"مجله علوم زراعي ايران"

جلد هشتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۵

اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد در توتون گرمخانه‌ای

Effect of supplemental irrigation on yield and yield components of flue-cured tobacco

محمد حسن بیگلوئی[۱]، محمدحسین اسیمی[۲] و علیرضا جبارزاده[۳]

چکیده

بیگلوئی، م. ح.، م. ح. اسیمی و ع. جبارزاده. ۱۳۸۵. تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد در توتون گرمخانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۲، صفحه ۱۸٤ تا ۲۰۰.

به منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد توتون گرمخانه‌ای رقم ویرجینیا ای یک (VE_1)، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۸٤-۱۳۸۳ و ۱۳۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات توتون رشت در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارها عبارت بودند از کشت بدون آبیاری تکمیلی (SI_0)، آبیاري تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ غنچه‌دهی (SI_1)، آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ گل‌دهي (SI_2) و آبیاري کامل (SI_3). مقدار آب در هر نوبت آبیاری براساس ظرفیت نگهداری رطوبتی خاک و حداکثر کمبود رطوبت مجاز (MAD) تعیین گردید. ظرفیت رطوبتی خاک با استفاده از دستگاه صفحه فشاری (Pressure plate) و زمان آبیاری با استفاده از دستگاه تانیومتر تعیین شد و در هر نوبت آبیاری خاک تا حد ظرفیت زراعی آبیاری گردید. محصول توتون در شش چین برداشت شد. در مرحلهٔ گل‌دهی کامل، صفات کمی گیاه از جمله طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ ها، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ و بعد از برداشت، عملکرد برگ تر و خشک و همچنین صفات کیفی از جمله درصد قند و درصد نیکوتین اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که کلیهٔ صفات مورد بررسی غیر از تعداد برگ ها در بوته تحت تأثیر آبیاری قرار گرفتند و بین افزایش مقدار آب آبیاری با صفات مذکور همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. اثر سال به غیر از عملکرد برگ خشک در بقیه صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود، بطوری که در سال اول آزمایش توزیع نا مناسب بارش در مرحلهٔ بعد از نشا کاری موجب استقرار ضعیف‌تر بوته‌ها شد و عملکرد برگ خشک نسبت به سال دوم کمتر بود. میانگین عملکرد برگ خشک در تیمار (SI_3)، (SI_2)، (SI_1) و (SI_0) به ترتیب ۲۰۹٦/۸۰، ۲۱۷۰/۰۰، ۱۹۷٤/۰۰ و ۱۳۰۲/۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. شاخص بهره‌وری آب از نظر عملکرد برگ خشک و سود ناخالص در هر دو سال در تیمار آبیاری تکمیلی تا پایان مرحلهٔ غنچه‌دهی (SI_1) نسبت به سایر تیمارهای آبیاری برتری داشت. بنابراین اعمال آبیاری تکمیلی مناسب در افزایش عملکرد کمی و کیفی توتون در مقایسه با شرایط بدون آبیاری و برای استفاده بهینه از منابع آب منطقه یک امر اجتناب‌ناپذیر است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، عملکرد، اجزای عملکرد، توتون، شرایط دیم.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/٤/۵

۱ـ استادیار دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده)

۲ و ۳ـ محققان بخش زراعت مرکز تحقیقات توتون گیلان

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

توتون *(Nicotiana tabacum)* یکی از محصولات با ارزش کشاورزی و صنعتی است که در شرایط مختلف آب و هوایی در بیش از صد کشور دنیا کشت می‌شود و در اقتصاد بعضی از آن‌ها اهمیت بسزایی دارد (Anonymous, 2002). سطح زیر کشت توتون در دنیا ٤/٧٧ میلیون هکتار، تولید سالانه ۷/۱۰ میلیون تن و عملکرد آن در کشورهای در حال توسعه حدود ۱/٦ تن در هکتار ودر کشورهای توسعه یافته حدود ۲/۲ تن در هکتار است (Nagarajan and Prasadrao, 2004 ,Anonymous, 2002). سطح زیر کشت توتون در ایران ۷۷۰۰ هکتار با تولید سالانه ۷۸۰۰ تن است که عملکرد آن حدود یک تن در هکتار است (بی نام، ۱۳۸۴). توتون در استان‌های شمالی کشور بدون آبیاری و در استان آذربایجان غربی به صورت آبی کشت می‌شود. تغییرات عوامل اقلیمی در سال‌های اخیر ازجمله افزایش درجه حرارت هوا، کاهش میزان بارش و پراکنش نا منظم آن در طول مرحله رشد موجب ایجاد تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه شده و میزان عملکرد محصول‌را درشرایط بدون آبیاری به طورقابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. آبیاری تکمیلی گزینهٔ با ارزشی برای افزایش بهره‌وری آب در اراضی کشت دیم است (Oweis and Hachum, 2005) و بدون توجه به آن دستیابی به عملکرد مطلوب در شرایط دیم امکان‌پذیر نیست. بارش باران ملایم همراه با هوای ابری بعد از نشاکاری، بارش سبک در اوایل مرحله رشد، باران ملایم همراه با هوای روشن و آفتابی در مرحله رشد سریع و عدم بارش در مرحله برگ‌چینی (به لحاظ این که بارش در این مرحلهٔ رشد، موجب شسته شدن صمغ از سطح برگ‌ها و کاهش کیفیت برگ می‌شود) مطلوب‌ترین وضعیت توزیع بارش درطی مرحلهٔ رشدگیاه توتون برای تولیدمحصول باکمیت وکیفیت بالا است(Singh, 1998).

استان گیلان با برخورداری از ۲۳۰۳ هکتار سطح زیر کشت توتون با متوسط عملکرد ۹۶۰ کیلوگرم در هکتار (بی نام، ۱۳۷۸) بعد از استان‌های مازندران و گلستان سهم مهمی در تولید توتون در کشور و از نظر تولید صنعت سیگار مقام اول را در خاورمیانه دارد (بی‌نام، ۱۳۸۴). بنابراین تحقیقات بر روی جنبه‌های مختلف رشد و تولید این گیاه در این استان می‌تواند در افزایش تولید آن در کشور مؤثر واقع شود.

توتون در استان گیلان عمدتاً بدون آبیاری کشت می‌شود، به همین جهت وقوع خشکی می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در تولید آن باشد. توتون برای حفظ آماس سلول‌ها و توسعه برگ‌های پهن خود نیاز به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای آب دارد و از طرفی به شرایط ماندابی خاک به علت فقدان اکسیژن مورد نیاز جهت رشد و توسعه ریشه‌ها بسیار حساس است (Nagarajan and Prasadrao, 2004؛ Singh, 1998). بارش سنگین باران در اوایل مرحله رشد موجب ضعیف شدن سیستم ریشه گیاه شده و ممکن است در مراحل بعدی رشد به ویژه در مرحله رشد سریع به دلیل عدم امکان جذب آب کافی مورد نیاز دچار تنش آبی شود (Palmer, 1989). کم آبی همانند آب بیش از حد نیاز به طور معنی‌داری موجب کاهش عملکرد و کیفیت توتون می‌شود، از اینرو آبیاری به مقدار کافی و در زمان مناسب در عملکرد توتون نقش به سزایی دارد (Moore and Tyson, 2005). نمایه‌های خاک که در تعیین زمان آبیاری به کار می‌رود مشتمل بر تعیین رطوبت خاک و مقایسه آن با حداقل رطوبت است که خاک باید قبل از آبیاری داشته باشد. اندازه‌گیری پتانسیل آب خاک و تعیین زمان آبیاری از روی مکش خاک مطمئن‌ترین روش در بین روش‌های نمایه‌ای خاک است و برای این منظور تانسیومتر ساده‌ترین وسیله برای اندازه‌گیری نیروی مکش خاک (پتانسیل ماتریکس) است (علیزاده، ۱۳۸۳a). ویتی و چامبلیز (Whitty and Chambliss, 2005) عمق قرار دادن تانسیومترها را از سطح خاک در خاک‌های شنی ۱۵ سانتی‌متر و عدد قرائت شده در زمان شروع آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

را ۲۰ الی ۲۵ سانتی بار برای گیاه توتون توصیه کرده‌اند. سیفولا (Sifola, 2004) و مور و تیسان (Moore and Tyson, 2005)، آلن و لامبرت (Allen and Lambert, 1971)، مکنی و همکاران (Mcnee *et al.*, 1978)، علیزاده (۱۳۸۳b) و ویتی و چامبلیز (Whitty and Chambliss, 2005) تخلیه رطوبت خاک را در ابتدای آبیاری گیاه توتون به ترتیب ۵۰، ۳۰ الی ۵۰، ۵۵ و ۵۰ درصد در نظر گرفته‌اند.

