تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت زودرس

حسین انصاری، سیدمجید میرلطیفی و علی اصغر فرشی[1*]

چکیده

برای بررسی تأثیر کم آبیاری و تنش آبی بر روی عملکرد ذرت زودرس تحقیقی برروی سه رقم ذرت زودرس (ارقام 301 ، 303 و 315)با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین انجام شد. در این تحقیق با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای مدل هنکس اقدام به ایجاد 6 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 محسوسی داشته و مقدار محصول از پتانسیل خود تقلیل می‌یابد، اما این افت عملکرد روند یکنواخت و مشخصی را نداشته است. ضریب حساسیت گیاه به تنش رطوبتی (K_y) برای هریک از ارقام 301 ، 303 و 315 ذرت به ترتیب معادل 1/427 ، 1/354 و 1/367 بدست آمد. این ضریب نشان داد که حساسیت هر سه رقم نسبت به تنش آبی ناشی از کم آبیاری تقریباً یکسان است. نتایج همچنین نشان دادند که بیشترین کارآیی مصرف آب در سطح آبیاری I_6(آبیاری کامل) نبوده، بلکه برای ذرت رقم 301 و 303 در سطح آبیاری I_5 و برای رقم 315 در سطح آبیاری I_4 بیشترین کارآئی مصرف آب را داشتند و ذرت رقم 315 بیشترین کارآیی 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 I_6 عملکرد کاهشی معادل 1/4 درصد نسبت به این سطح داشت.

واژه های کلیدی: کم‌آبیاری، تنش آبی، کارآئی مصرف آب، ذرت

---

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

* وصول: 84/4/26 و تصویب: 85/6/28

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولید بیشتر مواد غذائی، لزوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و بالاخره تغییرات اساسی در الگوی زندگی بشر 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 کمبود 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 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 رفتار گیاهان نسبت به کم آبی و کم آبیاری و برآورد تأثیر آن در مراحل مختلف رشد از اهمیت بسزائی برخوردار است. ضمناً کم آبیاری بعنوان یک روش بهینه برای تولید محصول در شرایط کمبود آب مطرح می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت زودرس ارقام 301، 303 و 315 می‌باشد. در این راستا تعیین روابط میزان آب مصرفی با عملکرد و اجزا عملکرد، مقایسه تغییرات عملکرد و اجزا عملکرد بین سه رقم ذرت دانه‌ای 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 پژوهش‌های زیادی در ارتباط با تابع تولید محصولات زراعی، تنش آبی و کم آبیاری انجام گرفته است، که در زیر به برخی از نتایج حاصل از تحقیقات انجام گرفته اشاره گردیده است:

افلاطونی (1370) با بررسی واکنش ذرت دانه‌ای به کمبود 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 (3/43 کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب مصرفی) تیماری بوده که در آن میزان آب مصرفی در دوره رشد رویشی 80 تا 90 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 می‌شود 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 می‌توان به بازده بالاتری دست یافت.

هیرمن و دیوک (1978)، مزرعه‌ای با روش آبیاری سنترپیوت و تحت کشت ذرت با آبیاری محدود را مورد بررسی قرار دادند، آنها میزان تنش را با اندازه‌گیری آب مصرفی، میزان آب خاک، درجه حرارت برگ و پتانسیل آب گیاه مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و دریافتند که میزان عملکرد محصول متناسب با کاهش خطی میزان آب مصرفی و درجه حرارت در قطعات مختلف با تنش‌های متفاوت، متغییر بود.

اک (1986)، تحقیقی در مورد تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و کارآیی مصرف آب آبیاری انجام داد. این تحقیق در منطقه‌ای با تبخیر زیاد (بوشلند تگزاس) انجام شد. در طول 4 سال مطالعه مستمر، ذرت دانه‌ای تحت 5 تیمار آبیاری به حالت‌های زیر کشت شد.

