

اثر تنش شوری (CINa) و رطوبتی بر عملکرد ذرت

محمد رضا امداد و حسین فرداد

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۵/۵

خلاصه

بررسی اثر تنش‌های شوری و رطوبتی و اثر متقابل این دو تنش بر فرآیند رشد و میزان محصول ذرت نوع هیبرید ۷۰۴ در گلخانه ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج در بیست تیمار و هشت تکرار بصورت فاکتوریل با طرح آماری پایه بلوک‌های کامل تصادفی در گلدان‌های پلاستیکی با وزن اولیه کاملاً مشخص مورد آزمایش قرار گرفت. آب آبیاری در پنج سطح شوری با هدایت الکتریکی ۵/۰ (شاهد)، ۶،۴، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و از نمک کلرور سدیم (۹۹٪ خالص) برای تیمارهای یاد شده مورد استفاده قرار گرفت. تنش‌های رطوبتی با دور آبیاری ثابت ۹،۶، ۱۴ و با تخلیه تقریبی ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده گیاه با توزین روزانه گلدانها و تعیین رطوبت موجود در خاک محاسبه و کمبود رطوبت تا درصد تعیین شده برای هر تیمار به طریق حجمی تامین شده است. آب آبخوئی خاک بر مبنای ده درصد کاهش مجاز محصول جهت کاهش تجمع املاح در خاک منطقه ریشه‌ها محاسبه و به آب آبیاری اضافه شده است. آزمایش از مرحله ۴ برگه شدن ذرت شروع و تا برداشت محصول ادامه داشته و نتایج زیر بدست آمده است. تنش شوری و تنش آبی هر دو موجب کاهش سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع گیاه گردیده است. در این فرآیند اثر تیمارهای شوری ۶،۴ و ۸ ds/m بر روند کاهش محصول بیشتر از اثر رژیم‌های رطوبتی در این آزمایشها بوده است. از این دیدگاه شوری ۶،۴ و ۸ ds/m باعث کاهش محصول به میزان ۱۷، ۳۴ و ۴۹ درصد نسبت به تیمار شاهد گردیده است. ضمناً با افزایش تنش رطوبتی میزان محصول تا ۳۱٪ کاهش یافته است. حداکثر عملکرد محصول در تیمارهای با تخلیه رطوبتی ۳۰ و ۵۰ درصد و شوری ۵/۰ و ۲ ds/m حاصل شده که بهترین آن از نظر دور آبیاری و اعمال مدیریت صحیح آن بر اساس ۵۰ درصد مصرف آب قابل استفاده پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، تنش رطوبتی، اثر متقابل دو تنش شوری و رطوبتی، عملکرد ذرت

مقدمه

حدود ۲۵ میلیون هکتار از خاکهای ایران به حالت شور و کیفیت آب آبیاری بسیاری از اراضی لب شور و بعضاً "شور طبقه بندی شده است.

در اراضی کشاورزی منشاء شوری از آب آبیاری و در برخی از اراضی از لایه‌های خاک شور و یا سنگ بستر شور تحت الارضی است. خروج این نمک‌ها از نیمرخ خاک اراضی که دارای زهکشی

طبیعی بوده و یا مجهز به یک شبکه زهکش موثر باشد هیچگونه مشکلی پیش نخواهد آمد. در غیر اینصورت این نمک‌ها در نیمرخ خاک مانده و در آب آبیاری حل شده و بر غلظت آن می‌افزایند. افزایش غلظت نمک رشد کلیه گیاهان را کند و بالاخره در شوری‌های بالاتر این رشد متوقف می‌شود.

کده و ملک (۱۳) با آزمایشی مبنی بر تاثیر سطوح مختلف

توسعه ریشه، تولید ماده خشک و رشد جوانه ذرت را در سطح معنی داری کاهش می دهد و میزان کاهش با افزایش شوری زیادتر می شود. در این مطالعه وزن خشک گیاهان مورد مطالعه در فشار اسمزی ۳، ۶ و ۹ بار به ترتیب ۷۸، ۱۹/۴ و ۶/۴ درصد وزن خشک گیاه شاهد بوده است. همچنین جذب آب و مواد غذایی در شرایط تنش کاهش می یابد (۱۰ و ۲۰). در این راستا زاهدی ۱۳۷۱ تاثیر کیفیت آب ۴ منبع آب آبیاری، با شوری ۲، ۴، ۶ و ۸ dS/m را بر سورگوم بررسی نموده و نتایج حاصله حاکی از آن است که محصول علوفه تر در تیمار آب با شوری ۸ dS/m، ۵۵ درصد محصول شاهد بوده است (۱).

طبق نظر فدروسکی و جفر (۹) وقتی افت پتانسیل اسمزی در خاک محیط ریشه از ۲/۰ - به ۴/۷ - بار برسد جذب آب ریشه های ذرت از ۲۳ به ۱۰ میلی لیتر در روز کاهش یافته و در ۷/۷ - بار مقدار جذب آب به ۳ میلی لیتر در روز تقلیل می یابد. کرافت ضمن تأیید نظر فدروسکی اعلام داشت که در ۸/۶ - بار جذب آب کاملاً متوقف می شود. مطالعات گران و همکاران حاکی از آن است که محدوده ای که تعداد دانه ها به تنش رطوبتی حساس می باشند، دو تا هفت روز پس از ابریشمی شدن شروع و ۱۶ تا ۲۲ روز بعد از ابریشمی شدن خاتمه می یابد. این نتیجه با گزارش رایبیز که اشاره نموده، پنجاه درصد کاهش محصول بخاطر تنش اعمالی شش تا هشت روزه بعد از گلدهی می باشد نیز سازگار است (۱۱ و ۲۱).

دنمید و همکاران (۷) اثر تنش رطوبتی را در مراحل مختلف رشد و توسعه ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش نشان داد که تنش رطوبتی در مرحله ابریشمی شدن ذرت برای محصول دانه خطرناک است و رشد سبزینه ای بصورت کمی تحت تاثیر تنش قرار گرفته است، افزایش تنش بر رشد ساقه تاثیر نموده و ارتفاع گیاه را کاهش داده است. ولی پس از آبیاری و رفع تنش رطوبتی، سرعت رشد ابتدا اندکی افزوده شده و سپس همانند گیاه شاهد حالت عادی خود را ادامه داده است. در این مطالعه تنش رطوبتی اعمال شده در دوره سبزینه ای، ابریشمی و خوشه رفتن به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد کاهش محصول را در برداشته است. فدروسکی (۱۵) کاهش عملکرد سویا را ناشی از تنش رطوبتی عنوان کرد. کلاس (۵) ضمن قبول نظر دنمید کاهش وزن خشک را ۱۵ تا ۱۷ درصد تعیین نموده

شوری در مراحل مختلف رشد ذرت اعلام نمودند که مقاومت ذرت با رشد گیاه افزایش می یابد. بعلاوه اثر سمی یون های کلرورسدیم NaCl در مقابل یون های $MgCl_2$ و $CaCl_2$ در فشار اسمزی مساوی، کاهش بیشتری از محصول را موجب می شود. بعلاوه کاهش محصول دانه ذرت در اثر شوری، بیشتر از کاهش محصول علوفه آن است. این شوریها در سطوح ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر، محصول دانه به ترتیب: ۴۲، ۶۵ و ۷ درصد محصول تیمار شاهد را در پی داشته است. در حالیکه کاهش محصول علوفه به ترتیب ۹۱، ۶۴ و ۲۶ درصد محصول شاهد بوده است.

