



مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره دوم، تابستان ۸۸
۹۱-۱۱۰
www.ejcp.info



تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت

مجتبی کریمی^۱، *مسعود اصفهانی^۲، محمدحسن بیگلویی^۲، بابک ربیعی^۲
و علی کافی قاسمی^۲

^۱دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه گیلان
^۲اعضای هیات علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۳/۲۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کم آبیاری بر تغییرات شاخص‌های رشد و صفات مورفولوژیک رقم ذرت علوفه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه رشت، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان با چهار تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل بدون آبیاری و آبیاری پس از تخلیه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد (آبیاری کامل) رطوبت قابل دسترس خاک بودند. نتایج نشان داد که آبیاری بر مبنای ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس، باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک برگ، سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ شد. آبیاری پس از تخلیه ۱۰۰ درصد رطوبت قابل دسترس، در مقایسه با آبیاری کامل و آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس، باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک کل، ماده خشک بلال، ساقه و برگ، شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، تعداد برگ، طول دوره گلدهی و ارتفاع بوته گردید. تجمع ماده خشک کل، تجمع ماده خشک بلال و ساقه، تعداد برگ، طول دوره گلدهی و ارتفاع بوته در تیمارهای بدون آبیاری و آبیاری پس از ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس، تفاوت معنی‌داری نداشتند. با کاهش مقدار آب مصرفی، تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی، روز از سبز شدن تا ظهور

* - مسئول مکاتبه: mesfahan@yahoo.com

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی جلد (۲) ۱۳۸۸ شماره ۲

ابریشم و روز از سبزشدن تا تشکیل دانه به تعویق افتاد و قطر ساقه نیز افزایش یافت. کم آبیاری باعث افزایش شاخص بهره‌وری آب آبیاری شد و تیمار ۷۵ درصد مناسب‌ترین شاخص بهره‌وری آب را داشت (۶/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب). عملکرد علوفه خشک در تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت و تیمار بدون آبیاری به ترتیب ۱۶۱۹۱/۲۵، ۱۴۵۶۳/۵۶، ۱۱۴۷۹/۵۱ و ۱۰۸۷۹/۸۳ کیلوگرم در هکتار بود. نتیجه کلی تحقیق حاضر حاکی از این بود که، در شرایط آب و هوایی رشت، شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس خاک به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بنابراین آبیاری پس ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس، می‌تواند ضمن افزایش بهره‌وری آب آبیاری، باعث بهبود رشد ذرت علوفه‌ای در این منطقه شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های رشد، ذرت علوفه‌ای، صفات مورفولوژیکی، کم آبیاری

مقدمه

کم آبیاری یکی از راهکارهایی است که با آن می‌توان سطح زیر کشت گیاهان زراعی را گسترش داد و در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی نمود. کم آبیاری یک راهکار مطلوب برای تولید محصول در شرایط کمبود آب است به طوری که در این روش عملکرد گیاه آگاهانه کاهش داده می‌شود تا کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران شود (انگلش و همکاران، ۱۹۹۰). روش کم آبیاری در بسیاری از نقاط آمریکا، هند، آفریقا و سایر نواحی کم‌آب دنیا رایج است (انگلش و همکاران، ۱۹۹۲). یازار و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی تاثیر شش سطح مختلف آبیاری روی ذرت گزارش کردند گیاهانی که ۸۰ درصد از آب آبیاری را دریافت کرده بودند، دارای بیشترین عملکرد ماده خشک بودند. رضا وردی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال تیمارهای کم آبیاری در مراحل مختلف رشد ذرت علوفه‌ای در کرج گزارش کردند که تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و گلدهی به ترتیب باعث کاهش ۲۸ و ۲۹ درصدی عملکرد نسبت به تیمار آبیاری متداول گردید. نوری اظهار و احسان‌زاده (۲۰۰۷) با بررسی تغییرات شاخص‌های رشد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم مختلف آبیاری گزارش کردند که کم آبی اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ دارد. آنها همچنین گزارش کردند که همبستگی مثبت معنی‌داری بین شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک وجود دارد. پانندی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کم آبیاری در اوایل رشد رویشی، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و سرعت رشد گیاه و ماده خشک را در گیاه ذرت به مقدار کمی کاهش می‌دهد و مرحله رشد زایشی،

مجتبی کریمی و همکاران

باعث کاهش شدید این شاخص‌ها می‌شود. دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) گزارش کردند که ذرت در مرحله رویشی و رسیدگی نسبت به کمبود آب نسبتاً متحمل به نظر می‌رسد، اما بیشترین تلفات در اثر تنش آبی در دوره گلدهی اتفاق می‌افتد. صابرعلی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مقدار شاخص سطح برگ ذرت در مرحله ابریشم‌دهی به حد اکثر می‌رسد و پس از آن به دلیل ریزش برگ‌ها، روند نزولی پیدا می‌کند. ریتچی و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که سرعت رشد ذرت در مرحله ۱۰ برگی افزایش می‌یابد و کمبود آب در این مدت باعث کاهش اندازه برگ‌ها می‌شود. نی اسمیت و ریتچی (۱۹۹۲) گزارش کردند که با کاهش آب قابل دسترس، مدت زمان ظهور نوک برگ‌ها (فیلوکرون) در ذرت طولانی‌تر می‌شود و چنین شرایطی باعث کاهش معنی‌دار اندازه برگ‌ها، طول میانگره‌ها و تاخیر در ظهور گل‌آذین نر و ابریشم‌ها می‌شود. جاما و اتاما (۱۹۹۳) با اعمال تنش رطوبتی در مراحل اولیه رشد ذرت دریافتند که کاهش آب در این مرحله باعث کاهش ماده خشک می‌شود. هانکس (۱۹۷۴) اعتقاد دارد که اگر افزایش حجم آب آبیاری ناشی از افزایش تعداد مرحله آبیاری باشد تبخیر از خاک بیشتر می‌گردد و بازده بهره‌برداری آب کاهش می‌یابد. هدف از این تحقیق بررسی چگونگی رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط کم‌آبیاری در منطقه رشت بود، تا براساس آن میزان بهینه آب مصرفی با حداکثر بهره‌وری آب برای تولید بهینه ذرت علوفه‌ای در منطقه مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در منطقه رشت اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۷- متر است. میزان بارندگی منطقه در طی فصل رشد در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و در آن چهار تیمار کم‌آبیاری شامل آبیاری کامل (I₀)، ۷۵ درصد (I₂) و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس خاک (I₁) و بدون آبیاری (I₀) مورد مقایسه قرار گرفتند. بافت خاک مزرعه دارای ۱۳ درصد شن، ۳۰ درصد رس و ۵۷ درصد سیلت (خاک سیلتی-رسی) با وزن مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. در زمان کاشت معادل ۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاس از منبع