آب کافی در اختیار گیاه قرار گرفت، 2 تا 4 هفته دوره کم‌آبی در طول دوره رشد گیاه، 2 تا 4 هفته دوره کم‌آبی در طول تشکیل و بسته شدن دانه‌های ذرت. کم‌آبی که 41 روز بعد از کاشت ذرت اعمال گردید باعث کاهش عملکرد برگ، ساقه و خوشه ذرت شد. در حالیکه کم‌آبی پس از 55 روز، تنها عملکرد ساقه و خوشه را کاهش داد، کم‌آبی مستمر در طول دوره رشد باعث کاهش تعداد دانه‌ها شد ولی تأثیر کمی روی وزن آن داشت. با انجام این تحقیق مشخص شد که دانه‌ها در زمان پرشدن نباید تحت تأثیر کم‌آبی باشند. مگر اینکه کم آبی به طور شدید در ابتدای فصل رشد اعمال شود که در اینصورت کاهش تعداد دانه متناسب با کاهش وزن آن خواهد بود.

فیش باخ و مولینر (1972)، کم‌آبی را در خاکی با بافت لوم رسی سیلتی و در فاروهایی به فواصل 76 سانتی‌متر و با آبیاری جویچه‌ای یک در میان روی ذرت اعمال کردند و در هر آبیاری تا 29 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 4/7 درصد کاهش را نشان داد. اهمیت این تحقیق بخصوص در جائیکه ارزش آب زیاد باشد بسیار مشهود و قابل توجه است.

سپاسخواه (1375) تأثیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دور 6 روز را با آبیاری با دور 10 روز بر محصول

چغندرقند مقایسه نمود و دریافت که عملکرد ریشه با آنکه میزان آب آبیاری 23% کاهش یافته بود، در دو حالت برابری داشت. لذا با اعمال این روش به راحتی می‌توان بدون کاهش عملکرد میزان آب مصرفی را کاهش داد.

رتا و هنکس(1980)، 6 واریته ذرت و 3 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 تبخیر - تعرق دارد. شیب خطوط رگرسیون (نسبت وزن خشک محصول و میزان تولید دانه به میزان تبخیر - تعرق) به صورت قابل توجهی در دو سال متوالی فرق کرد در حالیکه واریته‌های مختلف نسبت به هم تغییر چندانی نداشته‌اند. این شیب در یونجه نسبت به ذرت به جهت پوشش کاملتر سطح خاک و کم شدن تبخیر، کمتر بود. ضمناً براساس مدل کامپیوتری 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 صحرائی برای هردو گیاه یکسان بود.

لازم بذکر است که بررسی منابع و مراجع در دسترس، نشان می‌دهد که در ارتباط با ذرت‌های زودرس که در اکثر مناطق بصورت محصول دوم بصورت دیم و آبی کاشت می‌شود و در بیشتر مواقع هم با کمبود آب مواجه است، تحقیقات چندانی انجام نگرفته و کمبود این تحقیقات احساس می‌شود، لذا با این دیدگاه موضوع تحقیق مورد بحث، مد نظر قرار گرفت.

