

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

محمد حسن بیگلوثی^۱، محمد حسین اسیمی^۲ و علیرضا جبارزاده^۳

تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد در توتون گرمخانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد

هشتم، شماره ۲، صفحه ۱۸۴ تا ۲۰۰.

(VE₁)

(SI₀)

(SI₃)

(SI₂)

(SI₁)

(MAD)

(Pressure plate)

/ / / (SI₀) (SI₁) (SI₂) (SI₃)

(SI₁)

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۴/۵

۱. استادیار دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده)

۲ و ۳. محققان بخش زراعت مرکز تحقیقات توتون گیلان

(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 (بی نام، 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 قابل ملاحظه‌ای 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 به‌سزایی 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 تانسومتر 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

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 ۴/۷۷ میلیون هکتار، تولید سالانه ۷/۱۰ میلیون تن و عملکرد آن در کشورهای در حال توسعه حدود ۱/۶ تن در هکتار و در کشورهای توسعه یافته حدود ۲/۲ تن در هکتار است (Nagarajan and Prasadrao, 2004). 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 از جمله 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 محصول را در شرایط بدون آبیاری به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. آبیاری تکمیلی گزینه‌ای 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 مرحله رشد، موجب شسته شدن صمغ از سطح برگ‌ها و کاهش کیفیت برگ می‌شود) مطلوب‌ترین وضعیت توزیع بارش در طی مرحله رشد گیاه توتون برای تولید محصول با کمیت و کیفیت بالا است (Singh, 1998). استان گیلان با برخورداری از ۲۳۰۳ هکتار سطح زیر کشت توتون با متوسط عملکرد ۹۶۰ کیلوگرم در هکتار

رسیدگی، موجب تأخیر در مرحله برداشت محصول و در نتیجه کاهش وزن برگ و ترکیبات شیمیایی آن می شود (Doorenbos and Kassam, 1986). حساس ترین مرحله رشد توتون نسبت به کم آبی ۲ الی ۳ هفته قبل مرحله گلدهی یعنی حدود ۵۰ الی ۶۵ روز بعد از نشاکاری است و در این مرحله حد اکثر آب مورد نیاز توتون بین ۵/۶ الی ۶/۴ میلی متر در روز است (Whitty and Chambliss, 2005). مکنی و همکاران (Mcnee et al., 1978) در آزمایشی برای تعیین تأثیر تنش آبی در مرحله رشد سریع بر روی عملکرد و کیفیت توتون گرمخانه‌ای دریافتند که تنش آبی در مرحله غنچه‌دهی به طور معنی دار موجب کاهش عملکرد برگ خشک و سطح برگ شده و همچنین در مرحله 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 معنی داری 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.

این آزمایش در طی دو سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ در مرکز تحقیقات توتون رشت با عرض جغرافیای ۳۷° و ۱۶' شمالی و طول جغرافیایی ۴۹° 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 میلی متر است که مقدار آن در طول فصل زراعی در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب حدوداً ۲۴۶/۵ و ۲۳۱/۰ میلی متر بود (جدول ۱). بافت خاک محل

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، ۵۰ الی ۵۵، 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 مرحله خاصی از رشد گیاه نسبت به بقیه مراحل ممکن است حساس تر 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 مرحله اولیه رشد برای تحریک توسعه عمیق تر 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 مرحله رشد گیاه بین ۴۰۰ الی ۶۰۰ میلی متر است و حداکثر آب مورد نیاز آن ۵۰ الی ۷۰ روز بعد از نشاکاری است (Anonymous, 1983). کمبود آب در اواسط مرحله توسعه موجب کاهش رشد و کوچکتر ماندن برگ‌ها می‌شود و کمبود شدید آن در طول مرحله گل‌دهی و

