نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۲ - ۲۳

Water Management in Agriculture
Vol. 2, No. 1, Spring and Summer 2015, p. 23 - 32

مدل بندی تولید علوفه خشک در شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه ذرت

ابوالفضل ناصری [۱]*، زهرا متقی فرد [۲]، ابراهیم ولی زادگان [۳] و محمدباقر خورشیدی بنام [۴]

چکیده

به‌منظور مدل بندی تولید علوفه خشک ذرت در شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای آزمایشی: الف) آبیاری کامل(T1) ، ب) ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه با آبیاری کامل در دوره خمیری(T2) ، ج) ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه با آبیاری کامل در دوره گلدهی(T3) ، د) ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه با آبیاری کامل در دوره گلدهی و خمیری (T4) انجام گردید. ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه از زمان شروع رشد سریع ذرت تا پایان دوره رسیدگی صورت گرفت. طول کرت‌های آزمایشی ده متر، عرض کرت‌ها برابر ۵/۲۵ متر، فاصله پلات‌ها دو متر و فاصله جویچه‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اعمال شرایط مختلف آبیاری موجب تولید متفاوتی از علوفه خشک گردیده است. مقایسه میانگین ماده خشک حاصل از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد وزن علوفه خشک در تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب برابر ۲۷۳/۵±۵۷، ۲۵۹/۷±۶۶، ۱۹۴/۱±۵۹ و ۱۷۳/۴±۷۵ گرم در هر بوته بود؛ بنابراین می‌توان گفت آبیاری کامل از مرحله شش برگی تا پایان دوره رسیدگی ضرورتی نداشته و پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری آب، در محدوده یادشده آبیاری قطع گردد. در این پژوهش تابع تولید علوفه خشک به ازای آب مصرفی به دست آمد. بر اساس وزن علوفه خشک در طول زمان‌های مختلف پس از کاشت رابطه وزن ماده خشک و تعداد روزهای پس از کاشت برای هر چهار تیمار آزمایشی به دست آمد. با استفاده از این روابط و بر مبنای تولیدات ماده خشک در اوایل یا اواسط دوره، می‌توان مقدار تولید در زمان‌های بعدی یا نهایی را برآورد نمود.

واژه‌های کلیدی: خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه، عملکرد ذرت علوفه‌ای، کم آبیاری، مدیریت آبیاری

مقدمه

آبیاری سطحی یکی از روش‌های مرسوم برای آبیاری محصولات زراعی بوده و آبیاری جویچه‌ای یکی از روش‌های پرکاربرد برای محصولات ردیفی مانند ذرت و سیب‌زمینی است. با توجه به پایین بودن راندمان آبیاری و بهره‌وری آب در برخی از شرایط کاربرد آبیاری سطحی، اعمال شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه یکی از راه‌های مطمئن، قابل توصیه و کاربردی برای برون‌رفت از این معضل می‌باشد. در آبیاری جویچه‌ای، آب فقط در داخل جویچه‌ها جاری بوده و در تمام سطح زمین زراعی در جریان نمی‌باشد. این ویژگی ازیک‌طرف با کاهش مقدار تبخیر از سطح خاک سبب صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی شده و از طرف دیگر با کاهش رشد علف‌های هرز، از پایین آمدن راندمان آبیاری در جویچه‌ها ممانعت به عمل می‌آورد. شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه به حالتی گفته می‌شود که در دوره رشد یا دوره محدودی از طول رشد گیاه تنها بخشی از منطقه عمودی ریشه گیاه آبیاری شده و بخش آبیاری نشده به‌صورت خشک باقی می‌ماند. این تکنیک با تکنیک آبیاری- خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه تا حدودی متفاوت است. از سویی ذرت یک گیاه وجینی است و معمولاً به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شود. این گیاه برای تکمیل چرخه زندگی و تولید محصول مناسب، به آب، نیاز مُبرم دارد و در دوره‌ای از مراحل رشد، مثلاً گسترش سریع برگ‌ها، گرده‌افشانی و پر شدن دانه که معمولاً با ماه‌های گرم تابستان مصادف است، نیاز این گیاه به آب شدت می‌یابد (خدابنده، ۱۳۸۲). از دیگر سو، در زمینه اعمال شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه در قالب

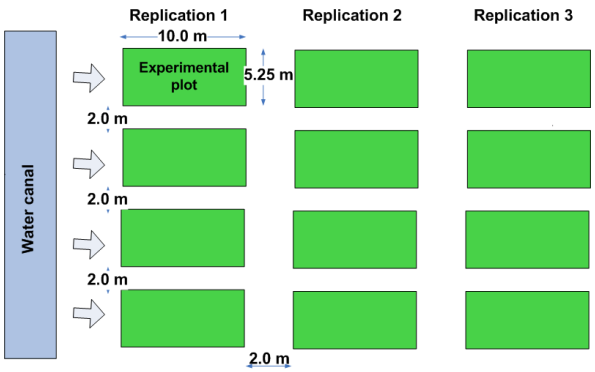
[۱]- دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی (نویسنده مسئول nasseri_ab@yahoo.com)
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی، ۳- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی و ۴- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۲۵

آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان تحقیقات زیادی صورت گرفته است که بیشتر آن‌ها بر کارآمد بودن روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در گیاهان ردیفی تأکید نموده‌اند (سپاسخواه و کامکار حقیقی،۱۳۷۳؛ سپاسخواه، ۱۳۷۵؛ Sepaskhah and Kamgar-Haghighi, 1997; Stone et al,1979; Musick and Dusek, 1974; Fischbach and Mulliner, ,1974; Stone et al,1982). در زیر به خلاصه نتایج حاصل از کاربرد این روش در محصولات ردیفی و به‌ویژه ذرت پرداخته می‌شود. فیش باچ و مولینر (۱۹۷۴)، در خاکی با بافت متوسط لوم رسی سیلتی و جویچه‌های به فواصل ۷۶ سانتی‌متر در روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، در هر آبیاری ۲۹ درصد کاهش مصرف آب را گزارش کردند(Fischbach and Mulliner,1974). صمدی و سپاسخواه (۱۹۸۴) به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت و متغیر به ترتیب ۲۰ و ۲۷ درصد نسبت به روش معمول آبیاری، کمتر آب مصرف‌شده است. کانگ و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش کردند که در آبیاری یک‌درمیان متغیر با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی، محصول ذرت کاهش نیافته ولی در آبیاری کامل جویچه‌ها و یک‌درمیان ثابت جویچه‌ها، عملکرد کاهش‌یافته است (Kang et al., 2000).کانک و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی نشان دادند که با آبیاری متناوب و با ۳۵ درصد کاهش آب مصرفی، فقط ۱۱ – ۶ درصد کاهش به‌دست‌آمده است .(Kang et al., 2004) خواجه عبدالهی و سپاسخواه (۱۳۷۵) با بررسی اقتصادی آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ذرت دانه‌ای با دوره‌های مختلف اظهار داشتند که تیمارهای آبیاری چهار روزه یک‌درمیان نسبت به تیمار آبیاری جویچه‌ای با دور هفت روز معمولی آب کمتری نیاز دارد، محصول کاهش چندانی نداشته و اقتصادی‌تر بوده است. اوتار و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که ذخیره آب در تیمارهایی که در آن‌ها برنامه‌ریزی آبیاری صورت گرفته در مقایسه با آبیاری مرسوم منطقه بیشتر بوده است. به‌طوری‌که این مقادیر در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان بیشتر از آبیاری جویچه‌ای با ۲ ردیف کشت روی پشته و آن‌هم بیشتر از آبیاری جویچه‌ای معمول بوده است. این در حالی است که به‌رغم کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان میزان عملکرد محصول ذرت کاهش نیافته بود (Ouattar et al., 1987). بین عملکرد ذرت و مقدار آب قابل‌دسترس ذخیره‌شده خاک همبستگی معنی‌داری وجود دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). کاهش عملکرد ذرت براثر تنش به عواملی نظیر مرحله نموی گیاه که در معرض تنش قرارگرفته، شدت و طول مدت تنش و میزان حساسیت رقم بستگی دارد (Ouattar et al. ,1987)مرحله گرده‌افشانی و دو هفته پس‌ازآن، حساس‌ترین دوره این گیاه نسبت به تنش خشکی می‌باشد و در طی این مدت تعداد دانه در هر بلال، به‌شدت کاهش می‌یابد (خدابنده ۱۳۸۲ ؛ تاجبخش ۱۳۷۵). زمانی که ذرت در معرض یک دوره کوتاه خشکی قرار می‌گیرد ارقام دیررس نسبت به ارقام زودرس عملکرد بیشتری خواهد داشت؛ زیرا به‌آسانی می‌تواند آب اضافی خاک را با سیستم ریشه‌ای گسترده خود جذب کند. البته تحت شرایط خشکی طولانی‌مدت، ذرت زودرس می‌تواند عملکرد بیشتری نسبت به تیپ‌های دیررس داشته باشد، زیرا آب خاک را سریع‌تر تخلیه نمی‌کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). تنش خشکی در زمان ظهور گل تاجی نه فقط مانع از توانایی گیاه برای گلدهی و گرده‌افشانی می‌شود، بلکه شدیداً می‌تواند بر طول عمر دانه گرده نیز اثر بگذارد (تاجبخش، ۱۳۷۵). تنش آب در زمان گلدهی می‌تواند به خروج کلاله‌ها از غلاف بلال صدمه زده و باعث خشکی آن‌ها شود و تعداد دانه تشکیل‌شده در بلال را کاهش دهد. تعداد دانه در بلال حساس‌ترین بخش عملکرد به کمبود آب است (Schussler and Westgate, 1991). اگر در مرحله آغاز برگ دادن ذرت، رطوبت خاک به ۱۰ تا ۲۰ درصد ظرفیت نگهداری خاک برسد سبب می‌شود که ریشه‌ها تا عمق بیشتری در خاک نفوذ کرده و مقاومت گیاه در برابر خشکی احتمالی تضمین شود (تاجبخش، ۱۳۷۵). استفاده از تنش رطوبتی در مراحل اول رشد باعث کاهش آفات و علف‌های هرز شده و همچنین باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود؛ اما تنش رطوبتی در مراحل دیگر رشد گیاه ذرت به‌خصوص در مرحله گرده‌افشانی و دو هفته پس‌ازآن، باعث کاهش شدید اجزای عملکرد درنتیجه سبب کاهش عملکرد می‌شود؛ بنابراین تصمیم‌گیری در زمان اعمال تنش، می‌تواند آن را مفید یا مضر نشان دهد (خواجه عبدالهی و سپاسخواه، ۱۳۷۵). کرناک (۲۰۰۳) گزارش نموده که تنش و کاهش مصرف آب در ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن ماده خشک می‌شود. نتایج تحقیقات کرناک (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که در اثر تنش رطوبتی در زمان گلدهی عملکرد تر و خشک در مقایسه با تیمار عدم تنش خشکی به‌شدت کاهش می‌یابد. نامبرده حساس‌ترین مرحله در ذرت را زمان گلدهی اعلام نموده است(Kernak, 2003) . نتایج تحقیقات پندی و همکاران (۲۰۰۰) در خصوص اعمال تنش در مراحل مختلف رشد ذرت نشان داد که اعمال تنش رطوبتی به‌طورکلی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود .(Pendy et al., 2000) تورگوت (۲۰۰۰) شروع حساسیت ذرت به رطوبت خاک را ۲ تا ۷ روز بعد از کاکل دهی و پایان این دوره را ۱۶ تا ۲۲ روز بعد از کاکل دهی اعلام