سولفات پتاس به خاک اضافه شد. بذر ذرت مورد استفاده رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود. این رقم یکی از هیبریدهایی است که در یوگسلاوی به دست آمده و دوماظوره می باشد و برای کلیه نقاط ایران به جز نقاط سرد و کوهستانی قابل توصیه می باشد. در صورتی که برای علوفه کشت شود ۵۰ تا ۸۰ تن در هکتار علوفه تولید می کند (رستگار، ۲۰۰۴). کاشت به صورت جوی و پشته ای و در کرت هایی به ابعاد ۱۹/۵ مترمربع و با دست انجام شد. بعد از سبزشدن، بوته های اضافی با تنک کردن حذف شدند و تراکم ۱۲۸۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد. برای اندازه گیری رطوبت خاک از تانسیومتر و بلوک های گچی استفاده شد. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) از دستگاه صفحه فشاری^۱ استفاده شد. هم زمان با کاشت، تانسیومترها و بلوک های گچی نیز در عمق ۳۵ سانتی متری زمین نصب شدند. مقدار آب آبیاری از طریق کنتور آب نصب شده در محل انتقال آب به مزرعه با دقت ۰/۱ لیتر اندازه گیری شد. فاصله بین کرت ها ۱/۵ متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر بود. کود سرک در دو مرحله ۸-۷ برگی (مرحله به ساقه رفتن) و مرحله گرده افشانی، هر بار معادل ۴۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره استفاده گردید. برای اندازه گیری شاخص های رشد، هر ۱۰ روز یک بار از مزرعه نمونه برداری شد. در هر مرحله از نمونه برداری ۱۰ بوته انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه به چهار قسمت ساقه، برگ، بلال و گل آذین نر (پس از رشد زایشی) تفکیک شدند. سپس هر کدام از اجزای بوته ها به صورت جداگانه در داخل آون تهویه دار به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شدند. وزن خشک هر کدام از اجزای بوته ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم محاسبه شد. برای بررسی شاخص های رشد از شاخص های وزن خشک کل گیاه (TDM)^۲، وزن خشک برگ (LDW)^۳ و تغییرات سطح برگ در طول رشد در واحد درجه-روز رشد (GDD)^۴ استفاده شد (رادفوردز، ۱۹۶۷). درجه حرارات پایه یا صفر فیزیولوژیک گیاهی برای ذرت ۱۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد (بونهوم و همکاران، ۱۹۹۴). سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ آزمایشگاهی (LiCore-3100, USA) اندازه گیری شد. مدل های زیر دارای بهترین ضریب تبیین (R^2) برای پیش بینی وزن خشک کل (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد گیاه (CGR)^۵ و وزن خشک برگ بودند.

- 1- Pressure Plate
- 2- Total Dry Matter
- 3- Leaf Dry Weight
- 4- Growth-Degree Day
- 1- Crop Growth Rate

$$LAI = \exp(c'x^2 + b'x + a') \quad \text{معادله (۱)}$$

$$TDM = \exp(cx^2 + bx + a) \quad \text{معادله (۲)}$$

$$CGR = b + 2cGDD.(TDM) \quad \text{معادله (۳)}$$

$$LDW = \exp(c''x^2 + b''x + c'') \quad \text{معادله (۴)}$$

برداشت در مرحله ۱/۲ خط شیری^۱ انجام گرفت (بال و همکاران، ۱۹۹۷) و بدین منظور بوته‌های واقع در متن هر کرت به مساحت ۴ مترمربع برداشت شده، سپس وزن خشک آنها محاسبه شد. شاخص بهره‌وری آب^۲ آبیاری از نسبت مقدار ماده خشک به آب مصرفی محاسبه شد (سپاس خواه و همکاران، ۲۰۰۶).

$$(WP) = \frac{\text{مقدار ماده خشک تولید شده در هکتار (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{مقدار آب مصرفی در هکتار (مترمکعب)}}$$

مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری از رابطه:

$$Dn = \frac{FC - PWP}{100} \cdot \rho_b \cdot Dr \cdot F$$

زیر محاسبه گردید (علیزاده، ۲۰۰۴) که Dn مقدار آب در هر نوبت آبیاری، FC مقدار رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، PWP مقدار رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم، ρ_b وزن ظاهری خاک مزرعه مورد آزمایش، Dr عمق موثر ریشه و F درصد تخلیه رطوبت خاک. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ گیاه به‌طور معنی‌داری در مراحل ظهور گل‌آذین نر، ظهور ابریشم‌ها، تشکیل دانه و برداشت تحت‌تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت (جدول ۴). در ابتدای دوره رشد، مقدار شاخص سطح برگ در همه تیمارها یکسان بود ولی با گذشت زمان (حدود ۶۰۰ درجه-روز رشد) تأثیر تیمارها به‌تدریج آشکارتر شد. مقادیر شاخص سطح برگ در تیمارهای ۷۵، ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت و بدون آبیاری، نسبت به حداکثر آن به‌ترتیب ۵/۶۹، ۱۶/۲ و ۲۳/۱ درصد کاهش داشت. به‌نظر می‌رسد بعد از مرحله ابریشم‌دهی به‌دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، ریزش برگ‌های پایینی