خاک در وسط هر یک از کرت‌های آزمایشی و در محدوده توسعه ریشه‌ها در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک یک دستگاه تانسومتر بعد از کالیبراسیون کار گذاشته شد (علیزاده، ۱۳۸۳b). وقتی ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک در تیمارها تخلیه شد و تانسومترها 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 Allen and Lambert, 1971؛ 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 (Doorenbos and Kassam, 1986؛ Anonymous, 1983؛ Papenfus, Palmer, 1989؛ Moore and Tyson, 2005؛ Reed et al., 1994؛ 1987). عملیات داشت اعم از کوددهی، خاک دادن به پای بوته‌ها و سمپاشی علیه آفات و بیماری‌ها در طی مرحله رشد انجام گرفت. سموم آمبوش (پرمترین) و ریدومیل هر دو به نسبت دو در هزار برای مبارزه با کرم آگروتیس (*Agrotis*) در مرحله ۴ برگه شدن نشا و سپس به ترتیب به فواصل ۱۵ روز دو بار و ۱۰ روز ۳ بار در خزانه استفاده شدند. همچنین 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 مرحله ده برگه شدن نشا استفاده شدند. برای

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 علف کش 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^۱ (SI) عبارت بودند از: بدون آبیاری تکمیلی (SI₀)، آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله غنچه‌دهی (SI₁)، آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله گل‌دهی (SI₂) و آبیاری کامل (SI₃). بذره‌های 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 وسیله یک حلقه چاه کم عمق تغذیه می‌شد تأمین گردید. به منظور کنترل رطوبت

هکتار کود نیتروژن و ۹۶ 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 مرحله گل دهی کامل در تیمارهای مختلف اندازه گیری و صفت شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (شعاعی دیلمی، ۱۳۸۴).

مبارزه با شته توتون از سم کنفیدور (ایمیدا کلوپراید) به نسبت یک در هزار در مرحله گل دهی استفاده شد. بر مبنای تجزیه خاک میزان کود فسفر ۲۳ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل، کود نیتروژن ۳۴ کیلوگرم در هکتار از منبع نترات آمونیم و کود پتاسیم ۹۶ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در هفته اول نشاکاری و سپس یک ماه بعد ۱۷ کیلوگرم در

$$\text{فاصله بین بوته‌ها روی ردیف} \times \text{فاصله بین ردیف‌ها} = \frac{0.785 \times \text{طول برگ} \times \text{عرض برگ} \times \text{تعداد برگ}}{\text{شاخص سطح برگ (LAI)}}$$

مرحله 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 مرحله رشد گیاه از سوی دیگر که پراکنش نامناسب آن در مرحله 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.

محصول کلیه تیمارها در شش چین برداشت و وزن تر آن‌ها اندازه گیری 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 مربوط به عملکرد برگ تر و خشک، قیمت در واحد وزن و درآمد ناخالص در واحد سطح مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت (جدول ۲). اثر آبیاری تکمیلی بر کلیه 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 \times آبیاری تکمیلی قرار گرفت به طوری که عملکرد برگ خشک تیمارهای آبیاری تکمیلی (SI₁)، SI₂ و SI₃ در هر دو سال بیشتر از عملکرد تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI₀) سال دوم بود و عملکرد برگ خشک تیمار بدون آبیاری سال اول بعد از تیمار بدون

در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ میزان بارش در طول مرحله 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

از SI_2 نظر قیمت وزن واحد برگ خشک و درآمد ناخالص در واحد سطح، ضرورت آبیاری تکمیلی تا پایان مرحله گل‌دهی کامل را نشان می‌دهد. مکنی و همکاران (Mcnee *et al.*, 1978) در آزمایشی بر روی توتون گرمخانه‌ای گزارش کردند که تنش آبی در مرحله 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. هاگس (Hawks, 1978) نیز گزارش کرده است که عملکرد برگ خشک در اثر تنش آبی در مرحله 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 مرحله رشد را طولانی‌تر کرد و به دنبال آن در لبه 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 مرحله برگ چینی و همزمان شدن این مرحله با بارش‌های آخر مرحله 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 مرحله 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 مرحله رشد سریع و گل‌دهی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب حدود ۳۲/۰۰ و ۵۱/۲۰ میلی‌متر بود که برای

