

## تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآبی مصرف آب ذرت زودرس

حسین انصاری، سید مجید میرلطیفی و علی اصغر فرشی\*

### چکیده

برای بررسی تأثیر کم آبیاری و تنش آبی بر روی عملکرد ذرت زودرس تحقیقات کشاورزی راهنمای ایران رقم ذرت زودرس (ارقام ۱، ۳۰۳، ۳۰۴ و ۳۱۵) با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی راهنمای ایران تحقیق با استفاده از سیستم آبیاری پارانی کن شاخه‌ای مدل هنکس اقدام به ایجاد ۶ سطح مختلف آبیاری در دو طرف لوله آبرسان گردید. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در اثر تنش رطوبتی افت محسوسي داشته و مقدار محصول از پتانسیل خود تقلیل می‌باشد، اما این افت عملکرد روند یکنواخت و مشخصی را نداشت. ضریب حساسیت گیاه به تنش رطوبتی (P<sub>e</sub>) برای هریک از ارقام ۳۰۳، ۳۰۴ و ۳۱۵ و ذرت به ترتیب معادل ۱/۳۴۷، ۱/۳۵۴ و ۱/۳۶۷ بود. آین ضریب نشان داد که حساسیت هر سه رقم نسبت به تنش آبی ناشی از کم آبیاری تقریباً یکسان است. نتایج همچنین نشان دادن که پیشترین کارآبی مصرف آب در سطح آبیاری ۱ (آبیاری کامل) بوده، بلکه برای ذرت رقم ۳۱۵ و برای رقم ۳۰۴ در سطح آبیاری ۴ و برای رقم ۳۰۳ در سطح آبیاری ۳ بیشترین کارآبی مصرف آب را داشتند و ذرت رقم ۳۱۵ بیشترین کارآبی مصرف آب را در بین ارقام در کلیه سطوح آبیاری دارا بود. تغییرات افت نسبی عملکرد و راندمان تولید در سطوح مختلف آبیاری برای هر سه رقم تقریباً یکسان بود. بطور متوسط به ازاء یک درصد کاهش رطوبت نسبت به سطح ۱، عملکرد کاهشی معادل ۱/۴ درصد نسبت به این سطح داشت.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، تنش آبی، کارآبی مصرف آب، ذرت

### مقدمه

مصرف آب یا راندمان تولید را افزایش داد. از جمله فاکتورهای مهم در بالابردن راندمان تولید در واحد سطح (یا راندمان مصرف آب) استفاده صحیح از آب است. در این ارتباط مطالعه رفار گیاهان نسبت به کم آبی و کم آبیاری و برآورد تأثیر آن در مراحل مختلف رشد از اهمیت سزاوی برخوردار است. ضمناً کم آبیاری بعنوان یک روش بهینه برای تولید محصول در شرایط کمبود آب مطرح می‌شود.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت زودرس ارقام ۳۰۳، ۳۰۴ و ۳۱۵ می‌باشد. در این راستا تعیین روابط میزان آب مصرفی با عملکرد و اجزای عملکرد، مقایسه تغییرات

افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولید پیشتر مواد غذائی، لزوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و بالاخره تغییرات اساسی در الگوی زندگی نسل از یک طرف و محدودیت منابع آب در دسترس از طرف دیگر، امروزه ارزش آب را بعنوان ماده اصلی جهان در حیات عالم هستی برای کلیه جوامع روشن نموده است. با توجه به محدودیت منابع آب برای جلوگیری از بروز تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی حاصل از کمود آب و مواد غذایی، باید بسمت بهره‌وری بهینه از منابع آب و خاک و افزایش تولید محصولات کشاورزی گام برداشت که برای تحقق این هدف باید راندمان

۱ - عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیئت علمی گروه آبیاری دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب.

\* وصول: ۸۴/۴/۲۶ و تصویب: ۸۵/۶/۲۸

عملکرد برگ، ساقه و خوشه ذرت شد. در حالیکه کم آبی پس از ۵۵ روز، تنها عملکرد ساقه و خوشه را کاهش داد، کم آبی مستمر در طول دوره رشد باعث کاهش تعداد دانه ها شد ولی تأثیر کمی روی وزن آن داشت. با انجام این تحقیق شخص شد که دانه ها در زمان پرشدن نباید تحت تأثیر کم آبی باشند. مگر اینکه کم آبی به طور شدید در استثنای فصل رشد اعمال شود که در اینصورت کاهش تعداد دانه مناسب با کاهش وزن آن خواهد بود.

فیش باخ و مولیز (۱۹۷۲)، کم آبی را در خاکی سانسی مترا و با آبیاری جویجه ای یک در میان روی ذرت اعمال کردند و در هر آبیاری تا ۲۹ درصد کاهش مصرف آب نسبت به آب مورد نیاز گیاه را اعمال کردند. در حالیکه عملکرد محصول در مقایسه با فاروهایی که کاملاً آبیاری شده بود فقط ۴/۶ درصد کاهش را نشان داد. اهمیت این تحقیق بخصوص در جائیکه ارزش آب زیاد باشد بسیار مشهود و قابل توجه است.