1- Milke Line

2- Water Productivity

گیاه و کاهش تعداد برگ در تیمارهای تحت کمبود رطوبت، شاخص سطح برگ کاهش یافت (جدول ۶). چاکر (۲۰۰۴) گزارش کرد که کمبود رطوبت از طریق کاهش تولید و رشد و افزایش پیری برگ‌ها، شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهد. ولف و همکاران (۱۹۸۸) عقیده دارند که وجود تنش‌های مختلف محیطی، پیری برگ‌ها را تشدید کرده و در نهایت به کاهش سطح برگ ذرت منجر می‌شود. بررسی تغییرات وزن برگ در تیمارهای مختلف کم‌آبیاری نشان داد که کاهش رطوبت مورد نیاز در طی رشد، باعث کاهش وزن خشک برگ گردید (شکل ۲). تیمارهای بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت، در مقایسه با دو تیمار دیگر، مقدار ماده خشک کمتری در برگ‌ها داشتند (۳۹/۴ و ۳۵/۵ درصد نسبت به آبیاری کامل، کاهش داشتند). گیاهانی که در شرایط بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت، رشد کرده بودند، زودتر به حداکثر مقدار وزن برگ رسیدند (حدود ۷۸۰ درجه- روز رشد) در حالی که در آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس با فاصله زمانی بیشتری (در حدود ۹۰۰ درجه- روز رشد) شکل گرفت. شیب کاهش وزن خشک برگ در تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس بیشتر از دو تیمار دیگر بود (شکل ۲). به نظر می‌رسد انبوه شدن برگ‌ها، سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر باعث افزایش تلفات برگ می‌شود (تعداد برگ و حداکثر شاخص سطح برگ در آبیاری کامل به ترتیب ۱۴/۸۳ و ۵/۳۲ بود). ریتیچی و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که در مرحله ۱۰ برگی، رشد گیاه ذرت شدت می‌یابد و این فرآیند تا ورود به مرحله زایشی ادامه دارد. بنابراین هر گونه تنشی در این مرحله باعث کاهش رشد و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود. محققان دیگر نیز کاهش وزن برگ در اثر کاهش آب مورد نیاز را گزارش کرده‌اند (بویر، ۱۹۷۰ و اک، ۱۹۸۴).

مقدار ماده خشک بلال در مراحل مختلف رشد (به جز زمان ظهور گل‌آذین نر)، در بین تیمارهای مختلف دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). بررسی تغییرات مربوط به وزن خشک بلال نشان داد که تجمع ماده خشک بلال با گذشت زمان، با شیب مثبت و بسیار تند، تا یک محدوده زمانی خاص (۱۲۵۰ درجه روز رشد)، افزایش پیدا کرد و سپس کمی افت کرد و با نزدیک شدن به زمان برداشت، کاهش یافت (شکل ۴). از دست دادن رطوبت و عبور از مرحله شیرینی می‌تواند دلایل مربوط به کاهش تجمع ماده خشک بلال در نزدیکی مرحله برداشت باشد. اک (۱۹۸۴) با اعمال تنش رطوبتی در ۴۱ روز بعد از کاشت در ذرت بیان کرد که کمبود آب باعث کاهش عملکرد برگ، ساقه و بلال شد، در حالی که اعمال تنش در ۵۵ روز بعد از کاشت تنها باعث کاهش عملکرد ساقه و بلال گردید.

جدول ۱- میزان بارندگی محل اجرای آزمایش در فصل رشد ذرت سیگل کراس ۷۰۴ در سال ۱۳۸۶.

مرداد	خرداد											
	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	هفته	مجموع بارندگی (mm)
چهارم	سوم	دوم	اول	چهارم	سوم	دوم	اول	چهارم	سوم	دوم	اول	۰
۵/۴	۳/۳	۰	۱/۳	۵۶/۸	۱۱/۶	۷/۲	۲۴/۴	۰	۱/۹	۰	۰	۱۳۸۶

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش.

پتانسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	نیترژن (%)	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹) (EC)	pH	درصد کربن آلی	درصد رطوبت خاک	درصد رطوبت خاک در نقطه پژمردگی	درصد رطوبت خاک در زمان کاشت
۲۴۷	۲۲/۷	۰/۱۷۷	۰/۶۸	۶/۱	۱/۰۲	۳۰/۶۰۷	۱۳/۹۱۱۴	۲۳/۱۷۲

جدول ۳- دور آبیاری، مقدار آب مصرفی در هر دور و کل آب مصرف شده در آبیاری برای هر تیمار.

تیمارهای آبیاری	تعداد دور آبیاری	مقدار آب آبیاری در کل دوره رشد ($m^3 \cdot ha^{-1}$)
I ₀	-	-
I ₁	۲	۱۰۷۳/۶۷۵
I ₂	۶	۲۳۹۴/۸۷۲
I ₃	۱۰	۲۶۸۴/۹۵۷

I₀ بدون آبیاری. I₁، I₂ و I₃ به ترتیب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس از خاک.

کمترین تجمع ماده خشک ساقه در تیمارهای بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس مشاهده شد (۲۴/۹۳ و ۲۱/۳۶ درصد کاهش نسبت به آبیاری کامل). تجمع ماده خشک در تیمار بدون آبیاری دارای ضریب تبیین کمتری نسبت به سایر تیمارها بود ($R^2 = ۰/۹۶$). احتمالاً دلیل عمده این پدیده پراکنش نامناسب بارندگی در طی فصل رویش بود (جدول ۲). بویر (۱۹۷۰) گزارش نمود که کمبود رطوبت سبب کاهش وزن ساقه ذرت می شود. دنمید و شاو (۱۹۶۰) و اک (۱۹۸۴) نیز بیان کرده اند که کمبود آب در طی دوره رشد رویشی ذرت باعث کاهش وزن ساقه می شود.

نتایج نشان داد که تیمارهای کم آبیاری، در مراحل مختلف رشد روی مقدار ماده خشک کل تأثیر معنی داری داشتند (جدول ۴). درصد کاهش در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبتی و بدون آبیاری به ترتیب ۱۰/۰۵، ۲۹/۱ و ۳۲/۸ بود. آزمایشات تونار و دویر (۱۹۹۹) نشان داد که تجمع ماده خشک در ذرت به کل تابش ورودی و توزیع آن، شاخص سطح برگ، ساختار پوشش گیاهی و سرعت فتوسنتز برگ وابسته می باشد. پاندی و همکاران (۲۰۰۰) کم آبیاری را در مراحل مختلف رشد ذرت اعمال و گزارش کردند که کمبود شدید آب منجر به کاهش سطح برگ و کاهش رشد و ماده خشک گیاه می گردد. آنها اعتقاد دارند که کم آبیاری در اوایل رشد رویشی تولید ماده خشک را به میزان کمی کاهش می دهد اما در اواخر رشد و در مرحله رشد زایشی، این شاخص رشد را به شدت کاهش می دهد. در آزمایش حاضر مشاهده شد که با کاهش رطوبت قابل دسترس، مراحل فنولوژیکی به تعویق افتاد (شکل ۵ و جدول ۶).