آبیاری سال دوم قرار گرفت (جدول ۳). ولی عملکرد برگ تر، وزن واحد محصول و درآمد 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 مرحله بلافاصله بعد از نشاکاری در سال اول باشد (جدول ۱). مقایسه 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, 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, SI_3) با ۱۰۸۷۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار، ۳۷/۴۳ درصد کمتر بود (جدول ۴). مور و تیسان (Moore and Tyson, 2005) و هاگس (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 مرحله گل‌دهی (SI_2) و آبیاری تکمیلی تا مرحله 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, SI_2 نسبت به تیمار شاهد (SI_3) به ترتیب ۶۱/۲۹، ۲۹/۶۰ و ۱۰/۹۴ درصد و ۷۵/۲۲، ۳۲/۶۵ و ۵/۹۶ درصد بود (جدول ۴). بنابراین کاهش بسیار زیاد عملکرد برگ خشک در تیمار SI_0 ، کاهش نسبتاً کم آن در تیمار SI_1 و کاهش خیلی کم عملکرد

جدول ۱- میزان بارش در مرکز تحقیقات توتون گیلان در طی مرحله 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 میلی‌متر															مجموع بارندگی (میلی‌متر) 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	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٪.

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)	درآمد ناخالص در هکتار (ریال) Gross income per hectare (Rial/ha)
Y ₁ × SI ₃	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله رشد	17178.66 a	2257.66 a	12098.33	27107350.00
Y ₁ × SI ₂	سال اول × آبیاری تکمیلی تا انتهای دوره گل دهی	16703.66 a	1951.00 a	9907.00	19658300.00
Y ₁ × SI ₁	سال اول × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	15079.66 a	1897.33 a	7415.00	14098466.70
Y ₁ × SI ₀	سال اول × بدون آبیاری تکمیلی	9232.00 b	1132.66 c	3899.66	4445400.00
Y ₂ × SI ₃	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله رشد	14403.66 a	1936.00 a	12673.33	24676266.70
Y ₂ × SI ₂	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا انتهای دوره گل دهی	17279.33 a	2389.00 a	12154.33	29040583.30
Y ₂ × SI ₁	سال دوم × آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه دهی	15187.00 a	2050.66 a	10023.00	20777966.70
Y ₂ × SI ₀	سال دوم × بدون آبیاری تکمیلی	10755.33 b	1471.33 b	5689.33	8386983.30

میانگین‌های 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 انتهای 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

میانگین‌های 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.

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

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

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 × 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 × 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
Y ₁ × 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 × SI ₀	سال اول × بدون آبیاری	44.66b	21.33b	109.00c	22.67	3.30	7.15b	2.75a
Y ₂ × 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 × 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 × 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.

تأمین آب مورد نیاز گیاه کافی نبود. در سال ۱۳۸۴ بیشترین بارش در طی مرحله رشد گیاه بلافاصله بعد از نشاکاری اتفاق افتاد که رد و همکاران (Reed *et al.*, 1994) گزارش کردند در این مرحله میزان رشد گیاه توتون فقط ۲/۵ درصد از کل است و بارش سنگین موجب ضعیف تر شدن سیستم ریشه می شود و به دلیل عدم توانایی آن‌ها برای جذب آب مورد نیاز، ممکن است گیاه در مراحل بعدی به ویژه در مرحله رشد سریع با تنش آبی مواجه شود (Palmer, 1989). رد و همکاران (Reed *et al.*, 1994) گزارش کردند که ۸۰ درصد رشد گیاه توتون در چهار هفته قبل از عمل سر زنی انجام می گیرد. از آنجایی که میزان بارش مؤثر در این مرحله به ویژه در سال ۱۳۸۴ کمتر از آب مورد نیاز گیاه بود در نتیجه منجر به کاهش عملکرد توتون در تیمارهای SI₁ و SI₂ شد و تداوم آبیاری در تیمار SI₃ نشان دهنده اثر مثبت آبیاری تکمیلی بر عملکرد کمی توتون در این مرحله از سال بود. در حالی که در سال ۱۳۸۵ میزان بارش در طول مرحله رشد گیاه ۷۹/۰۰ میلی متر بود که ۲۳/۴۷ میلی متر آن چهار هفته قبل از سرزنی اتفاق افتاد (جدول ۱). بنابراین افزایش عملکرد تیمارهای SI₂ و SI₀ در سال ۱۳۸۵ نسب به تیمارهای SI₂ و SI₀ سال ۱۳۸۴ مؤید همین مطلب است (جدول ۳).

