

## تغییرات ویژگی‌های کیفی سیر سفید همدان در زمان‌های قطع و سطوح مختلف آبیاری در مدت نگهداری و رابطه آن با کارایی مصرف آب

سیدمعین‌الدین رضوانی<sup>1\*</sup>، فریبا بیات<sup>2</sup> و علی‌احسان نصرتی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1394/7/6 تاریخ پذیرش: 1394/12/12

### چکیده

پژوهش حاضر به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به مدت سه سال در همدان اجرا شد که در آن مقادیر مختلف آب آبیاری به عنوان عامل اصلی (در سطوح 75، 100 و 125 درصد نیاز آبی) و زمان‌های قطع آبیاری به عنوان کرت فرعی (زمان رایج قطع آبیاری در منطقه، یک هفته قبل و یک هفته بعد از زمان معمول منطقه) در 3 تکرار به اجرا درآمد. 20 روز پس از قطع آبیاری هر تیمار، سوخ‌ها برداشت شد و اثر سطوح مختلف و زمان‌های قطع آبیاری بر برخی عوامل کیفی و عمر انباری سیر در مدت شش ماه نگهداری، اندازه‌گیری و رابطه عوامل رنگ، درصد فساد و افت وزنی سوخ‌های سیر در انتهای مدت انبارداری با کارایی مصرف آب تعیین شد. نتایج نشان داد در طول مدت نگهداری در انبار، مقادیر پیرووات، تغییرات رنگ، افت وزنی و فساد، افزایش معنی دار و درصد رطوبت سیرچه‌ها کاهش معنی‌داری داشت. تاخیر در قطع آبیاری سبب افت ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و نیز افزایش افت وزنی و فساد سوخ‌های سیر در مدت نگهداری در انبار شد. تغییرات رنگ در قطع‌های دیرتر آبیاری کاهش یافت ولی این کاهش معنی دار نبود. مقادیر آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عوامل کیفی سوخ‌های سیر نشان نداد. با افزایش کارایی مصرف آب، کاهش در مقادیر افت وزنی، فساد و تغییرات رنگ سوخ‌های سیر مشاهده شد. در نتیجه، آبیاری 75 درصد نیاز آبی با بالاترین کارایی مصرف آب و تاریخ قطع یک هفته زودتر از زمان رایج منطقه مناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: افت وزنی، جوانه زنی، رژیم آبیاری، سیر، کیفیت

### مقدمه

تیوسولفونات‌ها<sup>8</sup>، اسیدپیروویک<sup>9</sup> و آمونیاک<sup>10</sup> را تشکیل می‌دهد (Whitaker, 1976). این محصول از نظر اقتصادی دارای اهمیت است و پتانسیل بالایی برای مصرف داخلی و به‌ویژه صادرات به خارج از کشور را دارد به شرط آن که از مدیریت مناسبی در مراحل برداشت و پس از آن برخوردار شود. بخش قابل توجهی از سیر تولیدی به دلیل مشکلاتی از قبیل نبود مدیریت صحیح زراعی از جمله مدیریت آبیاری، زمان مناسب برداشت و عدم رعایت اصول درست عملیات پس از برداشت، قابلیت بازاریابی خود را از دست داده و ارزش اقتصادی آن کاهش می‌یابد (رضوانی و همکاران، 1390).

در ارتباط با مقدار آب مورد نیاز و مدیریت آبیاری سیر منابع مطالعاتی کمی موجود است (Hanson et al., 2003). مدیریت آبیاری سیر و حساسیت آن به تنش رطوبتی نشان می‌دهد که کمبود رطوبت خاک در هر دوره، به ویژه در طول دوره تشکیل سوخ، عملکرد را کاهش می‌دهد. از طرفی آبیاری در زمان برداشت سیر بهتر

سیر افزون بر خواص خوراکی، اهمیت دارویی نیز دارد. خواص دارویی آن مربوط به ترکیب گوگردداری به نام آلی سین<sup>4</sup> یا دی‌آلیل تیوسولفینات<sup>5</sup> است که مسئول عطر و طعم سیر تازه است. این ترکیب از نظر بیولوژیکی فعال است و در حضور آنزیم آلکیل، سیستمین سولفو کسیدلیاز<sup>6</sup> (آلی‌ایناز<sup>7</sup> EC 4,4,1,4) ترکیب‌هایی مانند

1 و 2 - مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

3 - مربی پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

\* - نویسنده مسئول: (Email: moine.rezvani@gmail.com)

4- Allicin

5- Diallyl thiosulphinat

6- Alkyl cystein sulfoxide lyase

7- Alliinase

8- Thiosulphinates

9- Pyruvic acid

10- Ammonia

سطح 50، 75 و 100 درصد تبخیر، از تشتک با دوره آبیاری یک روز در میان در مقایسه با آبیاری سطحی (آبیاری تا 7 سانتی متر وقتی تبخیر جمعی از تشتک تبخیر به 50 میلی متر برسد) نشان داد که در آبیاری قطره‌ای با تبخیر و تعرق پتانسیل 100 درصد، قابلیت بازاریابی سودها افزایش یافت و سودهای بیش‌تری با ویژگی‌های مطلوب بازاریابی از نظر شکل ظاهری و اندازه تولید شدند. عملکرد و شاخص‌های رشد شامل طول بوته، تعداد برگ‌ها و ضخامت گردن نیز افزایش نشان داد (Sankar, et al., 2008).