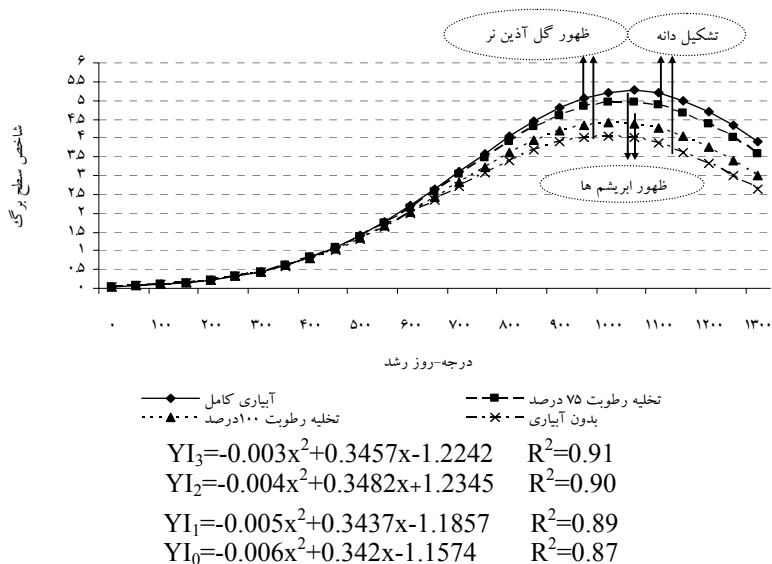
جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص های مختلف رشد در مراحل پیدایش گل آذین نر ظهور ابریشم ها، تشکیل دانه و رسیدگی گیاه ذرت علوفه ای رقم سسینگل کراس ۷۰۴ تحت تیمارهای مختلف آبیاری.

میانگین مربعات		درجه آزادی	ماده خشک کل	ماده خشک برگ	ماده خشک ساقه	ماده خشک بلال	سرعت رشد گیاه	سرعت جذب خالص	شاخص سطح برگ
مرحله پیدایش گل آذین نر	بلوک	۲	۲۵	۲/۵۲	۴/۵	۷۰/۲۰	۷۷/۰	۱۰/۰	۵۰/۰
	تیمار	۳	۴۴۰۲۹/۱**	۶/۱۷۰۱	۳۱۵	۲۰/۱	۳۷۹/۰	۳۵/۸	۶۳۶/۰
	خطای آزمایشی	۶	۳۴۴۶/۶۶	۱۰۹/۴۶	۷/۱۹۱۱	۸۱۲/۰	۶۷۱/۰	۶۵۰/۰	۶۱۰۰/۰
ضرب تغییرات (CV)			۵۲/۵۶	۵۷/۴	۱۴/۱	۳۵/۱	۶۳/۱	۶۳/۱	۶۷/۰
مرحله پیدایش ابریشم ها	بلوک	۲	۲۳/۴۴	۳۶/۸	۵۶/۳۱	۵۱۶/۱	۳۴۱/۰	۵۷/۰	۸۵۱۰/۰
	تیمار	۳	۵۹۷۹۳/۱**	۸/۵۷۹۰۱	۳/۴۶۵	۵۶/۵۱	۶۳/۵۰۵	۶۶/۶	۱۰۲/۱
	خطای آزمایشی	۶	۷۱۶۶۶/۱	۷/۵۱	۷۲۱	۷۲/۳۱	۱۵/۲	۶۱/۰	۱۷۲۰/۰
ضرب تغییرات (CV)			۳/۹۱	۱۲/۶	۲/۱	۶۷/۰۱	۳۷/۵	۶/۵	۱۰/۳
مرحله تشکیل دانه	بلوک	۲	۳۵/۵۱	۷۷/۱۷	۳۰/۳	۶۳/۶۱	۱۶۳/۰	۶۱۰/۰	۳۰۰۰/۰
	تیمار	۳	۷/۶۳۵۶**	۸۶۱۱	۶/۲۱۵	۶/۱۸۳۳	۶۰/۸۵	۶۳/۶	۷۸۳/۲
	خطای آزمایشی	۶	۱۷۷۵۱	۳۶/۶	۶۶۰/۲۱	۱۰/۶۷	۵۶/۰	۶۱/۰	۱۶۱/۰
ضرب تغییرات (CV)			۳۳/۳	۳/۵	۶۶/۱	۷/۳	۸۶/۲	۳۵/۳	۱۳/۸
مرحله رسیدگی	بلوک	۲	۷۰/۷۵۲	۸/۸	۷/۱۷۳	۶۷۲/۱	۶۳۷۰/۰	۸۰/۰	۸۰۳۰/۰
	تیمار	۳	۷۱۳۳۸/۱**	۵/۵۱۸	۲/۸۶۲۱	۲۸۱۶/۱	۳۳۸۶۵	۱۰/۱	۷۰۳/۳
	خطای آزمایشی	۶	۹/۵۰۱	۶/۷۱	۷۶/۷۶۳	۷/۶۶۱	۵۶/۰	۶۳/۰	۵۵/۰
ضرب تغییرات (CV)			۴۳/۱	۵/۳	۷۳/۳	۳/۸	۷۱/۶	۸۴/۶	۱۵/۷