سپاسخواه (۱۳۷۵) تأثیر آبیاری جویجه ای یک در میان با دور ۶ روز را با آبیاری با دور ۱۰ روز بر محصول چندتر قند مقایسه نمود و دریافت که عملکرد ریشه با آنکه میزان آب آبیاری ۷/۲۳ کاهش یافته بود، در دو حالت برابری داشت. لذا با اعمال این روش به راحتی می توان بدون کاهش عملکرد میزان آب مصرفی را کاهش داد.

رست و هنکس (۱۹۸۰)، ۶ واریته ذرت و ۳ واریته یونجه با سه رژیم آبیاری متفاوت در دو فصل رویشی در منطقه لوگان ایالت یوتا کشت کردند و دریافتند که میزان ماده خشک محصولات بویژه میزان تولید دانه رابطه خطی با میزان تبخر - تعرق دارد. شب خطوط رگرسیون (نسبت وزن خشک محصول و میزان تولید دانه به میزان تبخر - تعرق) به صورت قابل توجهی در دو سال متولی فرق کرد در حالیکه واریته های مختلف نسبت به هم تغییر چندانی نداشتند. این شب در یونجه نسبت به ذرت به جهت پوشش کاملتر سطح خاک و کم شدن تبخیر، کمتر بود. ضمناً براساس مدل کامبیوتوئر ارائه شده توسط هنکس تعادل رطوبتی به منظور تخمین ماده خشک و میزان تولید دانه با توجه به پارامترهای خاک، آب و هوا و گیاه با نتایج صحراوی برای هردو گیاه یکسان بود.

لازم بذکر است که بررسی منابع و مراجع در دسترس، نشان می دهد که در ارتباط با ذرت های زودرس که در اکثر مناطق بصورت محصول دوم بصورت دیم و آبی کاشت می شود و در بیشتر مواقع هم با کمود آب مواجه است، تحقیقات چندانی انجام نگرفته و کمود این

عملکرد و اجزا عملکرد بین سه رقم ذرت دانه های زودرس و در بین سطوح مختلف آبیاری، تعیین کارآیی مصرف آب، افت نسبی عملکرد و تولید به ازاء کاهش مصرف آب نیز مد نظر قرار گرفت.

با توجه به اهمیت تولید محصولات زراعی و تغییرات تولید به ازاء آب مصرفی، تحقیقات و پژوهش های زیادی در ارتباط با تابع تولید محصولات زراعی، نتش آبی و کم آبیاری انجام گرفته است، که در زیر به برخی از نتایج حاصل از تحقیقات انجام گرفته اشاره گردیده است:

افلاطونی (۱۳۷۰) با بررسی واکنش ذرت دانه های به کمود آب در خاک، آزمایشی را بر روی یک خاک شنی لومی در منطقه اکس، ایالت داکوتای شمالی انجام داد. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری با بالاترین میزان کارآیی مصرف آب  $2/43$  کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب مصرفی) تیماری بوده که در آن میزان آب مصرفی در دوره رشد رویشی ۸۰ تا ۹۰ درصد میزان آب مصرفی در مراحل دیگر بود. همچنین با توجه به تابع تولید بدست آمده، به ازای یک درصد کاهش تبخیر و تعرق واقعی در دوره رویشی،  $1/6$  درصد کاهش عملکرد مشاهده شد. در حالیکه همین مقدار کاهش در تبخیر و تعرق در دوره  $12$  برگی تا دانه بندی  $3$  درصد کاهش نهایی را بدنبال داشت. پس مشاهده می شود که حساسیت گیاه نسبت به کم آبی در مرحله رشد رویشی نسبت به مراحل دیگر رشد کمتر بوده و حتی با اعمال کم آبیاری در مرحله رشد رویشی می توان به بازده بالاتری دست یافت.

هرمن و دیوک (۱۹۷۸)، مرتعه ای با روش آبیاری ستربیوت و تحت کشت ذرت با آبیاری محدود را مورد بررسی قرار دادند، آنها میزان نتش را با اندازه گیری آب مصرفی، میزان آب خاک، درجه حرارت برگ و پتانسیل آب گیاه مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و دریافتند که میزان عملکرد محصول مناسب با کاهش خطی میزان آب مصرفی و درجه حرارت در قطعات مختلف با نتش های متفاوت، متغیر بود.

اک (۱۹۸۶)، تحقیقی در مورد تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و کارآیی مصرف آب آبیاری انجام داد. این تحقیق در منطقه ای با تبخیر زیاد (بوشنند تگراس) انجام شد. در طول ۴ سال مطالعه مستمر، ذرت دانه ای تحت ۵ تیمار آبیاری به حالت های زیر کشت شد.

