

بررسی روند افزایش ارتفاع کاهو (*Lactuca sativa.l*) و کارایی مصرف آب تحت تیمارهای دور آبیاری و سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای

علیرضا هوشمندزاده^{۱*}، عبدالرحیم هوشمند^۲، سعید برومندنسب^۳ و ناصر عالم زاده انصاری^۴

* نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز Alireza.water@yahoo.com

۲- دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- دانشیار گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۵

چکیده

کاهویچ اهوازی (اصلاح شده) با نام علمی *Lactuca Sativa* واریته Romaine یا Cos یکی از بیشترین عملکردها را در بین تیپ های مختلف کاهو در کشور دارا می باشد. در این پژوهش عملکرد گیاه کاهو تحت تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. روش آماری پژوهش طرح فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی می باشد که در آن فاکتور اصلی دور آبیاری شامل A1 و A2 (۱ روز و ۲ روز) و فاکتور فرعی سطوح آبیاری می باشد که شامل B1 و B2 (۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه) می باشد. این آزمایش در چهار تکرار انجام گردید. برای این پژوهش تعداد چهار سکو در گلخانه اختصاص داده شد که هر سکو نقش یک تکرار را ایفا می کرد. هر بلوک آبیاری شامل یک ردیف محصول به تعداد ۱۲ بوته بود که به وسیله یک لترال نوار تیپ آبیاری قطره ای آبیاری می شد. برای آبیاری محصول از آبیاری قطره ای با نوار تیپ دریپ دار، با فاصله قطره چکان ۲۰ سانتی متر و قطر ۲۰ میلی متر استفاده شد. رطوبت روزانه خاک با دستگاه TDR اندازه گیری می شد. در این آزمایش ارتفاع کاهو در طول فصل رشد طی چند مرحله اندازه گیری شد و با رسم منحنی، رابطه ای بین افزایش ارتفاع گیاه و تعداد روز سپری شده از کاشت، با همبستگی بالا ارائه گردید. کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف ارزیابی شد و نتایج نشان داد که اختلاف معنی دار بین سطوح آبیاری وجود دارد به طوری که بهترین کارایی مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبیاری با دور ۲ روز به میزان ۲۵/۰۲ و کمترین در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری با دور ۱ روز به میزان ۱۶/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب اتفاق افتاد.

کلید واژه ها: کاهو، گلخانه، نوار تیپ، آبیاری قطره ای.

Evaluation of Increase Rate of the Lettuce Height (*Lactuca sativa.l*) and Irrigation Water Use Efficiency Under Different Irrigation Levels and Irrigation Frequency Using a Drip Irrigation System

A. Hooshmandzadeh¹, A. R. Hooshmand², S. Boroomand Nasab³ and N. Alamzadeh Ansari⁴.

1- MSc Students of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz

2- Associate Professor of Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz

3- Professor of Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz

4- Associate Professor of Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 7 October 2013

Accepted: 22 January 2014

Abstract

Lettuce of Ahvaz (modified) with a scientific name *Lactuca sativa* varieties Romaine or Cos has one of the highest yields among the different types of country. In this study, the lettuce yield under different

treatments was evaluated. The statistical method of this research is factorial design in a randomized complete blocks that major factor is irrigation frequency includes A1 and A2 (1 day and 2 days) and minor factor is irrigation regime that includes B1 and B2 (100% water requirement and 80% of the crop water requirement). This experiment was performed in 4 replicates. For this research, 4 chasis in the greenhouse is devoted that plays a role of replicate. Each block consists of the 12 plants on a row crop that were irrigated by a drip irrigation lateral tape type. For irrigate the crops was used the drip irrigation with tape type, emitters spaced 20 cm diameter of 20 mm. Soil moisture was measured with TDR device. In this experiment, lettuce height was measured during the growing season and the relationship between plant height and number of days were presented with a high correlation. Also water use efficiency was measured. Results showed that irrigation frequency under greenhouse conditions did not cause significant difference on the water use efficiency. Reduction the amount of irrigation water caused that water use efficiency increased significantly. So that the best water use efficiency was happened in the treatment of 80% water requirement with irrigation frequency 2 days to the amount 25.02 kg/m³ and the minimum water use efficiency was happened in the treatment of 100% water requirement with irrigation frequency 1 days to the amount 16.89 kg/m³.

KeyWords: Lettuce, Greenhouse, Tape, Drip irrigation.