ماس و هوفمن (۱۷) معیارهایی برای تحمل شوری گیاهان زراعی تدوین و دو پارامتر اصلی آستانه شوری (شوری مجاز بدون کاهش محصول که می توان بعنوان شاهد در نظر گرفت) و پارامتر دوم درصد کاهش محصول در مقابل افزایش هر واحد شوری از حد آستانه تعیین شده برای هر محصول را پیشنهاد نمودند. با توجه به جداول ماس و هوفمن آستانه بحرانی درصد کاهش محصول به ازای افزایش هر واحد شوری برای ذرت به ترتیب ۱/۸ و ۷/۴ می باشد. هوفمن در ادامه مطالعات خود اثر کیفیت آب آبیاری بر ذرت را بررسی نموده و به این نتیجه رسید که آستانه شوری برای ذرت اعم از EC_e یا EC_c کمتر از ۲ dS/m بوده و با آبتوشی کامل می توان در مقایسه با شاهد تمامی محصول ذرت را برداشت نموده و در صورت عدم آبتوشی، حتی آبیاری با آب شیرین، کاهش محصول حتمی است. (۱۲)

پاسترناک، (۱۸) کشت ذرت با استفاده از آب شور و تناوب آن با آب معمولی را مورد بررسی قرار داد. در این آزمایش سرعت جوانه زدن دانه ذرت فقط موقعی که هدایت الکتریکی محلول خاک بالای ۱۷ dS/m بود کاهش یافت. پاسترناک اعلام داشت که گونه های مختلف گیاهان فقط در دوره کوتاهی از دوره رشد و نمو خود به شوری حساس هستند و کاربرد آب شور در خارج از این دوره موجبات استفاده بهینه از آب را فراهم می آورد. در این مطالعه آبیاری با آب ۷ dS/m، ۵۰ درصد کاهش محصول را در پی داشته است.

پسرک لی (۱۹) اثر شوری بر وزن خشک، جذب آب و میزان نیتروژن موجود در برگ ذرت در اثر اعمال تنش شوری را مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که تنش شوری در هر سطحی،

نظر اسمزی تطابق کاملی با محیط خارج حاصل می‌نماید. این تغییرات در گیاهان مختلف شدت و ضعف داشته ولی اغلب انواع گیاهی از این اصول کم و بیش تبعیت می‌نمایند. هدف از این تحقیق تعیین روال تغییرات رشد ذرت تحت تنش شوری و تنش رطوبتی در شرایط کنترل شده می‌باشد.

مواد و روشها

بمنظور بررسی اثر تنش شوری و تنش رطوبتی بر رشد و نمو گیاه ذرت آزمایشی در گلخانه ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج در گلدان های پلاستیکی به قطر ۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتیمتر و وزن ۸۰۰ گرم انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

در کف گلدان ها سوراخهایی جهت خروج زه آب تعبیه گردید. جهت زهکشی مقدار ۲/۲ کیلوگرم ماسه نرم (سرنده شده) در کف گلدانها قرار داده شد و گلدان ها با ۲۲ کیلوگرم از خاک ایستگاه پر شدند. خاک مورد نظر لومی می باشد.

آب قابل استفاده گیاه با توجه به درصد های وزنی ظرفیت نگهداری و پژمردگی معادل ۱۲ درصد وزنی بوده و می توان با در نظر گرفتن وزن خاک موجود در گلدان (۲۲ کیلوگرم) آن را به صورت وزنی بیان نمود. وزن آب قابل استفاده ۲/۶۴ کیلوگرم و تنشهای رطوبتی بر این اساس اعمال شده است.

است. شالهورت (۲۳) فواصل آبیاری را بعنوان فاکتوری در پاسخ ذرت به شوری مورد بررسی قرار داد و عنوان نمود که تیمارهای شوری اثر معنی داری نسبت به تیمارهای آبی بر محصول سبزینه ای ذرت داشته است.

جی - آر کرامر (۶) اثر متقابل تنش شوری و رطوبتی بر رشد ذرت را مورد مطالعه قرار داده و اعلام نمود که، طویل شدن ریشه های اصلی ذرت تحت تاثیر شوری و افزایش غلظت آب در محیط خاک متوقف می شود ولی ریشه های فرعی بیشتر از ریشه های اصلی تحت تاثیر این شوری قرار می گیرند. کرامر اضافه می نماید که حساسیت ریشه های اصلی نسبت به افزایش غلظت نمک و فشار اسمزی کمتر از ریشه های فرعی است. بعلاوه شوری خاک در محیط ریشه های فرعی ذرت موجب توقف رشد برگها و ظهور سریع علائم پژمردگی دال بر افت پتانسیل آب در برگ و کاهش فشار تورژسانس از پی آمدهای اولیه افزایش شوری در محیط ریشه های فرعی ذرت است. با گذشت زمان، روند رشد جدیدی در ریشه های فرعی ذرت ظاهر می شود. ولی این میزان رشد کوچکتر از رشد ریشه های فرعی گیاه شاهد است.

اکثر محققین بر این عقیده اند که شوری خاک در دراز مدت رشد ریشه های ذرت را محدود نموده و در جذب مواد معدنی اختلالی پیش می آورد. بعلاوه تراکم (عناصر پر مصرف) کاهش و تراکم عناصر کم مصرف افزایش می یابد. ناحیه رشد طولی ریشه از

جدول ۱ - مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از آزمایش

آنیونها (meq/litr)							کاتیونها (meq/litr)			پارامترهای شیمیایی		
										dS/m	p.p.m	p.p.m
Co ₃ ⁼	HCo ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	pH	EC	SAR	فسفر	پتاسیم	
۰	۲/۸	۱/۶	۱۰/۷	۱۰	۳/۲	۱/۶	۹/۵	۱/۰	۰/۶۱	۸/۱۲	۲۹۰	

ادامه جدول ۱ -

% رطوبت وزنی خاک در حالت :			دانه بندی		
اشباع	نگهداری	پژمردگی	% رس	% سیلت	% شن
۳۶	۲۱/۸	۹/۸	۱۹	۳۴	۴۷

مختلف با استفاده از نمک طعام NaCl با درجه خلوص ۹۹ درصد تهیه و برای آبیاری بکار برده شد.

تنش رطوبتی خاک در ۴ تیمار و در حقیقت در ۴ رژیم آبیاری (پس از تخلیه ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده خاک) اعمال شده است. کمبود آب برای تیمار با توزین روزانه گلدان ها و محاسبه آب مصرف شده بطریق حجمی تامین شده است. بدین ترتیب دور آبیاری برای تیمارهای I₁ تا I₄ به ترتیب حدود ۰.۴، ۰.۶، ۰.۹ و ۱.۴ روز بوده است. از آنجائیکه بوته ذرت (هر گلدان یک بوته) مرتباً رشد نموده و بر وزن گلدان اضافه می شود، در این راه خطایی در تعیین رطوبت خاک پیش می آورد، لذا برای جلوگیری از این خطا هر ۱۵ روز یکی از ۸ تکرار را حذف نموده، بوته ذرت را از سطح خاک قطع، وزن بوته و اجزاء آن را در حالت تر و خشک تعیین و در محاسبه رطوبت خاک از وزن آن روز گلدان کسر شده است.