نتایج مربوط به اجزای عملکرد توتون تحت تأثیر آبیاری تکمیلی نیز مورد تجزیه تحلیل آماری مرکب قرار گرفت (جدول ۵). آبیاری تکمیلی به غیر از تعداد برگ در بوته از نظر کلیه اجزای عملکرد (طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ) در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. اثر سال بر هیچ یک از اجزای عملکرد معنی دار نبود و اثر متقابل سال در آبیاری تکمیلی از نظر عرض برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و درصد قند معنی دار نبود (جدول ۴). اما عملکرد عرض برگ و درصد قند تیمارهای آبیاری تکمیلی در هر دو سال و همچنین عملکرد تیمار بدون

آبیاری تکمیلی سال دوم از این نظر نسبت به تیمار بدون آبیاری تکمیلی سال اول بیشتر بود (جدول ۵). اثر متقابل سال در آبیاری تکمیلی از نظر طول برگ، شاخص سطح برگ و درصد نیکوتین در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۵)، به طوری که طول برگ در تیمارهای آبیاری در هر دو سال و تیمار بدون آبیاری تکمیلی در سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول بود. درصد نیکوتین تیمارهای بدون آبیاری تکمیلی در هر دو سال بیشتر از تیمارهای آبیاری سال اول بود و تیمارهای آبیاری سال دوم از این نظر بعد از تیمارهای آبیاری سال اول قرار گرفتند (جدول ۶). در مقایسه میانگین دو سال آزمایش مشاهده شد که به غیر از تعداد برگ در بوته تفاوت بین تیمارهای آبیاری تکمیلی و تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI₀) معنی دار بود، به طوریکه از نظر طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ، تیمارهای آبیاری (SI₁، SI₂ و SI₃) بیشتر از تیمار بدون آبیاری تکمیلی (SI₀) بود (جدول ۷). اگرچه انتظار می رفت طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ با تداوم عمل آبیاری و یا به عبارتی با کاهش دوره خشکی افزایش یابد ولی این حالت اتفاق نیفتاد. این امر به نظر می رسد ناشی از بارش های بعد از قطع آبیاری در تیمارها گردید. که موجب عدم دوره های خشکی مؤثر در تیمارها باشد. ولی در مجموع آبیاری تکمیلی بر روی صفات مذکور تأثیر مثبتی داشت. ماو و همکاران (Maw *et al.*, 1997) نیز بیشترین طول برگ، عرض برگ و ارتفاع بوته را در تیمار بدون اعمال دوره خشکی با سطح رطوبتی ۲۵- کیلو پاسکال (۲۵- سانتی بار) بدست آوردند. همانطوری که مشاهده می شود یافته های نامبردگان و سایر محققان از جمله سیفولا و پستیگلیون (Sifola and Postiglione, 2003) مؤید نتایج تحقیق حاضر است.

در مقایسه میانگین درصد قند و نیکوتین بین تیمارها مشاهده شد که با اعمال آبیاری تکمیلی درصد قند افزایش و درصد نیکوتین کاهش یافت و تفاوت بین

جدول ۷- 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 index¹ 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
Supplemental 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.