مقدمه

استان خوزستان با سطح زیر کشت بیش از ۳۴۰۰ هکتار کاهو و با عملکرد سبز بیش از ۳۱ تن در هکتار، جایگاه مطلوبی در کشور دارد. متوسط عملکرد کاهو در کشور معادل ۲۷ تن در هکتار می باشد. به خاطر بازارپسندی خوب، لطافت برگ‌ها و طعم خوب کاهویچ اهوازی علاوه بر تامین نیاز استان، به سایر استان‌ها صادر می گردد (طاووسی، ۱۳۸۹). همچنین استان خوزستان به عنوان یکی از قطب‌های تولید کاهو با کیفیت مرغوب، پتانسیل لازم را برای سرمایه گذاری و تأمین بخشی از نیازهای اقتصادی ساکنین روستاییان را دارا می باشد. لذا با توجه به شهرت کاهویچ خوزستان لازم است مطالعات بیشتری در مورد این محصول انجام پذیرد. همچنین در شرایط آب و هوایی ایران که در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد یکی از عمده ترین موانع افزایش تولید، مسائل مربوط به کمیت و کیفیت منابع آبی می باشد. روند رو به رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی نیازمند تامین آب شرب و بهداشت جامعه، امنیت غذایی، محیط زیست افراد، تأمین آب کشاورزی و صنعت که به عنوان ارکان حیات انسان‌ها است، می باشد. لذا به دلیل محدود و ثابت بودن مقدار آب تجدید شونده، رقابت بین مصرف کنندگان آب شرب، کشاورزی و صنعتی از یک سو و رقابت در سطح حوضه های آبریز از سوی دیگر در آینده می تواند تشدید شود و یا چالش های جدیدی را موجب شود. در این جهت لازم است تا در بخش کشاورزی تمهیداتی اتخاذ شود تا بتوان با صرف آب کمتر به محصول بهینه رسید یا اینکه با همان مقدار آب مصرفی محصول بیشتری تأمین کرد. آبیاری قطره ای به دلیل راندمان بالا و موضعی بودن پخش آب، یکی از این روش ها است که می تواند گام بلندی را در این راستا بردارد. همچنین میزان تبخیر و تعرق درون گلخانه ۸۰-۶۵ درصد نسبت به فضای باز می باشد. بحث کم آبیاری و به کارگیری سطوح آبیاری کمتر نیز می تواند در بالا بردن کارایی مصرف آب تأثیر

بالایی داشته باشد. شاهین رخسار و همکاران (۱۳۸۲)، تأثیر دور آبیاری را بر عملکرد رشد کاهو ارزیابی نمودند. دوره های آبیاری ۴، ۲ و ۱۲ بار در روز برای مقایسه انتخاب شد. نتایج نشان داد دور آبیاری ۴ بار در روز با ۴۶۶/۳۹ گرم بیشترین عملکرد وزن خشک گیاه و دور آبیاری ۱۲ بار در روز با ۳۸۶/۹۴ گرم کمترین عملکرد وزن خشک گیاه را دارا بودند. عزیزیان و همکاران (۱۳۸۷)، تأثیر دوره های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کادمیوم را بر گیاه کاهو ارزیابی کرد. دوره های آبیاری شامل ۲، ۱ و ۴ روز و سطوح کادمیوم ۰، ۱۰، ۵ و ۲۰ میلی گرم در لیتر بود. غلظت کادمیوم در کاهو و برداشت آن توسط گیاه با افزایش دور آبیاری و سطوح کادمیوم به ترتیب کاهش و افزایش یافت. در تحقیقی که در مشهد توسط کازرونی و همکاران (۲۰۱۲) بر جوانه زنی کاهو تحت تنش آبی و درجه حرارت های مختلف در شرایط آزمایشگاهی انجام شد (دما شامل ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی گراد و تنش شامل پتانسیل ۸-، ۶-، ۴-، ۲-، ۰- و ۱۰- بار بودند) نتیجه شد که کمترین و بیشترین درصد جوانه زنی به ترتیب در تیمارهای ۸- و ۰ بار و برای دما به ترتیب در ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد رخ داد.

بوزکورت و منصور اقلو (۲۰۱۱) در ترکیه اثر مقدار آب آبیاری و عمق نصب قطره چکان را بر عملکرد کاهو آزمایش کردند. تیمارهای آزمایش مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی براساس تبخیر از تشت کلاس A و همچنین نصب قطره چکان روی سطح زمین، در عمق ۱۰ سانتی متری زمین و ۲۰ سانتی متری زمین بود. محل نصب قطره چکان تأثیری بر پارامترهای کاهو به جز قطر مغز کاهو نداشت، بیشترین عملکرد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با عمق نصب قطره چکان ۱۰ سانتی متر ایجاد شد، همچنین کارایی مصرف آب با کاهش میزان آب آبیاری افزایش