نمـود (Zamanian and Zang, Tutgut, 2000; 2004; Najafi, 2002;). کاهش تعداد دانـه در بـلال را بـه علـت عـدم همزمانی گرده‌افشانی و کاکل دهی ذرت در تراکم‌های بالا گـزارش نموده‌انـد (Zang, 2004) . بـه‌طورکلی تـنش خشـکی قبـل از گل‌دهی و به هنگام گل‌دهی در ذرت باعث دیررسی گشته و باعـث تأخیر در رسیدن فیزیولوژیک می‌گردد. مهم‌ترین اثر تـنش خشـکی قبل از گل‌دهی به تأخیر افتادن ظهور گل‌آذین و درنتیجه تـأخیر در تلقیح بوده و محصول دیررس می‌شود و موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. نتـایج تحقیقـات بـالوس و مـارتینز (۱۹۹۳) و ادمیـدس و بالوس (۱۹۹۳) نیز بر این واقعیت دلالت دارد. با توجه به کمبود آب آبیاری در مناطقی از استان آذربایجان شـرقی کـه در آن‌هـا کشـت ذرت صورت می‌گیرد از یک‌سـو و اهمیـت تـأمین علوفـه موردنیـاز واحدهای دامداری در استان از سوی دیگر، تحقیق حاضر با اهـداف الف) بررسی تأثیر تیمارهای خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه بـر روی ماده خشک نهایی ذرت و ب) مدل بندی تولید علوفه خشـک ذرت در شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه صـورت گرفتـه است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقـاتی مرکـز تحقیقـات کشـاورزی و منـابع طبیعی آذربایجان شرقی، واقع در ۲۰ کیلومتری شهر تبریز با ارتفاع از سطح دریا برابر با ۱۳۵۹ متر و با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی صورت گرفت. حداکثر و حداقل دمـای مطلـق در منطقـه بـه ترتیـب ۳۹ و ۲۲/۵- درجـه سـانتی‌گراد و مجمـوع بارنـدگی سـالانه آن ۳۲۱/۵ میلـی‌متـر بـود (بی‌نـام، ۱۳۸۷). میـانگین بارنـدگی در طـول دوره آزمایش، ۴/۸ میلی‌متر بود و بیشترین بارندگی –در سـه روز بعـد از کاشت گیاه مورد آزمایش – به میزان ۱۰ میلی‌متر مشـاهده گردیـد. خاک مزرعه دارای بافت لوم تا لوم رسـی بـود. هـدایت الکتریکـی عصاره اشباع خاک ۴/۵ دسی زیمنس بر متـر و pH آن برابـر ۷/۹ بود. گیاه مورد آزمایش ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود که در ۲۰ خرداد ۱۳۸۸ کاشـت کرت‌هـا انجـام گردیـد. درصـد خلـوص بـذر مورداستفاده ۹۸ و قوه نامیه آن ۸۸ درصد بود. این تحقیق در قالـب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با تیمارهای آزمایشی: الف) آبیاری کامل(T1) ، ب) ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه بـا آبیـاری کامـل در دوره خمیـری(T2) ، ج) ایجـاد خشـکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه با آبیاری کامل در دوره گلدهی(T3) ، د) ایجاد خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیـاه بـا آبیـاری کامـل در دوره گلدهی و خمیری (T4) انجام گردید. در این تحقیق خشـکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه به‌صورت آبیاری نصف منطقـه توسـعه ریشه گیاه در طول دوره ایجاد خشکی موضعی اعمال گردید. اعمال تیمارها از زمان شروع رشد سریع ذرت (مرحله شـش هفـت برگـی ذرت که با پنجاه و یکمین روز پس از کاشت مصادف بود) تا پایـان دوره رسیدگی صورت گرفـت. طـول کرت‌هـای آزمایشـی ده متـر، عرض کرت‌ها برابـر ۵/۲۵ متـر، فاصـله پلات‌هـا ۲ متـر و فاصـله جویچه‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (شکل ۱). فاصله بلوک‌ها یک متر از هم و فاصـله تکرارهـا دو متـر و فاصـله بوتـه‌های روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفتـه شـد. قبـل از اجـرای آزمـایش، آماده‌سازی زمین برای کشت با شخم اولیه و کاربرد دیسـک انجـام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، سه نوع کود اوره بـه میـزان ۳۵۰ کیلوگرم در دو نوبت قبل از کاشت و قبل از گلدهی، سوپر فسـفات تریپل ۱۰۰ کیلوگرم و قبل از کاشت و سولفات روی بـه میـزان ۴۰ کیلوگرم به‌صورت محلول‌پاشی و در مرحله قبل از گلـدهی اسـتفاده شد. جهت مقابله با علف‌های هـرز غالـب در مزرعـه، دو بـار عمـل وجین در طول فصل رشد گیاه انجام گرفـت. آبیـاری جویچـه‌ها بـا سیفون انجام گردید و برای اندازه‌گیری دبی آب در ابتـدا و انتهـای مزرعه از پارشال فلوم استفاده شد. جهـت کـاربردی کـردن نتـایج، آبیاری بر اساس عرف زارعین منطقه و به‌صـورت هفتگـی صـورت گرفت. داده‌های این بررسی وزن خشک علوفه در طـول دوره رشـد بود. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزارهای آماری، رسم نمودارها بـا استفاده از نرم‌افزارهای گرافیکی و مقایسه میانگین‌ها بـا اسـتفاده از آزمون LSD انجام گرفت.