یکی از عواملی که در تعیین زمان آبیاری گیاهان مورد توجه قرار می‌گیرد مراحل رشدی آن‌ها است زیرا کمبود رطوبت در مرحلهٔ خاصی از رشد گیاه نسبت به بقیه مراحل ممکن است حساس‌تر باشد. بنابراین آبیاری پس از یک دوره خشکی ۱۴ الی ۳۰ روز بعد از نشاکاری برای توسعه ریشه‌ها و نفوذ عمقی آن‌ها مفید بوده و می‌تواند در جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه در مراحل بعدی رشد مؤثر باشد و در نتیجه موجب افزایش عملکرد گردد (Papenfus, 1987). نتایج طرح‌های تحقیقاتی در زمینه رشد توتون نشان داده است که تنها ۲/۵ درصد از کل رشد آن در سه هفته اول بعد از نشاکاری و ۸۰ درصد رشد در چهار هفته قبل از عمل سر زنی انجام می‌گیرد و از اینرو آبیاری بلافاصله بعد از نشاکاری غیر از مواقع خشکی و گرمای شدید توصیه نمی‌شود (Reed *et al.*, 1994). همچنین هاکس (Hawks, 1978) رطوبت کم خاک را در مرحلهٔ اولیهٔ رشد برای تحریک توسعه عمیق‌تر سیستم ریشه توتون مفید دانسته و آبیاری را در این مرحله فقط در طی خشکی طولانی مدت پیشنهاد کرده است.

نیاز آبی گیاه توتون برای تولید حداکثر محصول با توجه به شرایط آب و هوایی و طول مرحلهٔ رشد گیاه بین ۴۰۰ الی ۶۰۰ میلی‌متر است و حداکثر آب مورد نیاز آن ۵۰ الی ۷۰ روز بعد از نشاکاری است (Anonymous, 1983). کمبود آب در اواسط مرحلهٔ توسعه موجب کاهش رشد و کوچکتر ماندن برگ‌ها می‌شود و کمبود شدید آن در طول مرحله گل‌دهی و رسیدگی، موجب تأخیر در مرحله برداشت محصول و در نتیجه کاهش وزن برگ و ترکیبات شیمیایی آن می‌شود (Doorenbos and Kassam, 1986). حساس‌ترین مرحلهٔ رشد توتون نسبت به کم آبی ۲ الی ۳ هفته قبل مرحلهٔ گلدهی یعنی حدود ۵۰ الی ٦۵ روز بعد از نشاکاری است و در این مرحله حد اکثر آب مورد نیاز توتون بین ۵/٦ الی ٦/٤ میلی‌متر در روز است (Whitty and Chambliss, 2005). مکنی و همکاران (Mcnee *et al.*, 1978) در آزمایشی برای تعیین تأثیر تنش آبی در مرحلهٔ رشد سریع بر روی عملکرد و کیفیت توتون گرمخانه‌ای دریافتند که تنش آبی در مرحلهٔ غنچه‌دهی به طور معنی‌دار موجب کاهش عملکرد برگ خشک و سطح برگ شده و همچنین در مرحلهٔ قبل از غنچه‌دهی و غنچه‌دهی کامل نسبت به مراحل شروع گل‌دهی و گل‌دهی کامل بیشتر موجب افزایش وزن خشک برگ‌ها در واحد سطح شد. ولی با وجود این، وزن خشک در واحد سطح در تیمارهای مختلف تنش آبیاری با تیمار بدون تنش اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به موارد فوق انجام آزمایش‌های مربوط به آبیاری تکمیلی از یک سو در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول توتون و از سوی دیگر در استفاده بهینه از منابع آبی منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی دو سال زراعی ۸٤-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸٤ در مرکز تحقیقات توتون رشت با عرض جغرافیای °۳۷ و ´۱٦ شمالی و طول جغرافیایی °٤۹ و ´۳۱ شرقی انجام شد. ارتفاع از سطح دریا حدوداً ۵- متر و از نظر شرایط آب و هوایی بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم خیلی مرطوب با تابستان‌های گرم است (علیزاده، ۱۳۸۱). متوسط بارش سالانه منطقه حدود ۱۲۵۰ میلی‌متر است که مقدار آن در طول فصل زراعی در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب حدوداً ۲٤٦/۵ و ۲۳۱/۰ میلی‌متر بود (جدول ۱). بافت خاک محل

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش شنی لومی بوده و دارای pH حدود ۵/۱ است. محل اجرای آزمایش به منظور آماده‌سازی زمین جهت کاشت، یک شخم پائیزه به عمق ۳۰ سانتی‌متر زده شد. در اردیبهشت ماه سال بعد برای نرم کردن خاک، شخم دوم به عمق ۲۵ سانتی‌متر زده شد و برای خرد کردن کلوخه‌ها از دیسک استفاده گردید. پس از پاشیدن سم علف‌کش ارادیکان (*Eradican*) به میزان ۵ لیتر در هکتار (دو در هزار) یک روتاری زده شد. برای تعیین ظرفیت نگهداری رطوبتی خاک نمونه خاک تهیه و با استفاده از دستگاه صفحه فشاری (Pressure plate) در سطح ظرفیت مزرعه (۱/۳- بار) و نقطه پژمردگی (۱۵- بار) نیروی مکش خاک اندازه‌گیری شد (علیزاده، ۱۳۸۳a و ۱۳۸۳b). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در کرت‌های آزمایشی ۳۰ مترمربعی (۶ × ۵) در هر دو سال اجرا شد. هر کرت به طول ۶ متر و شامل ۶ ردیف کاشت به فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر بود (Singh, 1998) دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری تکمیلی[1] (SI) عبارت بودند از: بدون آبیاری تکمیلی (SI_0)، آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ غنچه‌دهی (SI_1)، آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ گل‌دهی (SI_2) و آبیاری کامل (SI_3). بذرهای توتون رقم ویرجینیا ای یک که یک سال قبل از کشت از مرکز تحقیقات توتون رشت تهیه شده بودند در خزانه‌های خاکی بذرپاشی شده و پس از رسیدن نشاها به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر، در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب اول خرداد و بیست سوم اردیبهشت ماه به مزرعه انتقال داده شد. در سال اول آزمایش به علت بارش برف سنگین اسفند ماه سال ۱۳۸۳ و به تأخیر افتادن مراحل آماده‌سازی خزانه زمین و به تبع آن انتقال نشا به مزرعه نسب به سال دوم با ۹ روز تأخیر انجام گرفت. آب آبیاری طرح از یک تانکر آب با ظرفیت ۸۰۰۰ لیتر که به وسیکه یک حلقه چاه کم عمق تغذیه می‌شد تأمین گردید. به منظور کنترل رطوبت خاک در وسط هر یک از کرت‌های آزمایشی و در محدوده توسعه ریشه‌ها در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک یک دستگاه تانسیومتر بعد از کالیبراسیون کار گذاشته شد (علیزاده، ۱۳۸۳b). وقتی ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در تیمارها تخلیه شد و تانسیومترها در این حد از رطوبت خاک اعداد ۲۵ الی ۳۰ سانتی بار را نشان دادند آبیاری شروع و تا حد ظرفیت زراعی آب داده شد (علیزاده، ۱۳۸۳a و ۱۳۸۳b؛ Allen and Lambert, 1971 و Whitty and Chambliss, 2005). به منظور جلوگیری از شیوع امراضی نظیر پوسیدگی طوقه (*Rhizoctonia*)، سفیدک دروغی (*Blue mold*) و لکه‌های قهوه‌ای روی برگ‌ها، آبیاری صبح‌ها انجام شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از یک کنتور آب با حساسیت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. اولین نوبت آبیاری تکمیلی در سال اول ۲۵ روز و در سال دوم ۲۶ روز بعد از نشاکاری انجام گرفت. به عقیده بسیاری از محققان برای رشد و نفوذ ریشه‌های توتون در خاک بهتر است آبیاری بین ۲ الی ۶ هفته بعد از عمل نشا انجام شود (Anonymous. 1983؛ Doorenbos and Kassam, 1986؛ Moore and Tyson, 2005؛ Palmer, 1989؛ Papenfus, 1987؛ Reed *et al*., 1994). عملیات داشت اعم از کوددهی، خاک دادن به پای بوته‌ها و سمپاشی علیه آفات و بیماری‌ها در طی مرحلهٔ رشد انجام گرفت. سموم آمبوش (پرمترین) و ریدومیل هر دو به نسبت دو در هزار برای مبارزه با کرم آگروتیس (*Agrotis*) در مرحلهٔ ۴ برگه شدن نشا و سپس به ترتیب به فواصل ۱۵ روز دو بار و ۱۰ روز ۳ بار در خزانه استفاده شدند. همچین سم آمبوش (پرمترین) با همان نسبت برای مبارزه با کرم آگروتیس (*Agrotis*) بلافاصله پس از نشاکاری و به فاصله ۱۵ روز دو بار و سم متالاکسید مانکوزب. به نسبت دو در هزار برای جلوگیری از بروز سفیدک دروغی در مرحلهٔ ده برگه شدن نشا استفاده شدند. برای