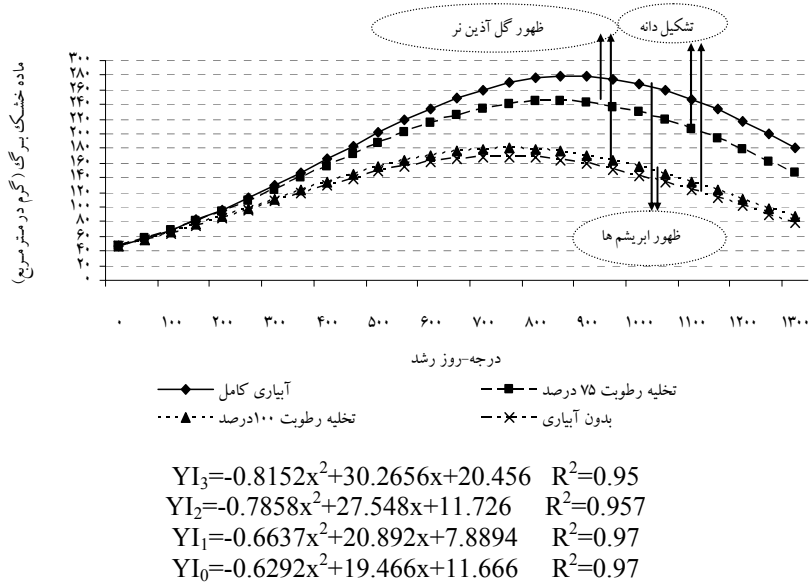
* و ** معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

عملکرد علوفه خشک در تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت تفاوت معنی‌دار نداشتند، لیکن در تیمارهای ۱۰۰ درصد و بدون آبیاری، کاهش معنی‌دار داشتند (جدول ۶). در این تحقیق تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت، در شاخص‌های سطح برگ و سرعت رشد، دارای روند مشابهی بودند. در این راستا وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص سطح برگ (نوری اظهار و احسان‌زاده، ۲۰۰۷) و سرعت رشد (دویر و همکاران، ۱۹۹۱) با عملکرد علوفه خشک گزارش شده است. بنابراین با مقایسه مقادیر شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه مربوط به آزمایش حاضر با مقادیر عملکرد و علوفه خشک (جدول ۶) مشاهده شد که گیاهانی که از شاخص سطح برگ و سرعت رشد بیشتری برخوردار بودند، عملکرد بیشتری داشتند.

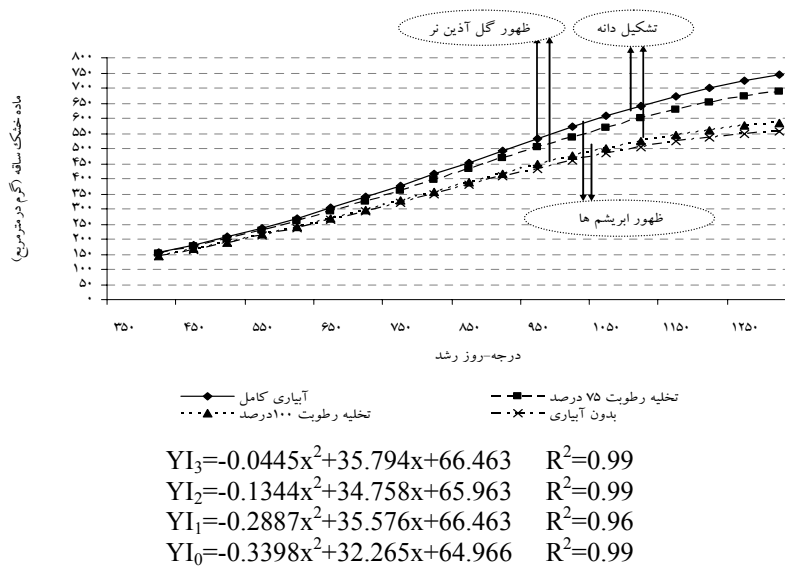
کم آبیاری تأثیر معنی‌داری ($P < 0/01$) روی سرعت رشد گیاه در تمام مراحل رشد داشت (جدول ۴). بررسی تغییرات مربوط به سرعت رشد نشان داد در شرایطی که رطوبت لازم فراهم بود (آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت) سرعت رشد در بالاترین مقدار خود بود و در سایر تیمارها کاهش یافت (شکل ۶). در انتهای دوره رشد، تیمار بدون آبیاری، در مقایسه با سایر تیمارها، کمترین مقدار سرعت رشد را داشت (۱۰/۳۷ گرم در مترمربع). حداکثر سرعت رشد گیاه در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس و بدون آبیاری به ترتیب ۵/۷۲، ۱۸/۰۶ و ۲۳/۴۷ درصد کاهش داشت. پانندی و همکاران (۲۰۰۰) کاهش سرعت رشد محصول را در اثر تنش خشکی مشاهده کردند.



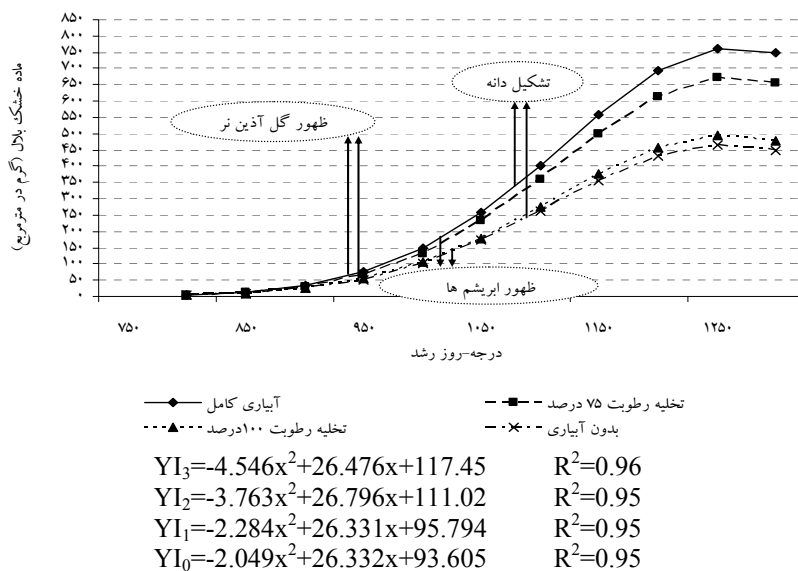
شکل ۱- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر شاخص سطح برگ گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴.



