نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال دوازدهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۱/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۱۳۳ تا ۱۴۸

ارزیابی شاخص‌های رشدی در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز و همبستگی صفات کمی و کیفی نیشکر (*Saccharum officinarum*)

محمود فضلی[۱]، احمد زارع[۲*]، عبدالرضا سیاهپوش[۲] و الهام الهی فرد[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹)

چکیده

به‌منظور ارزیابی شاخص‌های رشدی نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری، تیمارهای کنترل علف‌های هرز و همبستگی با صفات کمی و کیفی نیشکر، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۹ در موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان انجام گرفت. پنج سامانه آبیاری شامل آبیاری قطره‌ای روسطحی، آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت، آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت، آبیاری بارانی و آبیاری جویچه‌ای یا مرسوم به‌عنوان کرت اصلی و تیمارهای کنترل علف‌های هرز شامل عدم کنترل تمام فصل علف‌های‌هرز (شاهد با علف‌هرز)، کنترل تمام فصل علف‌های هرز با استفاده از وجین دستی (شاهد بدون علف‌هرز) و کولتیواسیون (دوبار) به‌عنوان کرت‌های فرعی بودند. بر اساس نتایج آزمایش بیشترین سرعت رشد محصول، ماده خشک و ارتفاع بوته در سامانه‌های آبیاری بارانی و زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت و کمترین در آبیاری جویچه‌ای مشاهده شد. درجه روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک در سامانه آبیاری بارانی (۱۸۹۴)، آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت (۱۷۶۲)، آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت (۱۵۳۸)، آبیاری روسطحی (۱۴۹۴) و آبیاری جویچه‌ای (۱۴۷۴ درجه روز رشد) برآورد شد. همچنین صفات رشدی در شرایط تیمار شاهد با علف‌هرز نسبت به دو تیمار شاهد بدون علف‌هرز و کولتواسیون کمتر بود. نتایج همبستگی نشان داد که خصوصیات کیفی نیشکر تحت تأثیر شاخص‌های رشدی و خصوصیات کمی نیشکر قرار نگرفت، اما بین خصوصیات کمی نیشکر به مانند ارتفاع، طول میانگره، تعداد میانگره، عملکرد نی، عملکرد شکر، ماده خشک و سرعت رشد محصول همبستگی مثبت و بین عملکرد نی با قطر ساقه و وزن خشک علف‌های هرز همبستگی منفی مشاهده شد. با توجه به نتایج سامانه‌های آبیاری بارانی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت برای نیشکر می‌تواند در بازرویی اول (راتون اول) مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، عملکرد نی، ماده خشک، وزن خشک علف‌های هرز

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، علوم علف‌های هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران
۲. استادیاران گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: ahmadzare@asnrukh.ac.ir

مقدمه

شاخص‌های رشد گیاهی در بالابردن عملکرد دانه، زیست توده و توان رقابت با علف‌های هرز نقش مهمی دارند. از عوامل تأثیرگذار بر شاخص‌های رشدی حضور علف‌های هرز و رقابت برای نور، مواد معدنی و رطوبت را می‌توان اشاره کرد (۲۲). تجزیه و تحلیل رشد، دیدگاه قابل توجهی در خصوص کارکرد گیاه (که تابعی از ژنوتیپ و محیط است) فراهم می‌سازد، بسته به اینکه چه عامل کلیدی برای رشد در نظر گرفته باشد، تجزیه و تحلیل‌های رشدی مختلفی را می‌توان ارایه داد (۱۷). در بوم نظام‌های کشاورزی، رقابت هنگامی رخ می‌دهد که دو یا چند گیاه در یک محیط محدود به دنبال جذب منابع مشترک و موردنیاز خود مثل نور، مواد غذایی و آب باشند (۱۵ و ۲۴). در این شرایط، شدت رقابت بستگی به روابط موجود بین گیاه با همسایگانش، نقش و تأثیر گونه‌های مجاور بر قابلیت دسترسی گیاه به منابع و همچنین توانایی گیاه برای جبران این تأثیرات از طریق ایجاد تغییرات لازم در آرایش کانوپی و خصوصیات فیزیولوژیکی خود دارد (۱۸). بنابراین حضور علف‌های هرز و شرایط آب می‌تواند بر شاخص‌های رشدی در رقابت تأثیر بگذارد، تأمین آب می‌تواند بر رشد گیاهان و تولید و تغییر در سطح برگ و ظرفیت فتوسنتز تأثیر گذارد و منجر به افزایش مقدار نیتروژن برگ شود که به‌طور مثبت با نسبت اشباع نوری فتوسنتز خالص همبستگی دارد (۱۰). شاخص سطح برگ گیاه (Leaf area index) نیز از جمله مهمترین صفات مورفولوژیکی محسوب شده، که توانایی کانوپی را در جذب نور رسیده به کانوپی تعیین می‌کند و مهمترین عامل تعیین کننده میزان تجمع ماده خشک در گیاه می‌باشد و باعث افزایش توان رقابتی محصول با علف‌های هرز می‌شود (۲۲).

نیشکر (*Saccharum officinarum*) یک محصول گرمسیری و نیمه گرمسیری است که مقدار زیادی زیست توده تولید و برای تولید حداکثر عملکرد، نیاز به ورودی قابل توجهی آب دارد (۲۰ و ۳۰). با توجه به اهمیت نیشکر به‌عنوان یک محصول مهم در سطح جهانی، از طرف دیگر در مورد اثرات مصرف شکر بر سلامت انسان‌ها نگرانی‌های وجود دارد (۲۵).

در مناطق نیمه خشک جهان، نیشکر به‌عنوان یک محصول مهم درکمک به اقتصاد ملی مطرح است، اما در دسترس بودن آب و سناریوی استفاده از آب قابل استفاده در بخش کشاورزی، چشم انداز نامطلوب را در آینده متصور کرده است. سهم فعلی آب تخصیص یافته برای نیشکر که مصرف کننده عمده آب است، کم بوده و ممکن است نتوان آب آبیاری نیشکر را بر اساس نیاز آبی آن در مراحل مختلف رشد تامین و بایستی به دنبال راهکارهای مؤثر برای صرفه جویی در مصرف آب کشاورزی بود، که در این زمینه سامانه‌های آبیاری می‌توانند مورد توجه قرار گیرند (۵ و ۷). قابل ذکر است که آب علاوه بر یک منبع حیاتی برای تولید نیشکر، برای فرآوری و تصفیه نیشکر نیز لازم است (۸)، به‌طوری که تخمین زده شده است برای هر تن شکر در زمان شستشوی نیشکر ۳ تا ۱۰ مترمکعب آب مورد نیاز است (۲).

توسعه بیشتر بخش نیشکر در شرایط تغییر اقلیم و در شرایط عدم قطعیت بارندگی بیشتر و افزایش خطر خشکسالی (۱۱)، افزایش تقاضا برای آبیاری و کاهش منابع آب موجود و فشار بر عملکرد تولید را به دنبال دارد (۱۴). از این‌رو ارزیابی سامانه‌های مختلف آبیاری می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب و همچنین کاهش فشار بر منابع آبی موجود در مزارع نیشکر مورد توجه باشد، از طرف دیگر در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و در مدیریت زراعی استفاده ار روش‌های آبیاری می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز بر شاخص‌های رشدی و همبستگی این صفات با صفات کمی و کیفی نیشکر است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب

طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه طول شرقی و ۳۰ درجه عرض شمالی و در ارتفاع ۷/۶۳ متری از سطح دریا انجام شد. سامانه‌های مختلف آبیاری شامل (۱- آبیاری قطره‌ای روسطحی، ۲- آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت با عمق کارگذاری ۲۰ سانتی‌متر لوله‌ها آبده و فاصله ۵۰ سانتی‌متر قطره چکان‌ها، ۳- آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت با عمق کارگذاری ۲۰ سانتی‌متر لوله‌ها آبده و فاصله ۶۰ سانتی‌متری قطره چکان‌ها، ۴- آبیاری بارانی (سامانه لینیر خطی از نوع لپا)، ۵- آبیاری جویچه‌ای مرسوم به‌عنوان کرت اصلی و کرت فرعی شامل تیمارهای شاهد عدم کنترل تمام فصل علف های هرز (شاهد با علف‌هرز)، کنترل تمام فصل علف‌های هرز با استفاده از وجین دستی (شاهد بدون علف‌هرز) و کولتیواتور به فاصله زمانی ۳۵ روز و دو مرتبه در فصل رشد بودند. مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

