



دانشگاه گوارش و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و سوم، شماره ششم، ۱۳۹۵
<http://jwsc.gau.ac.ir>

تعیین زمان آبیاری مزارع نیشکر با استفاده از دماسنج مادون قرمز حرارتی و رطوبت خاک ناحیه ریشه

*شادمان ویسی^۱، عبدالعلی ناصری^۲ و سعید حمزه^۳

^۱دانشجوی دکتری گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، آستاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز،

^۲آستادیار گروه سنجش از دور، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۴

چکیده

سابقه و هدف: از جمله عوامل مهمی که باعث کاهش عملکرد گیاه نیشکر می‌شود، تنش آبی کوتاه‌مدت وارده به گیاه در طول فصل رشد و در بازه دو آبیاری متوالی می‌باشد. هدف این پژوهش مطالعه و پایش عوامل مؤثر در وضعیت آبی گیاه نیشکر و بررسی همبستگی دو روش تعیین زمان آبیاری گیاه که عبارتند از اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی و اندازه‌گیری رطوبت خاک ناحیه رشد ریشه، به منظور برنامه‌ریزی صحیح و تعیین زمان دقیق آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در اراضی کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی از ماه خرداد الی شهریور بر روی واریته CP69 در سنین مختلف (کشت، بازروئی اول، دوم و سوم) انجام شد. دلیل انتخاب این بازه زمانی آن بود که بیشترین مشکلات ناشی از عدم برنامه‌ریزی صحیح آبیاری و تحت تنش قرار گرفتن گیاه در این ماه‌ها اتفاق می‌افتد. بنابراین به منظور محاسبه شاخص تنش آبی گیاه نیشکر (CWSI) ابتدا با استفاده از دماسنج مادون قرمز دمای سطح سایه‌انداز گیاه نیشکر اندازه‌گیری شد، سپس رابطه بین شاخص تنش آبی گیاه نیشکر و درصد رطوبت جرمی خاک در دو عمق (۰-۳۰) و (۳۰-۶۰) سانتی‌متری، در دو سری اندازه‌گیری مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری‌های سری اول به منظور واسنجی و اندازه‌گیری‌های سری دوم به منظور صحت‌سنجی رابطه تنش و رطوبت خاک مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: در این پژوهش معادله خط مبنای پایین تنش برای گیاه نیشکر $T_c - T_a = 0.14VPD + 2.28$ با ضریب تبیین ۸۷ درصد به دست آمد. همچنین معادله خط مبنای بالا که به صورت یک خط افقی است در بازه ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. میزان تنش در روزهای مختلف دور آبیاری محاسبه شد. و نشان داده شد که مقدار بهینه این شاخص برای شروع آبیاری این گیاه در تمام سنین ۰/۵ است. نتایج نشان داد که همبستگی شاخص تنش آبی با رطوبت خاک در عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری ندارد و به عبارتی می‌توان کل این محدوده از عمق خاک را به عنوان عمق مؤثر برای رشد گیاه نیشکر در نظر گرفت. از سوئی معادله واسنجی شده در سری اول اندازه‌گیری‌ها حداقل مجذور مربعات خطای نزدیک به ۰/۱۵ را با تنش مشاهداتی نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که همبستگی بین شاخص تنش آبی با رطوبت ناحیه ریشه بسیار قابل قبول نبود، که به نظر می‌رسد علاوه بر تنش آبی، تنش‌های دیگر نظیر تنش شوری ناشی از شوری آب آبیاری مصرفی نیز به گیاه نیشکر وارد می‌شود.

* مسئول مکاتبه: shadman2010@yahoo.com

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که شاخص تنش آبی که از دمای پوشش گیاهی منتج می‌شود، شاخص بسیار حساس‌تر، دقیق‌تر و سریع‌تر برای نمایش وضعیت آبی گیاه است. برای تعیین زمان آبیاری در مزارع کشت و صنعت نیشکر که تعداد مزارع زیاد است روشی کم‌هزینه‌تر در مقایسه با اندازه‌گیری مستقیم رطوبت خاک و رطوبت غلاف برگ می‌باشد که این روش‌ها حالا به‌عنوان روش‌های مرسوم در این کشت و صنعت‌ها رایج می‌باشد. از سوئی با توجه به بالا بودن هدایت الکتریکی آب آبیاری، اندازه‌گیری مستقیم رطوبت خاک نمی‌تواند روشی مناسب برای نشان دادن وضعیت آبی گیاه نیشکر باشد. چرا که در پاره‌ای از نقاط مشاهده می‌شود که با این‌که رطوبت جرمی خاک بالا می‌باشد ولی به‌علت بالا بودن پتانسیل اسمزی در ناحیه ریشه، عملاً جذب آب توسط گیاه صورت نمی‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، کشت و صنعت سلمان فارسی، دماسنج مادون قرمز، رطوبت خاک، گیاه نیشکر

مقدمه

نیاز تعرق در اثر تبخیر شدن، دمای سطح برگ‌ها را پایین‌تر از دمای هوای اطراف نگه می‌دارد (۱۵). هم‌زمان با کاهش آب درون گیاه، تعرق نیز کاهش یافته و دمای برگ افزایش می‌یابد. اگر تعرق هنگامی انجام گردد که مقدار آب گیاه پائین است، دمای سطح برگ‌ها به‌دلیل جذب تابش خورشیدی گرم‌تر از هوای اطراف خواهد بود. به‌عبارت دیگر، از دیدگاه تعادل انرژی با کاهش تعرق گیاه، شدت گرمای محسوس افزایش یافته و سهم بیشتری از انرژی خالص دریافتی صرف بالا رفتن درجه حرارت محیط و اندام‌های گیاهی خواهد شد (۱۱). عامل مهمی که تنش آبی گیاه و در نهایت میزان عملکرد بدان وابستگی داشته و در برنامه‌ریزی آبیاری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان آبیاری است، یعنی به هنگام شروع آبیاری، تنش آبی گیاه که تحت‌تأثیر توأم رطوبت خاک و شرایط جوی است نباید از حد مجاز تجاوز نماید (۲۰).

کرتیس (۱۹۳۸)، رابطه تعرق و درجه حرارت برگ‌ها را مورد بررسی قرار داد. وی بیان نمود که با کم شدن درجه حرارت برگ نسبت به هوا نیاز به تعرق در روزهای گرم و آفتابی بالا می‌رود (۹). پس از ایشان نیز پژوهشگران زیادی نشان دادند که در شرایط وجود آب کافی و در روزهای گرم و آفتابی، مقدار درجه حرارت گیاهان کم‌تر از درجه حرارت

به همه عملیاتی که طی آن مشخص شود چه موقع و چه مقدار آب به زمین داده شود برنامه‌ریزی آبیاری گویند. با برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان استراتژی‌های آبیاری را نیز طراحی کرد. منظور از استراتژی آن است که آیا آبیاری به‌صورت کامل صورت پذیرد که به آن آبیاری کامل گفته می‌شود و یا این‌که کم‌آبیاری انجام شود. روش‌های مختلفی وجود دارد که بر اساس آن‌ها زارع می‌تواند زمان آبیاری را مشخص کند (۲). استفاده از دمای پوشش سبز گیاه جهت برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان یکی از روش‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. شاخص تنش آبی گیاه (CWSI)^۱ که از ترسیم اختلاف دمای پوشش گیاهی با دمای هوا در ارتباط با کمبود فشار بخار اشباع هوا (VPD)^۲ به‌دست می‌آید، روش مطمئنی جهت تعیین زمان آبیاری است. اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه، سنجشی مستقیم از گیاه برای بررسی و مشاهده پاسخ گیاه به وضعیت آب در خاک و محیط و به‌عنوان عاملی مناسب برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان است (۱۷). استفاده از درجه حرارت برگ به‌منظور محاسبه تنش آبی در گیاهان بر پایه این فرض استوار است که آب مورد

1- Crop Water Stress Index

2- Vapor pressure deficit

خط مبنای پایینی تنش یک خصوصیت ویژه هر گیاه بوده و معرف شرایطی است که در آن، گیاه از نظر تأمین آب از ناحیه ریشه با هیچ محدودیتی روبرو نبوده و میزان تبخیرپذیری هوا نیز در محدوده ماکزیم مقدار خود می‌باشد. بنابراین شدت تعرق گیاه در این حالت برابر با شدت تعرق پتانسیل است. به عبارت دیگر خط مبنای پایینی، مکان هندسی کلیه نقاطی است که در آن نقاط، شرایط مساعد رطوبتی خاک، جوی و فیزیولوژیکی جهت وقوع تعرق پتانسیل فراهم می‌باشد.