همزمان با آبیاری، میزان آشویی بر مبنای ده درصد کاهش محصول مد نظر قرار گرفته و با احتساب آب آشویی جهت کاهش تجمع املاح در منطقه ریشه، این مقدار به آب آبیاری اضافه شده است. میزان آشویی با استفاده از فرمول:

$$LR = \frac{ECi}{SECe - ECi} \times 100$$

محاسبه شده است که در آن LR، درصد آشویی، ECi هدایت الکتریکی آب آبیاری و ECe هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بی باشد.

پس از ۴ برگه شدن بوته های ذرت به فواصل ۱۴ روز امعادل طولانی ترین دور آبیاری) یک تکرار از هر تیمار حذف شده است. ساقه گیاه از قسمت طوقه قطع و با جدا کردن برگ از ساقه پارامترها و خصوصیات گیاهی بوته شامل: طول بوته، وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه و برگ تعیین شده است. سطح برگ بوته با دستگاه، سطح سنح ΔT اندازه گیری شده است.

نتایج و بحث

تأثیر شوری و رژیم های آبیاری بر سطح برگ

مواد غذایی خاک برای آنکه جذب ریشه شوند ابتدا باید بصورت محلول در آب در آمده و سپس طی پدیده تفکیک، کاتیون ها و آنیون ها از هم جدا شده تا قابل جذب بوسیله ریشه گردند.

کلور سدیم مهمترین نمک موجود در آب و خاکهای شور بوده و سمیت آن نیز برای گیاهان خیلی زیاد است. میزان نمک کاربردی برای تهیه تیمارهای مختلف آب آبیاری از نظر هدایت الکتریکی در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۲ - میزان نمک کاربردی با توجه به هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی آب	میزان نمک مصرفی
dS/m	(gr/litr)
۲	۱
۴	۲/۳
۶	۳/۶
۸	۴/۹

تیمارهای آبیاری بصورت I₁ تا I₄ به ترتیب برای مصرف ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد مصرف آب قابل استفاده و پنج تیمار شوری S₀ تا S₄، به ترتیب برای شوریه های ۵/۲۰، ۴/۶، ۶/۸ و ۸/۱۰ دسی زیمنس بر متر اختصاص داده شده اند.

بنابراین با مصرف ۳۰ درصد آب گلدان (۷۹۲Kg/۰ = $0/30 \times 2/64 = 31/08$) وزن گلدان به (۳۱/۰۸ - ۰/۷۹۲ = ۳۱/۸۰) کیلوگرم کاهش می یابد و در تیمار تخلیه ۳۰ درصد، چنین وزنی موید زمان آبیاری این تیمار بوده و با افزایش ۷۹۲ سانتیمتر مکعب آب، رطوبت خاک گلدان به ظرفیت نگهداری بر می گردد.

کود شیمیائی ازته به میزان ۳۰۰ کیلوگرم و کود فسفاته ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به نسبت برای سطح هر گلدان محاسبه و در دو نوبت ۴ و ۸ برگه شدن گیاه ذرت به خاک اضافه شده است. در هر گلدان ۳ دانه بذر (از نوع هیبرید ۷۰۴ گروه ذرت علوفه ای) در عمق ۵ سانتیمتر کشت و در یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در پنج تیمار شوری و ۴ تیمار رطوبتی جمعاً در بیست تیمار (۴×۵) و ۸ (۴+۴) تکرار یعنی در ۱۶۰ گلدان پارامترهای مورد نظر بررسی شده است.

۲۰ تیمار آزمایش مرکب از ۵ تیمار شوری آب آبیاری: تیمار اول با ۵ dS/m بعنوان تیمار شاهد و ۴ تیمار بقیه با هدایت الکتریکی ۸ و ۶ و ۴ و ۲ دسی زیمنس بر متر مجموعاً پنج تیمار شوری آب آبیاری را تشکیل می دهند. آب آبیاری با شوری های

بطور کلی اثر شوری و اثر رطوبت هر کدام به تنهایی بر توسعه سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است. ولی اثر متقابل آنها معنی دار نبوده است. به سخن دیگر تنش شوری و تنش رطوبتی با کاهش جذب مواد غذایی و آب بر رشد و نمو ذرت تاثیر نموده. برگ‌های آن کوچک، ارتفاع بوته‌ها کاهش و عملکرد محصول در هکتار پایین می‌آید.

اثر تیمارهای مختلف شوری بر رشد برگ یکسان نیست و معمولاً این اثر در زیر آستانه شوری که برای هر گیاه جداگانه است اثر چندانی ندارد. ولی در شوری‌های بالا این اثر قابل ملاحظه و بعضاً شدید است. در جدول ۴ میانگین شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف شوری مورد مقایسه قرار گرفته است. سه تیمار (۵/۵ dS/m = S_0 ، $S_1 = 2$ ، $S_2 = 4$) جزو یک گروه و میانگین شاخص سطح برگ یکسان (۳/۱) دارند و اما در گروه دیگر

انجام فرآیند جذب خواه بصورت فعال و یا غیر فعال مستلزم آن است که غلظت این کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول خاک در حدی باشد که پتانسیل محلول خاک بیشتر از پتانسیل پروتوپلاسم سلولهای ریشه بوده و شیب این پتانسیل به طرف سلولها مثبت باشد در چنین شرایطی به کمک نیروی اسمزی و از خلال پرده نیمه تراوای جدار سلولهای ریشه عمل جذب انجام می‌شود. بنابراین میزان نمک و مقدار آب موجود در محیط ریشه دو عامل تعیین کننده در شدت جذب مواد توسط ریشه گیاه محسوب می‌شود. به سخن دیگر با افزایش نمک خاک و یا کم شدن رطوبت در محیط ریشه، در هر دو حال شیب پتانسیل از خاک به طرف سیتوپلاسم سلول منفی شده و عمل جذب مواد متوقف و در نهایت در یک جریان عکس آب سلول جذب خاک شده و با عمل پلاسمولیز سلولهای گیاه خشک می‌شود. از دیدگاه آماری میانگین مربعات شاخص سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین مربعات سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته

میانگین مربعات		سبع تغییرات	
ارتفاع بوته	وزن خشک	سطح برگ	
۰/۳۶**	۱۷۱۲۷/۲**	۳/۱**	شوری
۰/۰۸**	۸۰۷۵/۸**	۶/۱**	رطوبت
۰/۰۸ NS	۷۱۸/۹ NS	۰/۳ NS	اثر متقابل شوری و رطوبت

** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، NS: اختلاف معنی دار نیست

تعیین می‌اندازند. منحنی‌های شکل ۱ به تغییرات شاخص سطح برگ در شوری ثابت و رژیم آبی متغیر و در شکل ۲، تغییرات شاخص سطح برگ در رطوبت ثابت و شوری مختلف نشان داده شده است. در ۴ تیمار شوری S_1 تا S_4 شکل ۱ و در ۴ تیمار رطوبتی I_1 تا I_4 شکل ۲، روال تغییرات منحنی‌ها کاملاً شبیه یکدیگر بوده و شاخص سطح برگ ۷۷ روز بعد از جوانه زدن بذر در تمامی تیمارها به مقدار ماکزیمم می‌رسد. نتایج حاصله با نتایجی که سامیس و همکاران روی استرس گندم و جو بدست آورده اند مطابقت دارد (۲۲). ایکس اثر تنش آبی بر گناه سورگوم که در گلدان‌های پلاستیکی (دارای مخزن و فاقد مخزن کشت شده) و با آب یا شوری ثابت آبیاری می‌شد را مورد مطالعه قرار داد و اثر ریشه‌های عمقی در گلدانهای مخزن دار در