واریته مورد استفاده نیشکر CP691062 بود که رقمی میان‌رس متمایل به زودرس بود. عملیات خاک‌ورزی اولیه با زیرشکنی به عمق ۹۰ سانتی‌متر انجام و سپس عملیات دیسک و تسطیح لیزری انجام شد و ایجاد جویچه‌ها وکشت با تراکم حدود ۴ قلمه ۵۰ سانتی‌متری در هر مترمربع انجام شد. هر کرت آزمایش شامل چهار جویچه (فاصله جویچه‌ها ۱۸۳ سانتی‌متر) به طول پنج متر بود. کودهای شیمیایی مورد استفاده شامل ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار (اوره ۴۶ درصد) و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل بود. کود اوره در سه و چهار ماه بعد از رشد به‌صورت محلول در آب و کود سوپرفسفات تریپل در زمان کشت پخش و با خاک مخلوط شد. از اول فروردین ماه فصل داشت سال دوم (بازرویی اول)، برنامه‌ریزی آبیاری شروع و تا تاریخ ۱۳۹۹/۰۷/۲۸ که زمان قطع آب آبیاری بود، ادامه داشت. در تاریخ ۱۳۹۹/۰۹/۰۱ عملیات برداشت صورت گرفت. شاخص های رشدی به مانند شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، ماده خشک تجمعی، سرعت رشد محصول و تعداد ساقه در مترمربع در طی فصل رشد اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری صفات کمی نیشکر نیز شامل ارتفاع ساقه، تعداد میانگره، طول و قطر میانگره وسط ساقه و عملکرد نی (در زمان برداشت با رطوبت) بود. اندازه‌گیری صفات کیفی نیشکر نیز شامل درصد شربت، درصد ساکارز شربت نی (POL٪)، درصد ماده جامد محلول قندی (Cor.Brix٪) ، درصد خلوص شربت نی (PTY٪)، درصد عملکرد شکر (Yield٪)، درصد استحصال شکر سفید (R.S.٪) به عنوان صفات کیفی نیشکر اندازه‌گیری شد (۹).

با توجه به اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی در طی زمان از تجزیه رگرسیون و از معادلات مختلف استفاده شد که به تفکیک به شرح ذیل است. جهت برازش داده‌های ماده خشک تجمعی و ارتفاع نیشکر از معادله سیگموئیدی سه پارامتره استفاده شد که به شرح ذیل است.

معادله سیگموئیدی (معادله۱)

$$Y = a / \left(1 + \exp\left(-\left(GDD - GDD_{50}\right)/b\right)\right)$$

که در آن a، حداکثرارتفاع یا ماده خشک تجمعی، b شیب خط و GDD_{50} درجه روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع یا ماده خشک تجمعی بود.

برای شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول از معادله سه پارامتره گوسین استفاده شد (معادله ۲).

$$Y = a \times \exp\left(-0.5\left(\frac{GDD - GDD_{max}}{b}\right)\right)^2 \qquad (۲)$$

که در آن a، حداکثر شاخص سطح برگ یا سرعت رشد محصول، b، شیب خط، GDD، درجه روز رشد و GDD_{MAX} درجه روز رشد لازم برای رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ یا سرعت رشد محصول

برای روند برازش داده‌های تعداد ساقه در مترمربع از معادله خط استفاده شد.

$$Y = y_0 + b * x \qquad (۳)$$

که در آن y_0، عرض مبدا و b معادل شیب خط است.

محاسبه درجه- روزرشد (Growing degree days) از معادله (۴) استفاده شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

	عمق نمونه برداری (cm)	EC (dS/m)	pH	بافت خاک	کاتیون‌ها (meq/l)				نسبت جذبی سدیم (SAR)
					Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	
عمق خاک	۳۰-۰	۲/۳۱	۷/۹۲	Si. C. L	۵۱/۳	۱۱/۰۹	۱۱/۵۲	۰/۱۸	۱۵/۳۰
	۶۰-۳۰	۴/۹۹	۷/۴۰	Si. C. L	۳۵/۶	۷/۸۲	۸/۰۴	۰/۱۲	۱۲/۶۴

$$GDD = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right) - T_{base} \quad (۴)$$

T_{max} برابر است با حداکثر درجه حرارت، T_{min} برابر است با حداقل درجه حرارت وT_{base} صفر پایه است که برای نیشکر صفر بیولوژیک ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۲۸).

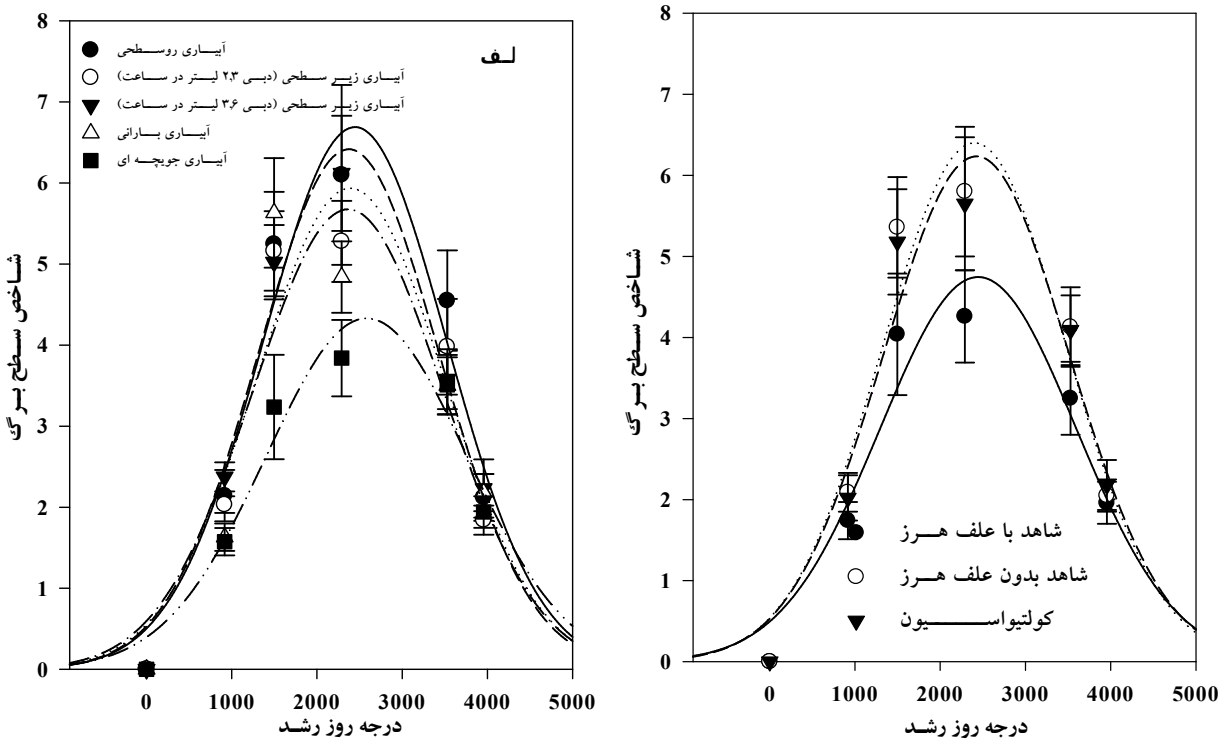
همچنین جهت همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده نیشکر (صفات مربوط به شاخص‌های رشدی، عملکرد کمی و کیفی نیشکر و وزن خشک علف‌های هرز) از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis (PCA)) استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ نیشکر

با افزایش درجه روز رشد در سامانه‌های مختلف آبیاری شاخص سطح برگ افزایش و در محدوده ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید و از ۳۰۰۰ درجه روز رشد، روند شاخص سطح برگ در تمامی سامانه‌های آبیاری روند نزولی داشت (شکل ۱- الف). با توجه به شکل ۱ به نظر می‌رسد روند افزایش شاخص سطح برگ در آبیاری جویچه‌ای یا مرسوم نسبت به سایر سامانه‌های آبیاری کمتر بوده است. نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ در شرایط آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت در ۳۵۰۰ درجه روز رشد تقریبا با حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار آبیاری جویچه‌ای برابر بود. همچنین نتایج تیمارهای کنترل علف‌های هرز نشان داد که روند شاخص سطح برگ در تیمار شاهد با علف‌هرز در تمام دوره نسبت به تیمار کنترل و کولتیواسیون بسیار کمتر است، به‌طوری که حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار شاهد با علف‌هرز در ۲۰۰۰ درجه روز رشد برابر با دو تیمار کولتیواسیون و شاهد بدون علف‌هرز برابر بود (شکل ۱- ب). همچنین نتایج نشان داد که در تیمار کنترل علف‌های هرز با کولتیواسیون شاخص سطح برگ نیز از تیمار شاهد بدون علف هرز، بیشتر بود که این اختلاف مشهود نبود. شاخص سطح برگ به‌عنوان یک متغیر کلیدی در طیف وسیعی از فرآیندهای کارکردی گیاه مانند تبادلات گازی و انرژی، چرخه آب و مواد غذایی و تولیدات اولیه نقش اساسی داشت (۴، ۶ و ۳۱). نتیجه پژوهش کاستا و همکاران (۳) نشان داد که شاخص سطح برگ نیشکر در دو واریته در سطوح مختلف تنش رطوبتی متفاوت بود و در واریته RB965902 حداکثر شاخص سطح برگ در ۲۱۰ روز پس از کاشت و برای واریته RB855453 ۲۴۰ روز پس از کاشت شاخص سطح برگ به حداکثر رسید و بعد از آن روند شاخص سطح برگ به دلیل پیری و ریزش برگ‌های پایین روند کاهشی داشت (۳).