تیمارها معنی‌دار بود. میانگین درصد قند در تیمار شاهد (SI_3) با $19/03$ درصد بیشترین مقدار و در تیمار بدون آبیاری (SI_0) با $5/69$ درصد کمترین مقدار بود و میانگین تیمارهای آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله گل‌دهی (SI_2) و آبیاری تکمیلی تا مرحله غنچه‌دهی (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، ناگاراچین 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 $1/15$ درصد دارای کمترین مقدار و تیمار بدون آبیاری تکمیلی با $2/63$ درصد دارای بیشترین مقدار بود و میانگین تیمارهای آبیاری تا مرحله غنچه‌دهی (SI_1) و تیمار آبیاری تکمیلی تا انتهای مرحله 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 $1/5$ الی $2/5$ درصد است نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند. به طوری که کریمی (۱۳۷۵)، ناگاراچین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) و سینگ (Singh, 1998) مقدار مطلوب آن را به ترتیب $2/0$ ، بین $1/75$ الی $2/0$ و بین $1/2$ الی $3/6$ درصد گزارش کردند. تأثیر آبیاری تکمیلی بر تغییرات درصد قند تیمارهای مختلف نسبت به موقعیت برگ‌ها در بوته (پا برگ، کمر

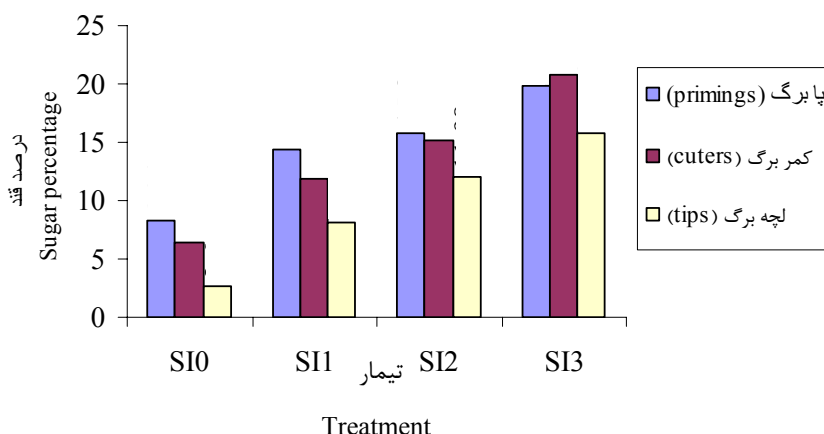
برگ و لچه برگ) در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود میزان افزایش درصد قند در کمر برگ، پا برگ و لچه برگ متناسب با تیمارهای مختلف آبیاری بود که نشان‌دهنده تأثیر دوره‌های مختلف خشکی در طول مرحله رشد گیاه بر مقدار آن است.

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، همه 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 مرحله رشد بود. در تیمارهای SI_3 و SI_0 ، 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 مرحله رشد در تمام تیمارها به موازات اعمال آبیاری تکمیلی و یا متناسب با دوره‌های خشکی بود. به علت عدم بارش در طول مرحله رشد به ویژه در انتهای مرحله 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

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 درجه بندی سیگار به کار گرفته می شود. نسبت بسیار بالای آن نشان دهنده نرم و ملایم بودن سیگار و نسبت بسیار پائین آن نشان دهنده دود تند و سوزش آور است. در این تحقیق

آن‌ها قرار دارند. بعضی گزارش‌ها (Anonymous, 1983) حاکی از این است که درجه بندی 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).