آب کافی در اختیار گیاه قرار گرفت، ۲ تا ۴ هفته دوره کم آبی در طول دوره رشد گیاه، ۲ تا ۴ هفته دوره کم آبی در طول تشکیل و بسته شدن دانه های ذرت. کم آبی که ۴۱ روز بعد از کاشت ذرت اعمال گردید باعث کاهش

در ابتدا با استقرار سیستم و اندازه‌گیری میزان آب پاشیده شده در مدت ۳ ساعت، الگوی پاشش سیستم مشخص گردید. سیستم آبیاری مذکور برای آبیاری و اعمال تشن به ذرت‌های زودرس رقم ۳۰۱، رقم ۳۰۳ و رقم ۳۱۵ مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به هدف تحقیق کلیه اندازه‌گیری‌های گیاهی در انتهای فصل و بعد از برداشت انجام گرفت. اندازه‌گیری‌های گیاهی عبارت بودند از: عملکرد و اجزای عملکرد شامل: ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه در رطوبت ۱۴ درصد و تعداد دانه در هر بلل.

#### طرح آماری

مطالعه در قالب یک طرح آماری با آرایش خاص کرت‌های خردشده (Split plot design) اجرا شد. طرح فوق دارای سه تیمار اصلی (ارقام ۳۰۱، ۳۰۳ و ۳۱۵) در سه نکار که بصورت تصادفی انتخاب شدند) و یک تیمار فرعی با ۶ سطح آبیاری (سطوح آبیاری ۱ تا ۶) در دو طرف خط آبیاری بود، که به طور ثابت انتخاب گردیدند. در تیمار فرعی با ۶ سطح آبیاری، کم آبیارهای اعمال شده با توجه به میزان متوسط آب دریافتی در هر سطح به ترتیب از ۶ به سمت ۱ عبارتند بودند از:٪۰،٪۱۰،٪۳۰،٪۴۵ و٪۵۵ و٪۶۵، که البته به جهت تاثیر پارامترهای اقلیمی و محضی بر روی الگوی پاشش، کم آبیارهای اعمال شده به تیمار فرعی و سه تیمار اصلی دقیقاً یکسان نبودند. فاصله ردیف‌های کشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید (شکل ۱). لازم به توضیح است که با توجه به شرایط خاص طرح آماری ارائه شده (ثابت بودن تیمارهای فرعی) از روش آماری ارائه شده توسط هنکس جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### ۱- اندازه‌گیری‌های گیاهی

همانطورکه اشاره شد اجزای عملکرد و عملکرد در انتهای فصل رشد اندازه‌گیری شدند. در جدول شماره (۱) میانگین اجزای عملکرد و میانگین عملکرد محصول هر یک از ارقام به طور جداگانه ارائه شده‌اند. بطور کلی عملکرد و اجزای آن در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوسی را نشان می‌دهند. اما در ارتباط با عملکرد دانه لازم است این نکته ذکر گردد، که روند تغییرات درصد متوسط عملکرد دانه به نسبت درصد متوسط آب مصرف شده در سطوح ۱ تا ۳ یکسان، اما متفاوت با روند تغییرات سطوح ۴ الی ۶ می‌باشد (رونده افت در سطوح آبیاری ۱ الی ۳ شدیدتر از سطوح آبیاری ۴ الی ۶ می‌باشد). همچنین نتایج نشان می‌دهند که کمبود

تحقیقات احساس می‌شود، لذا با این دیدگاه موضوع تحقیق مورد بحث، مدنظر قرار گرفت.

#### مواد و روشها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین در زمینی به مساحت ۱۵۰۰ مترمربع انجام شد. با توجه به اهداف کلی تحقیق (بررسی تنش کم آبیاری و کم آبی بر روی ذرت‌های زودرس) نیاز به ایجاد سطوح مختلف آبیاری بود. برای این کار با استفاده از سیستم آبیاری بازآنی تک شاخه‌ای مدل هنکس (Hanks, 1973; Hanks et al., 1976) ۶ سطح مختلف آبیاری (سطوح آبیاری ۱ تا ۶) در دو طرف خط لوله توزیع آب ایجاد گردید (شکل ۱). با توجه به الگوی پخش آب توسط آبهاش‌ها (پخش مثلثی) سطح آبیاری ۱ مترین میزان آب و سطح آبیاری ۶ بیشترین میزان آب را دریافت کردند. همچنین در هر یک از بلات‌ها، قوطی قرار گرفته بود که میزان عمق (Catch Can) برروی یک پایه قلری قرار گرفته بود که میزان ارتفاع آبیاری توسط این قوطی‌ها اندازه‌گیری شد. پایه‌های قوطی در ایندا کوتاه و هم‌مان با رشد ذرت، ارتفاع پایه‌ها بینحوی افزایش می‌یافتد که در ارتفاعی معادل ۱۰-۲۰ سانتی‌متر بالاتر از ارتفاع ذرت کاشته شده قرار گیرند. با توجه به محدودیت استفاده از منیز آب در زمان لجه‌خواه، دور آبیاری ثابت (هفت روز) و عمق آب آبیاری متغیر بود. در هر ثابت آبیاری، عمق آب مصرفی با استفاده از اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک (روش وزنی) بالفاصله بعد از رسیدن به ظرفیت زراعی و روز قبل از آبیاری مجدد و محاسبه میزان آب تبخیر و تعریق شده برآورده می‌گردید. با توجه به دبی آبیاشها، شدت پاشش و حداقل میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری (آبیاری سطح ۶) ساعت آبیاری نیز مشخص بود. در الگوی مورد استفاده در سطح آبیاری ۶، به جهت تأمین کامل میزان آب مورد نیاز گیاه با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده، هیچ تنش آبی به گیاه وارد نشده است. اما در سطح آبیاری ۱ به جهت اینکه کمترین میزان آب را دریافت نموده، بیشترین میزان تنش وارد شده است. ضمناً هر چه از سطح آبیاری ۱ به طرف سطح ۶ پیش بررویم، از میزان تنش وارد به گیاه کاسته می‌شود.