برومندنسب و همکاران (۲۰۰۴) نیز معادله خط مبنای پایینی تنش گیاه ذرت را برای دو ماه اردیبهشت و خرداد محاسبه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که هر چند شیب خطوط (b) در دو ماه اردیبهشت و خرداد به یکدیگر نزدیک است اما محل برخورد این دو خط با محور عمودی (a) متفاوت است. طبق نظر آن‌ها این اختلاف به خاطر تعرق بیش‌تر در خردادماه است و به همین دلیل توصیه کردند که خط مبنای پایینی برای مراحل مختلف فصل رشد به صورت جداگانه ارائه شود (۶).

اما خط مبنای بالایی و یا خط تنش کامل معرف حداکثر مقداری است که می‌توان برای اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوای مجاور انتظار داشت، به طوری که وقتی $(T_c - T_a)$ به این حد افزایش یافت عمل تعرق به طور کامل متوقف خواهد شد. این خط مبنا مستقل از کمبود فشار بخار آب می‌باشد. بدین معنی که وقتی $(T_c - T_a)$ به حد بالایی ممکن خود افزایش پیدا نمود، عمل تعرق بدون توجه و وابستگی به مقدار (VPD) قطع می‌گردد. شکل ریاضی معادله خط مبنای بالایی به صورت زیر می‌باشد:

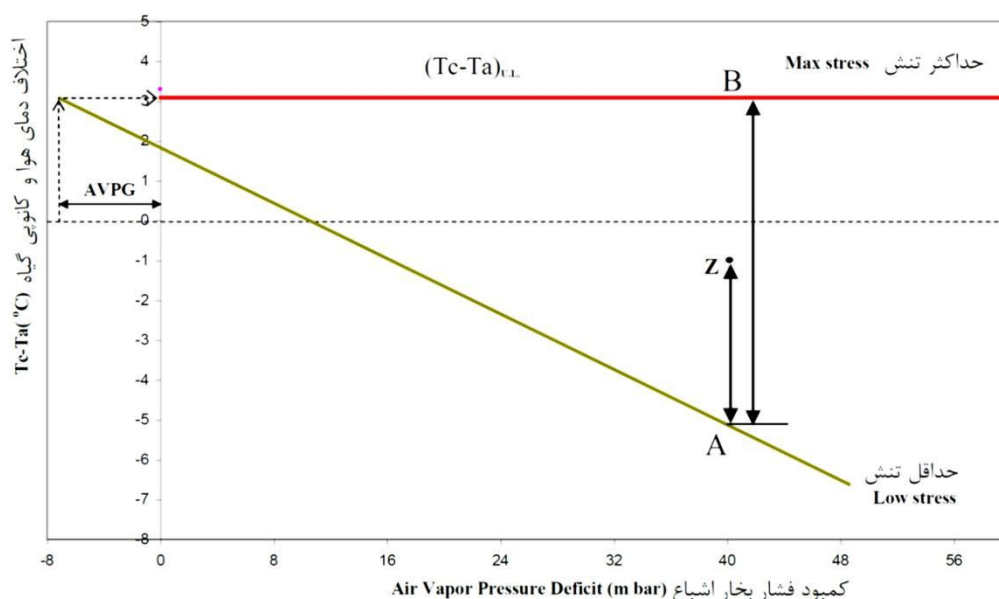
$$(T_c - T_a)_{ul} = h \quad (2)$$

که در آن، h مقدار ثابتی بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

هوا می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به آساری و لومیس (۱۹۵۹) و برومندنسب و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد (۷، ۸). ویگان و نامکن (۱۹۶۶) درجه حرارت برگ‌های کتان را با استفاده از دماسنج مادون قرمز مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که درجه حرارت برگ‌های این گیاه به صورت خطی با کاهش آماس برگ‌ها افزایش می‌یابد (۲۲). اندازه‌گیری توسط دماسنج مادون قرمز یک روش غیرمستقیم (بدون تماس) برای برآورد میزان درجه حرارت سطح مورد هدف می‌باشد. بنابراین اصولاً در هنگام اندازه‌گیری، دستگاه با سطح مورد نظر تماسی نداشته و درجه حرارت نشان داده شده مربوط به قسمتی از سطح است که در معرض دید دستگاه قرار دارد (۹). ایدسو (۱۹۸۲) در آزمایش‌های خود متوجه گردید چنانچه برای گیاهان کاملاً آبیاری شده‌ای که از نظر تأمین آب از ناحیه ریشه هیچ‌گونه محدودیتی ندارند، اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه با هوای مجاور $(T_c - T_a)$ و کمبود فشار بخار هوا VPD در فاصله زمانی دو یا سه ساعت بعد از طلوع آفتاب الی دو یا سه ساعت بعد از ظهر به طور هم‌زمان اندازه‌گیری کردند، داده‌های به دست آمده بیان‌کننده وجود یک رابطه خطی بین این دو پارامتر می‌باشد. ایدسو در پژوهش‌های بعدی خود، معادله خط بی‌تنش را برای ۳۹ گونه مختلف گیاهی که شامل بوته‌ها، درختان و گیاهان آبی می‌گردد تعیین نمود. فرم کلی معادله این خط به صورت زیر می‌باشد (۱۳):

$$(T_c - T_a)_{l,l} = a - b(VPD) \quad (1)$$

که در آن، T_c دمای سطح سایه‌انداز گیاه، T_a دمای هوای پیرامون گیاه، $(T_c - T_a)_{l,l}$ اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد، a و b ضرایب رابطه خطی هستند. VPD کمبود فشار بخار آب در هوا بر حسب میلی‌بار.



شکل ۱- شماتیک خط مبنای بالا و پایین برای محاسبه تنش.

Figure 1. Schematic Low and Upper baseline for calculating stress.

اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا که از معادله خط مبنای پائین برای VPD مشخص محاسبه می‌شود، عددی ثابت برای خط مبنای بالایی می‌باشد.

با اندازه‌گیری هم‌زمان پارامترهای $(T_c - T_a)$ و VPD وضعیت تنش آبی گیاه به صورت نقطه‌ای بر روی شکل ۱ نشان داده می‌شود.

یوان و همکاران (۲۰۰۴) امکان استفاده از شاخص تنش آبی گیاه به دو روش ایدسو و جکسون را برای مشخص کردن تنش در گیاه گندم زمستانه در جلگه شمال چین ارزیابی کردند. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن بود که شاخص تنشی که بر پایه اصول تئوری جکسون بسط یافته است، بهتر از شاخص تنش آبی ایدسو میزان تنش آبی را در گیاه گندم زمستانه در منطقه شمال چین مشخص می‌کند (۲۳). گونتیا و همکاران (۲۰۰۸) برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از دماسنج مادون قرمز را برای گیاه گندم زمستانه در پنج سطح آبیاری مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مقدار شاخص تنش آبی نشانگر

جکسون (۱۹۸۱) با مطالعه بر روی گیاه گندم مقدار ثابت h را برابر با عدد ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفت (۱۴). عبدالجبار و همکاران (۱۹۸۵) نیز برای گیاه یونجه این مقدار را برابر ۴ درجه سانتی‌گراد به دست آوردند (۱). در پژوهشی که توسط سپاسخواه و همکاران (۱۹۸۷) صورت گرفت مقدار h برای گیاه چغندر قند برابر با ۶ به دست آمد (۲۱). سپاسخواه و کاشفی‌پور (۱۹۹۴) نیز به برای درخت لیمو شیرین مقدار ۵ درجه را پیشنهاد کردند (۲۰). برومندنسب و همکاران (۲۰۰۴) نیز مقدار h را برای گیاه ذرت در دو ماه اردیبهشت و خرداد برابر با ۲ و ۴/۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه کردند (۶). بعد از تعیین خط مبنای بالا و پائین برای هر گیاه، شاخص تنش آبی را می‌توان طبق رابطه زیر محاسبه کرد.