در مطالعه دیگری برای تعیین ضریب گیاهی و آب مورد نیاز سیر از سامانه آبیاری سطحی، قطره‌ای و قطره‌ای زیر سطحی و 4 سطح آب آبیاری شامل 50، 75، 100 و 125 درصد از تبخیر و تعرق گیاهی استفاده شد. نتایج نشان داد مقدار مواد جامد محلول در سطوح 50 و 75 درصد به صورت معنی‌داری بالاتر از سطح آبیاری 100 درصد بود ولی بین مقدار مواد جامد محلول در آب سطوح 100 و 125 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میانگین مواد جامد محلول در سامانه آبیاری قطره‌ای زیر سطحی از دو سامانه دیگر بالاتر بود (2007 Ayars.,).

اثر دوره آبیاری با فواصل 10، 15، 20 و 25 روز و منابع پتاسیم (کلرید پتاسیم و سولفات پتاسیم) بر عملکرد، کیفیت و قابلیت انباری یک هم‌گروه (کلون) سیر مصری نشان داد که با آبیاری در فواصل زمانی 15 یا 20 روز و استفاده از سولفات پتاسیم، عملکرد و اجزای آن، کارایی مصرف آب، طول بوته، تعداد برگ‌ها، وزن برگ، وزن و قطر سوخ، تعداد سیرچه‌ها، ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و مقدار کربوهیدرات‌ها و قابلیت انباری سیر افزایش یافت (Ahmed., 2009).

اثر مقادیر مختلف آب آبیاری (75، 100 و 125 درصد تبخیر و تعرق پتانسیل) و زمان‌های مختلف قطع آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی سیر نشان داد که وزن و قطر سوخ در تاریخ‌های قطع دیرتر افزایش و تعداد پوسته سیر کاهش یافت. مقدار عملکرد در تیمارهای آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، می‌توان با آبیاری به اندازه 75 درصد نیاز آبی بدون دست دادن عملکرد، در مصرف آب صرفه جویی کرد. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به سطح تأمین 75 درصد نیاز آبی و قطع آبیاری اواخر خرداد تشخیص داده شد (رضوانی و همکاران، 1390). مطالعات نشان داد که مدیریت آبیاری (زمان قطع، حجم آب و دوره آبیاری) بر عملکرد و کیفیت پس از برداشت محصول سیر اثرگذار، است، بنابراین انجام مطالعه در رابطه با اثر مقادیر آب آبیاری و نیز زمان قطع آن روی کیفیت پس از برداشت سیر و عمر انباری آن هدف اصلی این پژوهش است.

است، قطع شود، زیرا این عمل موجب سهولت عملیات برداشت و کاهش سیاه شدن پوسته بیرونی سوخ‌های سیر می‌شود (Bodnar et al., 1990). قطع آبیاری سیر هم‌زمان با رسیدن فیزیولوژیکی سوخ‌ها، تشکیل سیرچه‌ها و زرد شدن برگ‌های پایینی یا برگ‌های خارجی است (Hannan and Sorensen., 2002; Karaye and Yakubu., 2006). بهترین عملکرد زمانی به دست می‌آید که رطوبت خاک در سراسر فصل زراعی نزدیک به ظرفیت مزرعه باشد. همچنین قطع آبیاری سه هفته قبل از برداشت، مانع از پوسیدگی ریشه، تغییر رنگ پوسته‌ی سوخ‌های سیر و نیز جدا شدن پوسته خارجی و نمایان شدن سیرچه‌ها می‌شود (Brewster and Robinowitch., 1990).

در آزمایش‌های الشابراوی تعداد آبیاری، بر عمر انباری سیر موثر بوده، به طوری که با افزایش تعداد آبیاری‌ها از 1 به 6 مرتبه، درصد آلودگی به کپک در سال اول زراعی 13/8 برابر و در سال دوم 10/1 برابر افزایش یافت (El-Shabrawy et al., 1987).

وزن و ماندگاری سوخ‌های بازاریابی با افزایش دوره آبیاری بر اساس 25، 50 و 75 میلی‌متر تبخیر و تعرق پتانسیل جمعی و عملکرد و ماندگاری آن‌ها با افزایش حجم آبیاری بر اساس سه حجم آبی 80، 100 و 120 درصد تبخیر و تعرق پتانسیل، افزایش نشان داد (Duranti and Barbieri., 1986). اثر دوره آبیاری یک، یک و نیم و دو هفته با قطع آبیاری در تاریخ‌های 12، 19 و 21 ماه می و 4 ماه ژوئن بر عملکرد کمی و کیفی سیر (واریته کالیفرنیا ایرلی<sup>1</sup>) نشان داد که بیش‌ترین عملکرد در آبیاری یک هفته و تاریخ قطع 12 ماه می است (Hanson et al., 2003). در آزمایش دیگری که طی 4 سال برای تعیین دوره و زمان مناسب قطع آبیاری در دو بافت خاک لومی - شنی و لومی - رسی انجام شد. عملکرد در خاک لومی - شنی وابستگی زیادی به آب کاربردی داشت و آبیاری با دوره یک هفته، برای جبران نقصان رطوبت خاک و جلوگیری از کاهش عملکرد ضروری بود. در خاکی با بافت لومی - رسی، عملکرد هنگامی که مقادیر آب آبیاری کم‌تر از پتانسیل آب مورد نیاز محصول بود، کاهش نیافت، زیرا گیاه سیر قادر بود برای جبران کم آبیاری، آب را جذب کند. زمان قطع آبیاری برای هر دو خاک در اواسط ماه می اتفاق افتاد. مقدار ماده خشک سیرچه‌ها در هر دو بافت خاک اختلاف معنی‌دار نداشتند (Hanson et al., 2002).