پارامترهای برازش داده شده به شاخص سطح برگ در سامانه‌های آبیاری نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به سامانه آبیاری روسطحی با ۶/۶۹ بود، بعد از این سامانه آبیاری بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت با ۶/۴۱ بود. در دو سامانه آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت و آبیاری بارانی حداکثر شاخص سطح برگ به‌ترتیب ۵/۹۳ و ۵/۶۷ بود. کمترین شاخص سطح برگ مربوط به آبیاری جویچه‌ای با ۴/۳۳ بود. پارامتر GDD_{max} (زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ) در سامانه‌های آبیاری متفاوت بود و تایج نشان داد که در شرایط آبیاری جویچه‌ای زمان لازم برای رسیدن



شکل ۱. تغییرات شاخص سطح برگ نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری (الف) و تیمارهای کنترل علف‌های هرز (ب) بر اساس درجه روز رشد

به حداکثر شاخص سطح برگ بیشتر و معادل ۲۵۸۲ درجه روز رشد و کمترین درجه روز رشد لازم برای رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ مربوط به آبیاری بارانی با ۲۳۶۵ درجه روز رشد بود.

نتایج نشان داد که میزان درجه روز رشد لازم برای رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در آبیاری زیرسطحی با دو دبی ۲/۳ و ۳/۶ لیتر در ساعت و آبیاری بارانی نسبت به آبیاری روسطحی و آبیاری جویچه‌ای کمتر بود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که بین آبیاری بارانی و جویچه‌ای تقریبا ۲۰۰ درجه روز رشد اختلاف وجود داشت که معادل ۷ روز است. نتایج پارامترهای معادله گوسین نشان داد که در شرایط تیمار شاهد با علف‌هرز بیشترین شاخص سطح برگ معادل ۴/۷۴ بود و این درحالی بود که در شرایط تیمارهای وجین تمام فصل (شاهد بدون علف هرز) و کولتیواسیون حداکثر شاخص سطح برگ به‌ترتیب معادل ۶/۴۰ و ۶/۲۳ بود. همچنین زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در شاهد با علف هرز، شاهد بدون علف هرز و کولتیواسیون به‌ترتیب ۲۴۴۵، ۲۴۰۲ و ۲۴۲۵ درجه روز رشد بود (جدول ۲). تحقیق شینی دشتگل و همکاران (۲۷) نشان دادند که میزان شاخص سطح برگ نیشکر در آبیاری زیرسطحی نسبت به جویچه‌ای بیشتر بود. همچنین نتایج نامداریان و همکاران (۱۸) نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ نیشکر در آبیاری زیرسطحی در ۱۲۰ روز پس از کاشت مشاهده و بعد از آن روند نزولی داشت.

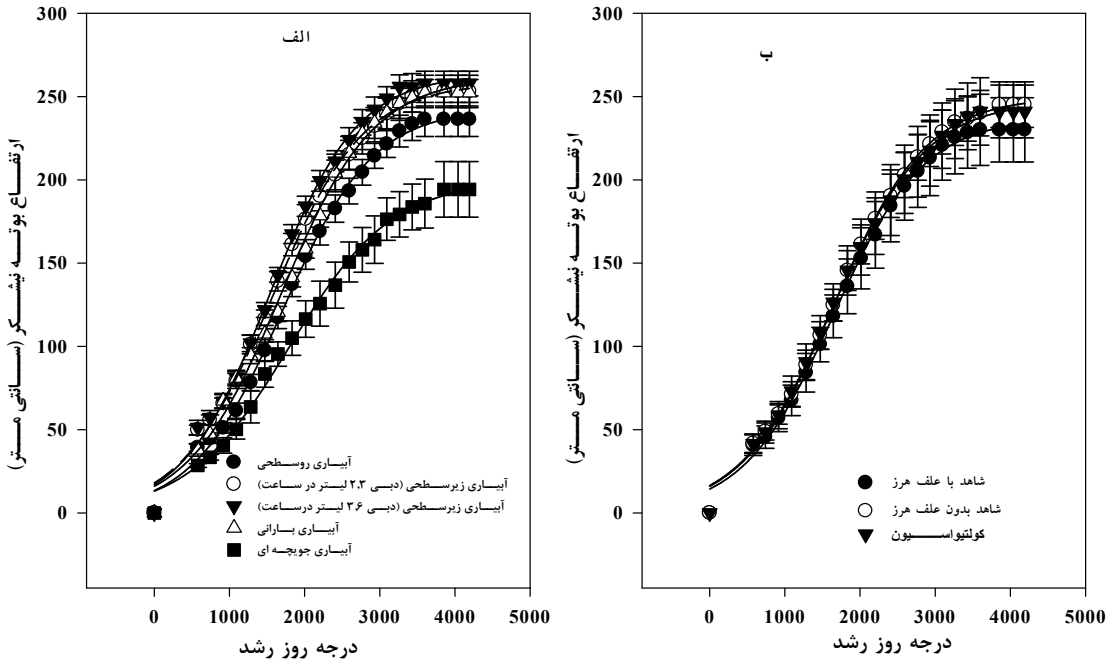
ارتفاع بوته نیشکر

روند تغییرات ارتفاع ساقه نیشکر از معادله سیگموئیدی تبعیت کرد و با افزایش درجه روز رشد ارتفاع با شیب بسیار زیاد افزایش یافت و در سامانه‌های مختلف آبیاری روند تغییرات شیب ارتفاع متفاوت بود. در بین سامانه‌های آبیاری شیب تغییرات ارتفاع در آبیاری جویچه‌ای نسبت به سایر

جدول ۲. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله گوسین به شاخص سطح برگ در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

	سامانه‌های آبیاری			
	حداکثر شاخص سطح برگ	شیب خط	زمان لازم برای رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (درجه روز رشد)	ضریب تعیین
آبیاری روسطحی	۶/۶۹(۰/۶۷)	۱۰۷۴ (۱۱۲)	۲۴۴۵ (۱۰۰)	۰/۹۷
آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت	۵/۹۳(۰/۷۴)	۱۰۹۶ (۱۴۶)	۲۳۹۰ (۱۳۳/۳)	۰/۹۵
آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت	۶/۴۱(۰/۴)	۱۰۶۲ (۷۰)	۲۳۷۲ (۶۶/۳)	۰/۹۸
آبیاری بارانی	۵/۶۷(۱/۰۱)	۱۱۱۴ (۲۱۳)	۲۳۶۵ (۱۹۴)	۰/۹۰
آبیاری جویچه‌ای	۴/۳۳ (۰/۴۳)	۱۱۷۹ (۱۳۷)	۲۵۸۲ (۱۰۶)	۰/۹۶
	تیمارهای کنترل علف‌های هرز			
شاهد با علف هرز	۴/۷۴(۰/۵۱)	۱۱۵۰ (۱۳۸)	۲۴۴۵ (۱۱۷)	۰/۹۶
شاهد بدون علف هرز	۶/۴۰ (۰/۶۹)	۱۰۷۹ (۱۲۳)	۲۴۰۲ (۱۱۳)	۰/۹۶
کولتیواسیون	۶/۲۳(۰/۶۶)	۱۰۹۲ (۱۲۳)	۲۴۲۵ (۱۱۰)	۰/۹۶

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.