سیستم آبیاری بازآنی تک شاخه‌ای (Line Source) مورد استفاده دارای مشخصات زیر است:

فاصله آبپاشها: ۶ متر نوع آبپاش: نلسون آمریکایی  
اندازه نازل: ۱۱/۶۴ × ۳/۳۲

شعاع پاشش: ۱۵ متر زاویه پاشش: ۷ درجه

$$(رقم ۳۰۱) K_y = ۱/۴۲۷$$

مقایسه مقادیر  $K_y$  نشان می‌دهد که میزان حساسیت به تنش آبی سه رقم حدوداً یکسان بوده، هرچند که رقم ۳۰۱ نسبت به دو رقم دیگر کمی حساس‌تر است. محاسبات مربوط به میزان افت عملکرد و راندمان تولید هم براساس معادلات (۲) و (۳) انجام شد (جدول (۳)). مقایسه نتایج نشان داد که تغییرات افت نسبی عملکرد و راندمان تولید سطوح آبیاری  $I_1$  تا  $I_4$  هر سه رقم حدوداً یکسان بوده که این نتیجه، همان نتایج حاصل از  $K_y$  را تداعی می‌کند. بررسی این نتایج همچنین نشان می‌دهد که به ازای یک درصد کاهش رطوبت نسبت به سطح  $I_4$ ، عملکرد کاهشی معادل ۱/۴ درصد خواهد داشت.

#### ۴- کارآئی مصرف آب

برای محاسبه کارآئی مصرف آب از معادله پیشنهادی فانو (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵) استفاده شد:

$$WUE = \frac{Y}{ET} * 100 \quad (4)$$

که، راندمان مصرف آب به کیلوگرم بر متر مکعب آب،  $Y$ : عملکرد دانه به تن بر هکtar و  $ET$ : تبخیر و تعرق گیاه به میلی متر می‌باشد. پس از محاسبه مقادیر  $WUE$  (شکل (۳)، نتایج نشان داد که کمبود رطوبت در حد ۱۱ درصد برای رقم ۳۰۱ و ۸ درصد برای رقم ۳۰۳ نسبت به سطح آبیاری  $I_4$  پریازده‌ترین سطح آبیاری (۱/۱۰) کیلوگرم بر متر مکعب) و کمبود رطوبت در حد ۲۹ برای رقم ۳۱۵ نسبت به سطح آبیاری  $I_6$  پریازده‌ترین سطح آبیاری (۱/۲۲) کیلوگرم بر متر مکعب) برای این رقم می‌باشد. با توجه اینکه حساسیت به تنش آبی در هر سه رقم تقریباً یکسان است اما پریازده‌ترین سطح آبیاری برای این ارقام مقاومت است که بنظر می‌رسد این مقاومت ناشی از مقاومت عملکرد سه رقم در شرایط آبیاری کامل باشد.

#### نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از بررسیها در شرایط این تحقیق، نتیجه گیری زیر را بدست داد:

الف) بطور کلی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ذرتهای زودرس ارقام ۳۰۳، ۳۰۱ و ۳۱۵ نسبت به کم آبیاری و کاهش میزان مصرف آب روند نسبتاً مشابهی دارد، هرچند که به جهت مقاومت در میزان آب مصرفی در سطوح مشابه آبیاری در بین ارقام (به دلیل سرعت و جهت مقاومت باد و تأثیرات دیگر پارامترهای محیطی در زمان هریک از

روطوبت بیش از حد متعارف (کمتر از حد سطح آبیاری (۳)) نیز عملکرد را به میزان محسوسی کاهش می‌دهد.

#### ۲- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج محاسبات آماری نشان داد که بیشترین عملکرد در بین ارقام ذرت زودرس در شرایط این تحقیق به ترتیب مربوط به ارقام ۳۱۵ و ۳۰۳ و ۳۰۱ بوده و بین ارقام ۳۰۱ و ۳۰۳ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود نداشت. اما بین دو رقم ۳۰۱ و ۳۰۳ با رقم ۳۱۵ اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود نداشت (جدول (۲)).