افزایش مقادیر آب آبیاری از 100 به 130 درصد تبخیر و تعرق پتانسیل، سبب افزایش غلظت آلبین می‌شود، البته در صورتی که کود نیتروژنه به صورت قابل ملاحظه روی غلظت آن اثرگذار نباشد (Cantwell., 2000).

بررسی خرد آبیاری با دو روش قطره‌ای و میکرواسپرنکلر در سه

## مواد و روش‌ها

سیر (*Allium sativum* L) مورد استفاده در این پژوهش، توده محلی سیر سفید همدان بود که به صورت طرح کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در 3 سال زراعی پیاپی (سال‌های 1384-1386) کشت شد. تیمارها شامل سطوح مختلف آب آبیاری به عنوان عامل اصلی در 3 سطح تأمین آب (معدل 75، 100 و 125 درصد تبخیر و تعرق گیاه سیر و اعمال ضریب گیاهی سیر و منظور کردن باران موثر) و زمان قطع آبیاری به عنوان عامل فرعی در 3 سطح شامل یک هفته قبل از زمان رایج منطقه، زمان رایج قطع آبیاری در منطقه و یک هفته پس از زمان معمول منطقه و در سه تکرار اجرا شد که در جدول 1 به تاریخ‌های دقیق قطع آبیاری اشاره شده است. سیرچه‌ها در نیمه دوم آبان ماه کشت شدند. طول ردیف‌های کاشت 25 متر و هر کرت اصلی دارای 9 خط کاشت بود. برای هر سطح فاکتور فرعی 3 خط کاشت، فاصله‌ی بین هر تیمار یک خط کاشت نشده است، فاصله‌ی بوته‌ها روی خط 10-7/5 سانتی‌متر، فاصله ردیف‌ها 50 سانتی‌متر، فاصله‌ی کرت‌های اصلی از یک‌دیگر 1 متر و فاصله تکرارها 2 متر در نظر گرفته شد. نیاز کودی بر اساس تجزیه‌ی خاک تعیین شد و در دوره داشت، عملیات زراعی شامل وجین و در صورت لزوم مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام شد. آبیاری با روش قطره‌ای نواری و در بهار پس از قطع بارندگی‌ها آغاز شد. برای آبیاری از نوارهای آبیاری تیپ با فاصله قطره‌چکان روی نوار 30 سانتی‌متر، آبدهی 4 لیتر در ساعت در متر طول و فشار کارکرد 1 بار استفاده شد و بنا به ماهیت آبیاری قطره‌ای، دوره آبیاری طرح آزمایشی 2 تا 3 روز در نظر گرفته شد. عمق آب آبیاری بر اساس محاسبه روزانه تبخیر و تعرق گیاه مرجع بین دو آبیاری با روش پنمن - مانیتیس محاسبه و پس از در نظر گرفتن ضریب گیاهی و راندمان 90 درصد حجم آب آبیاری محاسبه شد. حجم آب آبیاری با کنتورهای حجمی اندازه‌گیری و عملیات آبیاری در تمام تیمارها تا زمان اولین تاریخ قطع آبیاری یکنواخت بود.

بیست روز پس از قطع آبیاری و هم‌زمان با زرد شدن کامل برگ‌های سیر، محصول سیر از خط میانی هر تیمار با حذف یک متر از بالا و پایین برداشت شد. برای خشک شدن کامل پوسته‌ها و گردن، سوخ‌ها در مکانی سایه تا رسیدن رطوبت پوسته سیرچه‌ها به 20-23 درصد قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری عوامل کمی و کیفی، برگ‌های سیر تا فاصله 10 سانتی‌متری بالای گردن سوخ‌ها بریده و عوامل زیر روی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

1- رطوبت سیرچه: ورقه‌های سیر با ضخامت 2 تا 3 میلی‌متر به مدت 24 ساعت در آن با دمای 100 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Madamba et al., 1993).

2- اندازه‌گیری پیرووات کل و غیر آنزیمی: با معرف

دی‌نیتروفنیل‌هیدرازین<sup>1</sup> 0/25 گرم بر لیتر در اسید کلریدریک 1 مولار و در حضور محلول‌های استاندارد 1، 2، 3، 4 و 5 میکرومول بر میلی‌لیتر از پیرووات سدیم و در طول موج 515 نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر pharmacia biotech مدل Novaspec II ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد (Anthon and Barrett., 2003). برای اندازه‌گیری پیرووات پایه یا غیر آنزیمی، 30 گرم سیرچه با 30 میلی‌لیتر اسید تری کلرواستیک اسید به طور کامل مخلوط شد و پس از یک ساعت از کاغذ صافی عبور داده شده و مراحل بالا روی آن انجام شد. پیرووات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیر آنزیمی محاسبه شد (Bacon et al., 1999).

3- تغییر رنگ سیرچه: به 10 میلی‌لیتر از عصاره‌ی زیر صافی (تهیه شده برای اندازه‌گیری پیرووات)، 15 میلی‌لیتر اتانول 90 درصد افزوده، در سانتریفوژ Hermle مدل Z200A ساخت آلمان با 3500 دور در دقیقه به مدت 20 دقیقه قرار گرفت. مقدار جذب عصاره، در طول موج 420 نانومتر در حضور نمونه شاهد (10 میلی‌لیتر آب و 15 میلی‌لیتر اتانول 90 درصد) پس از 24 ساعت نگهداری در دمای 4 درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد (Katahira et al., 1998).