شکل ۱- آرایش پلات‌های آزمایش

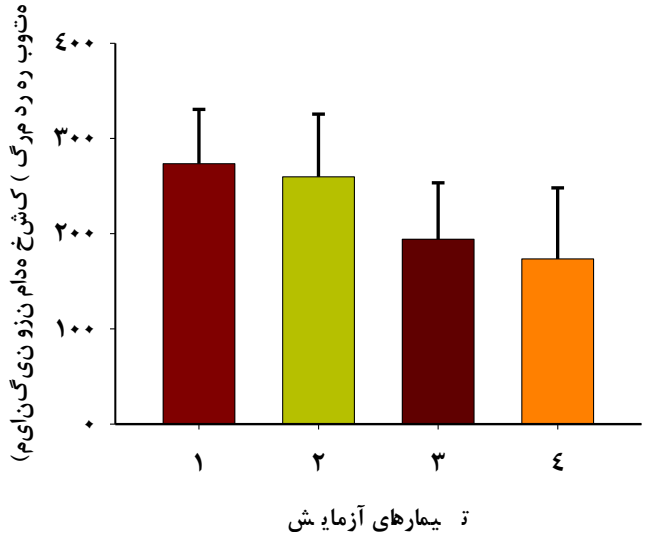
نتایج و بحث

بررسی تأثیر تیمارها بر روی ماده خشک نهایی

تجزیه واریانس تولید علوفه خشک تحت شرایط مختلف آبیاری نشان داد که اختلاف تیمارها در سطح احتمال صفر درصد معنی‌دار بود. به‌عبارت‌دیگر اعمال شرایط مختلف آبیاری موجب تولید متفاوتی از علوفه خشک گردیده است (جدول ۱). مقایسه میانگین ماده خشک حاصل از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد وزن علوفه خشک در تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب برابر ۲۷۳/۵±۵۷، ۲۵۹/۷±۶۶، ۱۹۴/۱±۵۹ و ۱۷۳/۴±۷۵ گرم در هر بوته بود (شکل ۲). گروه‌بندی وزن علوفه‌های خشک حاصل از اعمال تیمارها نشان داد وزن علوفه‌های حاصل از تیمارهای اول و دوم در یک گروه و وزن علوفه‌های حاصل از تیمارهای سوم و چهارم در گروه دیگر قرار داشتند. به‌عبارت‌دیگر تفاوت وزن ماده خشک حاصل از تیمار دوم تفاوتی با آنچه از اعمال تیمار اول (آبیاری کامل) نداشت و بنابراین می‌توان گفت آبیاری کامل از مرحله شش برگی تا پایان دوره رسیدگی ضرورتی نداشته و پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری آب، آبیاری در محدوده یادشده قطع گردد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تولید علوفه خشک تحت شرایط مختلف کم‌آبیاری

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	نسبت F	مقدار P
بین تیمارهای مختلف آبیاری	۱۱۴۶۴۸	۳	۳۸۲۶	۹/۲	۰۰/۰۰
بین تکرارهای تیمارها	۲۵۰۳۸۲	۶۰	۴۱۷۳		

