۱ | ۶/۳۶ |

**جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه و اجزا آن**

| تیمار* | عملکرد دانه (kg/ha) | وزن هزاردانه (gr) | عملکرد کاه (kg/ha) | بیوماس (kg/ha) | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در متر مربع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۰٪ | ۴۱۲۹a | ۳۶/۵۸a | ۸۷۵۱a | ۱۲۸۸a | ۶۰/۸۹a | ۵۶۶/۹a |
| ۵۰٪ | ۳۳۰۴b | ۳۴/۷۷b | ۹۲۷۶a | ۱۲۵۸a | ۶۰/۹۴a | ۵۵۰/۴a |
| ۷۰٪ | ۳۰۶۱b | ۳۵/۳۷b | ۸۴۸۹ a | ۱۱۵۵a | ۶۲/۵a | ۵۰۹/۳b |

* درصد کاهش رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی را نشان می دهد

تاثیر تیمارهای موجود و هم‌چنین اثرات تداخلی آن‌ها بر صفات آزمایش در طول سه سال تحقیق، به صورت نتایج ذیل ارائه می‌گردد:

الف) تاثیر تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد دانه و اجزاء آن :

بررسی‌ها (جدول ۴ و ۵)نشان می‌دهد که در تیمار ۳۰ درصد دورهای آبیاری به یکدیگر نزدیک‌تر ولی حجم آب مصرف کم‌تر خواهد بود لذا در نهایت تعداد دفعات آبیاری بیش‌تر و لیکن مقدار آب مصرف شده چون ملاک رساندن رطوبت موجود به FC است اختلاف زیادی با سایر تیمارها ندارد. به هر حال بررسی نتایج نشان می‌دهد که تیمار I1 (دور آبیاری بر اساس ۳۰٪ تخلیه رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی) بیش‌ترین تاثیر را بر عملکرد محصول و وزن هزار دانه داشته و با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشته است (شکل ۳).

هیچکدام از تیمارها بر عملکرد کاه، بیوماس و تعداد دانه بر سنبله تاثیر معنی‌دار نداشته و همگی در یک گروه قرار دارند. بیش‌ترین تاثیر بر تعداد سنبله بر متر مربع را دو تیمار I1 و I2 (۵۰٪ تخلیه رطوبت خاک از ظرفیت زراعی) اختلاف معنی‌داری با تیمار I3 (۷۰٪ تخلیه رطوبت خاک از ظرفیت زراعی) دارند.

(۱)

(۲)

(۳)

(٤)

**شکل ۳- نمایی از برخی وضعیت تیمارهای مختلف پروژه گندم در اراضی مورد مطالعه**

ب) تاثیر تیمارهای دور آبیاری بر تغییرات شوری خاک:

همانطور که از اشکال ۱-۱ تا ۱-۳ مشخص است، منظم‌ترین تغییرات شوری خاک از ابتدای آزمایش (آبشویی اولیه) تا آخرین آبیاری، مربوط به تیمارهای I1 و I2 می‌باشند. کاهش شوری خاک در طول دوره رشد و نموی گیاه و بخصوص در اوایل آن، به دلیل اعمال سهم آبشویی و تا حدودی بارندگی، رخ داده است. نقش تکمیلی بارندگی درآبشویی خاک بویژه در سال دوم تحقیق به خوبی نمایان است. با توجه به میزان بارندگی در این سال و مقایسه آن با منحنی تغییرات شوری خاک در همان سال (شکل ۳-۱) ملاحظه می‌گردد، کاهش یکنواخت شوری خاک از قبل از آبشویی (با شوری ۲۳/۵ دسی زیمنس بر متر) تا اواخر دی ماه (٦۰ روز پس از کشت) که شوری خاک به پنج دسی‌زیمنس بر متر تنزل یافته، و به خوبی نمایان است. البته این پدیده را برای دو تیمار ۳۰٪ و ۵۰٪ (تیمارهای ۱و۲) سال اول اجرای طرح (شکل ۲) نیز می‌توان مشاهده نمود. اما در سال سوم به دلیل تجمع سالانه املاح در نیم‌رخ خاک، بر اثر آبشویی‌های دوسال قبل، کنترل شوری خاک بخصوص برای تیمار ۷۰٪ (تیمار ۳) با مشکل مواجه شده است. صعود ناگهانی در منحنی تیمار سه و تا حدودی تیمار یک در سال سوم (شکل ٤) دلالت بر این موضوع دارد.