#### ۳- ضریب حساسیت و راندمان تولید

برای محاسبه ضریب حساسیت محصول به تنش آبی از رابطه ارائه شده توسط فانو استفاده شد (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵):

$$1 - \frac{Y}{Y_{\max}} = K_y \left( 1 - \frac{ET}{ET_{\max}} \right) \quad (1)$$

که در آن:  $\left( \frac{Y}{Y_{\max}} \right)$  تبخیر و تعرق نسبی،  $K_y$  ضریب حساسیت محصول به تنش آبی است. همچنین طبق توصیه فانو، برای محاسبه افت نسبی عملکرد و راندمان تولید از روابط زیر استفاده گردید:

$$K_y = \left( 1 - \frac{ET}{ET_{\max}} \right) * 100 \quad (2)$$

= میزان افت نسبی عملکرد (درصد)

$$1 - K_y \left( 1 - \frac{ET}{ET_{\max}} \right) * 100 \quad (3)$$

= راندمان تولید (درصد)

برای محاسبه متوسط ضریب حساسیت محصول به تنش

$\left( \frac{Y}{Y_{\max}} \right)$ ، از برآش منحنی بر مقادیر

مقابل  $\left( 1 - \frac{ET}{ET_{\max}} \right)$  استفاده شد (شکل (۲)), که مقادیر زیر برای ارقام ذرت بدست آمد:

$$K_y = ۱/۳۵۴, \quad K_y = ۱/۳۶۷ \quad (رقم ۳۱۵)$$

### پیشنهادات

امروزه طراحی، اجرا و مدیریت پروژه‌های آبیاری براساس کم‌آبیاری، که محتوای اصلی آن "استفاده حداقل از واحد حجم آب است" امری ضروری است که باید پیش از پیش مورد توجه مهندسین و مشاورین امور آبیاری و در رده‌های بالاتر سازمانهای دولتی قرار گیرد. لذا پیشنهاد می‌گردد:

۱- مطالعات کم‌آبیاری برای اکثر محصولات انجام شود و در صورت دستیابی به نایاب قابل قبول، پروژه‌های آبیاری در دفاتر فنی و در شرکت‌های مهندسان مشاور بر اساس کم‌آبیاری طراحی شود.

۲- برای بهینه‌سازی مصرف آب تحقیقات محلی و ملی صورت گیرد و با استفاده از تجزیه و تحلیل نواب آب مصرفی - عملکرد و آب مصرفی - هزینه سطوح بهینه مصرف آب تعیین شود.

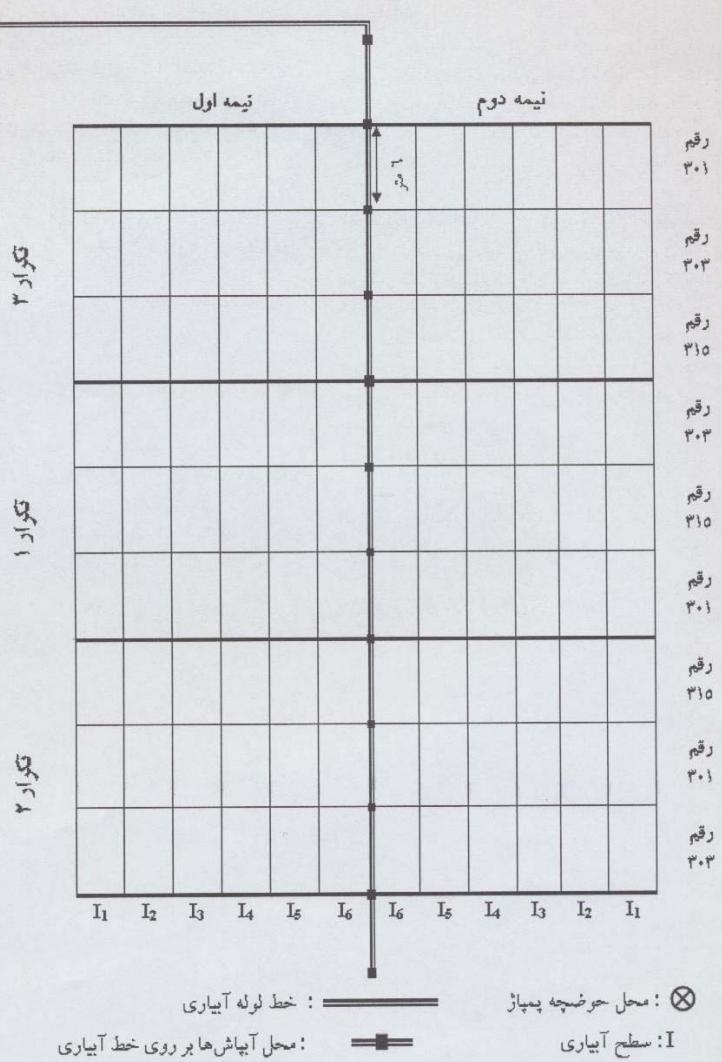
### تشکر و قدردانی

کلیه امکانات و تسهیلات مورد نیاز برای انجام این تحقیق توسط مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور و مرکز تحقیقات کشاورزی و رامین فرامم گردیده که در اینجا از کلیه همکاران در این مرکز و کلیه کسانی که در این طرح تحقیقاتی همکاری نموده‌اند، قدردانی و تشکر می‌گردد.

آبیاریها)، تفاوت‌های جزئی در روند تغییرات عملکرد و اجزا عملکرد بین سه رقم مشاهده شد.