4- برای بررسی قابلیت نگهداری سوخ‌های سیر در انبار، پس از برداشت هر یک از تیمارها، سوخ‌ها درون جعبه‌های چوبی 3 کیلوگرمی بسته‌بندی شد و به مدت شش ماه در انباری که دمای آن با هوادهی در ساعات سردتر شبانه روز تا حد امکان کاهش می‌یافت و رطوبت نسبی آن با نم‌پاشی کف و دیواره‌های انبار بین 65-70 درصد تنظیم می‌شد، نگهداری شدند. هر ماه یک‌بار افزون بر فاکتورهای یاد شده در بندهای 2 تا 5، درصد سیرچه‌هایی که هرگونه علائم جوانه‌زنی، ریشه‌زنی، چروکیدگی و توخالی داشتند، برای هر تیمار اندازه‌گیری شدند. جوانه‌زنی و ریشه‌زنی بر اساس جوانه یا ریشه خارج شده از سیرچه به طول بیش از یک میلی‌متر در نظر گرفته شد. 2 کیلوگرم از سوخ‌های سیر از هر یک از تیمارها، هر ماه یک مرتبه وزن شد و درصد افت وزنی آن بر اساس اختلاف وزن نسبت به وزن اولیه آن محاسبه شد (Kwon et al., 1985). داده‌های به دست آمده در 3 سال اجرای طرح به صورت مرکب تجزیه و تحلیل آماری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مرکب، از آزمایش اسپلیت، اسپلیت پلات در زمان و مکان استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای SPSS 13، MSTATC و SigmaPlot 12.0 استفاده شد برای مقایسه میانگین‌های داده‌ها، اثرات متقابل با آزمون کم‌ترین تفاوت معنی‌دار یا LSD<sup>2</sup> و برای مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد استفاده شد.

1 - Dinitrophenyl hydrazine

2- Least Significant Difference

جدول 1- تاریخ‌های قطع آبیاری سیر در سه سال اجرای پروژه

| سال اجرای پروژه | تاریخ قطع اول (یک هفته قبل از زمان رایج) | تاریخ قطع دوم (زمان رایج قطع) | تاریخ قطع سوم (یک هفته بعد از زمان رایج) |
|-----------------|--|-------------------------------|--|
| 1384            | قطع آبیاری در منطقه) 1384/03/29          | آبیاری در منطقه) 1384/04/06   | قطع آبیاری در منطقه) 1384/04/14          |
| 1385            | 1385/03/21                               | 1385/03/29                    | 1385/04/5                                |
| 1386            | 1386/03/30                               | 1386/04/7                     | 1386/04/14                               |

## نتایج و بحث

به منظور بررسی و تعیین روابط رگرسیونی با تغییرات کمی و کارایی مصرف آب توده سیر سفید همدان در زمان‌های قطع و سطوح مختلف آبیاری از داده‌های تحقیق رضوانی و همکاران (1390) استفاده شد. روابط رگرسیونی با استفاده از داده‌های همه تیمارها در همه تکرارها گزارش شده است.

## ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیر

پیرووات ناشی از تخریب و تجزیه پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر در طول زمان نگهداری در انبار افزایش معنی‌دار داشت ( $p \leq 0.05$ ). این افزایش پس از 180 روز نگهداری، بین 32 تا 40 میکرومول بر گرم وزن تر سیر بود که با نتایج پژوهش‌هایی که روی تغییرات پیرووات در طول زمان نگهداری انجام شده است، مطابقت داشت (بیات، 1383 و Cantwell et al., 2003). اثر مقادیر آب آبیاری روی پیرووات سیر معنی‌دار نبود ولی کانتول (1999) افزایش تندی سیر را با افزایش حجم آب آبیاری گزارش نمود (Cantwell., 1999). تاخیر در آبیاری سبب افزایش معنی‌دار پیرووات به علت تخریب و تجزیه ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیر شد و اختلاف بین مقادیر پیرووات قطع‌های اول و دوم آبیاری معنی‌دار نبود.

(جدول 2). بنابراین با قطع زودتر آبیاری می‌توان مقدار بیش‌تری از ترکیب‌های عطر و طعم دهنده را در سوخ‌های سیر حفظ کرد که نتیجه مشابه نتایج تحقیق کانتول و همکاران است (Cantwell et al., 2000).

## تغییرات رنگ

میانگین تغییرات رنگ سیرچه‌ها نشان داد که در طول مدت نگهداری در انبار، تغییرات رنگ به صورت معنی‌دار افزایش یافته است و افزایش 90 روز پس از نگهداری در انبار مشاهده شد (جدول 3) که مشابه نتایج بیات و ذوالفقاریه (1390) بود. بین تغییرات رنگ سیرچه‌ها در مقادیر گوناگون آب آبیاری و زمان‌های مختلف قطع آبیاری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. رابطه خطی بین کارایی مصرف آب و رنگ سیرچه‌ها نشان داد که هر یک واحد افزایش کارایی مصرف آب، سبب 0/005 کاهش در جذب نور سیرچه‌ها شد (شکل 1)، یعنی با افزایش کارایی مصرف آب آبیاری، تغییر رنگ سیرچه‌ها کاهش یافت. به صورت مشاهده‌ای نیز در تیمار 75 درصد آب آبیاری با بالاترین کارایی مصرف آب، رنگ پوسته‌های بیرونی سیر سفیدتر و سیاه شدن رنگ پوسته‌های سوخ سیر کم‌تر مشاهده شد که این امر می‌تواند نقش موثری بر بازارپسندی و صادرات سیر داشته باشد.