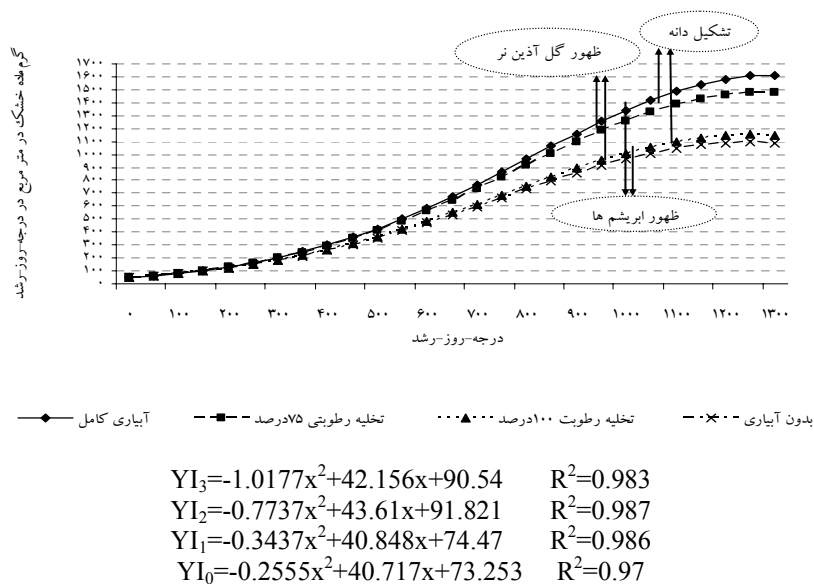
شکل ۲- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر تجمع ماده خشک برگ گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴.



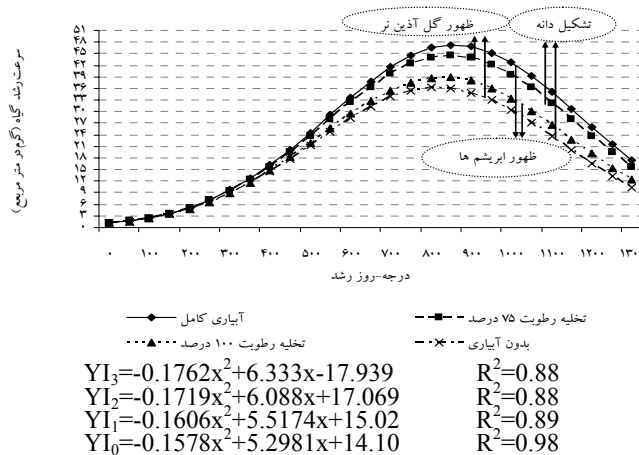
شکل ۳- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر تجمع ماده خشک ساقه گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴.



شکل ۴- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر تجمع ماده خشک بلال گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴.



شکل ۵- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر تجمع ماده خشک کل گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴.



شکل ۶- تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر سرعت رشد گیاه ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. (I₀ بدون آبیاری، I₁، I₂ و I₃ به ترتیب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس از خاک)

صفات مورفولوژیک: کم آبیاری تأثیر معنی داری ($P < 0.01$) روی ارتفاع بوته‌های ذرت داشت (جدول ۵). بوته‌هایی که در شرایط بدون آبیاری رشد کردند، در مقایسه با سایر تیمارها، ارتفاع کمتری داشتند (۲۸۹ سانتی متر). مطالعات متعددی کاهش ارتفاع بوته ذرت را در اثر کاهش مقدار آب مورد نیاز گزارش کرده‌اند (گاولوسکی و همکاران، ۱۹۹۲؛ ترانوره و همکاران، ۲۰۰۰). کاهش مقدار آب مصرفی باعث افزایش معنی دار قطر ساقه شد (جدول ۶). تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس دارای بیشترین تعداد برگ (به ترتیب ۱۴/۸۳ و ۱۴/۷۳ عدد) و تیمار بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس دارای کمترین تعداد برگ بودند (به ترتیب ۱۴/۰۳ و ۱۳/۹۶ عدد). در ابتدای رشد گیاه ذرت، آغازه‌های زیادی از برگ شکل می‌گیرد که در شرایط مطلوب و ایده‌آل همه آنها پتانسیل ایجاد برگ را دارند، اما شرایط نامناسب رشدی و تنش‌های محیطی باعث مرگ آغازه‌های برگ‌ها می‌شوند (کوچکی و سرمدینا، ۲۰۰۵). کم آبیاری تأثیر معنی داری روی تعداد برگ‌های سبز و درصد ریزش برگ نداشت (جدول ۵). از طرفی دیده شد که با کاهش رطوبت قابل دسترس، تعداد کل برگ‌های تشکیل شده روی بوته به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۶). این موضوع نشان می‌دهد که انبوه زیاد برگ در تیمارهایی که تحت شرایط مطلوبی از رطوبت رشد نموده بودند باعث ایجاد سایه‌اندازی روی برگ‌های پایینی شده و تلفات برگ‌های پائین را باعث می‌شود. مشخص شد که برگ‌ریزی در تیمارهای با تعداد برگ زیادتر، بیشتر اتفاق افتاده که احتمال دارد به دلیل سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها روی هم‌دیگر باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد برگ	تعداد برگ سبز			طول دوره عملکرد ماده خشک
					تعداد برگ	درصد برگریزی	روز تا ظهور گل آذین نر	
بلوک	۲	۶۱/۸۵	۰/۰۴۳**	۰/۰۱۳	۱/۱۶۳*	۵۵/۲۴*	۰/۵۸۳	۱۱۷/۱۱۱۱۱۱
تیمار	۳	۵۵۳/۵۸**	۰/۰۴۲۳**	۰/۸۷۷*	۱/۱۴	۳/۱۴۳*	۲/۵۲*	۶/۰۵۳۵۱۱۹۱
خطای آزمایشی	۶	۲۸/۰۸	۰/۰۳۰۳۸۹	۰/۰۷	۰/۳۳۳	۳/۵۴۳	۰/۳۱۲	۱۱۲۶۱۴۱۳/۲۱
ضریب تبیین (R ²)	-	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۷۷	۰/۹۰
ضریب تغییرات (CV)	-	۱۶/۸۱	۴/۶۴	۳۸/۷۱	۵/۶۵	۱۲/۷۲	۵/۸۰	۳/۸۷

* و ** معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در تیمارهای مختلف آبیاری.