شکل ۲. تغییرات ارتفاع بوته نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری (الف) و تیمارهای کنترل علف‌های هرز (ب) بر اساس درجه روز رشد

سامانه‌های آبیاری کمتر بود. بر اساس شکل ۲ به نظر می‌رسد روند تغییرات ارتفاع در سامانه‌های آبیای بارانی و آبیاری زیرسطحی معادل ۲۵۷ سانتی‌متر بود. در شرایط استفاده از سامانه آبیاری روسطحی ارتفاع نیشکر معادل ۲۴۲ سانتی‌متر بود

جدول ۳. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله سیگموئیدی به ارتفاع نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

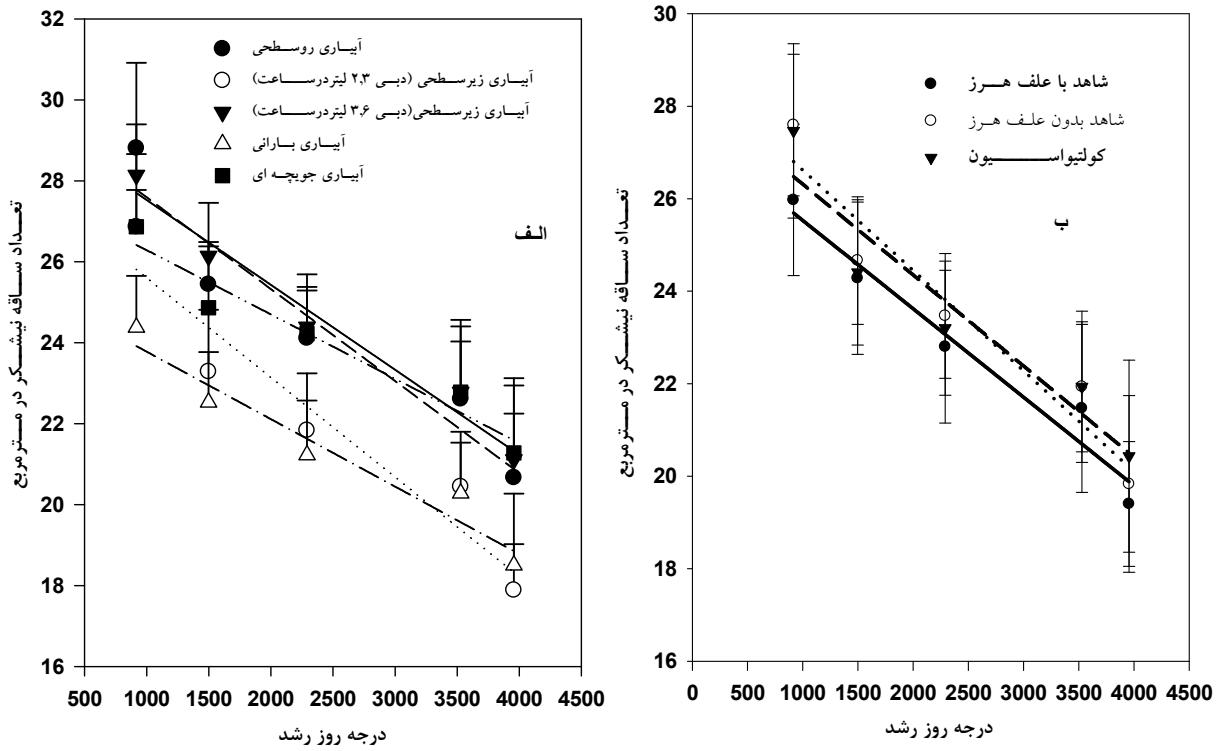
	سامانه‌های آبیاری			
	حداکثر ارتفاع نیشکر (سانتی‌متر)	شیب خط	زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع (درجه روز رشد)	ضریب تعیین
آبیاری روسطحی	۲۴۲ (۲/۴۵)	۶۰۱ (۱۹/۶)	۱۷۰۵ (۲۲/۵)	۰/۹۹
آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت	۲۵۸ (۲/۷۲)	۶۰۴ (۲۲/۳)	۱۵۶۵ (۲۴/۲)	۰/۹۹
آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت	۲۶۳ (۲/۵۷)	۵۷۶ (۲۰/۷)	۱۵۴۰ (۲۲/۴)	۰/۹۹
آبیاری بارانی	۲۶۱ (۳/۴۵)	۶۱۶ (۲۶/۴)	۱۶۸۲ (۳۰/۰)	۰/۹۹
آبیاری جویچه‌ای	۱۹۹ (۳/۱۰)	۶۷۹ (۲۹/۳)	۱۸۰۰ (۳۵/۱)	۰/۹۸
	تیمارهای کنترل علف‌های هرز			
شاهد با علف‌هرز	۲۳۷ (۲/۳۰)	۶۰۰ (۱۹/۵)	۱۶۴۵ (۲۱/۹)	۰/۹۹
شاهد بدون علف‌هرز	۲۵۰ (۲/۳۲)	۶۱۶ (۱۸/۷)	۱۶۵۲ (۲۱/۰)	۰/۹۹
کولتیواسیون	۲۴۷ (۲/۵۸)	۶۲۱ (۲۱/۳)	۱۶۳۹ (۲۳/۸)	۰/۹۹

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.

(جدول ۳). کمترین ارتفاع نیشکر مربوط به آبیاری جویچه‌ای بود که معادل ۱۹۹ سانتی‌متر بود. همچنین بر اساس پارامتر GDD_{50} که معادل زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع بود، در بین سامانه‌های آبیاری متفاوت بود. بیشترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع مربوط به آبیاری جویچه‌ای با ۱۸۰۰ درجه روز رشد بود و بعد از این تیمار بیشترین درجه روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع، مربوط به سامانه آبیاری روسطحی بود (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که کمترین ارتفاع مربوط به سامانه آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت معادل ۱۵۴۰ درجه روز رشد و در دو سامانه آبیاری بارانی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت به‌ترتیب ۱۶۸۲ و ۱۵۶۵ درجه روز رشد بود (جدول ۳). برآورد پارامترهای ارتفاع در تیمارهای کنترل علف‌های هرز نشان داد که بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد بدون علف‌هرز با ۲۵۰ سانتی‌متر و در شرایط کولتیواسیون ارتفاع معادل ۲۴۷ سانتی‌متر بود (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار شاهد با علف‌هرز معادل ۲۳۷ سانتی‌متر بود. زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ارتفاع نیشکر در سه تیمار شاهد با علف‌هرز، شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون به‌ترتیب ۱۶۴۵، ۱۶۵۲ و ۱۶۳۹ درجه روز رشد بود. نتایج اولیورا و سینگلز (۱۹) نشان داد که بیشترین رشد نیشکر بعد از به حداکثر رسیدن تعداد پنجه‌ها خواهد بود و در ۴۴ روز پس از کاشت ارتفاع نیشکر به ۹۲ سانتی‌متر رسید. همچنین نتایج پژوهش کوماوات و همکاران (۱۳) نشان داد که ارتفاع نیشکر در شرایط آبیاری سطحی ۱۶۹ و در شرایط آبیاری قطره‌ای برابر با ۱۷۴ سانتی‌متر بود.

تعداد ساقه در واحد سطح

روند تغییرات تعداد ساقه نیشکر در مترمربع نشان داد که با افزایش درجه روز رشد تعداد ساقه در مترمربع به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۳– الف). کمترین تعداد ساقه مربوط به دو سامانه آبیاری بارانی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت بود و در ۴۰۰۰ درجه روز رشد، بیشترین تعداد ساقه مربوط به آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت بود (شکل ۳ – الف). با توجه خصوصیات نیشکر و دارا بودن تعداد



شکل ۳. تغییرات تعداد ساقه نیشکر در مترمربع در سامانه‌های مختلف آبیاری (الف) و تیمارهای کنترل علف‌های هرز (ب) بر اساس درجه روز رشد

پنجه بیشتر در اوایل فصل رشد و ایجاد رقابت در طی فصل رشد، تعداد پنجه‌ها کاهش و از این تعداد پنجه، ساقه‌های کمتر نیشکر تشکیل شدند. همچنین نتایج تعداد ساقه نیشکر نشان داد که در تیمارهای علف‌های هرز، تعداد ساقه در شرایط تیمار شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون نسبت به تیمار شاهد با علف‌هرز در طی فصل رشد بیشتر بود (شکل ۳- ب). نتایج نشان داد که حضور علف‌های هرز به‌خصوص در اوایل رشد نیشکر می‌تواند تعداد پنجه‌های حاصل از قلمه‌های ساقه نیشکر و در نهایت تعداد ساقه را تحت تاثیر قرار دهد.