جدول 2- مقایسه میانگین‌های پیرووات آنزیمی سیر (بر حسب میکرو مول بر گرم وزن تر) در سطوح و زمان‌های مختلف قطع آبیاری در طول مدت نگهداری در انبار<sup>1</sup>

| میانگین | قطع سوم آبیاری |        |        | قطع دوم آبیاری |         |         | قطع اول آبیاری |        |         | مدت نگهداری (روز) |
|---------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------|----------------|--------|---------|-------------------|
|         | % 125          | % 100  | % 75   | % 125          | % 100   | % 75    | % 125          | % 100  | % 75    |                   |
| 43/07g  | 43/99          | 44/66  | 44/74  | 41/19          | 39/30   | 46/80   | 43/52          | 41/28  | 42/19   | 0                 |
| 47/64f  | 51/91          | 49/18  | 50/76  | 49/96          | 46/57   | 45/46   | 44/43          | 45/54  | 44/94   | 30                |
| 53/31e  | 55/38          | 53/62  | 57/66  | 56/24          | 52/52   | 52/65   | 51/31          | 46/58  | 48/86   | 60                |
| 60/95d  | 61/87          | 64/04  | 61/23  | 60/09          | 62/52   | 59/78   | 58/21          | 60/73  | 60/13   | 90                |
| 66/40c  | 65/55          | 66/52  | 67/96  | 63/83          | 65/09   | 67/43   | 67/01          | 65/12  | 69/12   | 120               |
| 73/00b  | 72/54          | 76/19  | 78/94  | 70/92          | 73/14   | 68/11   | 73/73          | 67/84  | 75/56   | 150               |
| 80/33a  | 83/11          | 82/45  | 77/89  | 77/95          | 78/83   | 78/40   | 81/28          | 81/02  | 82/09   | 180               |
| -       | 62/05a         | 62/38a | 62/74a | 60/03ab        | 60/42ab | 59/80ab | 59/93ab        | 58/30b | 60/41ab | میانگین           |
| -       |                | 62/39a |        |                | 60/08b  |         |                | 59/55b |         | میانگین           |

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

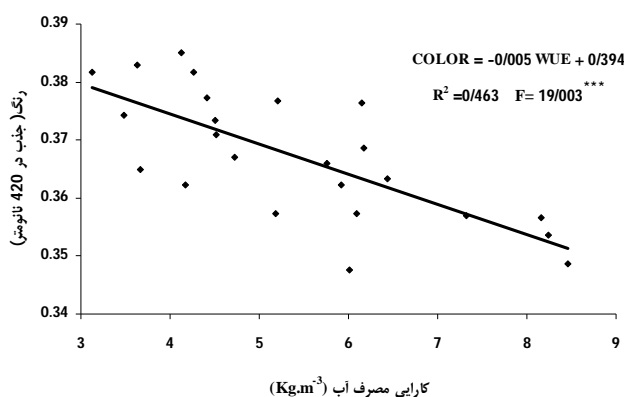
LSD= 3/795

جدول 3- مقایسه میانگین تغییرات رنگ سیرچه‌ها (بر اساس جذب نور در 420 نانومتر) در سطوح و زمان‌های گوناگون قطع آبیاری در طول مدت نگهداری در انبار<sup>1</sup>

| میانگین | قطع سوم آبیاری |        |         | قطع دوم آبیاری |        |        | قطع اول آبیاری |        |         | مدت نگهداری (روز) |
|---------|----------------|--------|---------|----------------|--------|--------|----------------|--------|---------|-------------------|
|         | % 125          | % 100  | % 75    | % 125          | % 100  | % 75   | % 125          | % 100  | % 75    |                   |
| 0/175c  | 0/169          | 0/157  | 0/160   | 0/171          | 0/157  | 0/148  | 0/210          | 0/217  | 0/182   | 0                 |
| 0/174c  | 0/159          | 0/155  | 0/256   | 0/148          | 0/154  | 0/151  | 0/182          | 0/179  | 0/176   | 30                |
| 0/172c  | 0/169          | 0/179  | 0/159   | 0/168          | 0/174  | 0/167  | 0/168          | 0/182  | 0/182   | 60                |
| 0/207c  | 0/198          | 0/201  | 0/197   | 0/199          | 0/204  | 0/198  | 0/189          | 0/286  | 0/194   | 90                |
| 0/277b  | 0/270          | 0/257  | 0/254   | 0/483          | 0/262  | 0/250  | 0/238          | 0/238  | 0/239   | 120               |
| 0/274b  | 0/270          | 0/257  | 0/278   | 0/276          | 0/271  | 0/284  | 0/271          | 0/268  | 0/287   | 150               |
| 0/363a  | 0/380          | 0/377  | 0/371   | 0/356          | 0/363  | 0/360  | 0/346          | 0/364  | 0/353   | 180               |
| -       | 0/231b         | 0/226b | 0/240ab | 0/207ab        | 0/226b | 0/223b | 0/229ab        | 0/248a | 0/230ab | میانگین           |
| -       |                | 0/232a |         |                | 0/236a |        |                | 0/236a |         | میانگین           |

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

LSD= 0/1409



شکل 1- رابطه رگرسیونی بین کارایی مصرف آب و تغییرات رنگ سیرچه‌ها پس از 6 ماه نگهداری در انبار