یافت. در کالیفرنیا آزمایشی توسط گالاردو و همکاران^۱ (۱۹۹۶) در ارتباط با اثر تنش آبی (۸۷،۷۰،۵۵،۴۵ و ۱۰۰ درصد نسبت به FC) بر وزن تر و خشک کاهو انجام شد. نتایج گویای آن بود که وزن تر کاهو نسبت به وزن خشک حساسیت بیشتری نسبت به تنش آبی دارد و در تیمار ۴۵ درصد ظرفیت زراعی دارای کمترین عملکرد و طبیعتاً در آبیاری کامل بیشترین عملکرد به دست آمد. یازگان و همکاران^۲ (۲۰۰۸)، در ترکیه تأثیر سطوح مختلف آبیاری را بر عملکرد کاهو در شرایط کشت گلخانه ای بررسی کردند. سطوح آبیاری شامل ۷۵،۵۰،۲۵،۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس A با دور آبیاری ۲ روز بود. تحت این تیمارها، اجزای کاهو نظیر ارتفاع، تعداد برگ، قطر سر و وزن خشک اختلاف معنی دار با هم داشتند، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به سطوح ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد نیاز آبی با مقادیر به ترتیب ۱۵/۱ و ۱۲/۰۱ کیلوگرم در هکتار بود، بهترین کارایی مصرف آب در سطح آبیاری ۷۵ درصد به میزان ۲/۷ کیلوگرم به ازای مصرف هر میلی متر آب بود.

$$V_g = \frac{(FC - \theta) \times Z \times A \times P_w}{E_a} \quad (1)$$

V_g : حجم ناخالص آبیاری (لیتر)، FC : میزان رطوبت حجمی ظرفیت زراعی (اعشار)، θ : رطوبت حجمی خاک (اعشار)، Z : عمق توسعه ریشه (میلی متر)، A : مساحت هر کرت (مترمربع)، P_w : ضریب خیس خوردگی در آبیاری قطره ای (اعشار) و E_a : راندمان کاربرد آب می باشد که معادل ۹۰ درصد در نظر گرفته شد.

در رابطه (۱)، ضریب P_w با توجه به فاصله درپرها، دبی قطره چکان و بافت خاک، از جدول های معتبر سازمان نظام مهندسی کشور، برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شد (دارابی و رنجبری، ۱۳۸۷).

از آنجایی که از انتقال نشاء به گلخانه تا برداشت محصول کاهو دو ماه از اول دی تا آخر بهمن ماه به طول انجامید لذا نیاز آبی گیاه کاهو در این دو ماه به صورت میانگین روزانه هر ۱۰ روز در جدول (۱) ارائه گردیده است. نیاز آبی گیاه به کمک دستگاه TDR و رابطه (۱) به دست آمد.

آزمایش دبی قطره چکان ها قبل از شروع کشت انجام شد تا ضرایب مربوط به رابطه دبی و فشار به دست آید تا بتوان با اعمال فشار مناسب، دبی دلخواه را برقرار نمود. برای تعیین این ضرایب، در زیر هر قطره چکان یک ظرف قرار داده شد تا حجم آب ریخته شده در مدت زمان و فشار ایجاد شده برای هر قطره چکان تعیین شود سپس با تعیین دبی در مدت زمان معین، دبی برای هر فشار مشخص گردد. در رابطه بین دبی و فشار (رابطه ۲) ضریب k برابر با ۳ و X برابر با ۰/۴۵ به دست آمد. فشار مورد نیاز آبیاری برابر با ۰/۵ بار با دبی ۲/۲ لیتر در ساعت برای آزمایش مناسب تشخیص داده شد. فشار مورد نیاز با تنظیم فشارسنج به دست آمد.

در این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۸ درجه ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا می باشد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری و خاک مورد نظر در جدول های (۲) و (۳) ارائه شده است. تعداد چهار سکو به ابعاد ۱/۳ در ۳/۳ متر برای این پژوهش در نظر گرفته شد. با توجه به نوع نیاز، عرف منطقه در کشت گلخانه ای سبزیجات و همچنین موجودیت در بازار، سیستم نوار تیپ درپ دار با فاصله قطره چکان ۲۰ سانتی متر و ضخامت نوار ۱۷۵ میکرومتر و قطر ۲۰ میلی متر تهیه شد. بذور کاهو در تاریخ ۶ آبان ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز کاشته و هفت هفته پس از کشت نشاء یعنی در تاریخ ۱ دی ماه ۱۳۹۱ با رسیدن نشاءها به مرحله شش برگی و ارتفاع هشت سانتی متر به گلخانه مورد نظر با فاصله کشت ۲۷ سانتی متر در طول ردیف و فاصله ردیف ۳۵ سانتی متر انتقال داده شدند. تیمارهای مورد نظر دور آبیاری ۱ روز

در این تحقیق سعی شده است تا از سه راهکار ذکر شده یعنی سیستم قطره ای، کشت گلخانه ای و کاربرد سطوح آبیاری کمتر بتوان کارایی مصرف آب را تا حد امکان افزایش داد. لذا تحقیق حاضر در شرایط کشت گلخانه ای گیاه کاهو (*Lactuca sativa*) با به کار گیری دو دور آبیاری ۱ روز و ۲ روز و همچنین با سطوح ۸۰ درصد و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه توسط سیستم آبیاری قطره ای انجام می شود.