بر اساس معادله خط بیشترین تعداد ساقه در مترمربع مربوط به آبیاری روسطحی بود که برابر با ۲۹ ساقه در مترمربع و کمترین مربوط به آبیاری بارانی با ۲۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). پارامتر شیب خط در سامانه‌های مختلف آبیاری متفاوت و به‌ازای افزایش درجه روز رشد بیشترین کاهش تعداد ساقه در مترمربع مربوط به آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت با ۰/۰۰۲۵ و کمترین مربوط به آبیاری جویچه‌ای با ۰/۰۰۱۶ بود (جدول ۳). همچنین شیب کاهش تعداد ساقه در مترمربع در سامانه آبیاری بارانی نسبت به آبیاری روسطحی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت کمتر بود (جدول ۴). همچنین بیشترین تعداد ساقه در مترمربع در تیمارهای مختلف علف‌هرز مربوط به تیمار شاهد بدون علف‌هرز بود. در تیمار شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون تعداد ساقه در مترمربع بیشتر بود (جدول ۴).

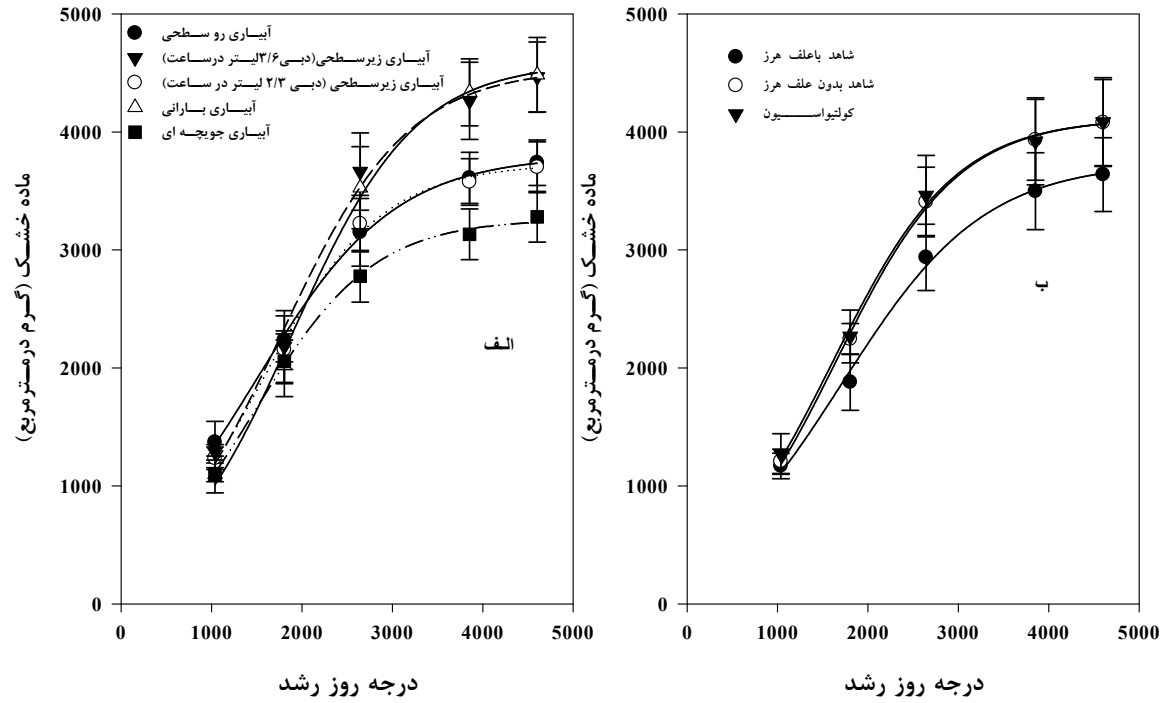
ماده خشک نیشکر

ماده خشک نیشکر در سامانه‌های آبیاری مختلف، متفاوت بود و نتایج نشان داد که با افزایش درجه روز رشد ماده خشک افزایش و در شرایط ۴۰۰۰ درجه روز رشد روند ماده خشک تا حدودی ثابت شد (شکل ۴). نکته قابل توجه این بود که تا ۲۰۰۰ درجه روز رشد روند ماده خشک در تمامی سامانه‌های آبیاری تقریبا یکسان و از ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ درجه روز رشد در

جدول ۴. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله خط به تعداد ساقه در مترمربع در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

	سامانه‌های آبیاری		
	عرض از مبدا	شیب خط	ضریب تعیین
آبیاری روسطحی	۲۹/۸(۱/۰۴)	۰/۰۰۲۳(۰/۰۰۰۴)	۰/۹۵
آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت	۲۸/۰(۱/۲۰)	۰/۰۰۲۵ (۲۲/۳)	۰/۹۵
آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت	۲۹/۶(۲/۵۷)	۰/۰۰۲۱ (۲۰/۷)	۰/۹۸
آبیاری بارانی	۲۵/۴(۰/۶۵)	۰/۰۰۱۷(۲۶/۴)	۰/۹۶
آبیاری جویچه‌ای	۲۷/۸ (۰/۵۸)	۰/۰۰۱۶(۲۹/۳)	۰/۹۷
	تیمارهای کنترل علف‌های هرز		
شاهد با علف‌هرز	۲۷/۴(۰/۶۱)	۰/۰۰۱۹(۰/۰۰۰۲)	۰/۹۷
شاهد بدون علف‌هرز	۲۸/۷ (۰/۹۱)	۰/۰۰۲۲ (۰/۰۰۰۳)	۰/۹۶
کولتیواسیون	۲۸/۲(۰/۹۵)	۰/۰۰۲ (۰/۰۰۰۴)	۰/۹۵

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.



شکل ۴. تغییرات ماده خشک نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری (الف) و تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز (ب) بر اساس درجه روز رشد

بین سامانه‌های آبیاری مختلغ، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۴). شیب افزایش ماده خشک در شرایط آبیاری جویچه‌ای نسبت به سایر سامانه‌های آبیاری کمتر بود و در دو سامانه آبیاری

زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت و آبیاری بارانی دارای بیشترین مقدار بود (شکل ۴). بین آبیاری بارانی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت اختلافی وجود نداشت (شکل ۴). همچنین بین آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت با آبیاری روسطحی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج تیمارهای کنترل مختلف علف‌های هرز نشان داد که ماده خشک در شرایط تیمار کولتیواسیون و شاهد بدون علف‌هرز نسبت به تیمار شاهد با علف‌هرز در تمام فصل رشد دارای بیشترین مقدار بود و نکته قابل توجه افزایش وزن خشک در اوایل فصل رشد در تیمار شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون بود که نشان می‌دهد در زراعت نیشکر وجود علف‌های هرز در اوایل فصل رشد بسیار مسئله‌ساز بوده و بایستی کنترل در دستور کار قرارگیرد.

بر اساس نتایج حاصل از برازش داده‌های آزمایش به معادله سیگموئیدی حداکثر ماده خشک مربوط به آبیاری بارانی با ۴۵۸۶ گرم در مترمربع بود و بعد از این، بیشترین ماده خشک نیشکر در سامانه آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت به میزان ۴۵۳۹ گرم در مترمربع به دست آمد (جدول ۵). کمترین ماده خشک مربوط به آبیاری جویچه‌ای به میزان ۳۲۶۴ گرم در مترمربع بود. در دو سامانه آبیاری روسطحی و زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت حداکثر ماده خشک به‌ترتیب ۳۸۰۰ و ۳۷۳۱ گرم در مترمربع بود (جدول ۴). همچنین بر اساس پارامتر GDD_{50} زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک بین سامانه‌های آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری که بیشترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک مربوط به آبیاری بارانی با ۱۸۹۴ درجه روز رشد و بعد از این تیمار مربوط به آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت با ۱۷۶۲ درجه روز رشد بود (جدول ۵). کمترین درجه روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک، مربوط به آبیاری جویچه‌ای با ۱۴۷۴ درجه روز رشد بود. درجه روز رشد لازم برای دو سامانه آبیاری روسطحی و زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت به‌ترتیب ۱۴۹۴ و ۱۵۳۸ درجه روز رشد پیش‌بینی شد (جدول ۵). در بین تیمارهای مربوط به کنترل علف‌های هرز بیشترین ماده خشک در تیمار شاهد بدون علف‌هرز با ۴۱۱۷ گرم در مترمربع بود و بعد از این تیمار در شرایط کولتیواسیون با ۴۱۱۷ گرم در مترمربع داری بیشترین ماده خشک بود (جدول ۵). در تیمار شاهد با علف‌هرز، کمترین ماده خشک با ۳۷۴۴ گرم در مترمربع به‌دست آمد. همچنین درجه روز رشد لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک در تیمار شاهد با علف‌هرز، شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون به‌ترتیب ۱۷۱۵، ۱۶۴۹ و ۱۶۱۴ درجه روز رشد پیش‌بینی شد (جدول ۴). شینی دشتگل و همکاران (۲۷) بیان کردند که در شرایط آبیاری معمولی نسبت به آبیاری متناوب متغیر به‌دلیل اشباع بیشتر منطقه ریزوسفر گیاه و کاهش میزان اکسیژن در اطراف ریشه نیشکر و بالا آمدن آب زیرزمینی راندمان، کاربرد آب کاهش و بر رشد نیشکر تأثیرگذار است.