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a)_m - (T_c - T_a)_{l,l}}{(T_c - T_a)_{u,l} - (T_c - T_a)_{l,l}} \quad (3)$$

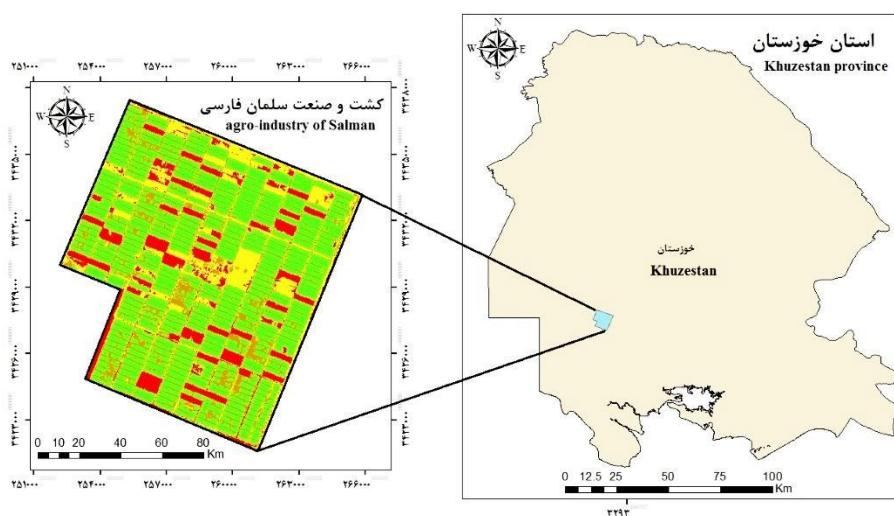
که در آن، $(T_c - T_a)_m$ اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوای محیط در زمان اندازه‌گیری، $(T_c - T_a)_{l,l}$ مقدار

نمونه‌بردار به ایستگاه‌های تعیین شده در مزارع، نمونه‌گیری از غلاف برگ‌ها، انتقال آن‌ها به آزمایشگاه، قرار دادن به مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت حدود ۷۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد و تعیین درصد رطوبت غلاف برگ با استفاده از اختلاف وزن تر و خشک نمونه‌ها و در نهایت مقایسه آن با درصد رطوبت مجاز برای آبیاری است. در این پژوهش سعی شد مدلی ارائه شود که بتواند رطوبت خاک ناحیه توسعه ریشه نیشکر را با شاخص تنش آبی ایدسو در منطقه جنوب اهواز و کشت و صنعت سلمان فارسی مرتبط نماید. از سویی بررسی شود که با توجه به وضعیت کیفیت آب آبیاری، رطوبت موجود در خاک تا چه حد نشان‌دهنده تنش وارده به گیاه است. هدف از این پژوهش، تعیین زمان آبیاری با استفاده از تفاوت دمای پوشش سبز و هوا در اراضی توسعه نیشکر و شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی و در صورت تأیید، پیشنهاد جایگزین کردن این روش با روش موجود موسوم به کراپ‌لاگ که پرهزینه و وقت‌گیر است، می‌باشد. چرا که در صورت کارا بودن این روش می‌توان برنامه‌ریزی آبیاری را برای سطح وسیعی از اراضی با صرف وقت و هزینه کم‌تر انجام داد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزارع کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی که یکی از واحدهای هفت‌گانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در خوزستان است به اجرا در آمد. این کشت و صنعت همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان اهواز واقع شده است.

خوبی برای وضعیت آبی گیاه می‌باشد و می‌توان جهت برنامه‌ریزی آبیاری گندم زمستانه مورد استفاده قرار گیرد (۱۰). لیوریوس و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی بر روی گیاه نیشکر در جزیره ریونیون در شرق ماداگاسکار شاخص تنش آبی بهینه برای برنامه‌ریزی آبیاری را برابر ۰/۵ پیشنهاد کردند (۱۶). کاندوگان و همکاران (۲۰۱۳)، پنج تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۰ درصد نیاز آبی سویا با دور آبیاری ۷ روز در بورسا ترکیه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که می‌توان برای تعیین زمان آبیاری سویا در آب و هوای مرطوب استفاده کرد. آن‌ها حد آستانه و مجاز را ۰/۲۲ تعیین کردند. آن‌ها همچنین روابط آماری معنی‌داری بین و عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، عملکرد روغن، بهره‌وری آب و تبخیر و تعرق به‌دست آوردند (۸). پالتین‌انو و همکاران (۲۰۱۳) برای درخت هلو در کشور رومانی رابطه شاخص تنش آبی با رطوبت خاک ناحیه توسعه ریشه را مورد بررسی قرار دادند و یک رابطه خطی و معکوس بین این دو پارامتر تعیین کردند. همچنین مقدار شاخص تنش آبی ۰/۱۸ تا ۰/۲ را جهت برنامه‌ریزی آبیاری در خاک‌های با بافت سبک در آن منطقه پیشنهاد کردند (۱۸). آکوزو و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از شاخص تنش آبی برای درخت زیتون در ترکیه بهترین کارایی مصرف آب را تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه تعیین کردند که شاخص تنش معادل آن برابر ۰/۳۹ می‌شد (۳). در اراضی کشت و صنعت به‌منظور بررسی وضعیت آبی نیشکر از نمایه گیاهی استفاده می‌شود که به آن عملیات کراپ‌لاگ می‌گویند. این روش کراپ‌لاگ مبتنی بر اندازه‌گیری درصد رطوبت غلاف برگ نیشکر و مقایسه آن با درصد رطوبت مجاز است که لازمه آن اعزام گروه

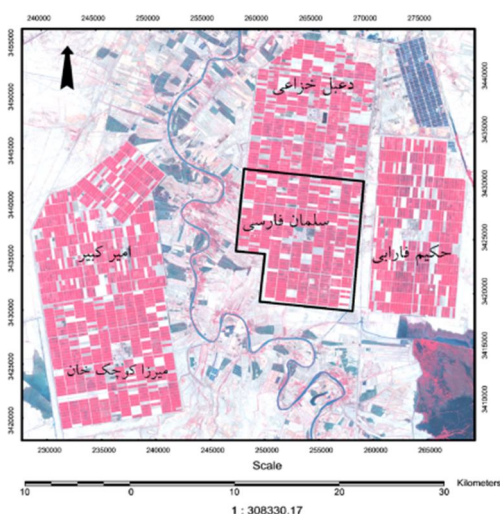


شکل ۲- موقعیت کشت و صنعت سلمان فارسی در استان خوزستان.

Figure 2. Location of Salman Farsi Agro industry unit in Khuzestan province.

صنعت نیشکر دعبل خزاعی و از شرق به جاده اهواز- آبادان محدود می‌شود و پیمانرودهای رودخانه کارون بزرگ از غرب و جنوب آن را در بر گرفته‌اند. موقعیت کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی نسبت به طرح‌های توسعه منابع آب پیرامون آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

وسعت این کشت و صنعت در حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است که مساحت خالص اراضی آن ۱۲ هزار هکتار و بقیه کانال، جاده، ساختمان و کارخانه می‌باشد. که سالانه ۱۰۰۰۰ هکتار آن کشت می‌شود و ۲۰۰۰ هکتار آن در حال آیش و کشت مجدد است. کشت و صنعت سلمان فارسی از شمال به کشت و

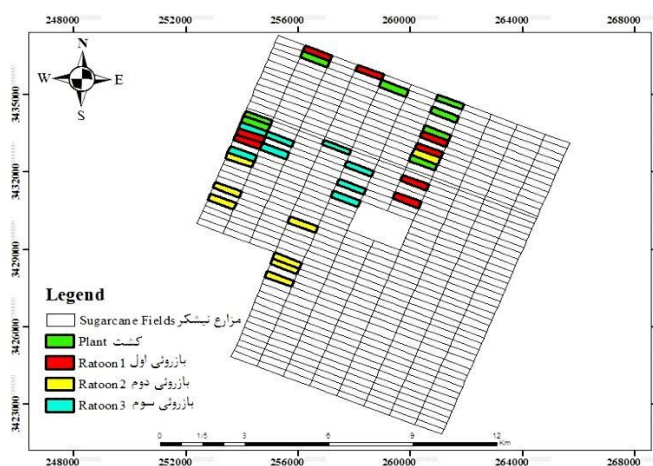


شکل ۳- موقعیت کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی نسبت به کشت و صنعت‌های اطراف.

Figure 3. Location of Salman Farsi Agro industry unit to other agro-industrials.

قرار گرفتند (شکل ۴). اندازه‌گیری رطوبت خاک ناحیه ریشه در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری با روش جرمی و دمای پوشش گیاهی در نقاط کراپ‌لاگ مزارع برداشت شد. دمای نقاط مشخص شده هر یک ساعت یک‌بار از ساعت ۸:۴۵ الی ۱۳:۴۵ توسط دماسنج مادون قرمز مدل Raytek-raynger-st که در بازه ($8-14 \mu\text{m}$) بازتاب‌های طیفی برگشتی از گیاه را ثبت می‌کند، قرائت شد.