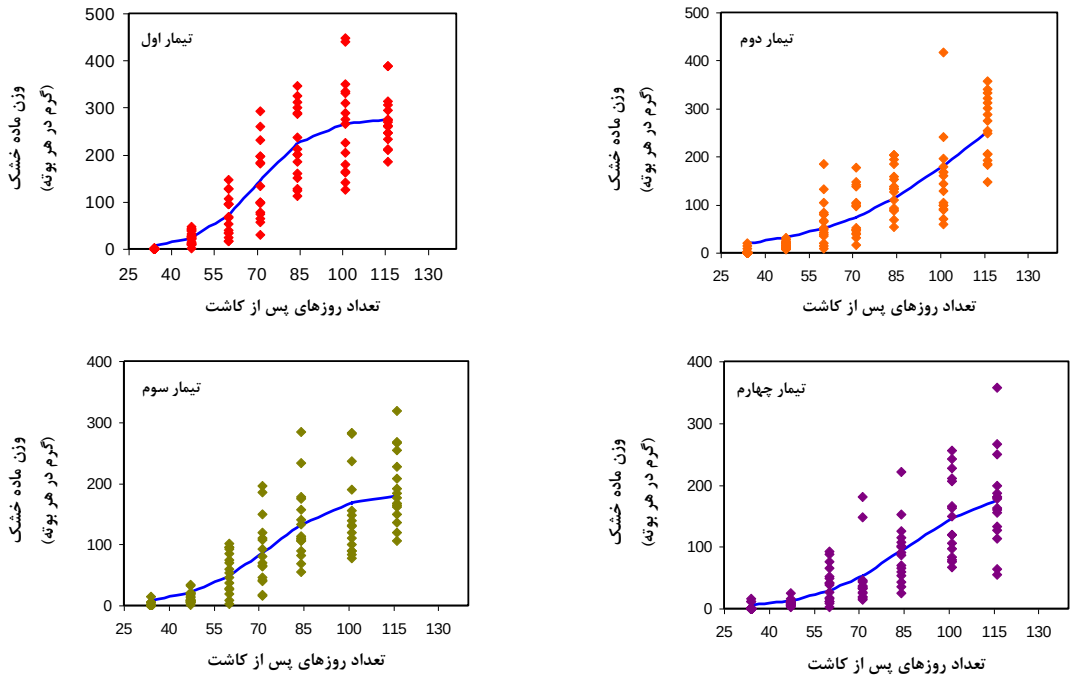


شکل ۲- میانگین وزن ماده خشک حاصل از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری

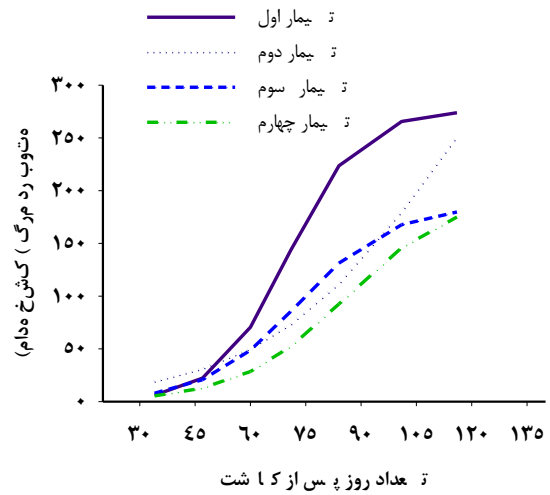
مدل بندی تولید علوفه خشک ذرت حاصل از تیمارهای مختلف آبیاری

بر اساس وزن علوفه خشک در طول زمان‌های مختلف پس از کاشت (شکل ۳) رابطه وزن ماده خشک و تعداد روزهای پس از کاشت برای هر چهار تیمار آزمایشی به شرح جدول (۲) به دست آمد. نتایج نشان داد مدل لاجستیک با ضریب تبیین قابل‌ملاحظه توانایی توصیف حدود ۸۵ درصد از تغییرات وزن ماده خشک در طول زمان‌های مختلف پس از کاشت را دارا بود. تغییرات مقادیر حاصل از کاربرد تولید علوفه خشک برای تمام تیمارها به‌صورت مقایسه‌ای در شکل (۴) ارائه‌شده است. نتایج نشان داد در طول دوره رسیدگی تولید علوفه خشک حاصل از تیمارهای اول و دوم مقدار همگرا داشته و همگرایی تولید حاصل از تیمارهای سوم و چهارم

نیز به گونه دیگر مشاهده گردید که مقایسه مقادیر میانگین این تولیدات در بخش پیشین تشریح گردید. وجود چنین روابطی هنگامی مفید و مغتنم است که بخواهیم بر مبنای تولیدات ماده خشک در اوایل یا اواسط دوره مقدار تولیدات در زمان‌های بعدی یا نهایی را برآورد کنیم.