1- Supplemental Irrigation

Archive of SID

www.SID.ir

مبارزه با شته توتون از سم کنفیدور (ایمیدا کلوپراید) به نسبت یک در هزار در مرحلهٔ گل‌دهی استفاده شد. بر مبنای تجزیه خاک میزان کود فسفر ۲۳ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل، کود نیتروژن ۳٤ کیلوگرم در هکتار از منبع نیترات آمونیم و کود پتاسیم ۹٦ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در هفته اول نشاکاری و سپس یک ماه بعد ۱۷ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۹٦ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم با همان منبع کود به طور یکسان برای تمام تیمارها داده شد. صفات طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و تعداد برگ در طول مرحلهٔ گل‌دهی کامل در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری و صفت شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (شعاعی دیلمی، ۱۳۸٤).

$$\text{شاخص سطح برگ (LAI)} = \frac{\text{۰/۷۸۵} \times \text{طول برگ} \times \text{عرض برگ} \times \text{تعداد برگ}}{\text{فاصله بین بوته‌ها روی ردیف} \times \text{فاصله بین ردیف‌ها}}$$

محصول کلیه تیمارها در شش چین برداشت و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. توتون‌های استحصالی پس از خشک شدن در گرمخانه، جور و دسته‌بندی، توزین و از نظر کیفی (درصد قند و نیکوتین) توسط کارشناسان شرکت دخانیات استان گیلان بر مبنای جدول نرخ خرید توتون ویرجینیا به روش بین‌الملل مورد ارزیابی قرار گرفتند. پارامترهای هواشناسی از ایستگاه هواشناسی مرکز تحقیقات توتون و اداره کل هواشناسی استان گیلان دریافت شد. تجزیه آماری و ارقام حاصله به وسیله نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

خلاصه وضعیت جوی

در سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ میزان بارش در طول مرحلهٔ رشد گیاه به ترتیب ۱۲۲/۰۰ و ۷۹/۰۰ میلی‌متر بود که نسبت به میانگین دراز مدت دوره‌های مشابه به ترتیب حدوداً ۲۰ و ۶۳ میلی‌متر کمتر بود. به غیر از کاهش میزان بارش، از نظر پراکنش نیز به ویژه در سال ۱۳۸۴ متناسب با نیاز آبی گیاه نبود (جدول ۱). یکی از پارامترهای اساسی در تعیین نیاز آبی گیاهان متوسط درجه حرارت روزانه منطقه مورد نظر در طول مرحله رشد گیاهان است. متوسط درجه حرارت روزانه در طول مرحلهٔ رشد گیاه در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب برابر با ۲۵/۳۳ و ۲۷/۲۱ درجه سانتیگراد بود که در مقایسه با متوسط درجه حرارت ۲۰ سال گذشته حدود ۱/۵ و ۲/۹ درجه سانتیگراد بیشتر بود. بنابراین، افزایش درجه حرارت در منطقه از یک سو کاهش میزان بارندگی در طول مرحلهٔ رشد گیاه از سوی دیگر که پراکنش نامناسب آن در مرحلهٔ مذکور مزید بر علت نیز بوده است تنش آبی را در مراحل مختلف رشد به ویژه در شرایط بدون آبیاری به دنبال داشته و عملکرد کمی و کیفی محصول را به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار داد.

عملکرد

نتایج مربوط به عملکرد برگ تر و خشک، قیمت در واحد وزن و درآمد نا خالص در واحد سطح مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت (جدول ۲). اثر آبیاری تکمیلی بر کلیهٔ صفات مرتبط با عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. عملکرد برگ خشک در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر سال و اثر متقابل سال × آبیاری تکمیلی قرار گرفت به طوری که عملکرد برگ خشک تیمارهای آبیاری تکمیلی (SI_1، SI_2 و SI_3) در هر دو سال بیشتر از عملکرد تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI_0) سال دوم بود و عملکرد برگ خشک تیمار بدون آبیاری سال اول بعد از تیمار بدون

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری سال دوم قرار گرفت (جدول ۳). ولی عملکرد برگ تر، وزن واحد محصول و در آمد ناخالص در واحد سطح تحت تأثیر سال و اثر متقابل سال در آبیاری تکمیلی قرار نگرفت، به طوری که عملکرد تیمار بدون آبیاری سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول آن بود (جدول ۳)، که این موضوع می‌تواند ناشی از عدم توسعه ریشه‌ها و نفوذ عمقی آن‌ها در اثر بارش‌های بیش از حد مورد نیاز گیاه در مرحلهٔ بلافاصله بعد از نشاکاری در سال اول باشد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها، نشان داد که عملکرد برگ خشک در تیمار SI_0 با ۱۳۰۲/۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به میانگین تیمارهای آبیاری (SI_1، SI_2 و SI_3) با ۲۰۸۰/۲۷ کیلوگرم در هکتار، ۳۷/۴۱ درصد کمتر بود. همچنین عملکرد برگ تر در تیمار SI_0 با ۹۹۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به میانگین تیمارهای آبیاری (SI_1، SI_2 و SI_3) با ۱۰۸۷۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار، ۳۷/۴۳ درصد کمتر بود (جدول ۴). مور و تیسان (Moore and Tyson, 2005) و هاکس (Hawks, 1978) نیز گزارش کردند که آبیاری مطلوب موجب افزایش عملکرد توتون نسبت به کشت دیم شد.