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ‌ها	تعداد برگ‌های سبز	برگریزی درصد	روز تا ابریشم دهی	روز تا ظهور گل آذین نر	تشکیل دانه روز تا	طول دوره گلدهی	خشک (kg/ha)	عملکرد ماده
I ₀	۲۸۹	۱/۵۲۱	۱۳/۹۶۱	۹/۳۳۳	۳۱/۱۵۱	۶۶/۶۱	۳۳/۸۶	۳۳/۳۳	۴	۳۷/۹۸۷۸۰۱	۳۷/۹۸۷۸۰۱
I ₁	۲۹۸/۷۳	۱/۶۴۳	۱۴/۰۳۱	۱۰/۰۳۱	۲۸/۵۷۵	۶۷/۳۳	۳۳/۸۶	۶۱/۳۸	۱۴/۶۱	۱۵/۵۸۹۳۱۱	۱۵/۵۸۹۳۱۱
I ₂	۳۰۷/۳۳	۱/۳۵۶	۱۳/۸۷۳	۱۰/۸۷۳	۲۸/۷۸۴	۶۵/۶۶	۶۰	۶۱/۱۸	۱۶/۶۱	۱۶/۵۶۶۵۳۱	۱۶/۵۶۶۵۳۱
I ₃	۳۲۰/۸۳	۱/۴۶۷	۱۴/۷۳۳	۱۰/۹۶۱	۲۷/۱۰۳	۶۵/۶۶	۶۰	۶۱/۱۸	۱۷	۱۶/۱۶۱۶۱۱	۱۶/۱۶۱۶۱۱
LSD _(0.05)	۱۰/۵۸	۰/۱۲۴	۰/۵۲۶	۰/۵۹۱	۷/۳۵	۰/۹۹۰	۶/۸۱	۱۱/۱	۲/۱	۳/۲۴۶۳	۳/۲۴۶۳

I₀ بدون آبیاری، I₁ و I₂ و I₃ به ترتیب ۷۵، ۱۰۰ و ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک

با کاهش مقدار رطوبت مورد نیاز، ظهور گل آذین نر به تاخیر افتاد. تیمارهای بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت دارای بیشترین مدت (هر دو ۶۲/۳۳ روز، معادل ۸۷۵ درجه-روز رشد) و تیمارهای آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس دارای کمترین مدت زمان تا ظهور گل آذین نر بودند (هر دو ۶۰ روز، معادل ۸۴۰ درجه-روز رشد). این موضوع از این لحاظ که گیاهان می‌توانند سریع‌تر گرده‌افشانی خود را شروع کنند، می‌تواند حائز اهمیت باشد. ترائوره و همکاران (۲۰۰۰) نیز با بررسی تأثیر تنش خشکی روی رشد ذرت گزارش کردند که کمبود آب باعث به تاخیر افتادن ظهور برگ‌ها (حداکثر تا ۶ روز) و ظهور ابریشم‌ها (۳ روز) می‌شود. طول دوره سبزشدن تا ابریشم‌دهی در تیمارهای بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد ۲/۳۳ روز تاخیر داشت. با کاهش آب مورد نیاز برای ذرت، تشکیل دانه به مدت ۲/۳۳ روز به تعویق افتاد (جدول ۶). وستگیت و بویبر (۱۹۸۶) نشان دادند هنگامی که گیاه در معرض کم‌آبی قرار گیرد، ابریشم‌ها دیرتر از زمان طبیعی ظاهر می‌شوند. طول دوره گلدهی در گیاهانی که در شرایط مطلوب از آبیاری و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس رشد کرده بودند، به‌طور معنی‌داری بیشتر از بقیه تیمارها بود (به ترتیب ۱۷ و ۱۶/۶۶ روز). یکی از راهکارهایی که گیاهان در مواجهه با شرایط تنش خشکی، پیش رو می‌گیرند، کوتاه کردن دوره رشدی خود می‌باشد که از این راهکار در منابع علمی تحت عنوان فرار از خشکی یاد می‌شود (چوکان، ۲۰۰۲).

شاخص بهره‌وری آب آبیاری: شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به ترتیب ۶/۰۳، ۶/۰۸ و ۱۰/۶۹ کیلوگرم ماده خشک در مترمکعب آبیاری بود. با نظر به این که عملکرد ماده خشک در آبیاری کامل و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت یکسان بود (جدول ۶) و از طرف دیگر با آبیاری براساس ۷۵ درصد تخلیه رطوبت، مقدار آب کمتری مصرف شد (۱۰/۸ درصد آب کمتر از آبیاری کامل مصرف شد)، به نظر می‌رسد که این تیمار مناسب باشد. مشاهده شده که اگر حجم آب آبیاری با ازدیاد مراحل آبیاری افزایش یابد، بهره‌وری آب کاهش می‌یابد (هانکس، ۱۹۷۴). در آزمایش حاضر، آبیاری کامل بیشترین مقدار آب آبیاری را در طول فصل رویش به خود اختصاص داد (۲۶۸۴/۹۵۷ مترمکعب در هکتار) و تعداد مراحل آبیاری نیز در این تیمار بیشتر از این تیمار بود (۱۰ مرحله).

نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری ذرت علوفه‌ای پس از تخلیه رطوبت ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس خاک، باعث بهبود رشد و تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه شد. همچنین مشاهده شد که با کاهش رطوبت قابل دسترس، ظهور مراحل فنولوژیکی مانند ظهور گل آذین نر، ابریشم‌دهی و تشکیل دانه به تعویق افتاد. آبیاری ذرت پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل دسترس خاک، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند به توسعه کشت ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت کمک کند.

فهرست منابع

- Acevedo, E., Hsiao, T.C., and Henderson, D.W. 1971. Immediate and subsequent growth response of maize leaves to changes in water stress. *Plant Physiol.* 48: 631-636.
- Rezaverdinejad, V., Sohrabi, T., and Liaghat, A.M. 2006. Study of deficit irrigation effect on corn forage yield at its growth stage. 1th national congress of irrigation and drainage nets. Ahvaz,
- Alizadeh, A. 2004. water, soil and plant relationship. Emam Reza University Press.
- Bal, M.A., Coors, J.G., and Shaver, R.D. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.* 80: 2497-2503.
- Bonhomme, R., Derieux, M., and Edmeades, G.O. 1994. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperature and photoperiod in multilocation field trials. *Crop Sci.* 34: 156-164.
- Boyer, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn soybean and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiol.* 46: 233-235.
- Boyer, J.S. 1986. Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiol.* 43:1056-1062.
- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89: 1-16.
- Chokan, R. 2002. Corn breeding for tolerance to drought and nitrogen stress. Agriculture Education Press. (Translated to Persian).
- Dek, H.H. 1986. Effect of water use efficiency of irrigated corn. *Agron. J.* 78: 1035-040.
- Doorenbas, J., and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. F.A.O. Irrigation and Drainage, paper No. 33. F.A.O. 180 p.
- Doorenbos, J., and Kassam, A.K. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, United Nations, Rome, p. 176.