### رطوبت و افت وزنی

مقایسه میانگین رطوبت سیرچه‌ها نشان داد که درصد رطوبت از 120 روز پس از نگهداری در انبار به علت افت وزنی و خروج رطوبت در سطح احتمال 5 درصد کاهش معنی‌دار داشت. بین مقادیر رطوبت سیرچه‌ها در زمان‌های مختلف قطع آبیاری و مقادیر آب اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول 4). هنسون و همکاران نیز تفاوت معنی‌داری در مقدار مواد جامد محلول سیرچه‌ها در مقادیر مختلف آب آبیاری مشاهده نکردند (Hanson et al., 2002). آیارس نیز بین مقدار مواد جامد محلول سطوح 100 و 125 اختلاف معنی‌داری مشاهده نکرد ولی مقدار آن در سطوح 50 و 75 درصد به صورت معنی‌داری بیش‌تر بود (Ayars., 2007).

افت وزنی سوخ‌های سیر نیز در طول مدت نگهداری در انبار به علت خروج رطوبت و تنفس سوخ‌ها به صورت معنی‌دار افزایش یافت

(جدول 5). تاخیر در قطع آبیاری در همه سطوح آب آبیاری، سبب افزایش افت وزنی شد، به طوری که در قطع سوم و در سطوح 75، 100 و 125 درصد آب آبیاری، درصد افت وزنی به صورت معنی‌داری بیش از افت وزنی قطع آبیاری در زمان‌های اول و دوم آبیاری بود. رابطه خطی بین کارایی مصرف آب و افت وزنی نشان داد که با افزایش یک واحد کارایی مصرف آب، افت وزنی به صورت معنی‌داری در حد 0/5 درصد، در طول مدت نگهداری در انبار کاهش یافت (شکل 2). کانتول و همکاران نیز در تاریخ‌های قطع دیرتر، کاهش عمر انباری سیر و نرم شدگی بیش‌تر سیرچه‌ها را گزارش نمودند (Cantwell et al., 1999). احمد نیز افزایش قابلیت انباری سوخ‌ها را با افزایش کارایی مصرف آب مشاهده کرد که مشابه نتایج این مطالعه است (Ahmed., 2000).

جدول 4- مقایسه میانگین های درصد رطوبت سیرجه (بر مبنای تر) در سطوح و زمان های مختلف قطع آبیاری در طول مدت نگهداری در انبار<sup>1</sup>

| میانگین | قطع سوم آبیاری |          |        | قطع دوم آبیاری |        |          | قطع اول آبیاری |          |         | مدت نگهداری (روز) |
|---------|----------------|----------|--------|----------------|--------|----------|----------------|----------|---------|-------------------|
|         | % 125          | %100     | % 75   | % 125          | %100   | % 75     | % 125          | %100     | % 75    |                   |
| 62/59a  | 62/95          | 62/79    | 62/59  | 62/53          | 63/36  | 62/28    | 62/15          | 62/75    | 61/88   | 0                 |
| 62/45a  | 62/99          | 62/44    | 62/26  | 62/51          | 62/85  | 62/17    | 61/90          | 62/37    | 62/57   | 30                |
| 62/80a  | 62/16          | 62/05    | 62/89  | 63/29          | 62/97  | 63/74    | 63/18          | 61/96    | 62/94   | 60                |
| 62/36a  | 61/68          | 62/42    | 62/26  | 62/49          | 64/20  | 62/48    | 61/87          | 61/31    | 62/54   | 90                |
| 61/83b  | 62/46          | 61/18    | 61/30  | 62/14          | 62/08  | 60/76    | 62/02          | 61/96    | 62/59   | 120               |
| 61/48b  | 60/83          | 62/03    | 60/54  | 62/49          | 61/67  | 61/84    | 60/83          | 61/30    | 61/82   | 150               |
| 60/39c  | 60/24          | 60/73    | 59/20  | 60/05          | 60/31  | 59/75    | 59/93          | 61/52    | 61/75   | 180               |
| -       | 61/90abc       | 61/95abc | 61/58c | 62/21abc       | 62/49a | 61/86abc | 61/70bc        | 61/88abc | 62/30ab | میانگین           |
| -       | 61/81b         |          |        | 62/19a         |        |          | 61/69ab        |          |         | میانگین           |

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5% فاقد اختلاف معنی دار هستند.

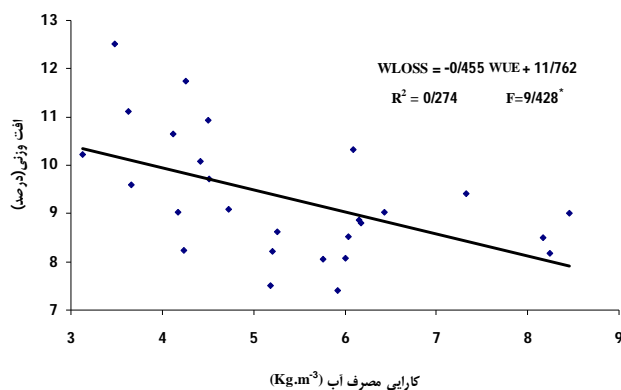
LSD= 1/344

جدول 5- مقایسه میانگین های درصد افت وزنی سیر در سطوح و زمان های قطع آبیاری در طول مدت نگهداری در انبار<sup>1</sup>