در تیمارهای I1 و I2 (۳۰٪ و ۵۰٪ ) همانطور که گفته شد و از مقایسه اشکال ۱-۱ تا ۱-۳ نیز نمایان است، از ۲۰ تا ۳۰ روز بعد از کاشت (یعنی اواسط تا انتهای پنجه‌زنی گندم) تا حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز بعد از کاشت (اوایل فروردین ماه) و هم‌زمان با مرحله گل‌دهی گیاه (مرحله حساس رشد گندم به تنش شوری)، شوری خاک در زیر حد بحرانی (هشت دسی‌زیمنس بر متر) کنترل گردیده است.

اما درتیمار I3 (۷۰٪)، در هر سه سال، شوری خاک در دوره داشت از حد بحرانی فراتر رفته است، که دلیل آن عدم آبشویی کامل خاک است. دو استدلال در این زمینه وجود دارد، یکی آنکه به علت خشک شدن خاک در فاصله بین دوآبیاری (به دلیل دور زیاد آن) و همچنین سنگین بودن بافت خاک (جدول ۱)، درز و ترک‌های متعدد و نسبتا عمیق در سطح هر کرت و مرزهای اطراف آن ایجاد می‌شود و حجم قابل توجهی از آب آبیاری که باید از نیم‌رخ خاک عبور کرده و عمل آبشویی را انجام دهد، از این شکاف‌ها هدر رفته و به درون خاک نفوذ نمی‌نماید. میزان آبی که به این طریق هدر می‌رود، نه صرف تامین نیاز آبی گیاه می‌شود و نه در آبشویی نیم‌رخ خاک موثر است و محاسبه مقدار آن نیز مشکل است ولی می‌توان گفت، مقدار آن قابل توجه می‌باشد. یکی دیگر از دلایل عدم آبشویی کامل، برگشت شوری به سطح خاک به دلیل افزایش تبخیر سطحی ناشی از طولانی بودن دورهای آبیاری در این تیمار می‌باشد.

ج) آب مصرفی در تیمارهای مختلف:

میانگین میزان آب مصرفی در سه سال آزمایش و در هر تیمار تعیین گردید به‌طوری‌که در تیمار ۳۰٪ تخلیه رطوبت خاک (I1) ٦٣٨٣ متر مکعب در هکتار، در تیمار۵۰٪ تخلیه رطوبت خاک (I2) ٦٩٣٦ متر مکعب در هکتار و در تیمار ۷۰٪ تخلیه رطوبت خاک (I3) ۷۸۲۵ متر مکعب در هکتار آب مصرف شده است.

نتیجه نهایی آن‌که، با توجه به مقایسه اثر تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد محصول و اجزاء آن و هم‌چنین میزان آب مصرفی و کنترل شوری خاک در دوره داشت، تیمار دور آبیاری بر اساس ۳۰٪ تخلیه مجاز رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی به عنوان بهترین تیمار معرفی می‌گردد. زیرا علاوه بر این‌که بیش‌ترین عملکرد محصول و وزن هزار دانه را تولید نموده، در کاهش میزان مصرف آب و کنترل شوری خاک نیز نسبت به سایر تیمارها موثرتر عمل نموده است. بر این اساس، جهت آبیاری گندم کشت شده در اراضی شور نیمه جنوبی استان خوزستان، جمعا هشت نوبت آبیاری لازم می‌باشد. دور مناسب آبیاری برای تاریخ کشت‌های اول آذر، هر ۱۵ تا ۲۰ روز یک‌بار تعیین گردید. البته در ماه‌های اسفند و فروردین (که با افزایش محسوس دمای هوا مواجه می‌شویم)، دور کم‌تر از ۱۵ روز یک‌بار (۷ تا ۱۰ روز) توصیه می‌گردد. باید توجه داشت که چنانچه در زمان آبیاری، بارندگی موثر رخ دهد، از دفعات آبیاری کاسته گردد.