($S_4 = 8$ ، $S_3 = 6$ dS/m) شاخص سطح برگ شدیداً کاهش یافته است. در جدول ۵ به ترتیب میانگین ارقام شاخص سطح برگ تیمارهای رطوبتی ارائه شده است. طبق محاسبات آماری اختلاف این ارقام با شاهد معنی دار بوده و مقایسه ارقام دو جدول با یکدیگر نشان دهنده آن است که شاخص سطح برگ تیمارهای گروه‌های A و B دو جدول، نظیر به نظیر معادل هم می‌باشند. ولی اثر متقابل تنش‌های شوری و رطوبت بر شاخص سطح برگ معنی دار نبوده است، و دلیل آنرا اینطور میتوان توجیه نمود که اثر این دو تنش بر فرآیند جذب در ریشه یکسان است. به سخن دیگر کاهش رطوبت خاک، افزایش سبب غلظت نمک در عصاره خاک را در پی داشته و هر دو موجبات کاهش جذب مواد توسط ریشه را فراهم و رشد و نمو اندام‌های گیاهی را به

درصد معنی دار بوده است.

تحقیقات افزانه و همکاران (۸) نیز موید این نظر است. بنابراین رطوبت خاک بر میزان فتوسنتز گیاه تاثیر گذاشته و ساخت مواد اولیه گیاهی را تشدید می نماید. بعلاوه افزایش محصول دانه ذرت رابطه مستقیم با میزان فتوسنتز برگ و میزان رطوبت موجود در خاک دارد.

میل هالوویک و همکاران (۱۶) تنش آبی گیاه ذرت را در ارتباط با نوع کود ازته ($\text{NH}_4\text{-N}$) و ($\text{NO}_3\text{-N}$) و تاثیر آن بر غلظت کلروفیل در برگ را مورد مطالعه قرار داد و اظهار داشت کودهای ازته آمونیاکی در مقایسه با کودهای نیتراته تراکم کلروفیلی زیادتری در برگ ایجاد نموده و از این راه بر شدت فتوسنتز و در نهایت بر تولید موادخشک تاثیر می گذارد. بنابراین عکس این موضوع نیز صادق است یعنی با آبیاری بی رویه ازت خاک شسته شده، در نتیجه میزان محصول کاهش و از آنجا نقصان ماده خشک را در پی خواهد داشت. (۲۰)

در شکل ۳ درصد نسبی محصول حاصله از رژیم ثابت آبیاری با شوری های مختلف مقایسه شده است.

جذب بیشتر آب را مشخص نمود که مورد تایید نتایج حاصله از این تحقیق در تیمار بدون تنش آب می باشد (۲۴). با توجه به مجموعه بررسی ها و استنتاج های فوق به این نتیجه می رسیم که:

شوریهای S_3 و S_4 نسبت به شاهد (S_0) باعث ۱۹ و ۲۶ درصد کاهش سطح برگ شده اند. سطح برگ در رژیمهای آبیاری I_3 و I_4 (تیمارهای خشک) به میزان ۲۶ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داشته است.

اثر شوری و تغییرات رطوبت بر وزن خشک ذرت

فاکتور شوری و میزان رطوبت موجود در محیط ریشه در خاک دو پارامتر موثر بر میزان محصول ذرت بوده و مکانیسم عمل آنها عکس یکدیگر است. به سخن دیگر افزایش رطوبت تا حد مشخصی برای هر گیاه موجب افزایش میزان محصول و افزایش شوری موجب کاهش محصول می گردد (۲، ۳، ۴، ۱۰، ۱۴). بطور کلی اثر کیفیت آب آبیاری از دیدگاه شوری مسئله بزرگ تحقیقاتی جهان امروز بوده و در رابطه آب و خاک و گیاه فصل مهمی به خود اختصاص می دهد. بررسی ارقام جدول ۳ حاکی از آن است که تاثیر شوری و رطوبت بر میزان وزن خشک محصول ذرت در سطح ۱

جدول ۴ - مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف شوری dS/m

شوری	$S_0 = 0/5$	$S_1 = 2$	$S_2 = 4$	$S_3 = 6$	$S_4 = 8$
میانگین شاخص سطح برگ	۳/۱A	۳/۲A	۳/۱A	۲/۵B	۲/۳B

جدول ۵ - میانگین شاخص سطح برگ در تیمارهای رطوبتی با درصد تخلیه (دور آبیاری) مختلف

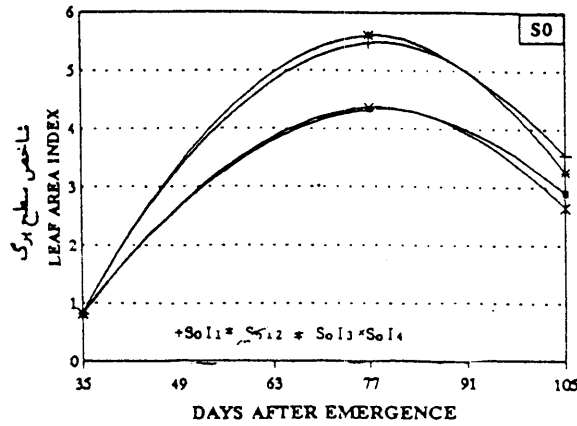
رژیم آبیاری	$I_1 = 30\%$	$I_2 = 50\%$	$I_3 = 70\%$	$I_4 = 90\%$
میانگین شاخص سطح برگ	۳/۴A	۳/۱A	۲/۵B	۲/۲B

ملاحظه می شود که عملکرد ذرت در تیمار $I_1 S_3$ ، ۶۰ درصد تیمار شاهد و در تیمار $I_2 S_3$ ، ۵۹٪ و در تیمار $I_2 S_4$ و $I_4 S_4$ به ترتیب ۴۶ و ۴۰ درصد تیمار شاهد محصول برداشت شده و کاهش محصول در ۴ تیمار فوق به ترتیب ۴۰، ۴۱، ۴۱ و ۵۴ درصد بوده است. بنابراین استرس آبی در محیط های شور خطرناکترند.

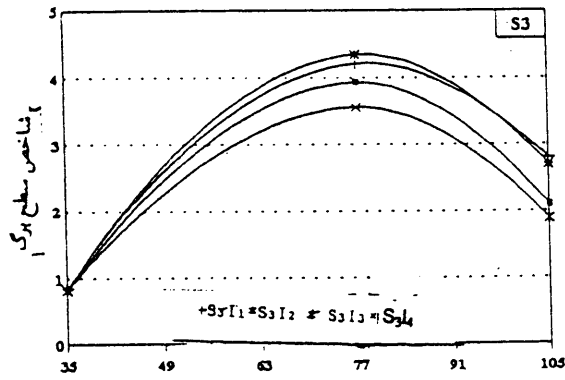
در شکل ۴ محصول نسبی ذرت در سطوح شوری ثابت و رژیم های آبیاری مختلف نشان داده شده است. در شوری ثابت $S_1 I_4$ (ب - ۴) اختلاف محصول بین دو تیمار $S_1 I_4$ و $S_1 I_1$ ، ۲۸٪ و در شوری ثابت ۴ دسی زیمنس بر متر شکل (ج - ۴) این اختلاف عملکرد ۲۶٪ و در شوری ۶ دسی زیمنس بر متر شکل (د - ۴) ۱۰٪ و در $S_4 = 8$ dS/m شکل (ه - ۴) اختلاف عملکرد دو تیمار ۶٪ است. بنابراین روند کاهش محصول ناشی از تنش آبی نیز با افزایش شوری افزایش می یابد.