ب) کاهش میزان تولید محصول به ازاء اعمال درصدی مقاومتی از نتش (یا همان افت نسبی عملکرد)، راندانه تولید و بطور کلی ضریب حساسیت محصول به نتش در بین ذرت‌های زودرس تقریباً یکسان بوده ( $1/367 = 1/427 = 1/420 = 1/301$  رقمه ۳۰۱، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۱۵) هرچند که با مدنظر قرار دادن تفاوت‌های جزئی، می‌توان اظهار داشت که رقم ۳۰۱ نسبت به دو رقم دیگر نسبت به نتش حساس‌تر است.

ج) در شرایط این تحقیق می‌توان اظهار داشت که اولاً روند تغییرات کارآئی مصرف آب در بین ارقام مختلف ذرت‌های زودرس در سطوح مختلف آبیاری یکسان نبوده (شکل (۲۳)، ثالثاً بیشترین کارآئی مصرف آب ذرت‌های زودرس ارقام ۳۰۱، ۳۰۳ و ۳۱۵ و نیز در سطوح مختلف آبیاری اتفاق افتاده است ( $1/10 = 1/10 = 1/10$  کیلوگرم بر متر مکعب در سطح آبیاری ۱۵ برای ارقام ۳۰۱ و ۳۰۳ و ۱/۲۲ و ۱/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب در سطح آبیاری ۱۴ برای رقم ۳۱۵)، ثالثاً ذرت زودرس رقم ۳۱۵ بیشترین کارآئی مصرف آب را نسبت به دو رقم دیگر در سطوح مختلف آبیاری دارد.



شکل(1): شماتیک طرح آسیاری بارانی تک شاخه‌ای اجرا شده در مزرعه تحقیقاتی

جدول ۱- تغییرات متوسط عملکرد و اجزاء عملکرد در سطوح مختلف آبیاری\*

رقم ۳۰۱						
متوسط درصد عملکرد دانه (%)	متوسط وزن هزاردانه در رطوبت % (gr)	متوسط تعداد دانه در بلال	متوسط ارتفاع گیاه (m)	متوسط آب مصرفی در هر سطح آبیاری** (cm)	متوسط سطح آبیاری (cm)	آبیاری
۱۸/۸	۱۵۹/۹	۱۲۶	۰/۹۹	۲۵		I <sub>۱</sub>
۲۷/۵	۱۹۱/۱	۱۹۸	۱/۲۳	۳۲/۳		I <sub>۲</sub>
۵۵/۸	۲۱۴/۹	۳۰۹	۱/۴۸	۴۱/۹		I <sub>۳</sub>
۷۴/۴	۲۱۷/۹	۳۶۸	۱/۶۵	۵۰/۰		I <sub>۴</sub>
۹۵/۶	۲۵۳/۵	۴۲۳	۱/۸۲	۶۳/۳		I <sub>۵</sub>
۱۰۰/۰	۲۶۴/۹	۴۸۸	۱/۹۹	۷۰/۸		I <sub>۶</sub>

رقم ۳۰۳						
۲۳/۴	۱۴۵/۹	۱۵۷	۱/۰۷	۲۵/۱		I <sub>۱</sub>
۲۸/۳	۱۶۰/۸	۲۲۵	۱/۲۳	۳۲/۶		I <sub>۲</sub>
۵۷/۲	۲۰۳/۲	۲۸۶	۱/۴۱	۴۲/۲		I <sub>۳</sub>
۷۷/۵	۲۱۸/۸	۳۸۷	۱/۶۳	۴۹/۱		I <sub>۴</sub>
۹۷/۳	۲۴۲/۹	۴۳۵	۱/۸۰	۶۳/۸		I <sub>۵</sub>
۱۰۰/۰	۲۵۶/۲	۴۸۳	۱/۹۸	۶۹/۰		I <sub>۶</sub>

رقم ۳۱۵						
۲۳/۸	۱۷۷/۱	۱۶۳	۱/۰۶	۲۵/۵		I <sub>۱</sub>
۳۷/۸	۱۰۵/۴	۲۵۵	۱/۲۲	۳۲/۳		I <sub>۲</sub>
۶۰/۸	۲۲۴/۸	۳۹۰	۱/۵۴	۴۲/۰		I <sub>۳</sub>
۷۷/۸	۲۳۹/۲	۳۸۴	۱/۷۳	۵۱/۸		I <sub>۴</sub>
۹۷/۱	۲۵۵/۹	۵۴۳	۲/۱۰	۶۵/۹		I <sub>۵</sub>
۱۰۰/۰	۲۶۴/۷	۵۵۲	۲/۱۸	۷۳/۱		I <sub>۶</sub>

\*: اعداد متوسط فوق با میانگین گیری هر یک از پارامترهای مربوط در سطوح آبیاری I<sub>۱</sub> تا I<sub>۶</sub> در دو طرف خط آبیاری و در سه تکرار برای هر رقم

باست آمده است.