## توصیه ترویجی

نتایج پژوهش نشان داد که، با توجه به مقایسه اثر تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد محصول و اجزاء آن و هم‌چنین کنترل شوری خاک در دوره داشت، تیمار دور آبیاری بر اساس تخلیه مجاز۳۰٪ از حد ظرفیت زراعی به عنوان بهترین تیمار معرفی می‌گردد. هم‌چنین، برای تولید ٤ تا ٤/٥ تن در هکتار محصول گندم در خاک‌هایی با شوری اولیه بین۲۰ تا ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر، جمعا ٦٠٠ *تا* ٦٥٠ *میلی‌متر* آب مصرف می‌گردد که به ترتیب سهم نیاز آبی گیاه، آبشویی خاک و بارندگی موثر، ۳۰۰ تا ۳۵۰ ، ۲۰۰ و حدود ۱۰۰ میلی‌متر بوده است.

۱- بنابراین با دور آبیاری توصیه شده، از تاریخ کاشت (اول آذر) تا اواسط اسفند ماه هر ۱۵ تا ۲۰ روز یک‌بار آبیاری لازم است.

۲- از نیمه اسفند تا زمان آخرین آبیاری (اواسط فروردین) دور مناسب آبیاری هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار می‌باشد. این توصیه برای مناطقی با میانگین بارندگی ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر، میانگین تبخیر سالیانه ۳۰۰۰ میلی‌متر، شوری خاک ۲۰ تا ۲۵ دسی‌زیمنس برمتر (قبل از کشت)، اسیدیته ۷ تا ۸، نسبت جذب سدیم کم‌تر از ۱۳، قابل اجرا می‌باشد.

۳- پیشنهاد می‌گردد که جهت حصول حداکثر عملکرد محصول در اراضی شور، دور آبیاری گندم به شکل زیر تنظیم گردد: دهه اول آذر (تاریخ کاشت)، دهه سوم آذر ماه، دهه دوم دی ماه، دهه اول بهمن ماه، دهه سوم بهمن، دهه دوم اسفند، اواخر اسفند ماه، دهه اول فروردین ماه. هم‌چنین برای تاریخ کشت‌های زودتر از هفته اول آذر، یک نوبت آبیاری بیش‌تر لازم است.

٤- برای تاریخ کشت‌های دیرتر نیز، آخرین آبیاری در اواسط فروردین تنظیم گردد. البته، همانطور که قبلا ذکر گردید بارندگی موثر تعدادی از نوبت‌های آبیاری را پوشش خواهد داد.

## فهرست منابع


۱- طاهرزاده، م. ح. ۱۳۷٤. مطالعات خاکشناسی تفصیلی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۹٦۹. تهران. .

۲- کمال الدین، ح.، و دهان زاده، ب.۱۳۹۳. بررسی میزان صرفه جویی آب آبیاری در زراعت گندم شهرستان اهواز. فصلنامه مهندسی آب، ۲(۱): ۸٦-۷۵.

۳- کیانی.ع.۱۳۹٤. راهنمای جامع آبیاری گندم، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و دفتر ترویج کشاورزی و منابع طبیعی، نشر آموزش کشاورزی، ۲۱۸ صفحه.

٤- واحدی، ا. ۱۳٤۹. اثر کیفیت آب آبیاری در میزان تولید گندم، چغندرقند، یونجه و آفتاب گردان. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۲۵۰. تهران.

5-Ayers, R.S.; D.W.Westcot.1985.Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper.no.29, rev.: 1.

6-Cardon, G.E.; J.G. Davis; T.A.Bauder; R.M.Waskom. 2003. Colorado State University Cooperative Extension. No.0.503. USA.

7-Hanson, R. 1999. Agricultural Salinity and Drainage. Cooperative Extension University of California. No.3375. USA.