مواد و روشها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین در زمینی به مساحت 1500 مترمربع انجام شد. با توجه به اهداف کلی تحقیق (بررسی تنش کم‌آبیاری و کم آبی بر روی ذرت‌های زودرس) نیاز به ایجاد سطوح مختلف آبیاری بود. برای این کار با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای مدل هنکس(Hanks, 1973; Hanks et al., 1976) 6 سطح مختلف آبیاری (سطوح آبیاری I_1 تا I_6) در دو طرف خط لوله توزیع آب ایجاد گردید (شکل (1)). با توجه به الگوی پخش آب توسط آبپاش‌ها (پخش مثلثی) سطح آبیاری I_1 کمترین میزان آب و سطح آبیاری I_6 بیشترین میزان آب را دریافت کرده‌اند. همچنین در هریک از پلات‌ها، قوطی‌های آلومینیمی Catch) (Can برروی یک پایه فلزی قرارگرفته بود که میزان عمق آب در هریک از سطوح آبیاری توسط این قوطی‌ها اندازه‌گیری شد.پایه‌های قوطی در ابتدا کوتاه و همزمان با رشد ذرت، ارتفاع پایه‌ها بنحوی افزایش می‌یافت که در ارتفاعی معادل 20 – 10 سانتیمتر بالاتر از ارتفاع ذرت کاشته شده قرار گیرند. با توجه به محدودیت استفاده از منبع آب در زمان دلخواه، دور آبیاری ثابت(هفت روز) و عمق آب آبیاری متغییر بود. در هر نوبت آبیاری، عمق آب مصرفی با استفاده از اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک (روش وزنی) بلافاصله بعد از رسیدن به ظرفیت زراعی و روز قبل از آبیاری مجدد و محاسبه میزان آب تبخیر و تعرق شده برآورد می‌گردید. با توجه به دبی آبپاشها، شدت پاشش و حداکثر میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری (آبیاری سطح I_6) ساعت آبیاری نیز مشخص بود. در الگوی مورد استفاده در سطح آبیاری I_6، به جهت تأمین کامل میزان آب مورد نیاز گیاه(با توجه به اندازه‌گیریهای انجام شده)، هیچ تنشی آبی به گیاه وارد نشده است. اما در سطح آبیاری I_1 به جهت اینکه کمترین میزان آب را دریافت نموده، بیشترین میزان تنش وارد شده است. ضمناً هر چه از سطح آبیاری I_1 به طرف سطح I_6 پیش برویم، از میزان تنش وارده به گیاه کاسته می‌شود.

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

فاصله آبپاشها: 6 متر نوع آبپاش: نلسون آمریکایی

اندازه نازل: 3/32 × 11/64

شعاع پاشش: 15 متر زاویه پاشش: 7 درجه

در ابتدا با استقرار سیستم و اندازه‌گیری میزان آب پاشیده شده در مدت 3 ساعت، الگوی پاشش سیستم مشخص گردید. سیستم آبیاری مذکور برای آبیاری و اعمال تنش به ذرت‌های زودرس رقم 301، رقم 303 و رقم 315 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 14 درصد و تعداد دانه در هر بلال.

طرح آماری

مطالعه در قالب یک طرح آماری با آرایش خاص کرت‌های خردشده (Split – plot design) اجرا شد. طرح فوق دارای سه تیماراصلی (ارقام 301 ، 303 و 315) در سه تکرار که بصورت تصادفی انتخاب شدند) و یک تیمار فرعی با 6 سطح آبیاری (سطوح آبیاری I_1 تا I_6) در دو طرف خط آبیاری بود، که به طور ثابت انتخاب گردیدند. در تیمار فرعی با 6 سطح آبیاری، کم آبیاریهای اعمال شده با توجه به میزان متوسط آب دریافتی در هر سطح به ترتیب از I_6 به سمت I_1 عبارتند بودند از: 0%، 10%، 30%،

45%، 55% و 65% ، که البته به جهت تأثیر پارامترهای اقلیمی و محیطی بر روی الگوی پاشش، کم آبیاریهای اعمال شده به تیمار فرعی و سه تیمار اصلی دقیقاً یکسان نبودند. فاصله ردیف‌های کشت 60 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف 15 تا 20 سانتی‌متر انتخاب گردید (شکل 1). 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

1- اندازه‌گیریهای گیاهی

همانطورکه اشاره شد اجزای عملکرد و عملکرد در انتهای فصل رشد اندازه‌گیری شدند. در جدول شماره (1) 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 I_1 الی I_3 یکسان، اما متفاوت با روند تغییرات سطوح I_4 الی I_6 می‌باشد (روند افت در سطوح آبیاری I_1 الی I_3 شدیدتر از سطوح آبیاری I_4 الی I_6 می‌باشد). همچنین نتایج نشان می‌دهند که کمبود رطوبت بیش ازحد متعارف (کمتر از حد سطح آبیاری I_3) نیز عملکرد را به میزان محسوسی کاهش می‌دهد.