\*\*: با توجه به تأثیرات پارامترهای اقلیمی از جمله باد الگوی پاشش در دو طرف خط و در طول خط (تکرارها و سطوح آبیاری) در آبیاریهای مختلف دقیقاً یکسان نبوده، فلتا میزان آب دریافتی در سطوح مشابه برای ارقام مختلف، تا حدودی متفاوت است. همچنین با عنایت به نحوه آبیاری اعمال شده و نحوه اندازه گیری آب داده شده به هر سطح و نیز با توجه به پاش مستمر رطوبت خاک، دو فرض مدنظر قرار گرفت، اولاً اینکه عمق آب اندازه گیری شده در هر قوطی (میزان آب داده شده به هر سطح) معادل عمق آب مصرفی توسط گیاه فرض و از هدر رفتها صرف نظر گردید، ثانیاً با عنایت به آبیاری کامل سطح I<sub>۶</sub>، کم آبیاری در این سطح صفر، و درصد آب مصرفی صدرصد و متعاقب آن عملکرد هم در این سطح (I<sub>۶</sub>)، عملکرد کامل با صدرصد منظور شد.

تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآبی مصرف آب ذرت زودرس / ۳۴۵

جدول ۲- نتایج آماری گروه‌بندی ارقام ذرت در سطح ۱٪ در بین سطوح مختلف آبیاری

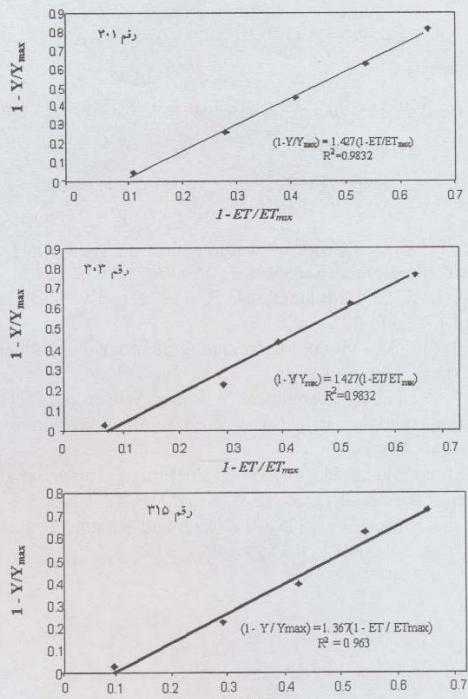
رقم ذرت	گیاه (m)	میانگین وزن هزاردانه در رطوبت در بلال	میانگین تعداد دانه ٪ ۱۴ (gr)	میانگین عملکرد در رطوبت ٪ ۱۴ (kg/ha)
۳۰۱	۱/۵۸ A	۳۲۱ C	۲۱۷/۰ B	۴۶۱ B*
۳۰۲	۱/۵۸ A	۳۲۷ B	۲۴۶/۰ B	۴۵۴ B
۳۱۵	۱/۶۲۰ A	۳۷۹ A	۲۲۷/۹ A	۵۳۸۱ A

\*: در مواردی که اعداد مشابهند، اختلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست.

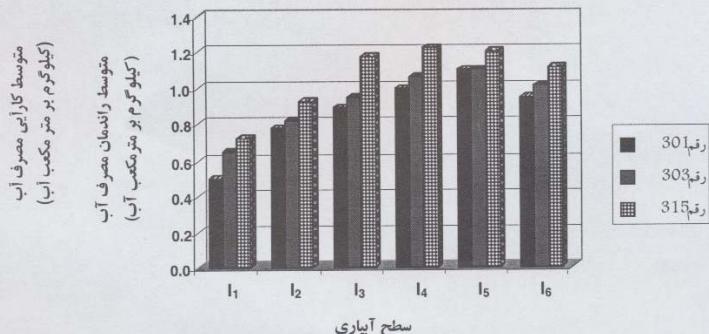
جدول ۳- تغییرات افت نسبی عملکرد و راندمان تولید در سطوح مختلف آبیاری

رقم				
راندمان تولید (%)	افت نسبی عملکرد (%)	$\left(1 - \frac{Y}{Y_{\max}}\right)$	$\left(1 - \frac{ET}{ET_{\max}}\right)^*$	سطح آبیاری
۷/۷	۹۲/۳	.۰/۸۱۳	.۰/۶۴۷	I <sub>1</sub>
۲۲/۴	۷۷/۶	.۰/۶۲۵	.۰/۵۴۴	I <sub>2</sub>
۴۱/۸	۵۸/۲	.۰/۴۴۳	.۰/۴۰۸	I <sub>3</sub>
۵۸/۰	۴۲/۰	.۰/۲۵۷	.۰/۲۹۴	I <sub>4</sub>
۸۴/۹	۱۵/۱	.۰/۰۴۵	.۰/۱۰۶	I <sub>5</sub>
-	-	-	-	I <sub>6</sub>
رقم				
۱۳/۸	۸۶/۲	.۰/۷۶۶	.۰/۶۲۷	I <sub>1</sub>
۲۸/۷	۷۱/۳	.۰/۶۱۷	.۰/۵۲۷	I <sub>2</sub>
۴۷/۵	۵۲/۵	.۰/۴۲۸	.۰/۳۸۸	I <sub>3</sub>
۶۰/۹	۳۹/۱	.۰/۲۲۵	.۰/۲۸۹	I <sub>4</sub>
۸۹/۹	۱۰/۱	.۰/۰۲۶	.۰/۰۷۵	I <sub>5</sub>
-	-	-	-	I <sub>6</sub>
رقم				
۱۰/۹	۸۹/۲	.۰/۷۲۲	.۰/۶۵۲	I <sub>1</sub>
۲۵/۷	۷۴/۳	.۰/۶۳۲	.۰/۵۴۴	I <sub>2</sub>
۴۱/۹	۵۸/۱	.۰/۳۹۱	.۰/۲۲۵	I <sub>3</sub>
۶۰/۰	۴۰/۰	.۰/۲۲۲	.۰/۲۹۲	I <sub>4</sub>
۸۶/۶	۱۳/۴	.۰/۰۲۹	.۰/۰۹۸	I <sub>5</sub>
-	-	-	-	I <sub>6</sub>