تیمار شاهد (SI_3) از نظر میانگین قیمت واحد وزن برگ خشک و درآمد ناخالص در واحد سطح به ترتیب با ۱۲۳۸۵/۸۰ ریال در کیلوگرم و ۲۵۸۹۱۸۰۸/۰ ریال در هکتار دارای بیشترین و تیمار بدون آبیاری تکمیلی(SI_0) به ترتیب با ۴۷۹۴/۵ ریال در کیلوگرم و ۶۴۱۶۱۹۲/۰ ریال در هکتار دارای کمترین مقدار بود و میانگین تیمارهای آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ گل‌دهی (SI_2) و آبیاری تکمیلی تا مرحلهٔ غنچه‌دهی (SI_1) به ترتیب اهمیت، بعد از تیمار شاهد قرار گرفتند. کاهش قیمت وزن واحد برگ خشک و درآمد ناخالص در واحد سطح در تیمارهای SI_0، SI_1 و SI_2 نسبت به تیمار شاهد (SI_3) به ترتیب ۶۱/۲۹، ۲۹/۶۰ و ۱۰/۹۴ درصد و۷۵/۲۲، ۳۲/۶۵ و ۵/۹۶ درصد بود (جدول ٤). بنابراین کاهش بسیار زیاد عملکرد برگ خشک در تیمار SI_0، کاهش نسبتاً کم آن در تیمار SI_1 و کاهش خیلی کم عملکرد SI_2 از نظر قیمت وزن واحد برگ خشک و درآمد ناخالص در واحد سطح، ضرورت آبیاری تکمیلی تا پایان مرحلهٔ گل‌دهی کامل را نشان می‌دهد. مکنی و همکاران (Mcnee *et al.*, 1978) در آزمایشی بر روی توتون گرمخانه‌ای گزارش کردند که تنش آبی در مرحلهٔ غنچه‌دهی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد برگ خشک شد. کاهش عملکرد برگ خشک در واحد سطح ناشی از تنش آبی در مراحل قبل از غنچه‌دهی و غنچه‌دهی کامل در مقایسه با مراحل شروع گل‌دهی و گل‌دهی کامل کمتر بود. هاکس (Hawks, 1978) نیز گزارش کرده است که عملکرد برگ خشک در اثر تنش آبی در مرحلهٔ غنچه‌دهی به طور معنی‌داری کاهش یافت. رد و همکاران (Reed *et al.*, 1994) نیز گزارش کردند که تنش آبی شدید فرایند معمول رسیدن برگ‌ها را به تأخیر انداخت و مرحلهٔ رشد را طولانی‌تر کرد و به دنبال آن در لبهٔ برگ‌ها سوختگی ایجاد شد و در اثر حرارت بالا پوسیدگی به وجود آمد. این محققان اظهار داشتند؛ برگ‌هایی که با مقدار رطوبت ناکافی برداشت شدند در فرایند خشکانیدن رنگ زرد مناسب بخود نگرفتند و هزینه خشکانیدن افزایش و ارزش توتون کاهش یافت. بنابراین دلیل اصلی کاهش بسیار زیاد ارزش توتون تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI_0)، نسبت به توتون تیمارهای آبیاری، عدم بارش کافی و نامنظمی آن در مراحل مختلف رشد، طولانی‌تر شدن مرحلهٔ برگ چینی و همزمان شدن این مرحله با بارش‌های آخر مرحلهٔ رشد بود. به طوری که برگ چینی در سال اول و دوم آزمایش در تیمار دیم (SI_0) نسبت به تیمارهای آبی به ترتیب با ۱۰ و ۲۲ روز تأخیر انجام گرفت. میزان بارش مؤثر در سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در طول مرحلهٔ رشد گیاه براساس روش مدیریت حفاظت خاک آمریکا (Smith, 1992) به ترتیب ۱۱۸/۴۸ و ۷۷/۰۲ میلی‌متر محاسبه شد، در حالی که مقدار بارش مؤثر در طول مرحلهٔ رشد سریع و گل‌دهی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب حدود ۳۲/۰۰ و ۵۱/۲۰ میلی‌متر بود که برای

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میزان بارش در مرکز تحقیقات توتون گیلان در طی مرحلهٔ رشد گیاه توتون در دهه‌های ماهانه در دو سال انجام آزمایش به میلی‌متر

Table 1.Precipitation data for Guilan Tobacco Research Center during the growing season of tobacco as decade period in two cropping seasons

سال Year	میزان ماهانه بارش به میلی متر															مجموع بارندگی (میلی متر) Sum of precipitation (mm)
	اردیبهشت April- May			خرداد May - Jun			تیر Jun- July			مرداد July - August			شهریور August -September			
	دهه اول 1.Dec.	دهه دوم 2.Dec.	دهه سوم 3.Dec.	دهه اول 1.Dec.	دهه دوم 2.Dec.	دهه سوم 3.Dec	دهه اول 1.Dec	دهه دوم 2.Dec.	دهه سوم 3.Dec.	دهه اول 1.Dec.	دهه دوم 2.Dec.	دهه سوم 3.Dec.	دهه اول 1.Dec.	دهه دوم 2.Dec.	دهه سوم 3.Dec.	
۱۳۸۴ 2004-2005	1.00	5.50	19.00	2.00	53.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	22.00	24.50	83.00	0.00	246.5
۱۳۸۵ 2005-2006	44.50	29.50	2.50	0.00	0.00	4.00	0.00	46.50	0.00	26.00	0.00	0.00	0.00	13.00	65.00	231.0

جدول ۲-تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (عملکرد برگ تر، عملکرد برگ خشک، قیمت وزن واحد و قیمت در واحد سطح) در دو سال آزمایش

Table 2.Combined analysis of variance for studied traits (fresh leaf yield, dried leaf yield unit price and gross income in unit area) in two cropping seasons

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df.	عملکرد برگ تر Fresh leaf yield (kg/ha)	عملکرد برگ خشک Dried leaf yield (kg/ha)	قیمت وزن واحد Unit price (Rial/kg)	درآمد ناخالص در هکتار(ریال) Gross income in unit area (Rial/ha)
Year(Y)	سال	1	121268.2^{ns}	138776.04^{*}	19548150.0^{ns}	$115794430x10^{6ns}$
Rep/Year	تکرار درون سال	4	1516641.7	11949.29	4519335.8	$20798277\ x10^{6}$
Supplemental Irrigation (SI)	آبیاری تکمیلی	3	57161589.6^{**}	947812.70^{**}	66272881.4^{**}	$471996640\ x10^{6**}$
Y × SI	سال × آبیاری تکمیلی	3	5141618.3^{ns}	170501.15^{*}	1176801.4^{ns}	$38446460\ x10^{6ns}$
Error	خطا	12	1904011.9	46343.18	2622743.9	$20008994\ x10^{6}$
C.V.(%)	ضریب تغییرات(درصد)		9.53	11.42	17.54	24.14

ns, ** and *: Non significant, significant at 1 and 5% respectively.

ns، ** و * : غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سال در آبیاری تکمیلی بر عملکرد برگ تر، عملکرد برگ خشک، قیمت واحد وزن و درآمد ناخالص در هکتار

Table 3.The interaction year× supplementary irrigation on weight of fresh and dried leaf, unit price and gross income per hectare

Treatments	اثر متقابل فاکتورهای آزمایش	عملکرد برگ تر Fresh leaf yield (kg/ha)	عملکرد برگ خشک Dried leaf yield (kg/ha)	قیمت وزن واحد Unit price (Rial/kg)	در آمد ناخالص در هکتار(ریال) Gross income per hectare (Rial/ha)
$Y_1 \times SI_3$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ رشد	17178.66 a	2257.66 a	12098.33	27107350.00
$Y_1 \times SI_2$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای دوره گل‌دهی	16703.66 a	1951.00 a	9907.00	19658300.00
$Y_1 \times SI_1$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	15079.66 a	1897.33 a	7415.00	14098466.70
$Y_1 \times SI_0$	سال اول × بدون آبیاری تکمیلی	9232.00 b	1132.66 c	3899.66	4445400.00
$Y_2 \times SI_3$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ رشد	14403.66 a	1936.00 a	12673.33	24676266.70
$Y_2 \times SI_2$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای دوره گل دهی	17279.33 a	2389.00 a	12154.33	29040583.30
$Y_2 \times SI_1$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	15187.00 a	2050.66 a	10023.00	20777966.70
$Y_2 \times SI_0$	سال دوم × بدون آبیاری تکمیلی	10755.33 b	1471.33 b	5689.33	8386983.30

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪، بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% probability level –using Duncan Multiple Range Test.