ملاحظه می شود که عملکرد ذرت در تیمار $I_1 S_3$ ، ۶۰ درصد تیمار شاهد و در تیمار $I_2 S_3$ ، ۵۹٪ و در تیمار $I_2 S_4$ و $I_4 S_4$ به ترتیب ۴۶ و ۴۰ درصد تیمار شاهد محصول برداشت شده و کاهش محصول در ۴ تیمار فوق به ترتیب ۴۰، ۴۱، ۴۱ و ۵۴ درصد بوده است. بنابراین استرس آبی در محیط های شور خطرناکترند.

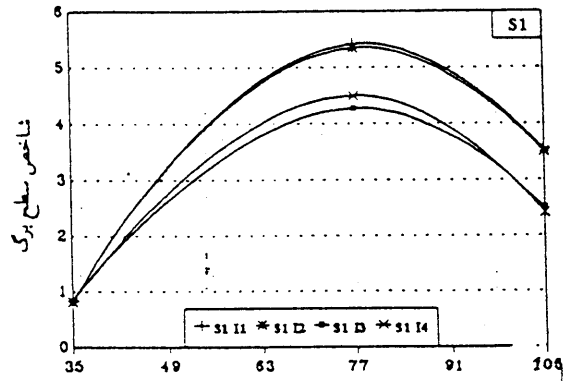
در شکل ۴ محصول نسبی ذرت در سطوح شوری ثابت و



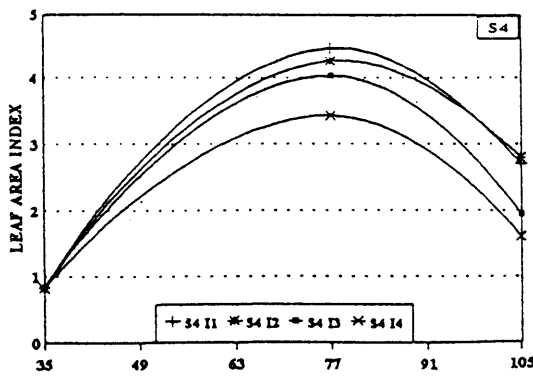
الف - در شوری ثابت S_0 روزهای بعد از جوانه زدن



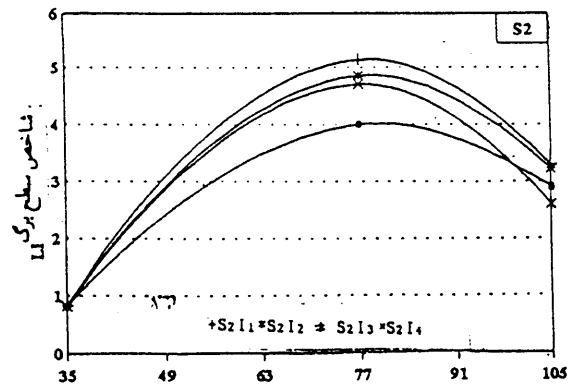
د - در شوری ثابت S_3 روزهای بعد از جوانه زدن



ب - در شوری ثابت S_1 روزهای بعد از جوانه زدن

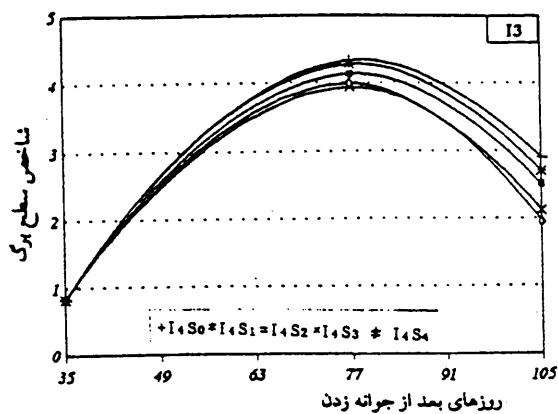


ه - در شوری ثابت S_4 روزهای بعد از جوانه زدن

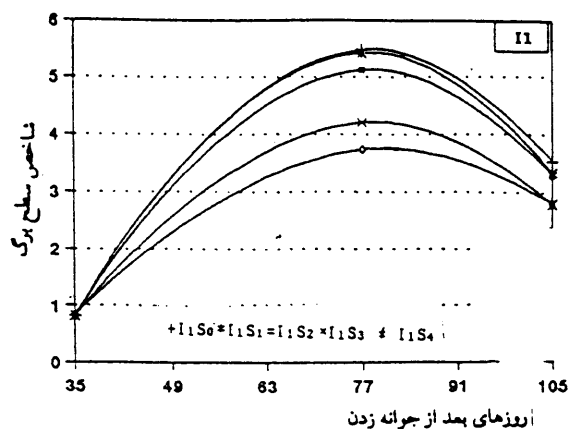


ج - در شوری ثابت S_2 روزهای بعد از جوانه زدن

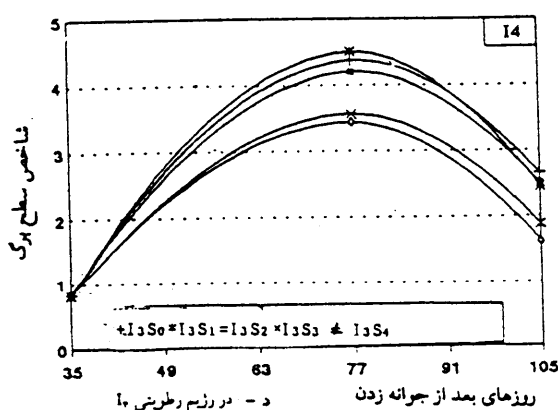
شکل ۱ - روند افزایش سطح برگ در رژیم های رطوبتی مختلف I_1 تا I_4 و شوری ثابت



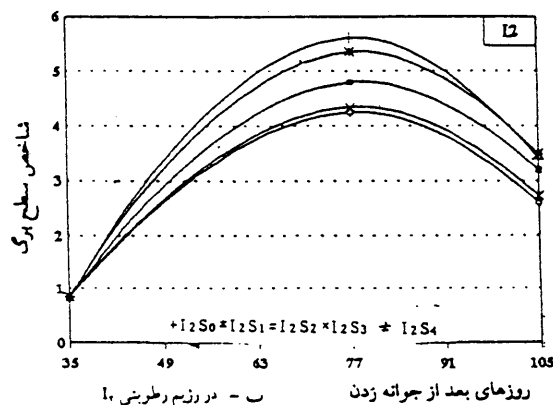
ج - در رژیم رطوبتی I₄



الف - در رژیم رطوبتی I₁

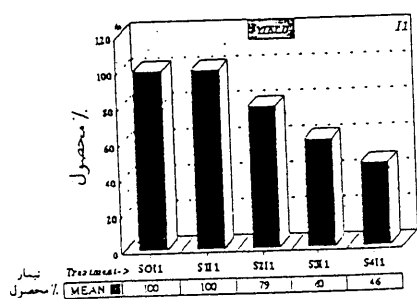


د - در رژیم رطوبتی I₄

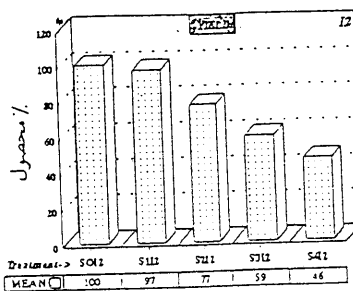


ب - در رژیم رطوبتی I₂

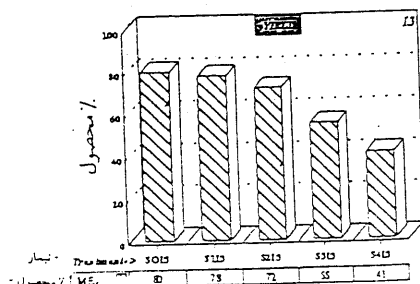
شکل ۲ - روند افزایش سطح برگ در رژیم های رطوبتی ثابت I و شوری مختلف (S0 تا S4)