2- 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 315، 303 و 301 بوده و بین ارقام 301 و 303 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح 1% وجود نداشت. اما بین دو رقم 301 و 303 با رقم 315 اختلاف معنی‌داری در سطح 1% وجود داشت (جدول 2).

3- ضریب حساسیت و راندمان تولید

برای محاسبه ضریب حساسیت محصول به تنش آبی از رابطه ارائه شده توسط فائو استفاده شد (خیرابی و همکاران، 1375):

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

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

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

= میزان افت نسبی عملکرد (درصد)

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

= راندمان تولید(درصد)

برای محاسبه متوسط ضریب حساسیت محصول به تنش ($\overline{K_y}$)، از برازش منحنی بر مقادیر $\left(1-\frac{Y}{Y_{\max}}\right)$ در مقابل $\left(1-\frac{ET}{ET_{\max}}\right)$ استفاده شد(شکل (2))، که مقادیر زیر برای ارقام ذرت بدست آمد:

K_y =1/367 (رقم 315)، K_y = 1/354 (رقم 303)، K_y = 1/427 (رقم 301)

مقایسه مقادیر K_y نشان می‌دهد که میزان حساسیت به تنش آبی سه رقم حدوداً یکسان بوده، هرچند که رقم 301 نسبت به دو رقم دیگر کمی حساس‌تر است. محاسبات مربوط به میزان افت عملکرد و راندمان تولید هم براساس معادلات (2) و (3) انجام شد (جدول (3)). مقایسه نتایج نشان داد که تغییرات افت نسبی عملکرد و راندمان تولید سطوح آبیاری I_1 تا I_6 برای هر سه رقم حدوداً یکسان بوده که این نتیجه، همان نتایج حاصل از K_y را تداعی می کند. بررسی این نتایج همچنین نشان می‌دهد که به ازای یک درصد کاهش رطوبت نسبت به سطح I_6 ، عملکرد کاهشی معادل 1/4 درصد خواهد داشت.

4- کارآئی مصرف آب

برای محاسبه کارآئی مصرف آب از معادله پیشنهادی فائو(خیرابی و همکاران، 1375) استفاده شد:

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

که، WUE: راندمان مصرف آب به کیلوگرم بر متر مکعب آب، Y: عملکرد دانه به تن بر هکتار و ET: تبخیر و تعرق گیاه به میلی‌متر می‌باشد. پس از محاسبه مقادیر WUE (شکل (3))، نتایج نشان داد که کمبود رطوبت در حد 11 درصد برای رقم 301 و 8 درصد برای رقم 303 نسبت به سطح آبیاری I_6 پربازده‌ترین سطح آبیاری (1/10 کیلوگرم برمتر مکعب) و کمبود رطوبت در حد 29 درصد برای رقم 315 نسبت به سطح آبیاری I_6 پربازده‌ترین سطح آبیاری (1/22 کیلوگرم بر متر مکعب) برای این رقم می‌باشد. با توجه اینکه حساسیت به تنش آبی در هرسه رقم تقریباً یکسان است اما پربازده‌ترین سطح آبیاری برای این ارقام متفاوت است که بنظر می‌رسد این تفاوت ناشی از تفاوت عملکرد سه رقم در شرایط آبیاری کامل باشد.

نتیجه‌گیری

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

الف) بطور کلی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ذرتهای زودرس ارقام 301، 303 و 315 نسبت به کم آبیاری و کاهش میزان مصرف آب روند نسبتاً مشابهی دارد، هرچند که به جهت تفاوت در میزان آب مصرفی در سطوح مشابه آبیاری در بین ارقام (به دلیل سرعت و جهت متفاوت باد و تأثیرات دیگر پارامترهای محیطی در زمان هریک از آبیاریها)، تفاوتهای جزئی در روند تغییرات عملکرد و اجزا عملکرد بین سه رقم مشاهده شد.