جدول ۴- میانگین دو ساله عملکرد برگ تر، برگ خشک، قیمت وزن واحد و درآمد ناخالص در هکتار

Table 4. Mean of two cropping seasons for fresh and dried leaf yield, unit price and gross income per hectare

Treatments	عوامل آزمایش	عملکرد برگ تر Fresh leaf yield (kg/ha)	عملکرد برگ خشک Dried leaf yield (kg/ha)	قیمت وزن واحد Unit price (Rial/kg)	درآمد ناخالص در هکتار (ریال) Gross income per unit area (Rial/ha)
Two years	دو سال آزمایش	14477.40	3771.42	9232.5	18523914.5
Supplemental Irrigation (SI)	آبیاری تکمیلی				
SI_3	آبیاری تکمیلی تا آنتهای مرحله رشد	15791.20a	2096.80a	12385.80a	25891808.00a
SI_2	آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله گل دهی	16991.50a	2170.00a	11030.70ab	24349442.00ab
SI_1	آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	15133.30a	1974.00a	8719.00b	17438217.00b
SI_0	بدون آبیاری تکمیلی	9993.70b	1302.00b	4794.50c	6416192.00c

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly different at the 5% probability level - using Duncan Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵-تجزیه واریانس مرکب صفات اجزاء عملکرد، شاخص سطح برگ، درصد قند و درصد نیکوتین

Table 5. Combined analysis of variance for studied traits and yield components (leaf length, leaf width, height plant, number of leaves, leaf area index, nicotine percentage and sugar percentage)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df.	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Number of leaves	شاخص سطح برگ Leaf area index	درصد قند Sugar percentage	درصد نیکوتین Nicotine percentage
Year (Y)	سال	1	187.04^{ns}	2.67^{ns}	1.04 ^{ns}	0.04^{ns}	8.72 ^{ns}	0.30 ^{ns}	2.56 ^{ns}
Rep/Year	تکرار درون سال	4	31.83	10.67	49.17	0.33	1.83	51.55	1.11
Supple.Irrig. (SI)	آبیاری تکمیلی	3	323.48**	65.67**	2698.26**	0.82 ^{ns}	11.16**	189.59**	2.68**
Y × SI	سال × آبیاری تکمیلی	3	144.15*	9.44 ^{ns}	259.71 ^{ns}	0.26 ^{ns}	3.56*	10.97 ^{ns}	0.12*
Error	خطا	12	27.11	3.39	82.78	0.33	0.70	4.61	0.02
C.V (%)	ضریب تغییرات (٪)		8.84	6.49	6.11	2.52	14.39	16.50	9.49

ns، ** و *: غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪.

ns, ** and *: Non significant, significant at 1 and 5% respectively.

جدول ۶- اثرات متقابل سال در آبیاری تکمیلی بر عملکرد طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، درصد قند و درصد نیکوتین

Table 6.The year × supplemental irrigation interactions on leaf length, leaf width, plant height, number of leaves, leaf area index, sugar percentage and nicotine percentage

Treatments	اثر متقابل فاکتورهای آزمایش	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	تعداد برگ Number of leaves	شاخص سطح برگ Leaf area index	درصد قند Sugar percentage	درصد نیکوتین Nicotine percentage
$Y_1 \times SI_3$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله رشد	72.66a	29.66a	162.33a	22.67	7.30	17.40a	1.54b
$Y_1 \times SI_2$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله گل دهی	64.00a	31.00a	163.33a	22.67	7.07	14.36a	1.75b
$Y1_1 \times SI_1$	سال اول × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	65.33a	30.00a	161.66a	23.33	8.02	12.68a	1.89b
$Y_1 \times SI_0$	سال اول ×بدون آبیاری	44.66b	21.33b	109.00c	22.67	3.30	7.15b	2.75a
$Y_2 \times SI_3$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله رشد	55.33a	28.33a	147.66a	23.33	5.15	20.65a	0.75c
$Y_2 \times SI_2$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای دوره گل دهی	58.33a	30.66a	159.66a	22.33	5.61	15.83a	0.93c
$Y_2 \times SI_1$	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	59.33a	30.00a	161.66a	23.33	5.77	11.78a	1.10c
Y_2*SI_0	سال دوم ×بدون آبیاری تکمیلی	51.33a	25.66a	126.00b	22.67	4.34	4.22a	2.52a

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly at the 5% probability level - using Duncan Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

تـأمین آب مـورد نیـاز گیـاه کـافی نبـود. در سـال ۱۳۸۴ بیـشترین بـارش در طـی مرحلـهٔ رشـد گیـاه بلافاصله بعد از نشاکاری اتفاق افتاد کـه رد و همکـاران (Reed *et al.*, 1994) گزارش کردند در این مرحله میزان رشد گیاه توتون فقط ۲/۵ درصـد از کـل اسـت و بـارش سنگین موجب ضعیف‌تر شدن سیستم ریشه می‌شود و بـه دلیل عـدم توانـایی آن‌هـا بـرای جـذب آب مـورد نیـاز، ممکن است گیاه در مراحل بعدی به ویژه در مرحلهٔ رشد سریع بـا تـنش آبـی مواجـه شـود (Palmer, 1989). رد و همکـاران (Reed *et al.*, 1994) گـزارش کردنـد کـه ۸۰ درصد رشد گیاه توتون در چهار هفتـه قبـل از عمـل سـر زنی انجام می‌گیرد. از آنجایی که میـزان بـارش مـؤثر در این مرحلهٔ به ویژه در سال ۱۳۸۴ کمتر از آب مـورد نیـاز گیاه بود در نتیجـه منجـر بـه کـاهش عملکـرد توتـون در تیمارهـای SI_1 و SI_2 شـد و تـداوم آبیـاری در تیمـار SI_3 نشان دهنده اثر مثبت آبیاری تکمیلـی بـر عملکـرد کمـی توتون در این مرحلهٔ از سال بـود. در حـالی کـه در سـال ۱۳۸۵ میـزان بـارش در طـول مرحلـهٔ رشـد گیـاه ۷۹/۰۰ میلی‌متر بود که۲۳ /۴۷ میلـی‌متـر آن چهـار هفتـه قبـل از سرزنی اتفاق افتاد (جدول ۱). بنـابراین افـزایش عملکـرد تیمارهای SI_2 و SI_0 در سال ۱۳۸۵ نسب به تیمارهـای SI_2 و SI_0 سال ۱۳۸۴ مؤید همین مطلب است (جدول ۳).