سرعت رشد محصول (CGR)

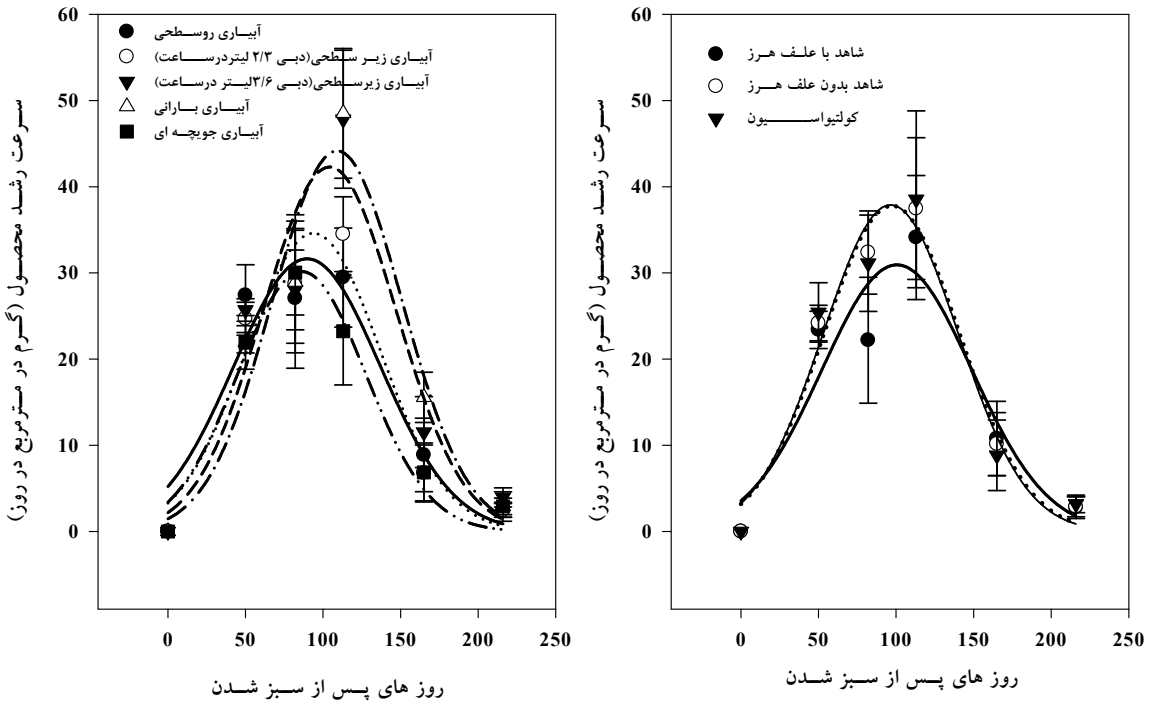
در سامانه‌های مختلف آبیاری با افزایش درجه روز رشد، سرعت رشد محصول افزایش و بیشترین مقدار در دامنه ۸۰ تا ۱۰۰ روز پس از سبزشدن نیشکر مشاهده شد. در تمامی سامانه‌های آبیاری سرعت رشد محصول روند کاهشی داشت و در ۲۵۰ روز پس از سبزشدن به کمترین میزان خود رسید (شکل ۵- الف). نتایج نشان داد که حداکثر سرعت رشد محصول در آبیاری جویچه‌ای در ۸۶ روز پس از سبزشدن مشاهده شد که این میزان سرعت رشد محصول در دو آبیاری بارانی و زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت در ۱۲۰ روز پس از سبزشدن مشاهده شد (شکل ۵). سرعت رشد محصول نیز در تیمارهای کنترل علف‌های هرز نشان داد که سرعت رشد محصول در تیمار شاهد با علف‌هرز نسبت به دو تیمار کولتیواسیون و شاهد بدون علف‌هرز، کمتر بود. روند تغییرات سرعت رشد محصول در دو تیمار شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون بسیار مشابه بود (شکل ۵- ب).

نتایج نشان داد که حداکثر سرعت رشد محصول بر اساس

جدول ۵. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله سیگموئیدی به ماده خشک نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

	حداکثر ماده خشک (گرم در مترمربع)	شیب خط	زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک (درجه روز رشد)	ضریب تعیین
سامانه‌های آبیاری				
آبیاری روسطحی	۳۸۰۰ (۵۰/۵)	۷۶۶ (۴۵/۳)	۱۴۹۴ (۳۶/۱)	۰/۹۹
آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت	۳۷۳۱ (۸۴/۷)	۶۶۲ (۶۹/۶)	۱۵۳۸ (۶۰/۸)	۰/۹۹
آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت	۴۵۳۹ (۱۶۶/۸)	۷۰۰ (۱۰۲/۹)	۱۷۶۲ (۹۷/۵)	۰/۹۹
آبیاری بارانی	۴۵۸۶ (۱۲۳/۴)	۶۷۸ (۶۹/۵)	۱۸۹۴ (۷۰/۵)	۰/۹۹
آبیاری جویچه‌ای	۳۲۶۴ (۴۴/۵)	۶۶۰ (۴۳/۳)	۱۴۷۴ (۳۶/۷)	۰/۹۸
تیمارهای کنترل علف‌های هرز				
شاهد با علف‌هرز	۳۷۴۴ (۱۱۲)	۷۸۸ (۹۰/۹)	۱۷۱۵ (۸۰/۹۱)	۰/۹۹
شاهد بدون علف‌هرز	۴۱۱۸ (۵۷/۸)	۶۷۱ (۴۰/۷)	۱۶۴۹ (۳۷/۳۱)	۰/۹۹
کولتیواسیون	۴۱۱۷ (۸۸/۰)	۶۷۴ (۶۳/۴)	۱۶۱۴ (۵۷/۰۲)	۰/۹۹

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.



شکل ۵. تغییرات سرعت رشد محصول نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری (الف) و تیمارهای کنترل علف‌های هرز (ب) بر اساس درجه روز رشد

پارامتر a در دو سامانه آبیاری بارانی(۴۴ گرم در مترمربع در روز) و آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت (۴۲ گرم در مترمربع در روز) بود و کمترین در سامانه آبیاری جویچه‌ای (۳۰گرم در مترمربع در روز) مشاهده شد. همچنین زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول نیز در سامانه‌های آبیاری متفاوت و نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری جویچه‌ای در کمترین زمان به حداکثر سرعت رشد محصول، رسیده است و این در حالی بود که در آبیاری بارانی حداکثر سرعت رشد محصول در ۱۰۹ روز پس از سبزشدن مشاهده شد. زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول در دو آبیاری روسطحی و زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت به‌ترتیب در ۸۶ و ۹۳ روز پس از سبزشدن پیش‌بینی شد. کمترین زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول مربوط به آبیاری جویچه‌ای با ۸۶ روز پس از کاشت بود (جدول ۶). همچنین در آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت، این زمان ۱۰۴ ساعت بود که با آبیاری بارانی اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین حداکثر سرعت رشد محصول در تیمارهای کنترل علف‌های هرز مربوط به شاهد بدون علف‌هرز با ۳۷ گرم در مترمربع در روز بود که با تیمار کولتیواسیون اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه قرار گرفتند. کمترین مربوط به تیمار شاهد با علف‌هرز به میزان ۳۰ گرم در مترمربع در روز بود (جدول ۶). همچنین زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول در سه تیمار شاهد با علف‌هرز، شاهد بدون علف‌هرز و کولتیواسیون به‌ترتیب ۱۰۰، ۹۷ و ۹۳ روز بود. نتایج لرزاده و همکاران (۱۶) نشان داد که در محدوده ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز پس از کاشت بیشترین سرعت رشد محصول نیشکر مشاهده و بعد از آن روند به صورت نزولی به دست آمد.