برای انجام این پژوهش ۳۲ مزرعه، از هر سن ۸ مزرعه (کشت، بازروئی اول، دوم و سوم) انتخاب شدند. مزارع نیشکر انتخاب شده همگی از واریته CP69 بودند. که دارای بافت خاک یکسان رس لومی بودند که در تاریخ‌های نشان داده شده در جدول ۱ هر بار ۸ مزرعه که در روزهای مختلف آبیاری بودند (با توجه به دور آبیاری) و یک سن مشخص را داشتند به‌منظور استخراج خط بالا و پائین تنش مورد پایش



شکل ۴- مزارع پایش شده کشت و صنعت سلمان فارسی در فرآیند پژوهش.

Figure 4. Fields that were monitored during of research.

جدول ۱- تاریخ و تعداد برداشت اطلاعات میدانی در سن‌های مختلف.

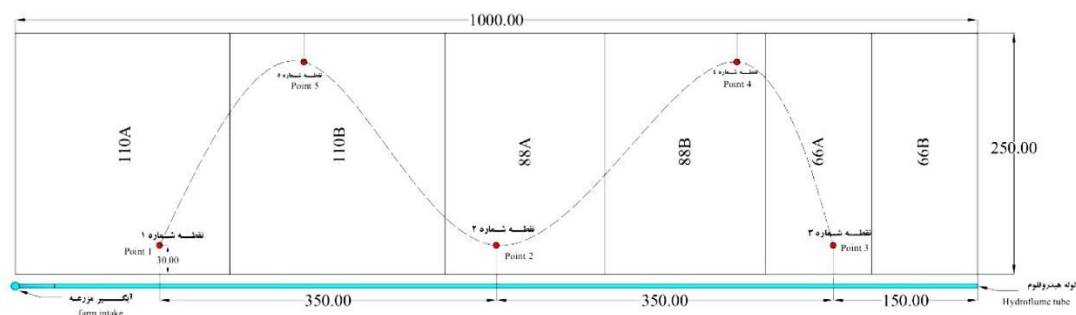
Table 1. Date and number of ground information in different ages.

برداشت‌ها	تعداد نقاط اندازه‌گیری	تعداد مزارع پایش شده	سن مزارع	تاریخ برداشت
Rounds	Number of measurement points	Number of monitored fields	Fields age	Information Date
دور اول برداشت‌ها First Round	40	8	کشت Plant	۳ خرداد ۱۳۹۴ 24 May 2015
	40	8	بازروئی اول Ratoon 1	۱۹ خرداد ۱۳۹۴ 9 June 2015
	40	8	بازروئی دوم Ratoon 2	۴ تیر ۱۳۹۴ 25 June 2015
	40	8	بازروئی سوم Ratoon 3	۲۰ تیر ۱۳۹۴ 11 July 2015
دور دوم برداشت‌ها Second Round	40	8	کشت Plant	۵ مرداد ۱۳۹۴ 27 July 2015
	40	8	بازروئی اول Ratoon 1	۲۱ مرداد ۱۳۹۴ 12 August 2015
	40	8	بازروئی دوم Ratoon 2	۶ شهریور ۱۳۹۴ 28 August 2015
	40	8	بازروئی سوم Ratoon 3	۲۲ شهریور ۱۳۹۴ 13 September 2015

شد. دلیل انتخاب این عمق برای تعیین رطوبت خاک، به این دلیل است که بیش از ۷۵ درصد از ریشه‌های گیاه نیشکر در این عمق قرار دارند.

با توجه به تقویم آبیاری کشت و صنعت‌های نیشکر در سال‌های گذشته، بیش‌ترین میزان آب مصرفی و از سویی خسارت‌های ناشی از تنش در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور اتفاق افتاده است (۵). بنابراین این پژوهش در ماه‌های اشاره شده انجام شد. همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است. به‌منظور اندازه‌گیری‌های میدانی با توجه به استاندارد FAO، پنج نقطه در هر مزرعه به شکل (W) انتخاب شد. با دستگاه مکان‌یاب (GPS)، مختصات نقاط برداشت اطلاعات ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش مستقیم (اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک) استفاده شد. مطالعات نشان داده است که اکثر ریشه‌های نیشکر سطحی بوده و در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک گسترش دارند (۱۹)، اما قسمتی از آن‌ها در عمق ۱۵۰ سانتی‌متری نیز مشاهده شده است، در صورتی که خاک زراعی از نظر نفوذپذیری مناسب و بدون محدودیت شوری باشد، ریشه‌ها می‌توانند حتی تا عمق پنج متری نیز نفوذ کنند (۳)، الگوی رشد ریشه هرچه باشد، تقریباً ۵۰ درصد ریشه‌ها تا عمق ۲۰ سانتی‌متری و ۸۵ درصد از ۵۰ درصد باقی‌مانده در عمق ۶۰ سانتی‌متری سطح زمین قرار دارند (۱۲). بنابراین در این پژوهش نسبت به اندازه‌گیری رطوبت خاک در عمق‌های ۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۳۰ سانتی‌متری ریشه گیاه نیشکر اقدام



شکل ۵- تصویر شماتیک قطعات آبیاری در مزارع نیشکر و نقاط برداشت اطلاعات میدانی.

Figure 5. Schematic of sugarcane fields and measurement points.

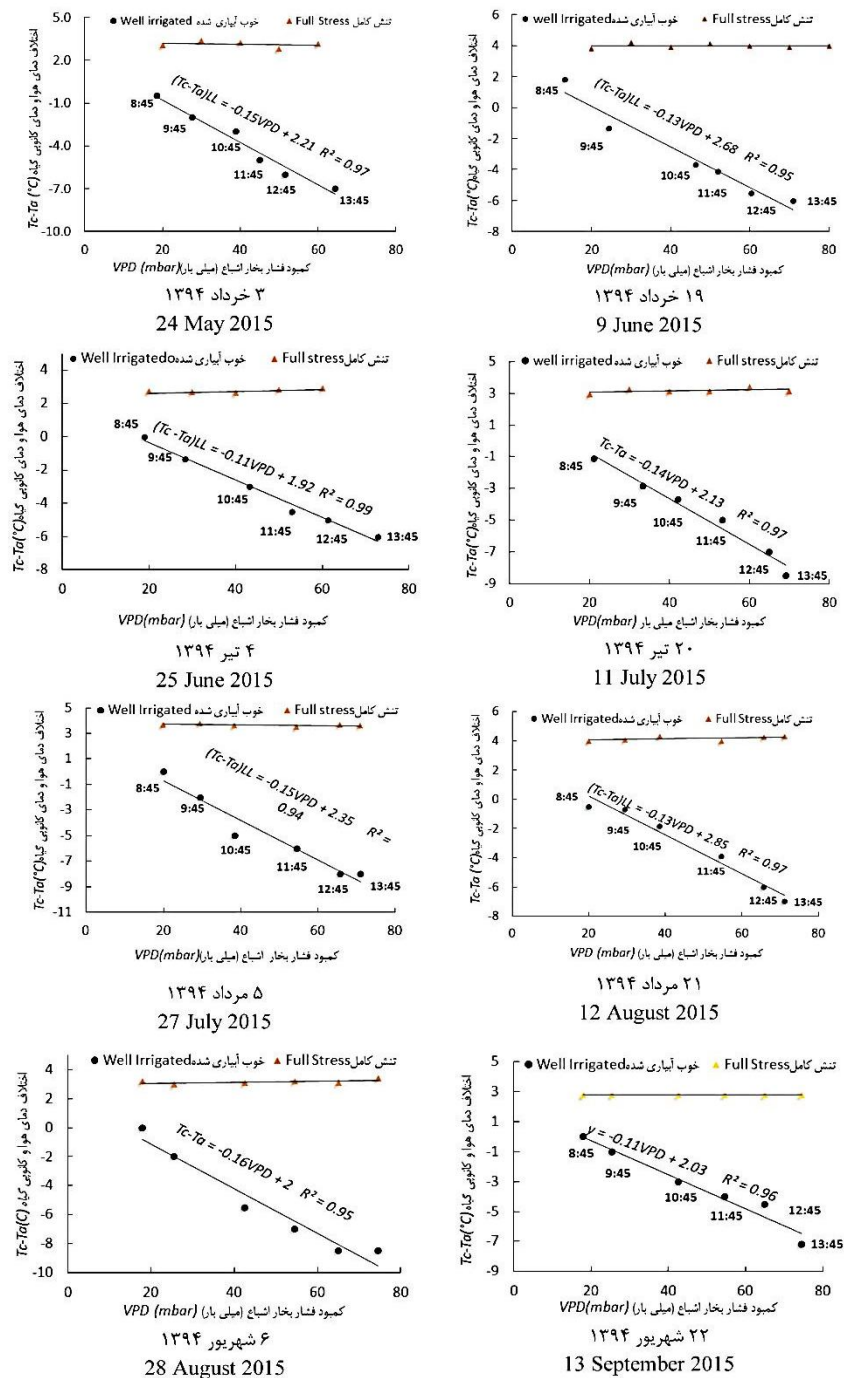
فشار در ابتدای خط زیاد و هر ۱۱۰ درچه که مساحتی نزدیک به پنج هکتار را پوشش می‌دهند عمل آبیاری هم‌زمان صورت خواهد گرفت. به‌عبارتی در طول یک شبانه‌روز، مساحتی نزدیک به ۱۰ هکتار از یک واحد زراعی آبیاری می‌شود. در روزهای دوم و سوم به‌خاطر افت‌های مسیر لوله تعداد درچه‌های باز شده کم‌تر و به ۸۸ و نهایتاً ۶۶ می‌رسد. فرآیند آبیاری برای کل قطعه زراعی در حالت بهینه ۴ روز طول می‌کشد.