شکل۳- وزن ماده خشک (حاصل از تیمارهای آبیاری) در روزهای مختلف پس از کاشت



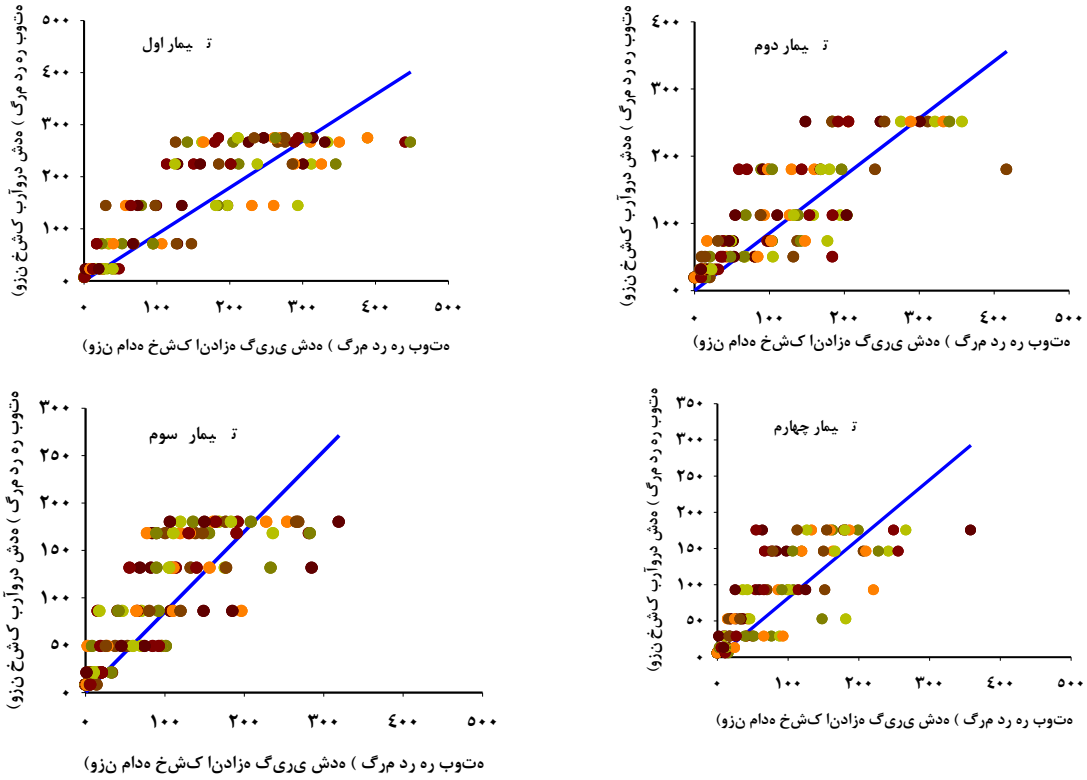
شکل ٤- وزن ماده خشک (حاصل از هر چهار تیمار آبیاری) در روزهای مختلف پس از کاشت

جدول ۲- مدل تولید علوفه خشک در شرایط مختلف آبیاری

شماره رابطه	تیمار	مقدار ضریب تبیین (R^2)	مدل تولید علوفه خشک
(۱)	اول	۰/۸۹	$P=\frac{276}{1+1588\,Exp(-0.105\,D)}$
(۲)	دوم	۰/۸۵	$P=\frac{483}{1+95.9\,Exp(-0.042\,D)}$
(۳)	سوم	۰/۸۵	$P=\frac{185.3}{1+341.6\,Exp(-0.080\,D)}$
(۴)	چهارم	۰/۸۲	$P=\frac{195.7}{1+370.2\,Exp(-0.069\,D)}$

در این رابطه‌ها P و D به ترتیب وزن علوفه خشک برحسب گرم در بوته و تعداد روزهای پس از کاشت است. وزن ماده خشک اندازه‌گیری شده در مقابل وزن ماده خشک برآورد شده با مدل‌های لاجستیک در شکل (۵) نشان داده شده است. شکل

یادشده نشان داد که مدل‌های لاجستیک به‌صورتبه‌صورت رضایت بخشی بر داده‌های اندازه‌گیری شده برازش داده شده‌اند