مواد و روش ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۸ درجه ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا می باشد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری و خاک مورد نظر در جدول های (۲) و (۳) ارائه شده است. تعداد چهار سکو به ابعاد ۱/۳ در ۳/۳ متر برای این پژوهش در نظر گرفته شد. با توجه به نوع نیاز، عرف منطقه در کشت گلخانه ای سبزیجات و همچنین موجودیت در بازار، سیستم نوار تیپ درپ دار با فاصله قطره چکان ۲۰ سانتی متر و ضخامت نوار ۱۷۵ میکرومتر و قطر ۲۰ میلی متر تهیه شد. بذور کاهو در تاریخ ۶ آبان ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز کاشته و هفت هفته پس از کشت نشاء یعنی در تاریخ ۱ دی ماه ۱۳۹۱ با رسیدن نشاءها به مرحله شش برگی و ارتفاع هشت سانتی متر به گلخانه مورد نظر با فاصله کشت ۲۷ سانتی متر در طول ردیف و فاصله ردیف ۳۵ سانتی متر انتقال داده شدند. تیمارهای مورد نظر دور آبیاری ۱ روز

1- Gallardo

2- Yazgan

معنی‌دار در کارایی مصرف آب می‌شود. کاهش ۲۰ درصدی سطح آبیاری سبب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب می‌شود به طوری که افزایشی برابر با ۲۴/۳ درصد داشته است. بیشترین مقدار کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی (B_2) با میانگین ۲۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار B_1 با میانگین ۱۷/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. لذا در وضعیتی که زارع با کم آبی یا قیمت بالای آب رو به رو باشد می‌تواند با بررسی‌های اقتصادی، میزان آب آبیاری را ۲۰ درصد کاهش دهد تا کارایی مصرف آب افزایش یابد.

به طور کلی بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار A_2B_2 به مقدار ۲۵/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار آن در تیمار A_1B_1 با میانگین ۱۶/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود. کاهش کارایی مصرف آب تیمارها نسبت به تیمار A_2B_2 به ترتیب برای تیمارهای A_1B_1 ، A_2B_1 و A_1B_2 برابر با ۳۱/۲۶، ۳/۴ و ۲۰/۱ درصد بود. شوری در تیمارهای با دور آبیاری ۲ روز (۴/۸۵ دسی زیمنس بر متر) کمتر از شوری در دور آبیاری ۱ روز (۷/۰۵ دسی زیمنس بر متر) بود. دلیل این امر این است که در دور آبیاری ۲ روز به دلیل اینکه در یک مرحله آب بیشتری به خاک داده می‌شود شوری خاک شسته می‌شود و اصلاح به عمق پایین تر می‌روند. همچنین در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد شوری خاک بیشتر (۶/۲۲ دسی زیمنس بر متر) است و شوری خاک در سطح ۸۰ درصد برابر با ۵/۶۸ دسی زیمنس بر متر است. علت افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب در دور آبیاری ۲ روز و سطح آبیاری ۱۰۰ درصد عبارت است از:

در سطح آبیاری ۸۰ درصد با توجه به کاهش مخرج کسر در رابطه مربوط به کارایی مصرف آب، کل کسر این رابطه افزایش یافته و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. همچنین افزایش دور آبیاری می‌تواند سبب مقاوم شدن گیاه در برابر تنش‌های اندک گردد و لذا عملکرد محصول بالا رفته و کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. مصرف آب بیشتر در هر مرحله از آبیاری (دور آبیاری بیشتر) سبب شستن شوری خاک به عمق‌های بیشتر می‌شود که نتیجه آن کاهش شوری خاک در منطقه ریشه می‌باشد و این کاهش شوری سبب افزایش محصول می‌شود و کارایی مصرف آب بالا می‌رود. در دور آبیاری بیشتر به دلیل وجود اکسیژن بیشتر در منطقه ریشه، گیاه رشد بیشتری خواهد داشت و کارایی مصرف آب بیشتر می‌شود.

$$Q = k \times h^x \quad (2)$$

در طول فصل رشد کاهو ها با گذشت سه هفته از انتقال نشاء، آفت شته در آنها دیده شد لذا سم شته کش کونفیدور برای آنها استفاده شد. همچنین با گذشت شش هفته از انتقال نشاء آفت سفیدک که برای کاهو معمول است بر روی برگ‌ها دیده شد که از قارچ کش استفاده شد. یکی از مزایای سیستم آبیاری قطره ای کاهش رشد علف‌های هرز می‌باشد. در این پژوهش نیز علف‌های هرز به میزان بسیار کم در سطح خاک دیده شد که به صورت دست چین و جبین شد.

برنامه ریزی آبیاری به این صورت بود که برای تیمار با دور آبیاری یک روز به طور روزانه و تیمار با دور آبیاری دو روز هر دو روز یک بار با استفاده از دستگاه TDR رطوبت روزانه خاک اندازه گیری و با استفاده از رابطه (۱) کمبود رطوبت خاک از حد FC تعیین و به همان میزان آبیاری هر تیمار انجام می‌شد. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری خاک از روش رینگ با حجم مشخص استفاده شد، برای شوری و pH هم ابتدا عصاره اشباع خاک گرفته شد و سپس از دستگاه‌های EC متر و pH متر برای اندازه گیری مقادیر آنها استفاده شد.