هر واحد زراعی نیشکر دارای مساحتی در حدود ۲۵ هکتار است، که ابعاد آن (۲۵۰*۱۰۰۰) متر است. آبیاری این مزارع توسط لوله‌های هیدروفلوم که درچه‌های با فاصله ۱۸۳ سانتی‌متر در امتداد طول مزرعه بر روی آن تعبیه شده، انجام می‌شود. هر ۲۲ درچه از لوله هیدروفلوم مساحتی در حدود یک هکتار را آبیاری می‌کنند. دبی خروجی از هر درچه هیدروفلوم در ۲ تا ۲/۲ لیتر در ثانیه نوسان می‌کند. به هنگام آبیاری معمولاً در ابتدای خط، ارتفاع آب معادل

نیشکر در سن‌های مختلف نشان داده شده است. خط مبنای بالا و پائین تنش به ترتیب از نقاطی که در روزهای هفتم و دوم پس از آبیاری بودند در طول دوره رشد استخراج شد.

نتایج و بحث

خط مبنای بالا و پائین تنش: در شکل ۶، رابطه کمبود فشار بخار اشباع هوا با اختلاف دمای پوشش سبز و هوای محیط به منظور استخراج خط مبنای بالا و پائین تنش در تاریخ‌های نشان داده شده برای گیاه

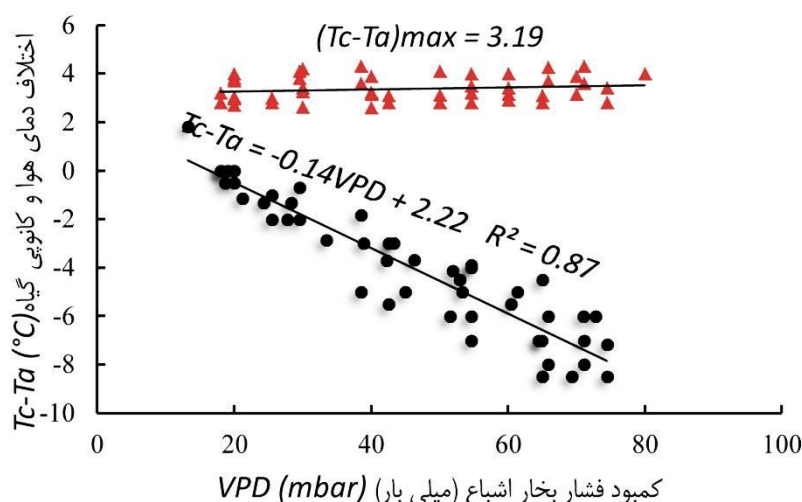


شکل ۶- خط مبنای بالا و پائین تنش برای گیاه نیشکر در ماه‌ها و سنین مختلف.

Figure 6. Lower and upper baseline for sugarcane in different month and age.

مبنای بالای تنش برای گیاه نیشکر واریته CP69 در بازه سه تا چهار درجه سانتی‌گراد در حال نوسان است، به عبارتی در این واریته اختلاف دمای بین پوشش گیاهی و هوا پیرامون گیاه بیش‌تر از چهار درجه شود گیاه در آستانه تنش آبی قرار خواهد گرفت. بنابراین اختلاف دما نباید از این مقدار بیش‌تر شود. از مجموعه منحنی‌های شکل ۶ مشاهده می‌شود، روند تغییرات خط مبنای بالا و پائین برای تمام برداشت‌ها یکسان است، بنابراین به‌منظور برنامه‌ریزی واحد برای گیاه نیشکر در تمام سنین، تمام اندازه‌گیری‌های میدانی در یک نمودار برای نشان دادن یک رابطه واحد خط مبنای بالا و پائین در شکل ۷ نشان داده شد.

از آنجائی‌که روز هفتم آخرین روز از دور آبیاری بود بنابراین به‌عنوان مرجع برای تعیین خط مبنای بالای تنش به‌کار گرفته شد، همچنین نقاطی که در روز دوم آبیاری بودند نیز از آنجائی‌که بافت خاک سنگین بود و خاک‌های سنگین معمولاً ۴۸ ساعت زمان نیاز دارند تا بعد از آبیاری به حالت گنجایش زراعی برسند، به‌منظور نشان دادن خط مبنای پائین تنش انتخاب شد. در شکل ۶ مشاهده می‌شود با افزایش کمبود فشار بخار اشباع، میزان تعرق زیاد شده و باعث خنک شدن گیاه شده که در نتیجه اختلاف دمای پوشش سبز گیاهی و هوا زیاد می‌شود. $T_c - T_a$ شاخصی است که به خوبی وضعیت آبی گیاه را به عوامل خارجی از قبیل کمبود فشار بخار اشباع ربط می‌دهد. با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که خط

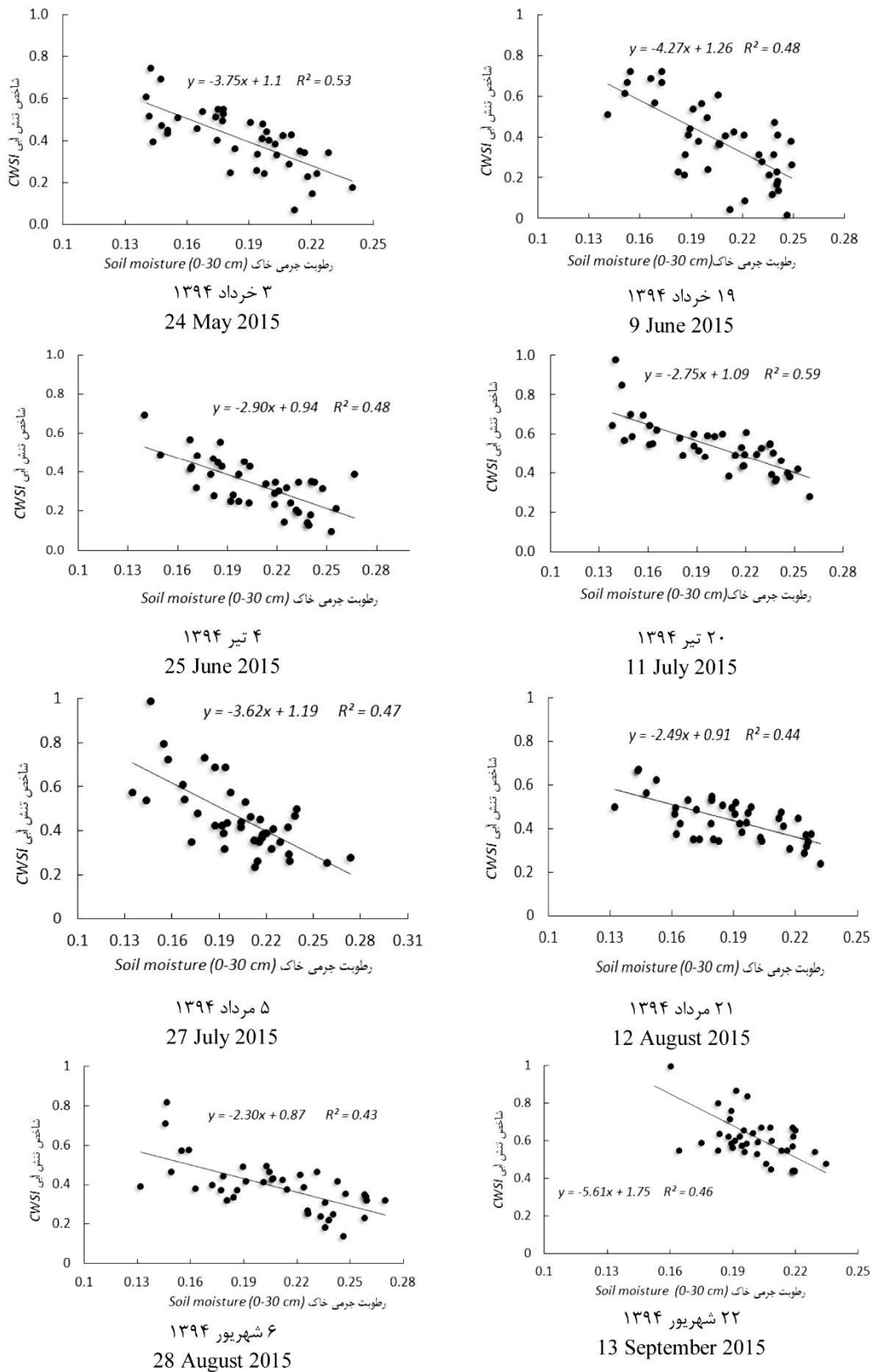


شکل ۷- خط مبنای بالا و پائین تنش برای گیاه نیشکر در کل دوره.