نتایج آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) برای شاخص‌های رشدی، عملکرد کمی، عملکرد کیفی و وزن خشک علف‌های هرز نشان داد که صفات درصد خلوص شربت، درصد قند استحصالی و درصد ساکاروز شربت به‌عنوان صفات کیفی همبستگی مثبتی نداشتند. وزن خشک علف‌های هرز و قطر ساقه نیشکر با صفات ارتفاع و طول میانگره همبستگی منفی داشت، به‌طوری که با افزایش ارتفاع و افزایش طول میانگره، قطر میانگره ساقه نیشکر و وزن خشک علف‌های هرز کاهش یافت. همچنین ماده خشک نیشکر، سرعت رشد محصول، عملکرد نی و عملکرد شکر همبستگی مثبتی داشتند (شکل ۶).

نتایج پژوهش رامش (۲۳) نشان داد که شاخص سطح برگ بهینه، سرعت رشد محصول بالا و انتقال مواد اختصاص یافته از برگ به ساقه در مراحل اولیه رشد، برای افزایش زیست توده کارایی مطلوبی داشته باشد. همچنین وزن خشک علف‌های هرز با عملکرد نی، عملکرد شکر و سایر شاخص‌های رشدی به مانند ماده خشک و سرعت رشد محصول همبستگی منفی داشت و نشان داد که حضور علف‌های هرز می‌تواند منجر به کاهش صفات شاخص‌های رشدی و در نهایت عملکرد نی و شکر شود.

نتایج پژوهش ایراتوک و همکاران (۱) نشان داد که عملکرد نی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز در دو سال آزمایش ۱۳۴ و ۹۰ تن در هکتار و در شرایط حضور علف‌های هرز در تمام فصل رشد به‌ترتیب ۹۵ و ۲۹ تن در هکتار بود. نتایج محققین بسیاری نشان داد که خصوصیات کیفی نیشکر به مانند بریکس، پل، درصد قند استحصالی و درصد خلوص شربت هیچ کدام تحت تأثیر تیمارهای مختلف به مانند سامانه آبیاری، سطوح آبیاری، روش کاشت و کاربرد کود نیتروژن قرار نگرفتند (۱۲، ۲۱،۱۳ و ۲۹).

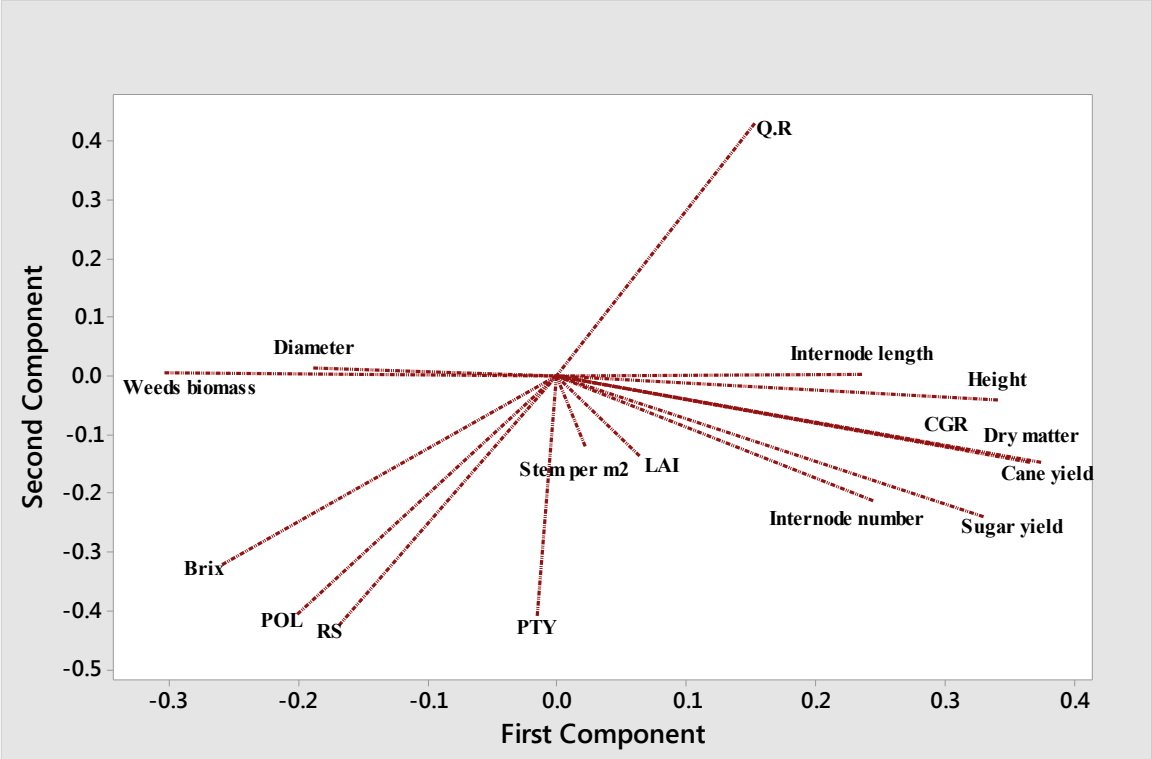
نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سامانه‌های آبیاری بر شاخص‌های رشدی به مانند ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و ارتفاع تأثیرگذار بود و در شرایط آبیاری بارانی و آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ثانیه نسبت به سایر تیمارها افزایش چشمگیری را نشان داد. از طرف دیگر نتایج نشان داد که در شرایط تیمار شاهد با علف‌هرز، شاخص‌های رشد کاهش و ضرورت کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل را

جدول ۶. پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله گوسین به سرعت رشد محصول (CGR) نیشکر در سامانه‌های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

	سامانه‌های آبیاری			
	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز)	شیب خط	زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد سرعت رشد محصول (روز)	ضریب تعیین
آبیاری روسطحی	۳۱/۶(۳/۸۴)	۴۴/۹(۷/۴۵)	۸۶/۶ (۷/۳۱)	۰/۹۵
آبیاری زیرسطحی با دبی ۲/۳ لیتر در ساعت	۳۴/۵(۳/۷۲)	۴۳/۲ (۴/۵۴)	۹۳/۶ (۶/۴۸)	۰/۹۷
آبیاری زیرسطحی با دبی ۳/۶ لیتر در ساعت	۴۲/۳(۶/۶۸)	۴۲/۳ (۸/۵۶)	۱۰۴ (۸/۹۴)	۰/۹۳
آبیاری بارانی	۴۴/۱(۵/۲۵)	۴۱/۸(۵/۹۹)	۱۰۹ (۶/۳۱)	۰/۹۶
آبیاری جویچه‌ای	۳۰/۱ (۲/۴۰)	۴۱/۲(۴/۸۶)	۸۶/۲(۴/۵۴)	۰/۹۸
	تیمارهای کنترل علف‌های هرز			
شاهد با علف‌هرز	۳۰/۹(۴/۷۰)	۴۸/۳(۹/۶)	۱۰۰ (۹/۸)	۰/۹۳
شاهد بدون علف‌هرز	۳۷/۸ (۲/۹۰)	۴۳/۷ (۴/۵)	۹۷/۲(۴/۶)	۰/۹۸
کولتیواسیون	۳۷/۸(۳/۸۵)	۴۳/۵ (۶/۰۲)	۹۶ (۶/۱)	۰/۹۷

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد است.



شکل ۶. بای پلات نقشه همبستگی صفات کمی، کیفی و شاخص‌های رشدی و وزن خشک علف‌های هرز در سامانه های مختلف آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز

آشکار می‌سازد و کاربرد کولتیواسیون می‌تواند منجر به کاهش توان رقابتی علف‌های هرز در برابر نیشکر و در نهایت افزایش شاخص‌های رشدی را به‌همراه داشته باشد. همبستگی صفات نشان داد که خصوصیات کیفی نیشکر تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. همبستگی مثبتی بین شاخص‌های رشد با عملکرد نی و عملکرد شکر مشاهده شد، که در بین شاخص‌های رشدی ماده خشک و سرعت رشد محصول نسبت به سطح برگ همبستگی بیشتری را نشان دادند. با توجه به توسعه سطح زیر کشت نیشکر استفاده از سامانه‌های آبیاری نوین، به‌ویژه بارانی و زیرسطحی، می‌توانند جایگزین آبیاری جویچه‌ای شود.