کود مصرفی براساس تحقیقات انجام شده در مقالات و پژوهش‌های مختلف کود ۲۰-۲۰-۲۰ NPK انتخاب شد که به میزان ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار به مرور در ۱۶ نوبت در اختیار گیاه قرار گرفت.

با توجه به طرح فاکتوریل با بلوک‌های کاملاً تصادفی، برای مقایسه اثر تیمارها از تحلیل واریانس دوطرفه در محیط برنامه SPSS استفاده و برای ترسیم نمودارها، نرم افزار اکسل^۱ به کار گرفته شد. برای انجام تحلیل واریانس، ابتدا نرمال بودن داده‌ها از روش کولمگرو^۲ بررسی شد و پس از اثبات نرمال بودن داده‌ها، فرض برابر بودن واریانس‌ها از روش آزمون لون^۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از این مراحل به تحلیل واریانس پرداخته و در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن^۴ انجام شد.

نتایج و بحث

اثر آبیاری بر کارایی مصرف آب

مشاهده جدول (۴) نشان می‌دهد که سطح آبیاری اثر معنی‌دار بر کارایی مصرف آب دارد و دور آبیاری و اثر متقابل تیمارها اختلاف معنی‌دار در نتایج ایجاد نمی‌کند ولی آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در جدول (۵) نشان داد که علاوه بر سطوح آبیاری، اثر متقابل تیمارها هم سبب ایجاد اختلاف

1-Excel

2-Kolmogorov-Smirnov

3-Leven's test

4-Duncan

علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره‌ی ۱ بهار ۹۴

جدول ۱- خصوصیات آب آبیاری

Mg(mg/L)	Ca(mg/L)	K(mg/L)	Na(mg/L)	pH	SAR	EC(ds/m)
۴/۵۸	۸/۴	۰/۰۷	۲/۶۸	۷/۳	۱/۰۵	۲/۷

جدول ۲- خصوصیات خاک مورد آزمایش

Mg(meq/L)	Ca(meq/L)	K(meq/L)	Na(meq/L)	FC(%)	Pb(g/cm ³)	pH	SAR	EC(ds/m)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت
۴/۴	۱۳/۸	۰/۲۵	۴/۰۳	۱۹	۱/۶۲	۷/۶	۱/۳۳	۳/۲	۱۳	۹	۷۸	لوم شنی

جدول ۳- میانگین ۱۰ روزه نیاز آبی کاهو

ماه	دهه	نیاز آبی (میلی متر بر روز)
دی	۱	۱/۴۶
	۲	۱/۵۶
	۳	۲/۰۸
بهمن	۱	۲/۵۹
	۲	۱/۲
	۳	۱/۲۱

جدول ۴- تحلیل واریانس

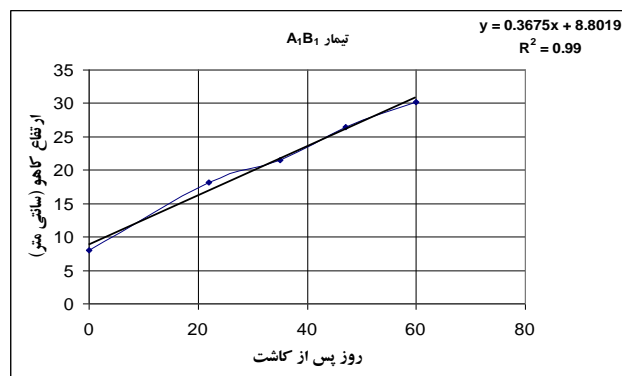
منبع تغییر	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک بوته	کارایی مصرف آب
تکرار	۳	۶۵/۷۳ ^{ns}	۰/۶۵۳ ^{ns}	۱۸/۰۱ ^{ns}
دور آبیاری عامل A	۱	۳۴/۱۵ ^{ns}	۱ ^{ns}	۲۸/۲۳ ^{ns}
سطح آبیاری عامل B	۱	۸۰۹/۹ ^{ns}	۰/۹۸۳ ^{ns}	۱۱۹/۵۹ [*]
AXB	۱	۶۳/۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۲۲/۶۳ ^{ns}
خطا	۹	۷۵۶/۰۴	۲/۶	۱۳/۰۴
ضریب تغییرات(%) (CV)		۱۱/۲۷	۱۱/۶۳	۱۸/۲۷

ns: فاقد اثر معنی دار، *: معنی دار در سطح پنج درصد

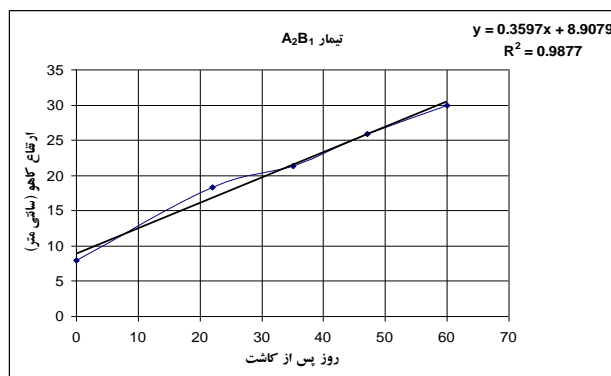
هوشمند زاده و همکاران: بررسی روند افزایش ارتفاع کاهو (*Lactuca sativa.l*) و کارایی و...