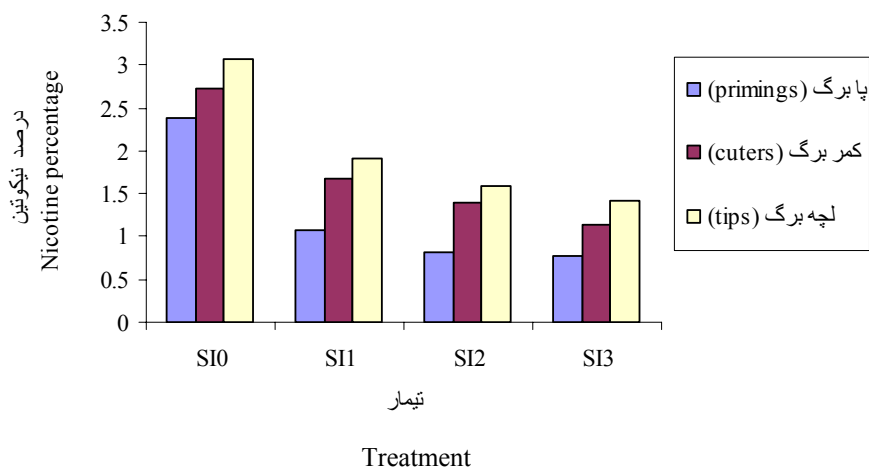
شکل ۱- تأثیر آبیاری تکمیلی بر میزان درصد قند برگ‌های پا برگ، کمر برگ و لچه برگ

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

ترتیب ۴، ۸ و ۱۳ و ۵، ۸ و ۱۰ دور و مقدار آب آبیاری که در طول مرحله رشد گیاه به تیمارها داده شد به ترتیب ۱۶۵/۰۰، ۳۱۸/۳۳ و ۵۱۰/۰۰ میلی‌متر و ۲۰۳/۳۳، ۳۱۸/۳۳ و ۳۹۵/۰۰ میلی‌متر بود. مقدار آب آبیاری و تعداد دفعات آبیاری در طول مرحله 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 ناگاراچین و پراسادرو (Nagarajan and Prasadrao, 2004) تعداد دفعات آبیاری را در توتون ویرجینیا به ترتیب ۹ و ۵ الی ۷ دور گزارش کردند. همچنین ناگاراچین و پراسادرو

در دو سال آزمایش به طور متوسط نسبت قند به نیکوتین در تیمارهای SI₀، SI₁، SI₂ و SI₃ به ترتیب ۲/۱۶، ۸/۱۵، ۱۱/۲۷ و ۱۶/۵۵ بدست آمد (جدول ۷) که ناگاراچین 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 SI₁ و SI₂ 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 SI₁، SI₂ و SI₃ به



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

پیشرفت معنی داری 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 در منطقه 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 از منابع آب، آبیاری تکمیلی ۴ الی ۵ دور و به مقدار ۱۶۵/۰۰ الی ۲۰۳/۳۳ میلی‌متر آب می‌تواند گزینه مناسبی باشد.

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

(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 SI₁، SI₂ و SI₃ 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. اوئیس و هاچوم (Oweis and Hachum, 2005) گزارش کردند که نتایج تحقیقات آبیاری گندم در شمال آفریقا نشان می‌دهد که

References

- . بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره: ۸۲. ۱۰۹ صفحه.
- . آمارنامه استان گیلان. معاونت آمار و اطلاعات، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان. ۶۷۴ صفحه.
- . کارنامه آماری شرکت دخانیات ایران. شرکت دخانیات ایران. ۱۴۵ صفحه.
- . بررسی اثر ژن‌ها و وراثت‌پذیری صفات کمی و کیفی در توتون‌های تیپ ویرجینیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اردبیل.
- . گیاهان زراعی. چاپ چهارم، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۷۱۴ صفحه.
- . اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ چهاردهم، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. ۷۳۵ صفحه.
- . اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. چاپ پنجم، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. ۵۳۹ صفحه.
- . 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.
- Menee, P., L. A. Warrell, and E. D. Muiyzenberg. 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.

- 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>.

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

Biglouie¹, M. H., M. H. Assimi², A. R. Jabbarzadeh³

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 cropping seasons. A randomized complete block design with four treatments and three replications was conducted. Treatments were: no supplemented irrigation (SI₀), supplemental irrigation till the end of flower bud forming stage (SI₁), supplemental irrigation till the end of flowering stage (SI₂) and supplemental irrigation till the end of growth stage or full irrigation (SI₃) 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 (SI₀), (SI₁), (SI₂) and (SI₃) 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.

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.