منابع مورد استفاده

1. Aekrathok, P., P. Songsri, N. Jongrungklang and S. Gonkhamdee. 2021. Efficacy of Post-Emergence Herbicides against Important Weeds of Sugarcane in North-East Thailand. *Agronomy* 11: 429.
2. Cheesman, O. 2004. Environmental Impacts of Sugar Production: The Cultivation and Processing of Sugarcane and Sugar Beet. CABI Publishing, Wallingford, UK.
3. Costa, C. T. S., J. C. C. Saad and H. M. D. Silva Junior. 2016. Growth and productivity of sugarcane varieties under various irrigation levels. *Revista Caatinga* 29: 945-955.
4. Da Silva, V. S. G., M. W. D. Oliveira, T. B. A. Oliveira, B. C. Mantovanelli, A. C. Da Silva, A. N. R. Soares and P. R. A. Clemente. 2017. Leaf area of sugarcane varieties and their correlation with biomass productivity in three cycles. *African Journal of Agricultural Research* 12: 459-466.
5. Dingre, S. K. and S. D. Gorantiwar. 2020. Determination of the water requirement and crop coefficient values of sugarcane by field water balance method in semiarid region. *Agricultural Water Management* 232: 106042.
6. Fang, H., Y. Ye, W. Liu, S. Wei and L. Ma. 2018. Continuous estimation of canopy leaf area index (LAI) and clumping index over broadleaf crop fields: an investigation of the PASTIS-57 instrument and smartphone applications. *Agricultural and Forest Meteorology* 253: 48-61.
7. Gonçalves, J. M. and L. S. Pereira. 2009. Decision support system for surface irrigation design. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 135: 343-356.
8. Hess, T., M. Aldaya, J. Fawell, H. Franceschini, E. Ober, R. Schaub and J. Schulze-Aurich. 2014. Understanding the impact of crop and food production on the water environment-using sugar as a model. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94: 2-8.
9. ICUMSA (International Commission for Uniform Methods in Sugar Analysis). 2009. ICUMSA Methods Book and ICUMSA Supplement. In: H. C. S. Whalley (ed.), Elsevier publishing company, Amsterdam, London, New York.
10. Jafarikouhini, N., S. A. Kazemeini and T. R. Sinclair. 2020. Sweet corn nitrogen accumulation, leaf photosynthesis rate, and radiation use efficiency under variable nitrogen fertility and irrigation. *Field Crops Research* 257:107913.
11. Knox, J. W., J. A. Rodríguez Díaz, D. J. Nixon and M. Mkhwanazi. 2010. Climate change impacts on water use and productivity of sugarcane in Swaziland. *Agricultural Systems* 103: 63-72.
12. Koochekzadeh, A., G. Fathi, M. H. Gharineh, S. A. Siadat, S. Jafari and Kh. Alami-Saeid. 2013. Effect of the rate and split application of urea fertilizer on qualitative and quantitative yields of sugarcane ratoon. *Journal Plant Production* 36: 119-129. (In Farsi).
13. Kumawat, P. D., D. J. Kacha and N. U. Dahima. 2016. Effect of crop geometry and drip irrigation levels on sugarcane in South Saurashtra region of India. *Indian Journal of Agricultural Research* 50: 366-369.
14. Kusangaya, S., M. L. Warburton, E. Archer Van Garderen and G. P. W Jewitt. 2014. Impacts of climate change on water resources in Southern Africa: a review. *Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C* 67: 47-54.
15. Lemerle, D., G. S. Gill, C. E. Murphy, S. R. Walker, R. D. Cousens, S. Mokhtari, S. J. Peltzer, R. Coleman and D. J. Luckett. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Australian Journal of Agricultural Research* 52: 527-548.
16. Lorzadeh, S., H. Nadian, A. Bakhshandeh, G. Nourmohammadi and F. Darvish. 2002. Effects of different levels of soil compaction on yield, yield components and sucrose in sugarcane cv. cp 48-103, in Khuzestan, Iran. *Iranian Journal of Crop Science* 1: 36-48. (In Farsi).
17. Moemeni, F., M. Ghobadi, S. Jalali-Honarmand and P. Shekaari. 2013. Effect of supplementary irrigation on growth analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Science* 5: 1595-1600.
18. Namdarian, D., A. Naseri, S. B. Nasab and M. P. Almani. 2020. Effect of subsurface drip and furrow irrigation system on growth and yield indices in sugarcane cultivation. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 51: 1515-1527. (In Farsi).
19. Oliveira, R. C., N. F. Cunha, N. F. da Silva, M. B. Teixeira, F. A. L. Soares and C. Megguer. 2014. Productivity of

fertirrigated sugarcane in subsurface drip irrigation system. *African Journal of Agricultural Research* 9: 993-1000.
20. Olivier, F. C. and A. Singels. 2015. Increasing water use efficiency of irrigated sugarcane production in South Africa through better agronomic practices. *Field Crops Research* 176: 87-98.
21. Rajanna, M. P. and V. C. Patil. 2003. Effect of fertigation on yield and quality of sugarcane. *Indian Sugar* 52: 1007-1011.
22. Rajcan, I. and C. J. Swanton. 2001. Understanding maize–weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71: 139-150.
23. Ramesh, P. 2000. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. *Journal of Agronomy and Crop Science* 185: 83-89.
24. Renton, M. and B. S. Chauhan. 2017. Modelling crop-weed competition: why, what, how and what lies ahead? *Crop Protection* 95: 101-108.
25. Ruxton, C. H., E. J. Gardner and H. M. McNulty. 2010. Is sugar consumption detrimental to health? A review of the evidence 1995–2006. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50: 1-19.
26. Schmidt, E. J. 1997. Impacts of sugarcane production on water resources. Proc. S. *African Sugar Technology Associate* 71: 73-75.
27. Sheini Dashtegol, A., A. A. Naseri and S. Boroomand Nasab. 2020. Effects of subsurface drip irrigation and furrow irrigation management on growth variables and root distribution in sugarcane cultivation. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 14: 535-547. (In Farsi).
28. Sinclair, T. R., R. A. Gilbert, R. E. Perdomo, J. M. Shine Jr, G. Powell and G. Montes. 2004. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. *Field Crops Research* 88: 171-178.
29. Singh, R. D., P. N. Singh and K. Abhay. 2006. Evaluation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) genotypes under variable water regimes. *Indian Journal of Crop Science* 1: 142-145.
30. Wiedenfeld, R. P. 2000. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. *Agricultural Water Management* 43:173-182.
31. Yan, G., R. Hu, J. Luo, M. Weiss, H. Jiang, X. Mu, D. Xie and W. Zhang. 2019. Review of indirect optical measurements of leaf area index: Recent advances, challenges, and perspectives. *Agricultural and Forest Meteorology* 15: 390-411.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 12, No. 3, Fall 2022, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Evaluation of Growth Indices in Different Irrigation Systems and Weed Control Treatments and Correlation of Quantitative and Qualitative Traits of Sugarcane (*Saccharum officinarum*)

M. Fazli[1], A. Zare[2*], A. Siahpoosh[2] and E. Elahifard[2]

(Received: March 12-2022; Accepted: June 19-2022)

Abstract

In order to evaluate the growth indices of sugarcane in different irrigation systems, weed control treatments and correlative associations with quantitative and qualitative traits of sugarcane, an experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design (RCBD) with three replications in 2020 at Sugarcane Development Research and Training Institute of Khuzestan, Ahwaz, Iran. The five irrigation systems were surface irrigation, subsurface irrigation with a flow rate of 2.3 L/hour, subsurface irrigation with a flow rate of 3.6 L/hour, sprinkler irrigation and furrow or conventional irrigation as the main plot and weed control treatments were (weed interference (no weeds control) throughout the season (Weedy treatment), weed control in total period of season (weed free treatment) and cultivation (twice) as the subplot. The highest crop growth rate (CGR), dry matter and height were observed in sprinkler and subsurface irrigation with a flow rate of 3.6 L/hour and the lowest in furrow irrigation. Growing degree day (GDD) required to reach 50% of dry matter were determined for sprinkler irrigation (1894), subsurface irrigation with flow rate of 3.6 L/hour (1762), subsurface irrigation with flow rate of 2.3 L/hour (1538), surface irrigation (1494) and furrow irrigation (1474 degrees of growth day). Also, growth indices in weedy treatment was lower than the both treatments weed free and cultivation. Correlation analyses indicated that sugarcane quality traits were not closely associated with growth indices and sugarcane quantitative traits. However, a positive correlation was observed between quantitative traits of sugarcane such as height, internode length, number of internodes, cane yield, sugar yield, dry matter and crop growth rate and a negative correlation was observed between cane yield with stem diameter and weeds biomass. According to the results, both systems of sprinkler irrigation and subsurface irrigation with a flow rate of 3.6 L/hour seem to be suitable for sugarcane production in Khuzestan in the first ratoon.

Keywords: Cane yield, Crop growth rate, Dry matter, Leaf area index, Weeds biomass

1. Graduated M.Sc. Student in Weed Science, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, Khuzestan, Iran.
2. Assistant Professors, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, Khuzestan, Iran.

*: Corresponding Author, Email: ahmadzare@asnrukh.ac.ir