Figure 7. Lower and upper baseline for sugarcane during growing season.

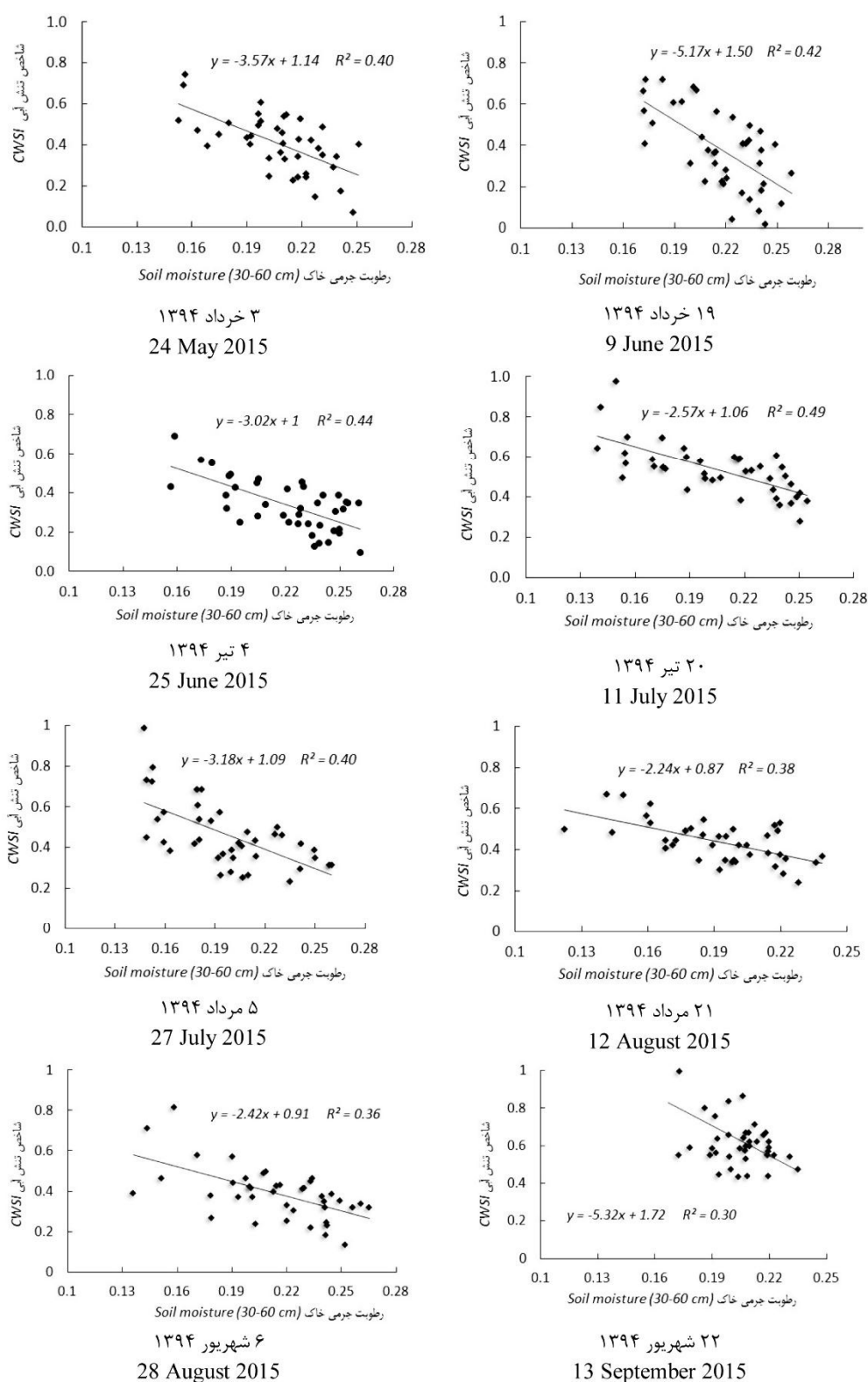
رطوبت ناحیه ریشه در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری در مجموعه منحنی‌های شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است.

با معلوم بودن معادلات خط مبنای بالایی و پائینی و محاسبه اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا در روزهای مختلف دور آبیاری، شاخص تنش آبی گیاه از رابطه ۳ محاسبه شد و همبستگی این شاخص با



شکل ۸- رابطه بین رطوبت خاک ناحیه ریشه (۳۰-۰ سانتی متری) و تنش در گیاه نیشکر در سنین مختلف.

Figure 8. Relationship between soil moisture in root zone (0-30 cm) and CWSI for sugarcane in different ages.



شکل ۹- رابطه بین رطوبت خاک ناحیه ریشه (۶۰-۳۰ سانتی‌متری) و تنش در گیاه نیشکر در سنین مختلف.

Figure 9. Relationship between soil moisture in root zone (30-60 cm) and CWSI for sugarcane in different ages.

نقاطی که تنش بالای ۰/۵ دارند به ندرت مشاهده می‌شود، تنش بالاتر از ۰/۵ معمولاً در مزارع بازرویی دوم و سوم بیش‌تر مشاهده می‌شود.

هرچه دمای پوشش سبز به دمای هوا نزدیک‌تر شود، نشان‌دهنده این است که در محیط ریشه، تنش بیش‌تر و جذب آب با محدودیت همراه است. البته اثر این محدودیت زمانی بیش‌تر تجدید می‌شود که آب آبیاری و یا خاک دچار مشکلات شوری نیز باشد، چرا که عامل شوری باعث محدودیت جذب آب توسط ریشه حتی با وجود آب در منطقه ریشه خواهد شد. که با توجه به نتایج به دست آمده نمی‌توان عامل شوری را نادیده گرفت، تأثیر شوری در ماه‌های گرم که میزان املاح آب آبیاری بیش‌تر است، بیش‌تر نمایان می‌شود. که این تغییر همبستگی می‌تواند به خاطر وجود مشکلات شوری آب آبیاری باشد. چرا که آستانه تحمل گیاه نیشکر در مقابل شوری طبق استاندارد (FAO 29)، ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد که آب آبیاری به کار برده شده در این کشت و صنعت در فصل تابستان همواره بیش‌تر از این مقدار است که در جدول ۲ هدایت الکتریکی آب آبیاری در روزهای برداشت میدانی اطلاعات بر حسب دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری و نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل‌های ۸ و ۹ مشاهده می‌شود، همبستگی بین شاخص تنش آبی و رطوبت خاک در دو عمق اندازه‌گیری شده حداکثر ۵۹ و حداقل ۳۰ درصد می‌باشد. پائین بودن همبستگی می‌تواند به این علت باشد که در طول فصل رشد، دمای اندازه‌گیری شده توسط دماسنج مادون قرمز دمای مجموعه‌ای از کانوپی گیاه و بعضاً آمیخته با دمای خاک را نشان می‌دهد و این روند تا زمانی که کانوپی گیاه کامل می‌شود ادامه دارد.

در مجموعه منحنی‌های شکل‌های ۸ و ۹ مشاهده می‌شود که با افزایش سن گیاه همبستگی بین تنش و رطوبت خاک کاهش می‌یابد و این روند نیز در دوره دوم برداشت‌ها یعنی از ۵ مردادماه تا ۲۲ شهریور نیز مشاهده می‌شود. چرا که به نظر می‌رسد با افزایش سن گیاه فرآیند جذب آب توسط گیاه و از سوی تبخیر و تعرق با تاخیر صورت می‌پذیرد. ولی این تغییرات مقدار همبستگی تنش آبی با رطوبت خاک در سن‌های مختلف تفاوت قابل‌توجهی را نشان نمی‌دهد و در برنامه‌ریزی آبیاری نمی‌تواند دارای اهمیت باشد.