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر وزن تر، خشک و کارایی مصرف آب

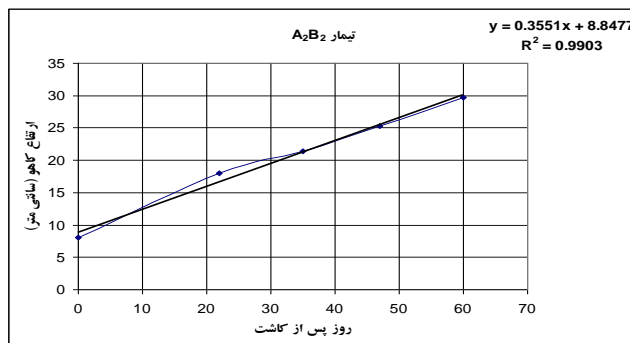
کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن خشک بوته (گرم)	وزن تر (گرم)	آزمایشی تیمارهای
۱۸/۴۴ a	۱۳/۶۱ a	۲۴۲/۳۹ a	A ₁
a	a		دور آبیاری
۲۱/۱ a	۱۴/۱۱ a	۲۴۵/۳۱ a	A ₂
۱۷/۰۳ b	۱۴/۱۱ a	۲۵۰/۹۶ a	B ₁
۲۲/۵ a	۱۳/۶۱ a	۲۳۶/۷۴ a	B ₂
۱۶/۸۹ b	۱۳/۸۴ a	۲۵۱/۴۹ a	A ₁ B ₁
۱۷/۱۷ b	۱۴/۳۸ a	۲۵۰/۴۴ a	A ₂ B ₁
۱۹/۹۸ ab	۱۳/۳۸ a	۲۳۳/۲۹ a	A ₁ B ₂
۲۵/۰۲ a	۱۳/۸۴ a	۲۴۰/۱۸ a	A ₂ B ₂



شکل ۱- افزایش ارتفاع کاهو نسبت به زمان برای تیمار A₁B₁



شکل ۲- افزایش ارتفاع کاهو نسبت به زمان برای تیمار A₂B₁



شکل ۳- افزایش ارتفاع کاهو نسبت به زمان برای تیمار A_2B_2

بیشترین وزن خشک ($14/38$ گرم) و تیمار A_1B_2 دارای کمترین وزن خشک بوته ($13/38$ گرم) بودند که تیمارهای A_1B_2 ، A_1B_1 و A_2B_2 کاهش وزن خشک به مقدار $6/3$ ، $9/7$ و $3/8$ درصد داشته اند ولی این تیمار از نظر رتبه در یک گروه قرار گرفتند و اثر معنی دار بر وزن خشک گیاه نداشتند.

وزن خشک بوته با افزایش دور آبیاری افزایش می یابد. افزایش آب آبیاری نیز سبب افزایش وزن خشک گیاه می شود که دلیل آن می تواند انتقال مواد بیشتر توسط آب باشد. در شرایط خشکی، به علت بسته بودن روزنه ها و کاهش جذب CO_2 ، ماده خشک کمتری تولید می شود (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). وزن خشک کاهو نسبت به کاهش ۲۰ درصدی مقدار آب آبیاری حساسیت کمی نشان داد و اختلاف معنی دار ایجاد نکرد.

کیزیل و همکاران^۱ (۲۰۱۲) در ترکیه بر عملکرد کاهو در شرایط گلخانه ای با سطوح آبیاری ۶۶،۳۳ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تحقیقی انجام دادند. در این تحقیق نیاز آبی روزانه گیاه توسط دستگاه اسپکترو رادیومتر که به صورت دست ساز بود برآورد می شد. نتایج نشان داد که وزن تر گیاه، تعداد برگ و اندازه قطر بوته ها با افزایش تنش به طور معنی دار کاهش یافت. این نتایج خلاف نتایج تحقیق حاضر بود. کرم و همکاران^۲ (۲۰۰۲) در لبنان اثر سطوح آبیاری مختلف شامل ۸۰، ۶۰ و ۱۰۰ تبخیر و تعرق از لایسیمتر را بر عملکرد کاهو مشاهده کردند. برداشت محصول ۷۰ روز پس از کاشت آن انجام شد. نتایج نشان داد که تحت تنش های آبیاری، تعداد برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد دارند. نتایج حاکی از کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصدی وزن تر کاهو در شرایط اعمال تنش بود. کاپرا و همکاران^۳ (۲۰۰۸) در سیسیل ایتالیا، عملکرد کاهو را تحت سطوح مختلف آبیاری (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) مورد بررسی قرار دادند. نیاز آبی روزانه را با ترکیب تشت تبخیر و رابطه پنمن مونتیث اندازه گیری کردند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد کاهو در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بوده که مشابه نتایج این تحقیق می باشد.