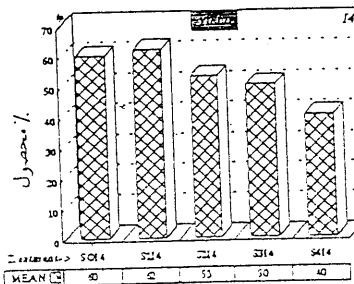
الف - رژیم رطوبتی ثابت I₁
دور آبیاری ۲ روز تخلیه حدود ۳۰٪



ب) رژیم رطوبتی ثابت I₂
دور آبیاری ۶ روز تخلیه حدود ۵۰٪

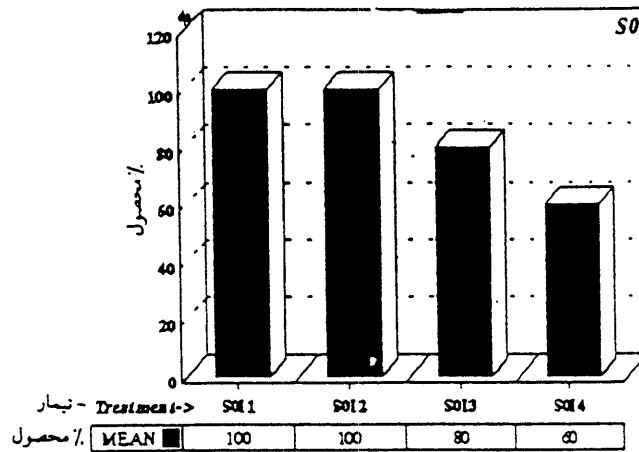


ج) رژیم رطوبتی ثابت I₃
دور آبیاری ۹ روز تخلیه حدود ۷۰٪

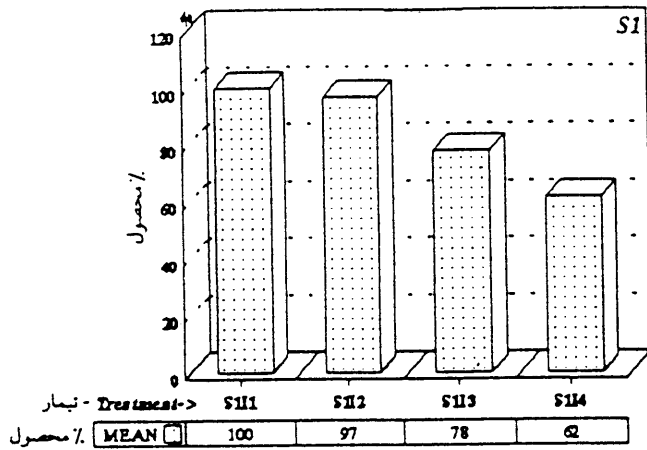


الف - رژیم رطوبتی ثابت I₄
دور آبیاری ۲ (روز تخلیه حدود ۹۰٪

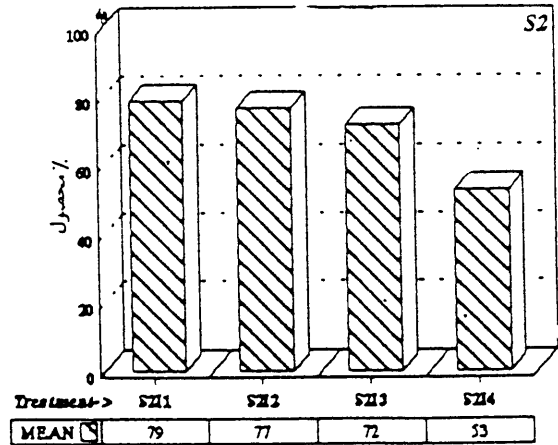
شکل ۳ - محصول نسبی ذرت حاصله در رژیم آبیاری ثابت و شوری مختلف



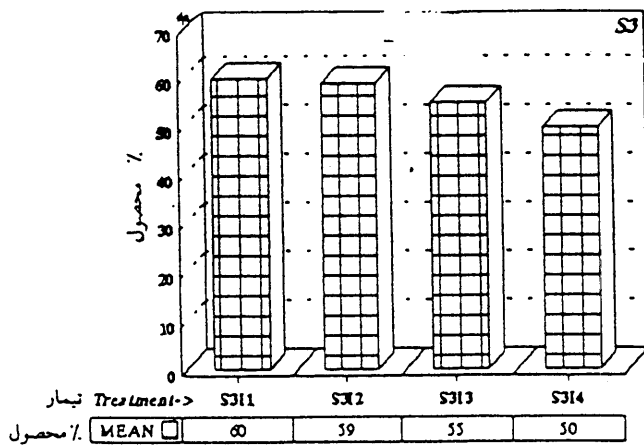
الف - شوری S₀



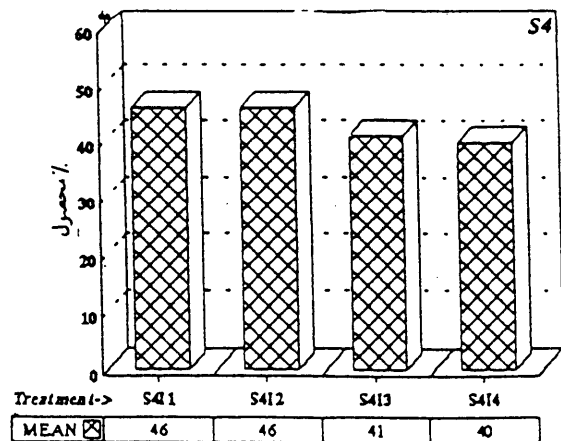
ب - شوری S₁



ج - شوری S₂



د - شوری S₃



ه - شوری S₄

شکل ۴ - محصول نسبی در سطوح شوری ثابت و رژیم های آبیاری مختلف

توجه به جدول ۷ ملاحظه می‌گردد که تیمارهای رطوبتی I1 و I2 از نظر محصول وزن خشک با هم برابر بوده در حالیکه تیمار I3 و I4 (رژیمهای رطوبتی خشک) نسبت به تیمار I1 و I2 به ترتیب باعث کاهش محصول ۱۶ و ۳۱ درصد گردیده‌اند.