\*: با توجه به فرضیات مرتبط با میسیستم آبیاری انتخاب شده (مورد بحث در توضیحات متن مقاله)، و اینکه در کلیه سطوح آبیاری I<sub>6</sub>، شرایط نشنس اعمال شده است و نیز در سطح آبیاری I<sub>6</sub>، آبیاری با اندازه گیربهای رطوبت خاک به نحوی اعمال شده که آبیاری کامل و بدون هدر رفت انجام پذیرد، لذا میزان آب جمع شده در قوطیها معادل تبخیر و تعرق کیاه فرض شد.



شکل (۲): ارتباط بین  $(1 - ET/ET_{max})$  و  $(1 - Y/Y_{max})$



شکل ۳- تغییرات متوسط کارایی مصرف آب سه رقم ذرت در سطوح مختلف آبیاری

فهرست منابع:

۱. افلاطونی، م. ۱۳۷۰. اثر کمبود آب بر روی عملکرد ذرت و تعیین تایع تولید آن، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۲ شماره‌های ۱ و ۲: صفحه ۱۱-۲۰.
۲. خبرابی، ج، ع. توکلی، م. انتصاری و ع. سلامت. ۱۳۷۵. دستورالعملهای کم آبیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، ص: ۲۱۸.
۳. سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش جویجه‌ای یک در میان، ارائه شده در هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۷-۳۰ بهمن‌ماه ۱۳۷۵، تهران.
4. Eck, H. v. (1986). Effects of water deficit on yield, yield components, and water use efficiency of irrigation corn. *Agron. J.*, Vol:78, P: 1035-1040.
5. Fischbach, D. E. and Mulliner, M. R. (1972). Every other furrow irrigation of corn. *ASAE*. Vol:17(3), P: 426 – 428.
6. Hanks, R. J. (1973). Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agron J.*, Vol:66, P: 660 – 664.
7. Hanks, R. J., Keller, J., Rasmussen, V. P. and Wilson, G. D. (1976). Line source sprinkler for continuous variable irrigation - crop production studies. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Vol:40, P:426 - 429
8. Heerman, D. and Duke, H. (1978). Evaluation of crop water stress under limited irrigation. *Transaction of the ASAE*. Dec. 1978, Vol:22, P: 18 – 20.
9. Retta, A. and Hanks, R. J. (1980). Corn and Alfalfa production as influenced by limited irrigation. *Irrig. Sci.*, Vol:1, P:135 - 147.

## Effects of Deficit Irrigation on Yield and Water Use Efficiency of Early Corn

H. Ansari, S. M. Mirlatifi and A. A. Farshi<sup>1</sup>

### Abstract

The effects of deficit irrigation on yield, yield components, and water use efficiency (WUE) of three cultivars of early corn (301, 303, and 315) were evaluated at Varamin agricultural research institute. The experimental plots were irrigated by a line -Source sprinkler irrigation system. Six different levels of irrigation depth were considered at each sides of the lateral and treatments were replicated three times along the length of the lateral. The results indicated that corn yield and yield components decreased significantly due to deficit irrigation, but, the responses of the cultivars to deficit irrigation were not the same. The production functions of each one of the cultivars were found. Yield response factor ( $K_y$ ) were found to be 1.43, 1.35 and 1.37 for 301, 303 and 315 cultivars, respectively. The highest WUE was not obtained from  $I_6$  irrigation level, but from  $I_5$  for 301 and 303 cultivars and from  $I_4$  for 315 cultivar. Cultivar 315 had the highest WUE as compared with the other two cultivars. Variations of relative yield reduction and production efficiency at different irrigation levels for each of three cultivars were approximately the same. In average, as compared with  $I_6$  treatment, in response to 1% moisture reduction, yield decreased relatively 1.4%.

**Keywords:** Deficit Irrigation, Water Stress, Water Use Efficiency, Corn.

<sup>1</sup> - Associate Professor at Ferdowsi University, Associate Professor at Tarbiat Modares University and member of Scientific Staff at Research Institute of Water and Soil, Respectively.