ب) کاهش میزان تولید محصول به ازاء اعمال درصدهای متفاوتی از تنش(یا همان افت نسبی عملکرد)، راندمان تولید و بطور کلی ضریب حساسیت محصول به تنش در بین ذرتهای زودرس تقریباً یکسان بوده (رقم 315 K_y =1/367، رقم 303 K_y = 1/354، رقم 301 K_y = 1/427)، هرچند که با مدنظر قرار دادن تفاوتهای جزئی، می‌توان اظهار داشت که رقم 301 نسبت به دو رقم دیگر نسبت به تنش 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 (3))، ثانیاً بیشترین کارآئی مصرف آب ذرتهای زودرس ارقام 301، 303 و 315 نیز در سطوح مختلف آبیاری اتفاق افتاده است (1/10 کیلوگرم برمتر مکعب در سطح آبیاری I5 برای ارقام 301 و 303 و 1/22 کیلوگرم بر متر مکعب در سطح آبیاری I4 برای رقم 315)، ثالثاً ذرت زودرس رقم 315 بیشترین کارآئی مصرف آب را نسبت به دو رقم دیگر در سطوح مختلف آبیاری دارا بود.

پیشنهادات

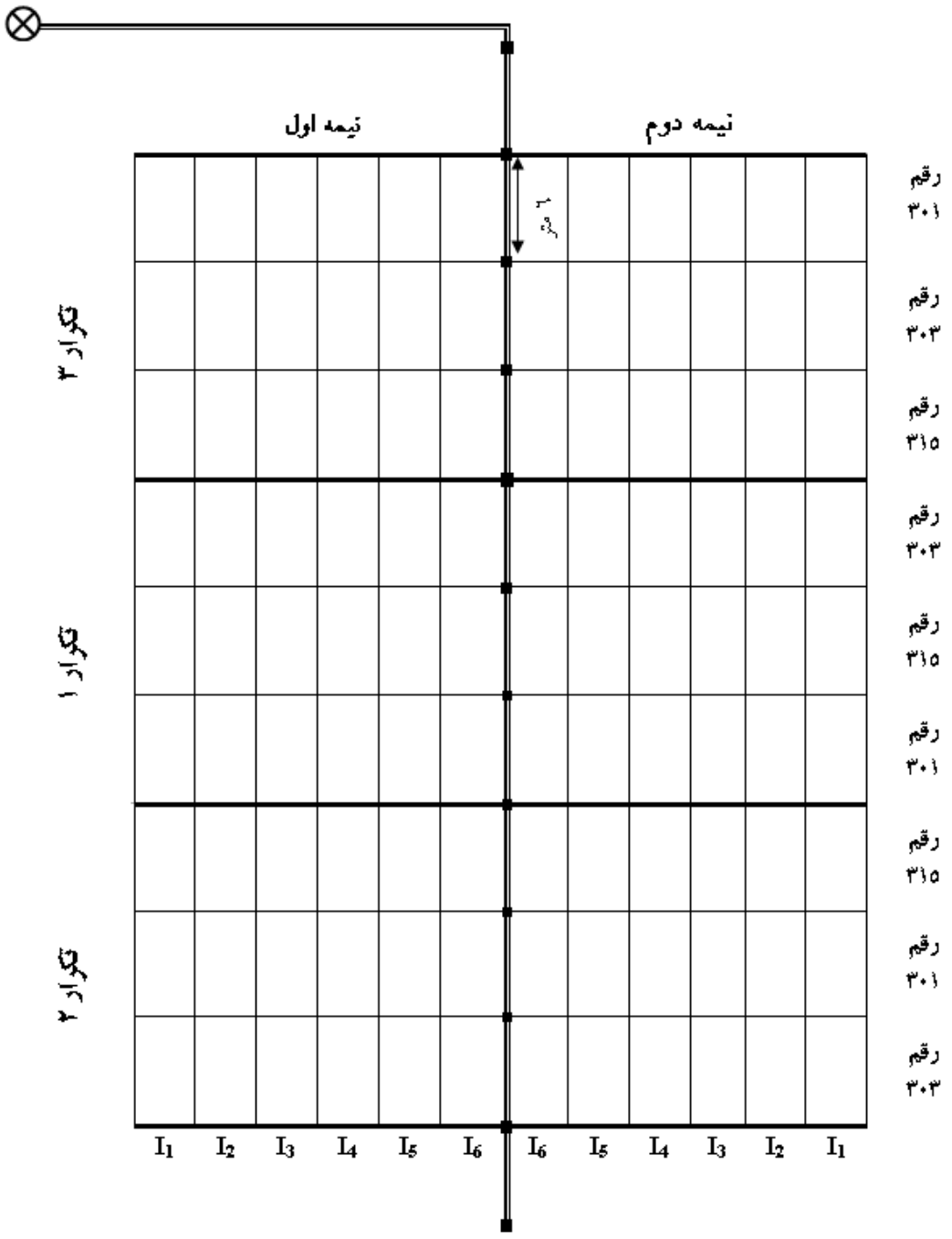
امروزه طراحی، اجرا و مدیریت پروژه‌های آبیاری براساس کم‌آبیاری، که محتوای اصلی آن "استفاده حداکثر از واحد حجم آب است" امری ضروری است که باید بیش از پیش مورد توجه مهندسین و مشاورین امور آبیاری و در رده‌های بالاتر سازمانهای دولتی قرار گیرد. لذا پیشنهاد می‌گردد:

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

2- برای بهینه‌سازی مصرف آب تحقیقات محلی و ملی صورت گیرد و با استفاده از تجزیه و تحلیل توابع 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 ورامین فراهم گردیده که در اینجا از کلیه همکاران در این مرکز و کلیه کسانی که در این طرح تحقیقاتی همکاری نموده‌اند، قدردانی و تشکر می‌گردد.



شکل(۱): شماتیک طرح آبیاری بارانی تک شاخه‌ای اجراء شده در مزرعه تحقیقاتی

جدول 1- تغییرات متوسط عملکرد و اجزاء عملکرد در سطوح مختلف آبیاری*

سطح آبیاری	متوسط آب مصرفی در هر سطح آبیاری** (cm)	متوسط ارتفاع گیاه (m)	متوسط تعداد دانه در بلال	متوسط وزن هزاردانه در رطوبت 14% (gr)	متوسط درصد عملکرد دانه (%)
رقم 301					
I_1	25	0/99	126	159/9	18/8
I_2	32/3	1/23	198	191/1	37/5
I_3	41/9	1/48	309	214/9	55/8
I_4	50/0	1/65	368	217/9	74/4
I_5	63/3	1/82	433	253/5	95/6
I_6	70/8	1/99	488	264/9	100/0
رقم 303					
I_1	25/1	1/07	157	145/9	23/4
I_2	32/6	1/23	235	160/8	38/3
I_3	42/2	1/41	286	203/2	57/2
I_4	49/1	1/63	387	218/8	77/5
I_5	63/8	1/80	435	242/9	97/3
I_6	69/0	1/98	483	256/2	100/0
رقم 315					
I_1	25/5	1/06	163	177/1	23/8
I_2	33/3	1/32	255	105/4	37/8
I_3	42/0	1/54	290	224/8	60/8
I_4	51/8	1/73	384	239/2	77/8
I_5	65/9	2/10	543	255/9	97/1
I_6	73/1	2/18	552	264/7	100/0

*: اعداد متوسط فوق با میانگین‌گیری هر یک از پارامترهای مربوط در سطوح آبیاری I_1 تا I_6 در دو طرف خط آبیاری و در سه تکرار برای هر رقم بدست آمده است.