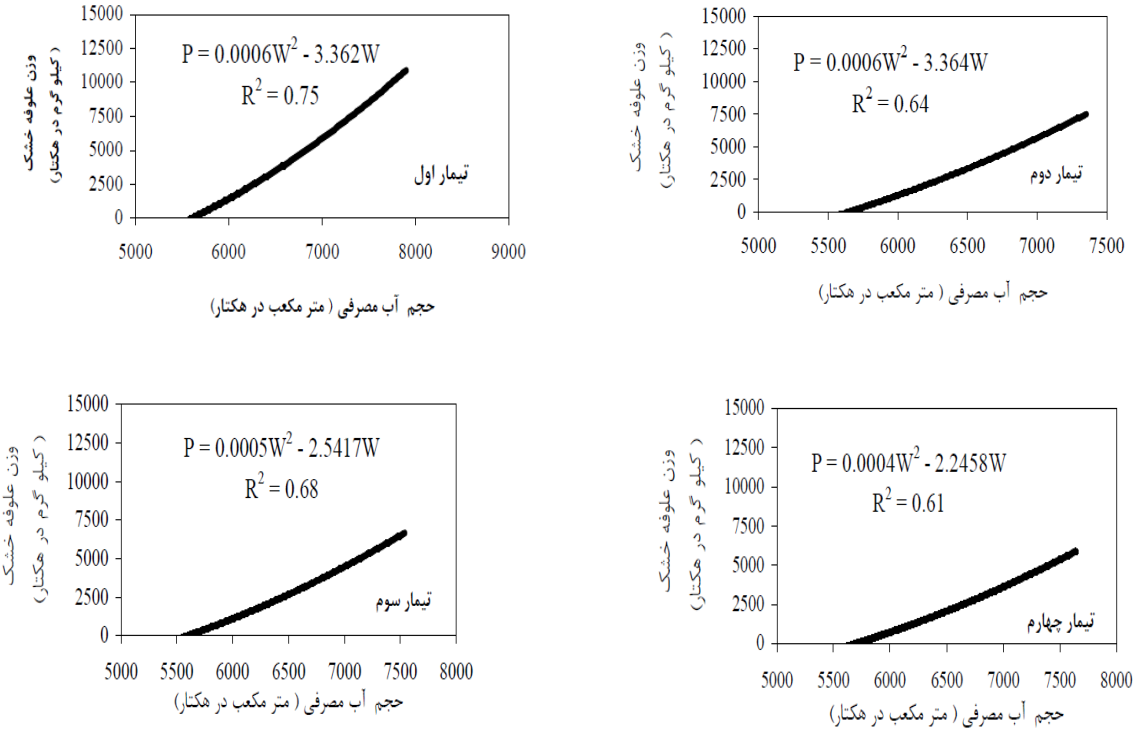


شکل ۵- وزن ماده خشک اندازه‌گیری شده در مقابل وزن ماده خشک برآورد شده با مدل‌های لاجستیک

نتایج نشان داد مقدار آب مصرفی در هریک از تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب برابر ۷۹۰۲/۷، ۷۳۵۲/۸، ۷۵۳۸/۷ و ۷۶۴۳/۶ مترمکعب در هکتار بود. وزن علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) با احتساب چهل هزار بوته در هکتار به‌صورت تابعی از حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) به دست آمد (شکل ۶). ملاحظه می‌شود تابع‌های تولید علوفه خشک به‌صورت درجه دوم بوده و از این توابع می‌توان برای پیش‌بینی تولید محصول ذرت علوفه‌ای استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

مدل بندی تولید علوفه خشک ذرت در شرایط خشکی موضعی در ناحیه ریشه گیاه نشان داد اعمال شرایط مختلف آبیاری موجب تولید متفاوتی از علوفه خشک گردیده است. مقایسه میانگین ماده خشک حاصل از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد وزن علوفه خشک در تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب برابر ۲۷۳/۵±۵۷، ۲۵۹/۷±۶۶، ۱۹۴/۱±۵۹ و ۱۷۳/۴±۷۵ گرم در هر بوته بود؛ بنابراین می‌توان گفت آبیاری کامل از مرحله شش برگی تا پایان دوره رسیدگی ضرورتی نداشته و پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری آب، در محدوده یادشده‌هیادشده، آبیاری قطع گردد. در این پژوهش تابع تولید علوفه خشک به ازای آب مصرفی به دست آمد. بر اساس بر اساس وزن علوفه خشک در طول زمان‌های مختلف پس از کاشت رابطه وزن ماده خشک و تعداد روزهای پس از کاشت برای هر چهار تیمار آزمایشی به دست آمد. با استفاده از این روابط و بر مبنای تولیدات ماده خشک در اوایل یا اواسط دوره می‌توان مقدار تولیدات در زمان‌های بعدی یا نهایی را برآورد نمود. پیشنهاد می‌شود میزان تأثیر تیمارهای آبیاری اعمال‌شده بر فرایندهای فنولوژیک و فیزیولوژیک ارقام مختلف ذرت بررسی گردد. مطالعات اقتصادی تیمارهای آبیاری موردبررسی قرار گیرد. کارایی مصرف آب برای شرایط مختلف استفاده از کودهای شیمیایی در زراعت ذرت علوفه‌ای بررسی شود.



شکل ٦- وزن علوفه خشک به‌صورت تابعی از حجم آب مصرفی

تشکر و قدردانی

نگارندگان از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی به خاطر تهیه امکانات لازم برای اجرای آزمایش‌های این تحقیق، سپاسگزاری می‌نمایند.

فهرست مراجع

بی نام. ۱۳۸۷. گزارش آمار هواشناسی و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی. ۳۰ ص

تاج بخش، م. ۱۳۷۵. زراعت و اصلاح ذرت بر علیه آفات و بیماری‌های آن. انتشارات احرار تبریز.

خدابنده، ن. ۱۳۸۲. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۴۱ تا ۴۴۳.

خواجه عبدالهی، م. ح. و سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. بررسی اقتصادی آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان با دوره‌های مختلف برای ذرت. مجله آب و توسعه. ۱۵: ۵۴–۶۰.

سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۷۵. کم‌آبیاری به روش جویچه‌ای یک‌درمیان. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی وزارت نیرو. تهران.۱–۲ آبان. صفحه ۲۹۱–۳۰۵.