| میانگین | قطع سوم آبیاری |       |       | قطع دوم آبیاری |       |       | قطع اول آبیاری |       |       | مدت نگهداری (روز) |
|---------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------------------|
|         | % 125          | %100  | % 75  | % 125          | %100  | % 75  | % 125          | %100  | % 75  |                   |
| 0/00g   | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0                 |
| 1/24f   | 1/38           | 1/27  | 1/27  | 1/09           | 1/16  | 1/24  | 1/27           | 1/27  | 1/27  | 30                |
| 2/26e   | 3/07           | 2/92  | 2/49  | 2/06           | 1/93  | 2/19  | 1/90           | 1/90  | 2/06  | 60                |
| 3/91d   | 5/16           | 4/93  | 4/43  | 3/62           | 3/46  | 3/74  | 3/26           | 3/26  | 3/58  | 90                |
| 5/31c   | 6/68           | 6/63  | 6/05  | 5/12           | 4/74  | 5/12  | 4/65           | 4/43  | 4/79  | 120               |
| 7/17b   | 8/50           | 8/20  | 7/74  | 6/79           | 6/31  | 6/47  | 6/00           | 5/90  | 6/10  | 150               |
| 9/23a   | 11/13          | 10/86 | 10/19 | 8/92           | 8/62  | 8/74  | 8/26           | 8/14  | 8/56  | 180               |
| -       | 4/38a          | 4/21a | 3/91a | 3/34b          | 3/19b | 3/38b | 3/11b          | 3/07b | 3/22b | میانگین           |
| -       | 4/17a          |       |       | 3/30b          |       |       | 3/15b          |       |       | میانگین           |

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5% فاقد اختلاف معنی دار هستند.

LSD=0/1125



شکل 2- رابطه رگرسیونی بین کارایی مصرف آب و درصد افت وزنی سوخ-ها پس از 6 ماه نگهداری در انبار

**فساد**

مقایسه میانگین مقادیر فساد سوخ‌های، سیر نشان داد که در طول مدت نگهداری در انبار، مقادیر فساد به علت جوانه زنی و نیز چروکیدگی ناشی از افت وزنی سیرچه‌ها به صورت معنی‌دار افزایش یافت (جدول 6). مقایسه تاریخ‌های قطع آبیاری نیز نشان داد که با تاخیر در قطع آبیاری، مقادیر فساد در قطع سوم آبیاری به صورت معنی‌داری بیش از قطع مرحله‌های اول و دوم آبیاری بود. رابطه رگرسیونی بین کارایی مصرف آب و مقدار فساد سوخ‌های سیر نشان داد، با یک واحد افزایش کارایی مصرف آب، مقدار فساد سوخ‌های سیر در مدت نگهداری در انبار، به طور معنی‌داری (در سطح

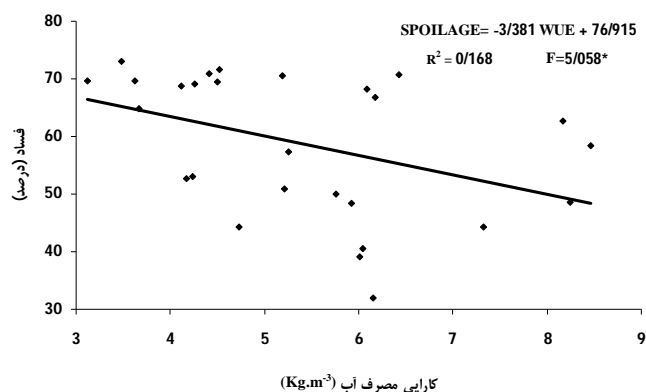
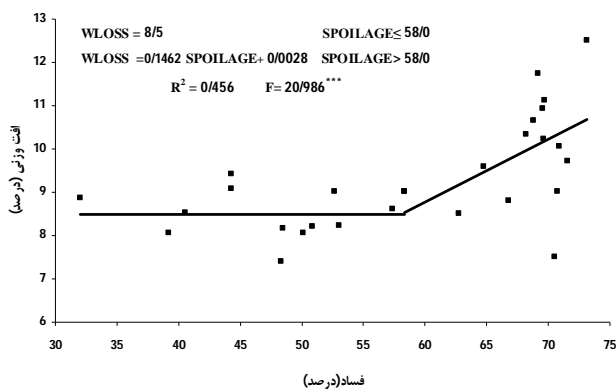
احتمال 5 درصد)، به مقدار 3/4 درصد کاهش یافت (شکل 3). افت وزنی و جوانه‌زنی در مدت نگهداری در انبار از مهم‌ترین عوامل افت کمی و کیفی در سیر به شمار می‌رود. رابطه رگرسیونی بین فساد و افت وزنی نشان داد وقتی که فساد و جوانه‌زنی سوخ‌ها به 58 درصد رسید، بیش‌ترین مقدار افت وزنی حدود 8/5 درصد مشاهده شد. ولی با افزایش فساد و جوانه‌زنی به بالاتر از 58 درصد با هر یک درصد افزایش فساد، مقدار افت وزنی حدود 0/15 درصد افزایش یافت (شکل 4). کانتول و همکاران نیز در تاریخ‌های قطع دیرتر، نرم‌شدگی بیش‌تر و جوانه‌زنی زودتر را گزارش کردند (Cantwell et al., 1999).