**: با توجه به تاثیرات 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، فلذا میزان آب دریافتی در سطوح مشابه برای ارقام مختلف، تا حدودی متفاوت است. همچنین با عنایت به نحوهٔ آبیاری اعمال شده و نحوهٔ اندازه‌گیری آب داده شده به هر سطح و نیز با توجه به پایش مستمر رطوبت خاک، دو فرض مدنظر قرار گرفت، اولاً اینکه عمق آب اندازه‌گیری شده در هر قوطی(میزان آب داده شده به هر سطح) معادل عمق آب مصرفی توسط گیاه فرض و از هدررفتها صرف‌نظر گردید، ثانیاً با عنایت به آبیاری کامل سطح I_6، کم آبیاری در این سطح صفر، و درصد آب مصرفی صددرصد و متعاقب آن عملکرد هم در این سطح(I_6)، عملکرد کامل یا صددرصد منظور شد.

جدول2- نتایج آماری گروه‌بندی ارقام ذرت در سطح 1% در بین سطوح مختلف آبیاری

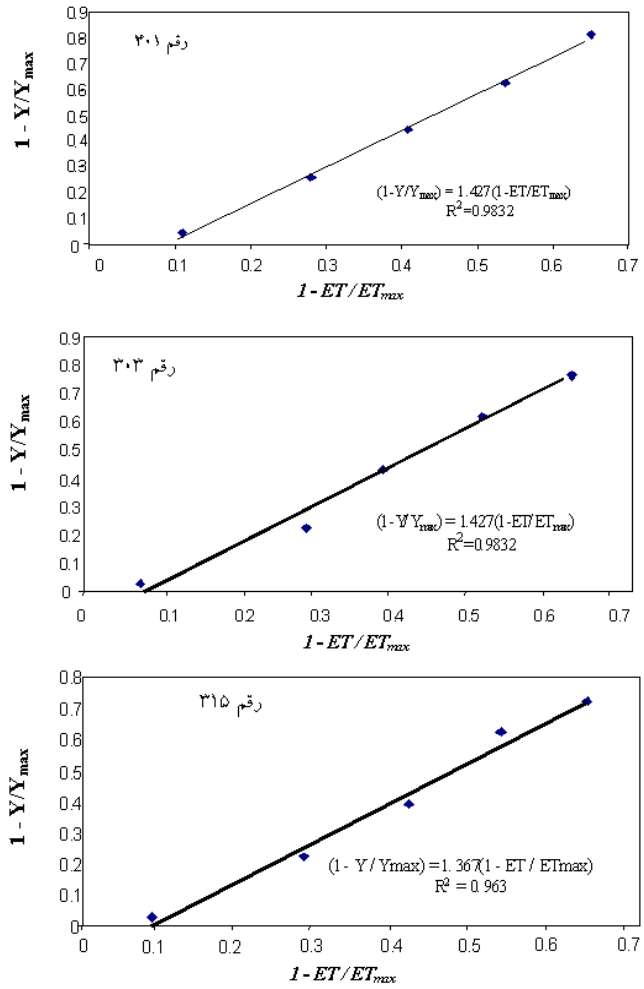
رقم ذرت	میانگین ارتفاع گیاه (m)	میانگین تعداد دانه در بلال	میانگین وزن هزاردانه در رطوبت 14% (gr)	میانگین عملکرد در رطوبت 14% (kg/ha)
301	1/528 B	321 C	217/0 B	4261 B *
303	1/518 B	347 B	204/6 B	4574 B
315	1/620 A	379 A	227/9 A	5381 A