در بررسی تأثیر تیمارهای دور آبیاری بر وزن تر کاهو طبق جدول (۵) بیشترین وزن تر کاهو مربوط به تیمار ۲ روز (A_2) با میانگین $245/31$ گرم به ازای هر بوته بود و دور آبیاری ۱ روز (A_1) کاهش وزن تر به میزان $3/49$ درصد را داشت اما هر دو تیمار از نظر رتبه در یک گروه قرار گرفتند و این بدان معنی است که دور آبیاری بر عملکرد وزن تر محصول اثر معنی دار ندارد. تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد وزن تر گیاه اختلاف معنی دار را نشان نمی دهد و تیمارهای B_1 و B_2 در یک گروه قرار گرفتند. تیمار B_1 عملکرد بهتری ($245/32$ گرم به ازای هر بوته) نسبت به تیمار B_2 داشت و کاهش محصول به ازای اعمال آب آبیاری کمتر به میزان $3/7$ درصد بوده است.

اثر متقابل تیمارها نیز بر وزن تر محصول اختلاف معنی دار ایجاد نکرد و چهار تیمار در یک گروه قرار گرفتند. تیمار A_2B_1 دارای میانگین بیشترین وزن تر معادل $250/44$ گرم بود و تیمارهای A_1B_2 ، A_1B_1 و A_2B_2 با کاهش وزن تر معادل $7/4$ ، $4/5$ و درصد نسبت به تیمار A_2B_1 رو به رو شدند.

تنش خشکی در مرحله رشد رویشی از طریق کاهش سطح برگ باعث کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد گیاه می شود (علیزاده، ۱۳۸۸) اما نتایج نشان می دهد که گیاه کاهو نسبت به این مقدار تنش حساسیت زیادی نشان نمی دهد.

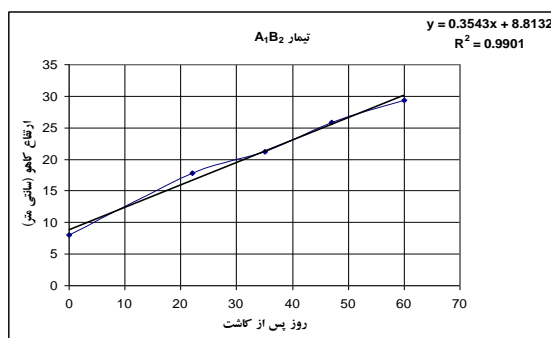
در بررسی تأثیر تیمارهای دور آبیاری بر وزن خشک کاهو طبق جدول (۵) بیشترین وزن خشک کاهو مربوط به تیمار ۲ روز (A_2) با میانگین $14/11$ گرم به ازای هر بوته بود و دور آبیاری ۱ روز (A_1) کاهش وزن تر به میزان $3/5$ درصد را داشت. اما هر دو تیمار از نظر رتبه در یک گروه قرار گرفتند و این بدان معنی است که دور آبیاری بر عملکرد وزن تر محصول اثر معنی داری در سطح پنج درصد ندارد.

تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد وزن خشک گیاه اختلاف معنی دار را نشان نمی دهد و تیمارهای B_1 و B_2 در یک گروه قرار گرفتند. تیمار B_1 عملکرد بهتری ($14/11$ گرم به ازای هر بوته) نسبت به تیمار B_2 داشت و کاهش محصول به ازای اعمال آب آبیاری کمتر به میزان $3/5$ درصد بوده است.

مقایسه اثر متقابل دور آبیاری و سطح آبیاری بر میانگین وزن خشک بوته در جدول (۵) نشان می دهد که تیمار A_2B_1 دارای

1- Kizil
2- Karam
3- Capra

هوشمند زاده و همکاران: بررسی روند افزایش ارتفاع کاهو (*Lactuca sativa.l*) و کارایی و...



شکل ۴- افزایش ارتفاع کاهو نسبت به زمان برای تیمار A_1B_2

نتیجه گیری

رابطه بین ارتفاع بوته و روزهای پس از کاشت، تحت اثر متقابل تیمارهای مختلف نشان داد که در ۹۹ درصد حالات (برای تیمار A_1B_1) و در ۹۸/۷۷ درصد حالات (برای تیمار A_2B_1) و در ۹۹/۰۳ درصد حالات (برای تیمار A_2B_2) و در ۹۹/۰۱ درصد حالات (برای تیمار A_2B_1) تغییرات ارتفاع با تغییرات روز همبستگی معقولی دارد و از رابطه خطی پیروی می کند. کاهو تحت تنش آبی ۲۰ درصد و دوره های آبیاری ۱ روز و ۲ روز حساسیتی از نظر وزن تر و وزن خشک از خود نشان نداد. از نظر بهترین کارایی مصرف آب با در نظر گرفتن عملکرد محصول مناسب، تیمار A_2B_2 یعنی دور آبیاری ۲ روز و سطح ۸۰ درصد نیاز آبی، بهترین عملکرد را داشت که ضمن کاهش عملیات آبیاری، در مصرف آب و هزینه انرژی نیز صرفه جویی می گردد.