با توجه به جدول ۶ ملاحظه می‌شود که شوری S1 نسبت به شاهد باعث کاهش چندانی در وزن خشک نگردیده است. شوری S2 باعث کاهش محصول ۱۷ درصد نسبت به تیمار شاهد شده است. همچنین تیمارهای شوری S3 و S4 به ترتیب باعث کاهش محصولی به میزان ۲۴ و ۴۹ درصد نسبت به تیمار شاهد گردیده‌اند. همچنین با

جدول ۶ - مقایسه میانگین‌های وزن خشک تحت تاثیر تیمار شوری

S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀	شوری
۷۸/۵D	۱۰۱/۶C	۱۲۷/۳B	۱۵۲/۸A	۱۵۳/۶A	میانگین وزن خشک (گرم)

جدول ۷ - مقایسه میانگین‌های وزن خشک تحت تاثیر تیمارهای رطوبتی

I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	تیمار رطوبتی
۹۶/۲C	۱۱۸/۱B	۱۳۷/۳A	۱۳۹/۴A	میانگین وزن خشک (گرم)

جدول ۸ - درصد کاهش محصول و آستانه شوری آن dS/m

۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۰	درصد کاهش محصول
۲۳	۱۲/۸	۷/۹	۵	۳	آستانه شوری خاک
۱۵	۸/۶	۵/۲	۳/۲	۱/۸	آستانه بحرانی طبق نظر ماس و هوفمن

درصد کاهش محصول با در نظر گرفتن شوری خاک

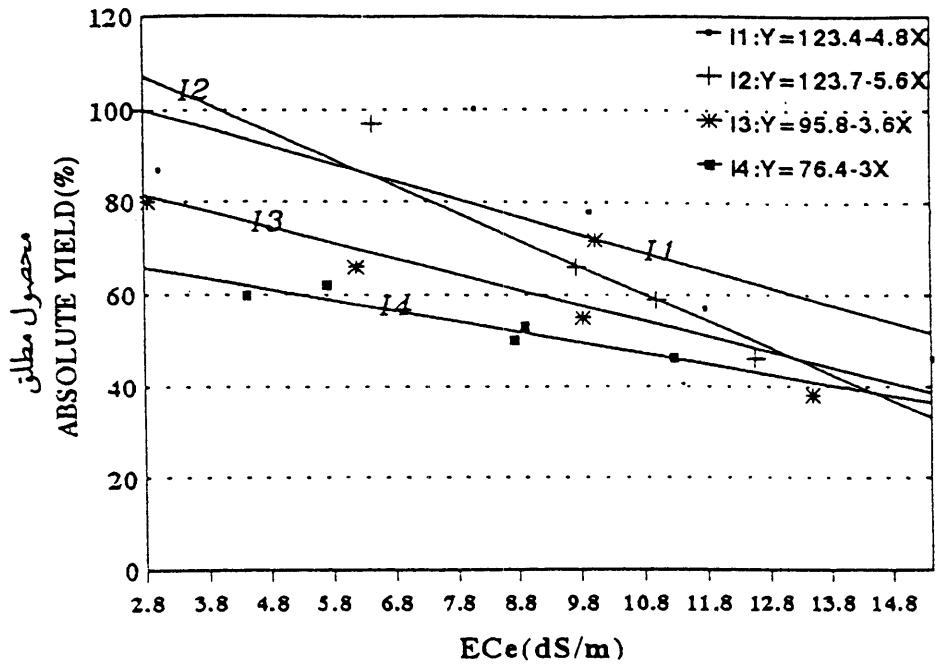
آزمایشگاه شوری خاک ریور ساید کالیفرنیا معادله زیر را برای محاسبه محصول نسبی (Y_r) گیاهان برای خاک های شور، پیشنهاد نموده است.

$$Y_r = 100 - B(EC_e - A)$$
A، آستانه شوری و B، درصد کاهش محصول در اثر افزایش یک واحد شوری از حد آستانه می باشد. در جدول ماس و هوفمن آستانه بحرانی برای ذرت ۱/۸ و A = ۱/۸ و درصد کاهش محصول به ازاء افزایش هر واحد شوری برای ذرت B=۷/۴ درصد تعیین شده است. بر این مبنا برای هر تیمار رطوبتی با در نظر گرفتن شوری خاک و درصد کاهش محصول، محاسبات همبستگی بین EC و محصول حاصله انجام و نتایج در شکل ۵ و محصول نسبی آن (برای شوری خاک و تمام رژیم‌های آبیاری در شکل ۶ نشان داده شده است. در

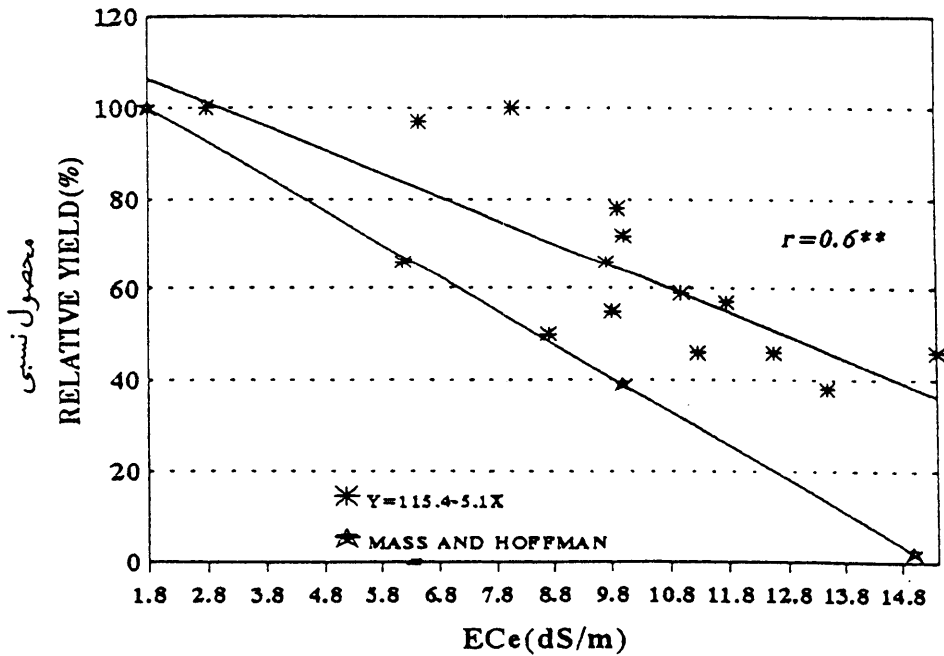
این منحنی آستانه شوری برای ذرت ۳ dS/m و مقدار کاهش محصول در ازاء هر واحد شوری ۵/۱ درصد بدست آمده است. آستانه شوری برای درصدهای مختلف کاهش محصول محاسبه و با درصدهای پیشنهادی ماس و هوفمن در جدول ۸ مقایسه شده است.

اثر سطوح شوری و رژیم‌های آبیاری بر ارتفاع گیاه

تجزیه واریانس (جدول ۳) گویای آن است که اثرات شوری و رژیم‌های آبیاری بر ارتفاع ذرت در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. شوری موجب کاهش ارتفاع گیاه ذرت شده است. در این آزمایش ارتفاع گیاه ذرت در تیمار شاهد (شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر) در مقایسه با دیگر تیمارها بیشترین و برابر ۱/۷ متر و در شورترین تیمار S₄=۸ dS/m ارتفاع ذرت به ۱/۳ متر و در دو تیمار میانی S₃ و S₂ با شوری به ترتیب ۴ و ۶ dS/m ارتفاع ذرت به ۱/۵ و



شکل ۵ - تغییرات میزان محصول کل ذرت (محصول مطلق) بعنوان تابعی از تغییرات شوری خاک در رژیم های مختلف آبیاری



شکل ۶ - میزان محصول نسبی ذرت بعنوان تابعی از تغییرات شوری خاک

با رفع تنش رطوبتی روند رشد ذرت از سر گرفته می‌شود (۲۳). در این آزمایش حداکثر محصول در تیمارهای تنش رطوبتی با تخلیه مجاز ۳۰ و ۵۰ درصد و شوری ۵/۰ و ۲ دسی زیمنس بر متر حاصل شده که رژیم آبیاری I₂ با تخلیه ۵۰ درصد از نظر اقتصادی و مدیریتی قابل توصیه است.