نکته دارای اهمیت دیگر آن است که شاخص تنش آبی برای گیاه نیشکر در محدوده ۰/۲ تا ۰/۷ در روزهای مختلف آبیاری نوسان می‌کند. که تعداد

جدول ۲- هدایت الکتریکی آب آبیاری در کشت و صنعت سلمان فارسی در روزهای اندازه‌گیری (دسی‌زیمنس بر متر).

Table 2. Electrical conductivity of irrigation water at Salman Farsi Agro industry unit (ds/m).

۹۴/۶/۲۲	۹۴/۶/۶	۹۴/۵/۲۱	۹۴/۵/۵	۹۴/۴/۲۰	۹۴/۴/۴	۹۴/۳/۱۹	۹۴/۳/۳	تاریخ اندازه‌گیری
13/9/2015	28/8/2015	12/8/2015	27/7/2015	11/7/2015	25/6/2016	9/6/2016	24/5/2015	Date of measurement
هدایت الکتریکی								
2.75	2.8	2.69	2.86	2.5	2.27	2.72	2.65	آب آبیاری
Electrical Conductivity								

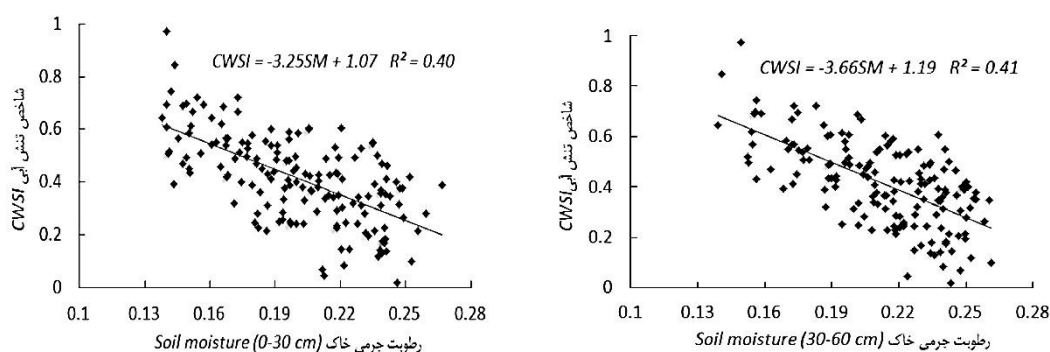
شکل‌های ۸ و ۹ نیز این ادعا را تأیید می‌نماید و در نقاطی که رطوبت جرمی آن‌ها پس از سه یا چهار روز از گذر زمان آبیاری از حالت اشباع و ظرفیت زراعی پائین‌تر است، با این‌که رطوبت جرمی بالا (بین ۰/۱۹

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، هدایت الکتریکی آب مصرفی همواره از آستانه تحمل گیاه نیشکر بالاتر است، بنابراین تأثیر تنش شوری را نمی‌توان نادیده گرفت، و مجموعه منحنی‌های

واسنجی رابطه تنش آبی و رطوبت خاک در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری اقدام شد، پس از واسنجی نسبت به صحت‌سنجی و برآورد حداقل مجذور مربعات خطا تنش‌های مشاهده‌ای و محاسباتی از رابطه واسنجی با استفاده از دور دوم برداشت‌ها (۵ مرداد تا ۲۲ شهریور) انجام گرفت (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

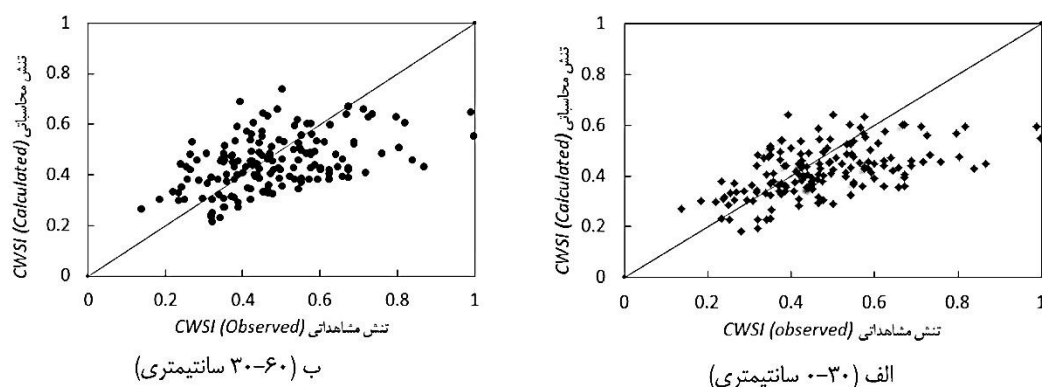
تا ۰/۱۶) و از نقطه حداقل رطوبت مورد نیاز فاصله دارد، مقدار تنش را زیاد نشان می‌دهد که این تأثیر مستقیم تنش شوری را نشان داده و همبستگی تنش با رطوبت خاک را کاهش می‌دهد.

به‌منظور مشاهده این‌که رطوبت کدام عمق همبستگی بیشتری با مقدار تنش دارد، با استفاده از دور اول برداشت‌ها (۳ خرداد تا ۲۰ تیرماه)، نسبت به



شکل ۱۰- معادلات واسنجی از دور اول برداشت‌ها در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری.

Figure 10. Calibration equation from First round in situ at two depths of 30 & 60 cm.



شکل ۱۱- صحت‌سنجی دو معادله واسنجی در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری.

Figure 11. Validation two equation of calibration at two depths of 30 & 60 cm.

۰/۱۴ محاسبه شد، این مقدار حداقل مجذور مربعات خطا چشم‌گیر بوده، از آنجایی‌که شرایط اندازه‌گیری یکسان بوده است، بنابراین تنها پارامتر تأثیرگذار که باعث به‌وجود آمدن این چنین اختلافی بین تنش‌های مشاهده‌ای و محاسباتی شده است، دوره رشد گیاه

از نمودارهای فوق استنباط شد که دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری یک روند را طی می‌کنند. نمودارها (شکل ۱۱) نشان می‌دهد که تنش محاسباتی با توجه به رابطه واسنجی شده از تنش‌های مشاهده‌ای کم‌تر است. حداقل مجذور مربعات خطا برای دو عمق مذکور

وارپته CP69-103 خط مبنای پایین برای ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور محاسبه شد. خط مبنای بالا نیز که آستانه تحمل گیاه را برای این وارپته نشان می‌دهد در حدود ۴ درجه سانتی‌گراد است. سن گیاه از پارامترهای اساسی در جذب آب توسط گیاه و همچنین مقدار تنش وارده به گیاه می‌باشد. مقدار رطوبت خاک با توجه به مسائل شوری آب و خاک و از سوئی پائین بودن آستانه تحمل گیاه نیشکر که در طبقه‌بندی تحمل شوری جز گیاهان حساس می‌باشد نمی‌تواند معرف خوبی برای تعیین زمان آبیاری و متعاقباً برنامه‌ریزی آبیاری باشد. از آنجایی که دمای کانوپی گیاه معرف خوب برای تعیین زمان آبیاری می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد که از روش‌های سنجش از دوری مانند پهادهای حرارتی در مقیاس کلان (کشت و صنعت‌های نیشکر) نسبت به استخراج دما و پایش تنش و نهایتاً تعیین زمان آبیاری انجام شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که در ادامه کار پژوهش‌هایی دیگر در رابطه با تأثیر شوری آب آبیاری بر روی مقادیر شاخص تنش آبی در مقایسه با مقادیر این شاخص هنگامی که آب متعارف به‌کار می‌رود انجام و مورد بررسی قرار گیرد.

است، که نمی‌توان از آن صرف‌نظر کرد، بنابراین به‌منظور محاسبه تنش همواره باید در زمان و مکان مشخصی آن را اندازه‌گیری و محاسبه نمود. از نتایج دیگر پژوهش می‌توان به این اشاره کرده که دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری تأثیر هیچ‌کدام از آن‌ها بر دیگری معنی‌دار نیست. به‌عبارتی دیگر تأثیر هر دو عمق بر مقدار تنش آبی یکسان است.