تشکر و قدردانی

از دکتر محمدرضا سیاهپوش به دلیل راهنمایی در تحلیل های آماری تشکر و قدردانی می شود.

روند افزایش ارتفاع گیاه در طول فصل رشد

در هنگام نشاء کاری، ارتفاع متوسط کاهوها ۸ سانتی متر بود. در طول فصل رشد در سه مرحله ارتفاع بوته ها به ترتیب پس از گذشت ۳۵، ۴۷ و ۶۰ روز از انتقال نشاء به گلخانه اندازه گیری شد. همچنین در پایان فصل یعنی ۶۰ روز پس از انتقال نشاء ارتفاع بوته ها اندازه گیری و ثبت شد. شکل های (۱) تا (۴) روند افزایش ارتفاع کاهو را در طول فصل رشد برای بررسی اثر متقابل تیمارهای مختلف، نشان می دهد. از این معادله ها می توان جهت پیش بینی روند رشد ارتفاع کاهو در شرایط مشابه استفاده نمود. همان طور که در شکل های (۱) تا (۴) مشاهده می شود، افزایش ارتفاع در طول فصل رشد روندی نسبتاً خطی را طی می کند. در این شکل ها رابطه ای با ضریب اطمینان بالا جهت تخمین ارتفاع کاهو برای هر تیمار ارائه گردیده است. بالا بودن این ضریب برای تیمارها، نشان دهنده وجود همبستگی بالا بین ارتفاع بوته و روزهای سپری شده از کشت است. رابطه رگرسیون خطی ایجاد شده برای چهار تیمار به ترتیب دارای ضرایب ۰/۹۹، A_1B_1 ، A_2B_1 ، A_2B_2 و ۰/۹۹۰۱ برای تیمار A_1B_2 می باشد.

منابع

- ۱- دارابی، م. و ر. رنجبری. ۱۳۸۷. خردآبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک، راهنمای برنامه و طرح. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس، شماره انتشار ۱۱۹.
- ۲- شاهین رخسار، پ.، داوری، ک.، قهرمانی، ب و ن. سیاری. ۱۳۸۶. تأثیر دور آبیاری و بستر بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد کاهو (Parris Island) در کشت بدون خاک (کیسه ای). اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه ای. مهر ماه، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳- طاووسی، م. ۱۳۸۹. مشکلات و راهکارهای تولید بذر مطلوب کاهو. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. نشریه شماره ۲۰۸.
- ۴- عزیزیان، ا.، امین، س.، مفتون، م. و م. نوشادی. ۱۳۸۷. واکنش کاهو به سطوح کادمیوم و دوره های مختلف آب آبیاری. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.
- ۵- عزیززاده، ا. ۱۳۸۸. رابطه آب و خاک و گیاه. دانشگاه امام رضا، چاپ هشتم.
- ۶- کوچکی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. نشر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

- 7- Bozkurt, S. and G. S. Mansuroglu. 2011. The effects of drip line depths and irrigation levels on yield, quality and water use characteristics of lettuce under greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 1(17): 3370- 3379.
- 8- Capra, A., Consoli, S., Russo, A. and B. Scicolone. 2008. Integrated agro-economic approach to deficit irrigation on lettuce crops in sicily (Italy) . *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134: 437- 445.
- 9- Gallardo, M., Jackson, L. E., Schulbach, K., Snyder, R.L., Thompson. R. B and L.J. Wyland. 1996. Production and water use in lettuces under variable water supply. *Irrigation Science*, 16: 125– 137.
- 10- Karam, F., Mounzer, o., Sarkis, F. and R. Lahoud. 2002. Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 4(2):70-76.
- 11- Kazerooni Monfared, E., Rezvani Moghaddam., P. and M.Nassiri mahallati. 2012. Modeling the effects of water stress and temperature on germination of *Lactuca serriola* L. seeds. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (9): 1957-1965.
- 12- Kizil, U., Genc, L., Inalpulat, M., Sapolyo, D. and M.Mirik. 2012. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield prediction under water stress using artificial neural network (ANN) model and vegetation indices. *Žemdirbystė Agriculture*, 99(4): 409–418.
- 13- Yazgan, S., Ayas, S., Demirtas, C., Buyukcangaz, H. and B.N.Candogan. 2008. Deficit irrigation effects on lettuce (*Lactuca sativa* var. Olenka) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(2) : 357 - 361 .