اجزای عملکرد

نتایج مربوط به اجـزای عملکـرد توتـون تحـت تـأثیر آبیاری تکمیلی نیز مـورد تجزیـه تحلیـل آمـاری مرکـب قرار گرفت (جدول ۵). آبیاری تکمیلی بـه غیـر از تعـداد برگ در بوته از نظر کلیهٔ اجزای عملکـرد (طـول بـرگ، عرض بـرگ، ارتفـاع بوتـه و شـاخص سـطح بـرگ) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر سال بر هیچ یک از اجزای عملکـرد معنـی‌دار نبـود و اثـر متقابـل سـال در آبیاری تکمیلی از نظر عرض برگ، ارتفـاع بوتـه، تعـداد برگ در بوته و درصد قند معنی‌دار نبود (جـدول ٤). امـا عملکرد عـرض بـرگ و درصـد قنـد تیمارهـای آبیـاری تکمیلی در هر دو سال و همچنـین عملکـرد تیمـار بـدون آبیاری تکمیلی سال دوم از این نظر نسبت به تیمار بـدون آبیاری تکمیلی سال اول بیشتر بود (جدول ۵). اثر متقابل سال در آبیاری تکمیلی از نظر طول برگ، شاخص سطح بـرگ و درصـد نیکـوتین در سـطح احتمـال ۵ درصـد معنی‌دار بود (جدول ۵)، بـه طـوری کـه طـول بـرگ در تیمارهای آبیاری در هـر دو سـال و تیمـار بـدون آبیـاری تکمیلـی در سـال دوم آزمـایش بیـشتر از سـال اول بـود. درصد نیکوتین تیمارهای بدون آبیاری تکمیلی در هر دو سال بیشتر از تیمارهای آبیاری سال اول بـود و تیمارهـای آبیاری سال دوم از این نظر بعد از تیمار های آبیاری سال اول قرار گرفتند (جدول ٦). در مقایسه میـانگین دو سـال آزمایش مشاهده شد که به غیـر از تعـداد بـرگ در بوتـه تفـاوت بـین تیمارهـای آبیـاری تکمیلـی و تیمـار بـدون آبیاری تکمیلی (SI_0) معنـی‌دار بـود، بـه طوریکـه از نظـر طول برگ، عرض برگ، ارتفـاع بوتـه و شـاخص سـطح برگ، تیمارهای آبیـاری (SI_1، SI_2 و SI_3) بیـشتر از تیمـار بدون آبیاری تکمیلی (SI_0) بود (جدول ۷). اگرچه انتظار می‌رفت طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و شـاخص سطح برگ با تداوم عمل آبیاری و یا به عبارتی با کاهش دوره خشکی افزایش یابد ولی ایـن حالـت اتفـاق نیفتـاد. این امر به نظر می‌رسد ناشـی از بـارش‌هـای بعـد از قطـع آبیاری در تیمارها گردیـد. کـه موجـب عـدم دوره‌هـای خشکی مؤثر در تیمارها باشـد. ولـی در مجمـوع آبیـاری تکمیلی بر روی صفات مذکور تأثیر مثبتی داشت. مـاو و همکاران (Maw *et al.*, 1997) نیز بیـشترین طـول بـرگ، عرض برگ و ارتفاع بوته را در تیمار بدون اعمـال دوره خشکی با سطح رطوبتی ۲۵- کیلـو پاسـکال(۲۵- سـانتی بار) بدسـت آوردنـد. همـانطوری کـه مـشاهده مـی‌شـود یافته‌های نامبردگـان و سـایر محققـان از جملـه سـیفولا و پستیگلیون (Sifola and Postiglione, 2003) مؤیـد نتـایج تحقیق حاضر است.

در مقایسهٔ میانگین درصد قند و نیکوتین بین تیمارهـا مشاهده شد کـه بـا اعمـال آبیـاری تکمیلـی درصـد قنـد افزایش و درصـد نیکـوتین کـاهش یافـت و تفـاوت بـین

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷- میانگین دو ساله عملکرد طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ، درصد قند، درصد نیکوتین و شاخص سطح برگ و نسبت قند به نیکوتین

Table 7. Means of years leaf length, leaf width, plant height, leaf number, nicotine percentage, sugar percentage and leaf area index[1] and percentage sugar to nicotine rate in two cropping seasons

means	میانگین	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ ها Number of leaves	شاخص سطح برگ Leaf area index	درصد قند Sugar percentage	درصد نیکوتین Nicotine percentage	نسبت قند به نیکوتین Sugar to nicotine ratio
Supplemetal Irrigation (SI)	آبیاری تکمیلی								
SI_3	آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله رشد	64.00 a	29.00 a	155.00 a	23.00	6.23 a	19.03 a	1.15 c	16.55
SI_2	آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله گلدهی	62.17 a	30.83 a	161.66 a	22.50	6.34 a	15.10 b	1.34 bc	11.27
SI_1	آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	62.33 a	30.00 a	155.00 a	23.33	6.90 a	12.23 b	1.50 b	8.15
SI_0	بدون آبیاری تکمیلی	48.00 b	23.50 b	117.50 b	22.67	3.82 b	5.69 c	2.63 a	2.16
Two years	دو سال آزمایش	58.87	28.33	148.96	22.87	5.82	13.01	1.66	

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

Means, in each column, with similar letters are not significantly at the 5% probability level - using Duncan Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

تیمارها معنی‌دار بود. میانگین درصد قند در تیمار شاهد (SI_3) با ۱۹/۰۳ درصد بیشترین مقدار و در تیمار بدون آبیاری (SI_0) با ۵/۶۹ درصد کمترین مقدار بود و میانگین تیمارهای آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ گل‌دهی (SI_2) و آبیاری تکمیلی تا مرحلهٔ عنچه‌دهی (SI_1) به ترتیب اهمیت بعد از تیمار شاهد (SI_3) قرار گرفتند (جدول ۷). کریمی (۱۳۷۵) گزارش کرده است که بیشتر بودن درصد قند توتون و کمتر بودن درصد نیکوتین آن مزه توتون را ملایم‌تر می‌کند و این محقق مقدار قند موجود در توتون را حدود ۱۸ درصد، ناگاراجین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) بین ۱۰ الی ۲۶ درصد و ماو و همکاران (Maw *et al.*, 1997) بین ۱۵ الی ۲۵ درصد و حدود ۲۰ درصد را مطلوب‌تر گزارش کردند.

میانگین درصد نیکوتین تیمار شاهد (SI_3) در دو سال آزمایش با ۱/۱۵ درصد دارای کمترین مقدار و تیمار بدون آبیاری تکمیلی با ۲/۶۳ درصد دارای بیشترین مقدار بود و میانگین تیمارهای آبیاری تا مرحلهٔ غنچه‌دهی (SI_1) و تیمار آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ گل‌دهی (SI_2) به ترتیب اهمیت بعد از تیمار شاهد قرار گرفتند (جدول ۷). نتایج این تحقیق حاکی از آن است که اعمال دوره‌های خشکی موجب افزایش درصد نیکوتین شد. گزارش دورنبوس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1986) مبنی بر اینکه کشت توتون در شرایط خشک اغلب موجب افزایش درصد نیکوتین می‌شود و مقدار مطلوب آن در توتون گرمخانه‌ای بین ۱/۵ الی ۲/۵ درصد است نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند. به طوری که کریمی (۱۳۷۵)، ناگاراجین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) و سینگ (Singh, 1998) مقدار مطلوب آن را به ترتیب ۲/۰، بین ۱/۷۵ الی ۲/۰ و بین ۱/۲ الی ۳/۶ درصد گزارش کردند. تأثیر آبیاری تکمیلی بر تغییرات درصد قند تیمارهای مختلف نسبت به موقعیت برگ‌ها در بوته (پا برگ، کمر برگ و لچه برگ) در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود میزان افزایش درصد قند در کمر برگ، پا برگ و لچه برگ متناسب با تیمارهای مختلف آبیاری بود که نشان‌دهنده تأثیر دوره‌های مختلف خشکی در طول مرحلهٔ رشد گیاه بر مقدار آن است.

افزایش درصد قند در کمر برگ در تیمار SI_3 نسبت به پا برگ و لچه برگ و همچنین نسبت به درصد قند پا برگ و لچه برگ تیمارهای دیگر بیشتر بود و کمترین آن مربوط به تیمار SI_0 بود. ماو و همکاران (Maw *et al.*, 1997) گزارش کردند، اگرچه مخلوط توتون کارخانه، همهٔ برگ‌های بوته را شامل می‌شود ولی بهترین توتون گرمخانه‌ای از برگ‌های میانی (کمر برگ) بدست می‌آید. از آنجایی که بیشترین میزان قند در تیمار SI_3 در کمر برگ حاصل شد بنابراین، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تأثیر آبیاری تکمیلی بر روی کیفیت برگ از نظر درصد قند خیلی مثبت بود (شکل ۱).