نتیجه‌گیری

اولین هدف آبیاری تامین آب مورد نیاز گیاه در زمان احتیاج می‌باشد. یکی از مزایای استفاده از روش ایدسو در تعیین تنش آبی گیاه ساده بودن آن و در عین حال دقت بالای آن می‌باشد. در به‌کارگیری این روش باید دقت شود که با عوامل دیگری که تغییرات ظاهری در گیاه ایجاد می‌کنند، با تشنگی گیاه اشتباه نشوند. از جمله این عوامل آفات و بیماری‌ها و برخی از عوامل محیطی را می‌توان ذکر کرد. استفاده از این روش برای تعیین زمان آبیاری نسبت به روش کنونی (کراپ‌لاگ) که در شرکت‌های هفت‌گانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی رایج است، هم از لحاظ هزینه و هم از لحاظ صرف وقت مقرون به صرفه‌تر است. برای شرایط اقلیمی جنوب اهواز و برای گیاه نیشکر

منابع

1. Abdul-Jabbar, A.S., Lugg, D.G., Sammis, T.W., and Gay, I.V. 1985. Relationships between Crop Water Stress Index and Alfalfa Yield and Evapotranspiration. Trans. ASAE. 28: 2. 454-463.
2. Alizadeh, A. 2004. Design of Irrigation system. Astan Ghods razavi press, Imam Reza University, 5th Edition. (In Persian)
3. Akkuzu, E., Kaya, U., Camoglu, G., Mengu, G.P., and Asik, S. 2013. Determination of crop water stress index and irrigation timing on Olive trees using a handheld infrared thermometer. ASCE. J. Irrig. Drain Eng. 139: 728-737.
4. Asari, A.Q., and Loomis, W.E. 1959. Leaf temperature. Am. J. Bot. 46: 713-717.
5. Azizi, H. 1993. Cultivate sugarcane in Khuzestan, Karun Agro industry unit, Agriculture research press. (In Persian)
6. Broomandnasab, S., Taheri Ghanad, S., and Moayeri, M. 2004. Utilizing canopy temperature for maize irrigation scheduling in Khuzestan condition. J. Irrig. Sci. ISSN 0254-3648. (In Persian)

7. Broomandnasab, S., Kashkouli, H.A., Naseri, A.A., and Rashidzadeh, F. 2007. Determination Irrigation time using Crop Water Stress Index. *J. Agric. Water Soil and Plant*. Pp: 195-202. (In Persian)
8. Candogan, B.K., Shncik, M., Buyukcangaz, H., and Demirtas, C. 2013. Yield, quality and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean [*Glycine max (L.) Merr.*] In sub-humid climatic conditions. *Agric. Water Manage.* 118: 113-121.
9. Curtis, O.F. 1938. Wallace and Clum "leaf temperatures" - A critical analysis with additional data. *Amer. J. Bot.* 25: 761-771.
10. Gontia, N.K., and Tiwari, K.N. 2008. Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. *Agric. Water Manage.* 95: 1144-1152.
11. Halim Orta, A., Erdem, Y., and Erdem, T. 2003. Crop Water Stress Index for Watermelon. *Scientia Horticulturae*. 98: 121-130.
12. Harison, D.F., Cameron, K., and McLaren, R.G. 1995. The effect of subsoil loosening on soil physical properties, plant root growth and pasture yield, Newzealand. *J. Agric. Res.* 37: 559-567.
13. Idso, S.B. 1982. Non Water Stressed Baselines: A Kay to Measuring and Interpreting Plant Water Stress. *Agric. Meteorol.* 27: 59-70.
14. Jackson, R.D. 1981. Soil Moisture Inferences from Thermal Infrared Measurements of Vegetation Temperatures. *Dig. Int. Geosci. Remot sens. Symp.* 1: 364-374.
15. Jackson, R.D. 1982. Canopy Temperature and Crop Water Stress. *Advanced In Irrigation*. 1: 43-85.
16. Lebourgeois, V., Chopart, J.L., Begue, A., and LeMezo, L. 2010. Towards using a thermal infrared index combined with water balance modeling to monitor sugarcane irrigation in a tropical environment. *Agric. Water Manage.* 97: 75-82.
17. Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y., and Vidal, A. 1994. Estimating Crop Water Deficit Using the Relation between Surface-Air Temperature and Spectral Vegetation Index. *Remote Sens. Environ.* 49: 246-263.
18. Paltineanu, C., Septar, L., and Moale, C. 2013. Crop Water Stress in Peach Orchards and Relationships with Soil Moisture Content in a Chernozem of Dobrogea. *ASCE. J. Irrig. Drain. Eng.* 139: 20-25.
19. Pashae, A. 1995. Effect of full irrigation on clay combination and physical characteristics of Haft Tapeh soil, 2th conference of soil & water, Tehran. (In Persian)
20. Sepaskhah, A.R., and Kashfipour, S.M. 1994. Relationships between Leaf Water Potential, CWSI, Yield and Fruit Quality of Sweet Lime under Drip Irrigation. *Agric. Water Manag.* 25: 13-22.
21. Sepaskhah, A.R., Nazemossadat, S.M.J., and Kamgar-Haghighi, A.A. 1987. Water stress of sugar beet as related to leaf and canopy temperature to leaf water content. *Iran Agric. Res.* 6: 29-43.
22. Wiegand, C.L., and Namken, L.N. 1966. Influences of Plant Moisture Stress, Solar Radiation and Air Temperature on Cotton Leaf Temperature. *Agron. J.* 58: 552-556.
23. Yuan, G., Luo, Y., Sun, X., and Tang, D. 2004. Evaluation of a Crop Water Stress Index for Detecting Water Stress in Winter Wheat in the North China Plain. *Agric. Water Manag.* 64: 29-40.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(6), 2017
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Determination of irrigation time for sugarcane fields using infrared thermometer and soil moisture in root zone

***Sh. Veysi¹, A.A. Naseri² and S. Hamzeh³**

¹Ph.D. Student, Dept. of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz,

²Professor, Dept. of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz,

³Assistant Prof., Dept. of Remote Sensing, University of Tehran

Received: 03/06/2016; Accepted: 01/23/2017

Abstract

Background and Objectives: One of the important factors that reduce sugarcane yield is short-term water stress between irrigation rounds. So that, the goal of research is monitoring effectiveness parameters that determine water status of plant and correlation between two methods of determination of precision irrigation time, consist of measurement of canopy temperature and measurement of soil moisture for irrigation scheduling and detection irrigation time.

Materials and Methods: This research monitored CWSI at sugarcane fields from May-September 2015 in Salman Farsi agro industry unit. Four different ages of sugarcane fields (plant, Ratoon1, Ratoon2, Ratoon3) at CP69-102 variety were investigated. The reason of selection this period was because of sugarcane water stress commonly occurred at this month. So that for detection CWSI, sugarcane canopy temperature using infrared thermometer at three directions was measurement. In second step of research places that canopy temperature was measured, the percentage of soil moisture at two depths (0-30 cm & 30-60 cm) were measured too and relationship of Soil moisture with CWSI was investigated. Each round, eight fields that have same age and various irrigation days for monitoring has been selected (totally 32 fields). With a round of measurement at different ages to calibration the relationship between soil moisture and CWSI was done. At the second round of measurement validation was conducted. Relationship between soil moisture and CWSI was assessment.

Results: Lower baseline equation for CP69-1062 in all of the growth period $T_c - T_a = 0.14VPD + 2.28$, with $R^2=87\%$ was estimated. Also upper baseline equation is horizontal line that vicinity 4 °C varied. Results showed with increase of sugarcane age correlation between CWSI and Soil moisture decreased. In other words, age of sugarcane is effectiveness parameter on absorbing water to sugarcane. The results showed that the optimal amount of water stress index in all of sugarcane ages to start of irrigation is 0.5. Calibration equation showed RMSE=0.15 between observation and calculated CWSI. As so correlation between CWSI & soil moisture was low, so that the effect of irrigation water salinity is significant and salinity stress is important.

Conclusion: Generally, the results have shown that CWSI calculated from canopy temperature is more sensitive, exactly and faster than another index to show plant water status, so that this method for detection of Irrigation time in agro industry fields that number of fields is large and cheap than other methods are common like, measurement of soil moisture and vegetation water content. In other words, high electrical conductivity of irrigation water are major reason that utilizing method of measurement of soil moisture is unaccepted. Observation showed that in few of points soil moisture was high but because of osmotic potential in root zone the sugarcane canopy displayed water stress.

Keywords: Water stress, Salman Farsi agro industry, Infrared thermometer, Soil moisture, Sugarcane

* Corresponding Author; Email: shadman2010@yahoo.com