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

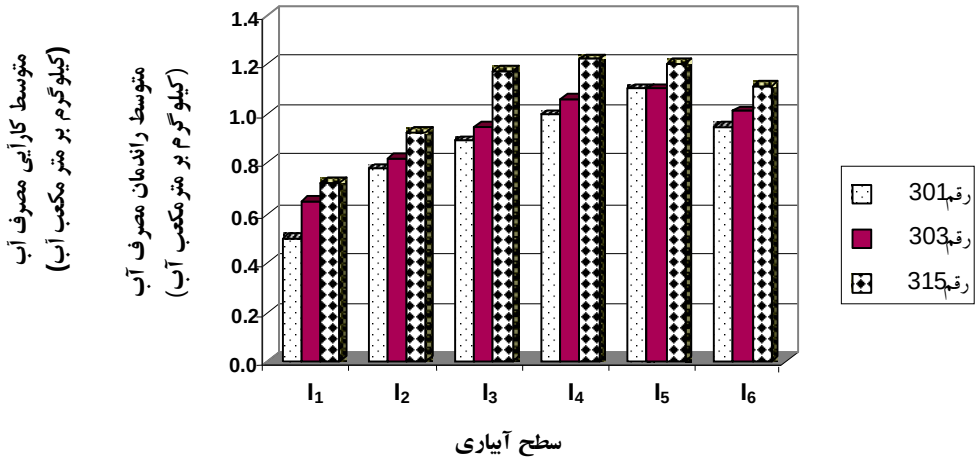
جدول 3- تغییرات افت نسبی عملکرد و راندمان تولید در سطوح مختلف آبیاری

سطح آبیاری	$*\left(1-\frac{ET}{ET_{max}}\right)$	$\left(1-\frac{Y}{Y_{max}}\right)$	افت نسبی عملکرد (%)	راندمان تولید (%)
رقم 301				
I_1	0/647	0/813	92/3	7/7
I_2	0/544	0/625	77/6	22/4
I_3	0/408	0/443	58/2	41/8
I_4	0/294	0/257	42/0	58/0
I_5	0/106	0/045	15/1	84/9
I_6	-	-	-	-
رقم 303				
I_1	0/627	0/766	86/2	13/8
I_2	0/527	0/617	71/3	28/7
I_3	0/388	0/428	52/5	47/5
I_4	0/289	0/225	39/1	60/9
I_5	0/075	0/026	10/1	89/9
I_6	-	-	-	-
رقم 315				
I_1	0/652	0/722	89/2	10/9
I_2	0/544	0/622	74/3	25/7
I_3	0/425	0/391	58/1	41/9
I_4	0/292	0/222	40/0	60/0
I_5	0/098	0/029	13/4	86/6
I_6	-	-	-	-

*: با توجه به فرضیات مرتبط با سیستم آبیاری انتخاب شده(مورد بحث در توضیحات متن مقاله)، و اینکه در کلیه سطوح آبیاری بجز سطح آبیاری I_6 ، شرایط تنش اعمال شده است و نیز در سطح آبیاری I_6 ، آبیاری با اندازه گیریهای رطوبت خاک به نحوی اعمال شده که آبیاری کامل و بدون هدررفت انجام پذیرد، لذا میزان آب جمع شده در قوطیها معادل تبخیروتعرق گیاه فرض شد.



شکل (۲) : ارتباط بین (1- Y / Ymax) و (1- ET / ETmax)



شکل 3- تغییرات متوسط کارآیی مصرف آب سه رقم ذرت در سطوح مختلف آبیاری

فهرست منابع:

1. افلاطونی، م. 1370. اثر کمبود آب بر روی عملکرد ذرت و تعیین تابع تولید آن، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 22 شماره‌های 1و2 : صفحه 20-11.

2. خیرابی، ج.، ع. توکلی، م. انتصاری و ع. سلامت. 1375. دستورالعملهای کم‌آبیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، ص: 218.

3. سپاسخواه، ع. 1375. کم‌آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان، ارائه شده در هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، 30-27 بهمن‌ماه 1375، 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.