- Dwyer, L.M., Hamilton, R.I., Hayhoe, H.N., and Royds, W. 1991. Analysis of biological traits contributing to grain yield of short-to mid-season corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Can. J. Plant Sci.* 71: 535-541.
- Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agron. J.* 76: 421-428.
- English, M.J., Musick, J.T., and Mutry, V.V.N. 1992. Deficit irrigation. Pp: 361-393. In: Howell, J.G., and Solomons, K.H. Management of Farm Irrigation Systems. ASCE Publication, New York, USA.environment. I. Grain yield and yield components. *Agric. Water Manage.* 46: 1-13.
- English, M.J., and James, L. 1990. Deficit irrigation. II: Observation on Colombia basin. *ASCE, J. Irrig Drain. Eng.* 116: 413-426.
- Gavloski, J.E., Whitfield, G.H., and Ellis, C.R. 1992. Effect of restricted watering on sap flow and growth in corn (*Zea mays* L.) *Can. J. Plant Sci.* 72: 361-368.
- Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agron. J.* 66: 660-665.
- Jama, A.O., and Ottman, M.J. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. *Agron. J.* 85: 1159-1164.
- Kocheiki, A., and Sarmadnia, Gh. 2005. Crops physiology. Mashhad jahad. Daneshgahi Press. (Translated in Persian).
- McCullough, D.E., Girardin, P., Mihajlovic, M., Guilera, A.A., and Tollenaar, M. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 74: 471-477.
- NeSmith, D.S., and Ritchie, J.T. 1992. Short- and long-term response of corn to a preanthesis soil water deficit. *Agron. J.* 84: 107-113.
- Nouri azhar, J., and Ehsanzedeh, P. 2007. Study of relationship of some growth indices and yield of five corn hybrids at two irrigation regim in Esfahan region. *J. Sci. and Tech.* 41: 261-272.
- Pandey, R.K., Maranville, J.W., and Chetima, M.M. 2000a. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. *Agric. Water Manage.* 46: 15-27.
- Pandy, R.K., Maranvill, J.W., and Chetima, M.M. 2000b. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agric. Water Manag.* 46: 15-27.
- Radfords, P.J. 1967. Growth analysis formulae—Their use and abuse. *Crop Sci.* 7: 3. 171-175.
- Rastgar, M. 2004. Forage Crop Production. Brahmmand Press. 520 p.
- Ritchie, S.W., Hanway, J.J., and Benson, G.O. 1992. How a corn plant develops. Special Report No. 48. Iowa State University, p. 21.
- Saberli, S.F., Sadatnouri, S.A., Hejazi, A., and Zand, E. 2007. influence of plant density and planting pattern of corn on its growth and yield under competition with common Lambesquarters (*Chenopodium album*). *J. Res. Prod.* 74: 143-152.

- Sepaskhah, A.R., Tavakoli, A., and Mousavi, S.F. 2006. Principles and application of deficit irrigation. Iranian National Committee of Irrigation and Drainage Presss.
- Tollennar, M., and Dwyer, L.M. 1999. Physiology of maize. In: D. L. Smith and C. Hamel (eds.). Crop Yield, Physiology and Processes. Pp: 169-204.
- Traore, S.B., Carlson, R.E., Pilcher, C.D., and Rice, M.E. 2000. Bt and Non-Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agron. J. 92:1027-1035.
- Westgate, M.E., and Boyer, J.S. 1986. Reproduction at low silk and water potential in maize. Crop Sci. 26:951-956.
- Williams, W.A., Loomis, R.S., and Lepley, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density I. Productivity in relation to interception of solar radiation. Crop Sci. 5: 211-215.
- Wolfe, D.W., Henderson, D.W., Hsiao, T.C., and Alvins, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. II. Photosynthetic decline and longevity of individual leaves. Agron. J. 80: 865-870.
- Yazar, A., Howell, T.A., Dusek, D.A., and Copeland, K.S. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. Irrig. Sci. 18:171-180.



Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht Climate

**M. Karimi¹, *M. Esfahani², M.H. Bigluei², B. Rabiee²
and A. Kafi Ghasemi²**

¹M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, University of Guilan, Iran, ²College of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran

Abstract

In order to study of effects of deficit irrigation on morphological traits and growth indices variation of corn forage (SC. 704) in Rasht region, an experiment based on randomized complete design with four treatments and three replication was conducted in 2007 growing season, at research farm of faculty of agriculture, University of Guilan. Experimental treatments consisted of: no-irrigation, 100%, 75% and 50% (full irrigation) available water depletion from soil. Results showed that irrigation based on 75% available water depletion from soil caused significant reduction in leaf dry matter, crop growth rate and leaf area index. In comparison with full irrigation and 75% available water depletion from soil, 100% available water depletion from soil caused significant reduction in total dry matter, ear, stem and leaf dry weight, leaf area index, crop growth rate, leaf number and plant height. In the non-irrigation and 100% available water depletion treatments the total dry matter, stem dry weight, ear dry weight, leaf number, flowering duration and plant height significant difference not seen. With reduction in irrigation water, silking and ear formation delayed and stem diameter increased. Deficit irrigation increased water productivity and 75% available water treatment was showed a better performance (6.07 kg.m^{-3}). Forage dry matter in 50%, 75% and 100% available water depletion and non-irrigation was 16191.25, 14563.56, 11479.51 and 10879.83 kg.ha^{-1} , respectively. According to the results, in Rasht region climate, after 75% available water depletion from soil, growth indices significantly varied. Thus, in this region, irrigation based on 75% available water depletion from soil may cause improvement in corn forage.

Keywords: Growth indices; Corn forage; Morphological traits; Deficit irrigation

*- Corresponding Author; Email: mesfahan@yahoo.com