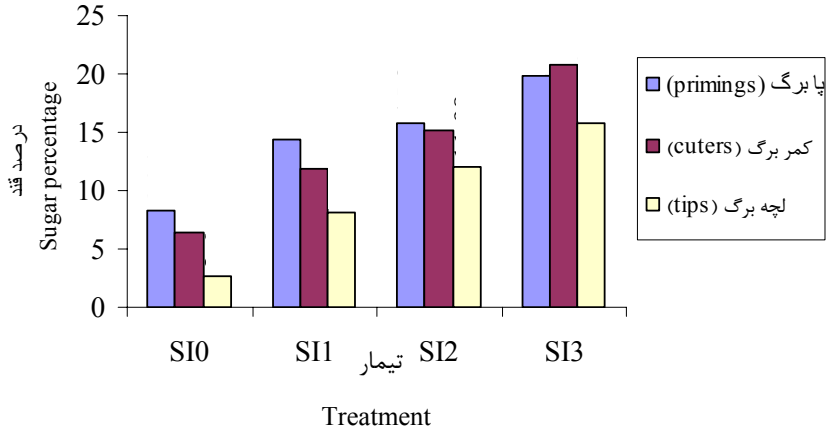
تأثیر آبیاری تکمیلی بر تغییرات میزان درصد نیکوتین در تیمارهای مختلف نسبت به موقعیت برگ‌ها در بوته، در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود بیشترین نیکوتین در تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI_0) و کمترین آن در تیمار آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحلهٔ رشد بود. در تیمارهای SI_0 و SI_3، بیشترین نیکوتین را لچه برگ، کمترین آن را پا برگ و کمر برگ در بین آن‌ها قرار گرفت. کاهش درصد نیکوتین در لچه برگ، کمر برگ و پا برگ در طول مرحلهٔ رشد در تمام تیمارها به موازات اعمال آبیاری تکمیلی و یا متناسب با دوره‌های خشکی بود. به علت عدم بارش در طول مرحلهٔ رشد به ویژه در انتهای مرحلهٔ رشد سال دوم آزمایش، بیشترین نیکوتین در لچه برگ‌ها اتفاق افتاد. دیویس و نیلسن (Davies and Nielsen, 1999) نیز گزارش کرده‌اند که بیشترین تجمع نیکوتین در لچه برگ‌ها، کمترین آن در پا برگ‌ها و کمر برگ‌ها در بین

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌ها قرار دارند. بعضی گزارش‌ها (Anonymous. 1983) حاکی از این است که درجه‌بندی و ترکیبات شیمیایی (درصد قند و نیکوتین) برگ‌های خشک توتون به زمان مناسب چیدن برگ‌ها از بوته و به روش خشکانیدن آن‌ها (Maw *et al.*, 1997) قبل از عمل تجزیه بستگی دارد (شکل ۲).

مزه و بوی مطلوب توتون بستگی به نسبت مناسب بین قند و نیکوتین دارد (Gaines *et al.*, 1983) و این نسبت به عنوان یک شاخص در درجه‌بندی سیگار به کار گرفته می‌شود. نسبت بسیار بالای آن نشان‌دهنده نرم و ملایم بودن سیگار و نسبت بسیار پائین آن نشان‌دهنده دود تند و سوزش‌آور است. در این تحقیق



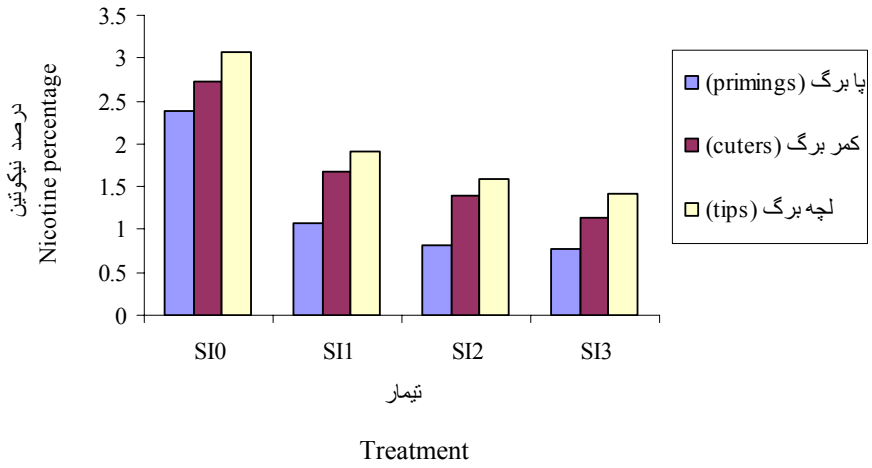
شکل ۱- تأثیر آبیاری تکمیلی بر میزان درصد قند برگ های پا برگ، کمر برگ و لچه برگ

Fig. 1. Effect of supplemental irrigation on sugar percentage in primings, cutters and tips leaves

در دو سال آزمایش به طور متوسط نسبت قند به نیکوتین در تیمارهای SI_0، SI_1، SI_2 و SI_3 به ترتیب ۲/۱۶، ۸/۱۵، ۱۱/۲۷ و ۱۶/۵۵ بدست آمد (جدول ۷) که ناگاراجین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) و ماو و همکاران (Maw *et al.*, 1997) این نسبت را در توتون گرمخانه‌ای به ترتیب بین ۷ الی ۱۳ و ۶ الی ۱۰ گزارش کرده‌اند. بنابراین نسبت قند به نیکوتین در تیمارهای SI_1، و SI_2 تحقیق حاضر در بین دامنه تغییرات نتایج این محققان قرار دارد و نشان می‌دهد که برای افزایش کیفیت توتون، آبیاری تکمیلی مناسب یک امر ضروریست و در این زمینه رسیدن به نتایج مطلوبتر نیازمند تحقیقات بیشتری است.

در این آزمایش تعداد دفعات آبیاری تکمیلی در سال اول و دوم آزمایش در تیمارهای SI_1، SI_2 و SI_3 به ترتیب ٤، ٨ و ١٣ و ٥، ٨ و ١٠ دور و مقدار آب آبیاری که در طول مرحلهٔ رشد گیاه به تیمارها داده شد به ترتیب ١٦٥/٠٠ ، ٣١٨/٣٣ و ٥١٠/٠٠ میلی‌متر و ٢٠٣/٣٣، ٣١٨/٣٣ و ٣٩٥/٠٠ میلی‌متر بود. مقدار آب آبیاری و تعداد دفعات آبیاری در طول مرحلهٔ رشد گیاهان به شرایط آب و هوایی منطقه، گونه گیاهی، نوع خاک و مدیریت آبیاری بستگی دارد. به طوری که در این تحقیق به نظر می‌رسد متفاوت بودن تعداد دور آبیاری در دو سال آزمایش ناشی از تفاوت توزیع بارش و مقدار آن در طول مراحل رشد باشد (جدول ۱). سینگ (Singh, 1998) و ناگاراجین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) تعداد دفعات آبیاری را در توتون ویرجینیا به ترتیب ۹ و ۵ الی ۷ دور گزارش کردند. همچنین ناگاراجین و پراسادرو

www.SID.ir



شکل ۲- تأثیر آبیاری تکمیلی بر میزان درصد نیکوتین برگ های پا برگ، کمر برگ و لچه برگ

Fig. 2. Effect of supplemental irrigation on nicotine percentage in primings, cutters and tips leaves

(Nagarajan and Prasadrao, 2004) میزان آب آبیاری توتون را در خاک‌های سبک شمال هند ۲۷۹ میلی‌متر و هاکس (Hawks, 1978) بطور متوسط نیاز آبی توتون را در هر روز ۲۵/۴ میلی‌متر گزارش کردند.

بهره‌وری آب که یکی از شاخص‌های بسیار مهم در استفاده بهینه از منابع آب است، در کشور ما به دلیل محدودیت کمی و کیفی آن‌ها از جایگاه خاصی برخوردار است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). در تحقیق حاضر این شاخص از دیدگاه کارآیی مقدار آب مصرفی و بازده اقتصادی آن مورد مطالعه قرار گرفت، بطوری که در دو سال آزمایش برای تیمارهای SI_1، SI_2 و SI_3 بطور متوسط عملکرد خشک به ازای واحد حجم آب بترتیب ۱/۰۸، ۰/۶۸ و ۰/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب و سود ناخالص به ازای واحد حجم آب به ترتیب ۹۳۸۱/۸۱، ۷۶۲۰/۰۶ و ۵۷۸۱/۰۸ ریال بر مترمکعب محاسبه شد. اویس و هاچوم (Oweis and Hachum, 2005) گزارش کردند که نتایج تحقیقات آبیاری گندم در شمال آفریقا نشان می‌دهد که پیشرفت معنی‌داری در بهره‌وری آب در آبیاری تکمیلی با اعمال مقدار متوسط آبیاری تکمیلی نسبت به آبیاری کامل حاصل شده است. بنابراین نتایج تحقیق حاضر نیز گویای همین نکته در توتون است. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش کمی و کیفی توتون درمنطقه گیلان با اجرای آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط بدون آبیاری تکمیلی قابل ملاحظه بوده و ضرورت آبیاری تکمیلی یک امر اجتناب‌ناپذیر است. از طرف دیگر با توجه به اهمیت بهره‌وری آب در شرایط کشور ما حتی در مناطق با آب و هوای خزری نیز برای استفاده بهینه ازمنابع آب، آبیاری تکمیلی ٤ الی ٥ دور و به مقدار ١٦٥/٠٠ الی ۲۰۳/۳۳ میلی‌متر آب می‌تواند گزینه مناسبی باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات کارکنان محترم مرکز تحقیقات توتون گیلان که ما را در انجام این مهم یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

References

فهرست منابع

احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره: ۸۲. ۱۰۹ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۷۸. آمارنامه استان گیلان. معاونت آمار و اطلاعات، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان. ۶۷۴ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۸۴. کارنامه آماری شرکت دخانیات ایران. شرکت دخانیات ایران. ۱۴۵ صفحه.