سپاسخواه، ع. ر. و کامکار حقیقی، ع. ا. ۱۳۷۳ . اثر دور آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان بر روی محصول و راندمان مصرف آب چغندرقند. سمینار چغندرقند. دانشگاه اصفهان.

کوچکی، ع.م. حسینی، و نصیری محلاتی،م. ۱۳۷۶. رابطه آب‌وخاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰ صفحه.

Bolaooss, M.E., and Martinez, J.S. 1993. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. Crop Sci. 26:951 – 956.

Edmids, T.L., and Bolaooss, M.E. 1993. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies abscise acid, and cytokines. Crop Sci. 41: 1530-1540.

Fischbach, P.E. and Mulliner, H. R. 1974. Every other furrow irrigation of corn.Trans. ASAE. 17: 426-428.

Kang, S., Liang, Z., Yinhua, P., Peize, S., and Yianhua, Z. 2004. Alternative farrow irrigation for maize production in arid area. Agric water manages. Vol 45: 267-277.

Kang, S.Z., Shi, P., Pan, Y.H., Liang, Z.S., and Hu, X.T. 2000. Soil water distribution, uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrig. Sci. 19(4): 181-190.

Kernak, J.S. 2003. Physiology water deficit in cereal crops.Agron.J.27:1-23.

Musick, J. T., and Dusek, D. A. 1974. Alternate furrow irrigation of fine textured soils. Trans.of the ASAE. 17 (2): 289-294.

Ouattar, S. R, Jones, J., and Crookston, R.K.1987. Effect of Water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development.

Pandey, R.K., Marienville, J.W., and Adum, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a sahelian environment. I. Grain yield components. Agric. Water Manag. 46: 1-13.

Samadi, A., and Sepaskhah, A.R. 1984. Effect of alternative furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. Iran Agric. Res. 3: 95-115.

Schussler, J. R., and Westgate, M.E.1991. Maize kernel set at low waterpotential: I.Sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. Crop Sci. 31:1189-1195.

Sepaskhah, A.R. and Kamgar-Haghighi, A.A. 1997. Water and yield of sugarbeet grown under every other furrow irrigation with different irrigation intervals. Agric. Water Manage. 34(1):71-79.

Stone, J.F., Garton, J.E., Webb, B.B., Reeves, H.E., and Keflemarian, J. 1979. Irrigation water conservation using wide spaced furrow. Soil Sci. Am J. Vol. 43: 407-411.

Stone, J.F., Reeves, H.E., and Garton, J.E. 1982. Irrigation water conservation by using wide spaced furrow. Agric. Water. 5:309-317

Stone, J.F. and Nafziger, D.L. 1993. Water use and yields of cotton grown under wide-spaced furrow irrigation. Agric. Water Manag. 24:27-38.

Turgut, H.V. 2000. Effect of waterd efficiton yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. Agron.J.78:1035–1040.

Zamanian, A. and Najafi, J. 2002. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen shedding and silking in maize. Field Crops Res. 5:349-363.

Zang, R.F. 2004. Water deficit timing effects on yield componentsin maize Agron.J. 81:61-65.

Water Management in Agriculture
Vol. 2, No. 1, Spring and Summer 2015, p. 23 - 32

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۲ - ۲۳

Modeling of Dry Forage Production under Corn Root Zone Drying Conditions

A. Nasseri[1]*, Z. Mottagi fard[2] , E. Valizadeghan[3], MB. Khorshidi[4]

Abstract
An experiment was conducted at the Agriculture and Natural Resources Research Center of East Azarbaijan (Khosroshahr) to model dry forage production under corn root zone drying conditions. The experiments were as Randomly Complete Blocks with three replications and with treatments of the full irrigation during corn growth period (T1), root zone drying conditions with full irrigation at dough stage (T2), root zone drying conditions with full irrigation at flowering stage (T3) and root zone drying conditions with full irrigation at flowering and dough stages (T4). The root zone during was considered for initiation of rapid growth of corn till the end of the maturity period. There is length and width of experimental plots was 10 and 5.2 m with the plot and furrow spacing as 2 m and 75 cm, respectively. Results showed that irrigation treatments produced significant and different forage. The produced forage weights compared and achieved mean weights at 273.5±5.70, 259.7±66, 194.1±59 and 173.4±75 gr per plant from T1 to T4, respectively. Therefore, full irrigation from 6-7 leaves stage till the end of maturity can de deleted to increase water productivity. The forage productions were modeled as a function of applied water. For irrigation treatment plots, dry forage weight models as a function of days after planting were acquired which these models can be applied to predict or forecast forage production at the subsequent time based on before times of growth.

Keywords: deficit irrigation, irrigation management, roots zone drying, forage corn production.

1 - Associate Professor in Irrigation and Drainage, Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran. (*Corresponding author: Nasseri_ab@yahoo.com)
2 -Post Graduate Student, Khoy Branch, and Islamic Azad University.Iran.
3 -Assistant Professor, Khoy Branch, Islamic Azad University. Iran.
4 - Assistant Professor, Agronomy Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
Received: July 6, 2015
Accepted: November 16, 2015