- آستانه شوری برای کاهش محصول ۳ dS/m تعیین شد، در حالیکه ماس و هوفمان این آستانه را ۱/۷ دسی زیمنس بر متر گزارش نموده‌اند. کاهش محصول ذرت در ازاء افزایش هر واحد شوری ۵/۱ (در مقابل ۷/۴ رقم پیشنهادی ماس و هوفمان) تشخیص داده شد.

سپاسگزاری

از همکاری‌های صمیمانه مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

۱/۴ متر رسیده است. اثر تیمارهای شوری در کاهش ارتفاع گیاه بیشتر از رژیم‌های آبی بوده است.

نتیجه

عامل شوری با افزایش غلظت محلول خاک و فشار اسمزی در خاک اطراف ریشه، پدیده جذب آب توسط ریشه را دچار اشکال نموده و از این راه بر فرآیند فتوسنتز تاثیر گذاشته، تولید مواد حاصله از فتوسنتز را کاهش و در نتیجه سطح برگ گیاه کاهش می‌یابد. در این آزمایش معلوم شد که شوری تا ۴ dS/m اثری بر سطح برگ ذرت نداشته است. سطوح شوری ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش محصول به میزان ۱۷، ۳۴ و ۴۹ درصد نسبت به تیمار شاهد گردیده‌اند.

شوری خاک اثر معنی داری بر کم شدن ارتفاع بوته‌های ذرت داشته است. افزایش شوری کاهش ارتفاع گیاه را در بر دارد. تنش رطوبتی نیز کاهش ارتفاع بوته ذرت را موجب شده و نتایج تحقیقات شالهورت نیز موید این نظر است. شالهورت اضافه می‌نماید که

منابع مورد استفاده

REFERENCES

۱. زاهدی، ع. ۱۳۷۱. بررسی تاثیر آب شور در عملکرد ارقام سورگوم - گزارش پژوهشی سال (۷۱-۷۲) سازمان تحقیقات کشاورزی
۲. فرداد، ح. و ع. شیردلی، اثر دور آبیاری بر عملکرد محصول دانه جو و رشد آن (۱۳۷۴) - مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۶ - شماره ۱ سال ۱۳۷۴ (ص ۲۳ - ۳).
۳. فرداد، ح. و م. مهدیان، ۱۳۷۰. تعدیل ضریب آبگذری خاک غیر اشباع مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۲ شماره ۴، ۵۹ تا...
۴. فرداد، ح. - اصول زهکشی و کاربرد آن جلد دوم (۱۳۶۲) - تئوری‌های زهکشی دشت‌ها و جریان‌های سطحی در حوزه‌های آبریز فصل ۹-۳۵۷ ناشر دانش و فن .
5. Claassen, M. 1970, Water deficit effects on corn. Ag. J. 62:649-651.
6. Cramer G.R 1993 Handbook of plant and crop stress ch.22:451-55.
7. Denmead. O.T and H. Shaw, 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Ag.J. 52:272-275.
8. Ephrath J.E, J.D Hesketh- 1991. The effects of drought stress on leaf elongation photosynthetic and transpiration rates in maize leaves, photosynthesis- 25(4) 607-619.
9. FAO/Unesco. 1973. Irrigation, Drainage and salinity. An Introductory Source Book: 510.
10. Fardad. H and M. Pessarakli 1995- Biomass production and water use efficiency of barley and wheat plants with different irrigation intervals at various water levels: J. plant P Nutri. 18 (12)- 2643-54
11. Grant. R.F and B.S Jackson, 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Ag. J.

- 81:61-65.
12. Hoffman, G. j. 1986. Irrigation water quality options for corn on saline organic soils. *Irrigation sci* 7: 265-275.
 13. Kaddah, F., A. Malekt, 1961. Salinity effects on the growth of corn at different stages of Development. *Ag. J.* 56:214-217.
 14. Katerji, N. 1992. Effect of salinity on water stress, growth and yield of broadbeans. *Agr. wat. Manag* 21:107-111.
 15. Mederski, H.J and D.I jeffers 1973. Yield response of soybean varieties Grown at two soil moisture levels *Ag. J.* 65:410-412.
 16. Milhailovic. N. and all, 1992. Effect of nitrogen form on Maize response to drought stress. *Plant and Soil.* '44(2), 191-197
 17. Mass E.V, and G.J. Hoffman 1977. Crop salt tolerance- current assessment *Irri & Drainage Divi* 103:115-134.
 18. Pasternak, D. 1985. Irrigation with brackish water under desert conditions. *Agr. wat. Manag* 10:47-60.
 19. Pessarakli. M. 1989. Dry matter yield, Nitrogen Absorption and water uptake by sweet- corn under salt stress. *J. plant Nutri*, 12(3): 279-290.
 20. Pessarakli. M. and H. Fardad. Nitrogen (Total and ^{15}N) Uptake by barley and wheat under two irrigation regimes *J. Pla Nutr.* 18(12) 2655- 2667.
 21. Robins. J.S and C.E Domingo 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific Growth stages in corn *Ag. J.* 45:618-621.
 22. Sammis T.W. 1982. Effect of soil Moisture stress on leaf Area index, Evapotranspiration and Modeled soil Evaporation and Transpiration. *Tra. of ASAR* 29(4).
 23. Shalhevet , J. 1986. Irrigation interval as factor in sweet corn response to salinity. *Ag. J.* 78:539-545.
 24. X. xu. 1993. Resumption of water uptake by sorghum after water stress *Ag. J.* 85: 697-702.

Effect of Salt and Water Stress on Corn Yield Production

M. R. EMDAD AND H. FARDAD

Former Graduate Student and Associate Professor, Faculty of Agriculture

University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted July. 26, 2000

SUMMARY

This study was conducted in a greenhouse located at the soil and water research station in karaj to investigate the effect of salt and water stress on growth rate and crop yield of 704- hybrid corn. This study was carried out in 160 plastic containers consist of 20 treatments and each with eight replicates. A statistical factorial design was used to analyze the collected data. Irrigation water with different level of NaCl (EC= 2,4, 6, 8 and 0.5 dS/m as a control) was applied in this study. Water stresses with constant time interval of 4, 6, 9 and 14 days and with approximate depletion of 30, 50, 70 and 90% of the soil water consumption were estimated by determining the soil moisture content and weight of containers. Leaching requirement was estimated base on a 10% crop yield reduction in order to reduce salt accumulation in the root zone. Both stresses were induced to the 4-Leaf crops and continued till crop harvesting. Following results were obtained: both salt and water stress reduced the leaf area, dry matter weight and the height of crops. The saline water treatments (4, 6 and 8 dS/m) reduced crop yield more effectively than the water regime treatments. Saline waters of 4, 6 and 8 dS/m reduced crop yield about 17, 34 and 49% respectively, as compared with control treatment. In addition, increasing water stress reduced crop yield about 31%. The maximum crop yield was correspond to 30 and 50% depletion of soil water treatments with 0.5 and 2 dS/m of salinity.

Key words: salinity stress, Water stress, Effect of conjugational stress, corn yield.