شعاعی دیلمی، م.۱۳۸۴. بررسی اثر ژن‌ها و وراثت‌پذیری صفات کمی و کیفی در توتون‌های تیپ ویرجینیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اردبیل.

کریمی، ه. ۱۳۷۵. گیاهان زراعی. چاپ چهارم، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۷۱۴ صفحه.

علیزاده، ا. ۱۳۸۱. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ چهاردهم، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. ۷۳۵ صفحه.

علیزاده، ا. ۱۳۸۳ الف. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. چاپ پنجم، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. ۵۳۹ صفحه.

علیزاده، ا. ۱۳۸۳ ب. رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. ۴۷۰ صفحه.

Allen, W. H. and J. R. Lambert 1971. Application of the principle of calculated risk to scheduling of supplemental irrigation, II. use on flue-cured tobacco, Agric. , Meteorol. 8: 325-340.

Anonymous. 1983. Tobacco production, cooperative extension service, University of Georgia, College of Agriculture, Athens, GA. Circ. 638.

Anonymous. 2002. Projection of production of tobacco leaf. http://www.fao.org/docrep/006/y4956e/y4956e08.htm

Davies, D. D. and M. T. Nielsen. 1999. Tobacco production, chemistry and technology, published and reprinted in Great Britain, The University Press, Cambridge. pp. 268-304.

Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1986. Yield response to water, FAO irrigation and drainage paper 33, FAO, Rome, Italy. p: 195.

Gaines, T. P., A. S. Csinos, and M. G. Stephenson. 1983. Grade index and yield correlations with chemical quality characteristics of flue-cured tobacco, Tob. Sci. 27:101-105.

Hawks, S. N. 1978. Principles of flue-cured tobacco production, S. N. Hawks, N. C. State University, Box 5155 Raleigh, N. C. 2765, 2nd edition. P.126-148.

Maw, B. W., J. S. Stansell, and B. G. Mullinix. 1997. Soil-plant-water relationships for flue-cured tobacco, Research Bulletin No: 427. P.36.

Mcnee, P., L. A. Warrell, and E. D. Muyzenberg. 1978. Influence of water stress on yield and quality of flue-cured tobacco, Australian J. of Exp. Agric. and Animal Husbandry, 18: 726-731.

Moore, J. M. and A. W. Tyson. 2005. Irrigation tobacco, the University of Agricultural and Environmental Sciences, Cooperative Extension Service, http://www.griffin.peachnet.edu/case/tobacco/handbook/irrigation98.html

Nagarajan, K. and J. A. V. Prasadrao. 2004. Textbook of field crops production, Published by Directorate of Information and Publication of Agriculture Indian Council of Agricultural Research Krishi Anusandhan Bhavan, Pusa, New Delhi 110012, pp: 769-812.

Archive of SID

www.SID.ir

Oweis, T. 1997. Supplemental irrigation: A highly efficient water-use practice, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria (1997).

Oweis, T. and A. Hachum. 2005. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), P. O.Box 5466, Aleppo, Syria Arab Republic. P. 20.

Palmer, G. 1989. Drowning, wet feet, and blow over, plant and Soil Sci. Fact Sheet Tob. Sci.5: 5.

Papenfus, H. D. 1987. Irrigation of flue-cured tobacco in Zimbabwe, Rothmans International Tobacco, Ltd. Aylesbury, Buckinghamshire, United Kingdom. P.28.

Reed, T. D., D. Gooden, and D. Smith 1994. Tobacco irrigation,Published by North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina State University, Electronic Publication, No: DRO-20.

Sifola, M. I. and L. Postiglione. 2003. The effect of nitrogen fertilization on nitrogen use efficiency of irrigated and non-irrigated tobacco (*Nicotiana tabacum L.*).,plant and soil. 252, No: 2. P. 313-323.

Sifola, M. I. 2004. Quality characteristics of burley tobacco irrigated with saline water. Field Crops Research (Article in press), http://www.elsevier.com/locate/fcr.

Singh, S. S. 1998. Crop management under irrigation and rainfed conditions, 3rd revised edition. Kalyani Publishers, New Delhi, p: 351-385.

Smajstrla, A. G., B. G. Boman, D.Z. Boman, F. T. Izuno, D. J. Pitts, and F. S. Zaezuta. 2002. Basic irrigation scheduling in florida, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science. http://edis.ifas.ufl.edu/ae111

Smith, M. 1992. Cropwat, a Computer Program for Irrigation Planning and Management. FAO Irrigation and Drainage Paper 46, FAO, Rome, Italy.

Whitty, E. B. and C. G. Chambliss. 2005. Water use and irrigation management of agronomic crops. http://edis.ifas.ufl.edu .SS-AGR-155.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of supplemental irrigation on yield and yield components of flue-cured tobacco

Biglouie[1], M. H., M. H. Assimi[2], A. R. Jabbarzadeh[3]

AbSTRACT

In order to study the effect of supplemental irrigation on yield and yield components of tobacco, an experiment was conducted at Guilan Tobacco Research Station in 2004 and 2005 croping seasons. A randomized complete block design with four treatments and three replications was conducted. Treatments were: no supplemented irrigation (SI_0), supplemental irrigation till the end of flower bud forming stage (SI_1), supplemental irrigation till the end of flowering stage (SI_2) and supplemental irrigation till the end of growth stage or full irrigation (SI_3) as control in each cropping season. The required water for each treatment was determined based on water holding capacity and maximum allowable deficiency (MAD). The soil water holding capacity was measured by using Pressure Plate. The time of irrigation was determined by using Tensiometer and soil was irrigated to the field capacity level. Leaves were harvested at six times. At flowering stage; leaf length, leaf width, plant height, number of leaf and leaf area index were recorded and after harvesting of leaves; fresh leaf yield, dried leaf yield**,** unit price, gross income per unit area, quality traits such as sugar and nicotine percentage were also measured. The combined analysis of variance showed that all of the traits except number of leaves per plant were affected by irrigation and a positive correlation was observed between increasing amount of water and the traits. The effect of year was not significant on the traits except for dried leaf yield as the mean of dried leaf yield decreased in the first year of study, due to the non optimum distribution of precipitation immediately after transplantation. The dried leaf yield increased in the second year of experimental. The mean dried leaf yield of (SI_0), (SI_1), (SI_2) and (SI_3) treatments were 2096.80, 2170.00, 1974.00 and 1302.00 kg/ha, respectively. Irrigation until flower bud forming stage had the highest water productivity index based on dried leaf yield and gross income in comparison to other irrigation treatments in this study. Therefore, application of supplemental irrigation and optimum usage of available water resources are essential in tobacco production.

Archive of SID

Key words: Non irrigated, Supplemental irrigation, Tobacco, Yield and yield components.

Received: June. 2006

1. Assistant professor, the University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author).
2, 3. Faculty members, Guilan Tobacco Research Center, Rasht, Iran.

www.SID.ir