**جدول 6- مقایسه میانگین‌های درصد فساد سوخ‌های سیر در سطوح و زمان‌های مختلف قطع آبیاری در طول مدت نگهداری در انبار<sup>1</sup>**

| میانگین | قطع سوم آبیاری |        |       | قطع دوم آبیاری |       |       | قطع اول آبیاری |         |        | مدت نگهداری (روز) |
|---------|----------------|--------|-------|----------------|-------|-------|----------------|---------|--------|-------------------|
|         | % 125          | % 100  | % 75  | % 125          | % 100 | % 75  | % 125          | % 100   | % 75   |                   |
| 0/00d   | 0/00           | 0/00   | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00    | 0/00   | 0                 |
| 0/00d   | 0/00           | 0/00   | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00    | 0/00   | 30                |
| 0/00d   | 0/00           | 0/00   | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00    | 0/00   | 60                |
| 0/00d   | 0/00           | 0/00   | 0/00  | 0/00           | 0/00  | 0/00  | 0/00           | 0/00    | 0/00   | 90                |
| 14/09c  | 10/66          | 15/82  | 17/90 | 20/29          | 10/06 | 15/58 | 12/39          | 15/42   | 10/59  | 120               |
| 36/10b  | 37/45          | 33/72  | 39/69 | 45/88          | 32/33 | 32/45 | 35/62          | 38/56   | 30/30  | 150               |
| 56/96a  | 70/40          | 69/39  | 69/06 | 55/30          | 49/63 | 37/32 | 56/80          | 54/70   | 54/56  | 180               |
| -       | 8/26ab         | 8/56ab | 9/17a | 9/05a          | 6/79d | 6/68d | 7/68bcd        | 8/08abc | 6/95cd | میانگین           |
| -       |                | 8/68a  |       |                | 7/45b |       |                | 7/57b   |        | میانگین           |

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

LSD=0/4662



**شکل 4- رابطه رگرسیونی بین افت وزنی و فساد سوخ‌های سیر پس از 6 ماه نگهداری در انبار**

**شکل 3- رابطه رگرسیونی بین کارایی مصرف آب و درصد فساد سوخ‌ها پس از 6 ماه نگهداری در انبار**

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که حجم آب آبیاری اثر معنی داری روی قابلیت انبارمانی سیر ندارد ولی تاخیر در زمان قطع آبیاری سبب افت تندی سیر و کاهش عمر انباری سوخهای سیر می شود. افزایش کارایی مصرف آب اثر مثبت و معنی داری بر خصوصیات کیفی سیر در مرحله انبارداری دارد و افت وزنی و جوانه زنی سوخهای سیر را کاهش می دهد. بنابراین 75 درصد آب آبیاری، با بالاترین کارایی مصرف آب و زمان قطع آبیاری یک هفته زودتر از زمان رایج منطقه، تیمار مناسب تشخیص داده شد.

## منابع

- Bodnar, J., Schumacher, B. and Uyenaka, J. 1990. Garlic production. <http://www.gov.on.ca/OMAF/english/crops/facts/97-007.htm>.
- Brewster, J.I. and Rabinowich, H.D. 1990. Garlic agronomy in: onions and allied crops. Biochemistry, food science and minor crops. Vol: 3. CRC press. Boca Raton, FL.
- Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. and Rice, B. 1999. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. Proceeding of Fertilizer Research and Education Program Conference. Modesto, California, 33-36.
- Cantwell, M. 2000. Allium in Garlic. Perishables Handling Quarterly Issue. 102, 5-6.
- Cantwell, M., Hong, G., Kang, J. and Nie, X. 2003. Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of garlic. Acta Horticulturae. (ISHS) 600, 791-794.
- Duranti, A. and Barbieri, G. 1986. The response of garlic (*Allium sativum* L.) for storage to variations in irrigation regime and in planting density. Rivista della orto florofrutticoltura Italiana. 70, 4.
- El-Shabrawy, A.M., Ameen, A.M., Hussein, F.N. and Ali, A.A. 1987. Cultural practices in relation to garlic storage diseases. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 18, 1.
- Hannan, R.M. and Sorensen, E.J. 2002. Crop Profile for Garlic in Washington. College of Agriculture and Home Economics. Washington State University. 15 p.
- Hanson, B., May, D., Voss, R., Cantwell, M. and Rice, B. 2002. Garlic in clay loam soil thrives on little irrigation. California Agriculture. 56.4: 128-132.
- Hanson, B., May, D., Voss, R., Cantwell, M. and Rice, B. 2003. Response of garlic to irrigation water. Agricultural water management. 58: 29-43.
- Karaye, A.K. and Yakubu, A.I. 2006. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. African Journal of Biotechnology. 5.3: 260-264.
- Katahira, M., Motomura, Y. and Bekki, E. 1998. Effects of temperatures on browning and phenolic substances in preparatory drying of raw garlic bulb. Journal of Japanese society of food Science and Technology. 45.1: 10-15.
- Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. 1985. Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. Journal of Food Science. 50: 379 - 381.
- بیات، ف. 1383. اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگی های کیفی توده های سیر استان همدان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، 5: 19. 62-49.
- بیات، ف. و ذوالفقازیه، ف. 1390. اثر زمان و دوزهای مختلف پرتو یابی الکترون سریع بر تغییرات کمی و کیفی سیر سفید (*ALLIUM SATIVUM* L.) در مدت نگهداری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. 2: 12. 68-51.
- رضوانی، س، بیات، ف. و نصرتی، ع. 1390. تغییرات برخی ویژگی های کمی و کارایی مصرف آب توده سیر سفید همدان در زمان های قطع و سطوح مختلف آبیاری. مجله علمی - پژوهشی تحقیقات مهندسی کشاورزی. 3: 12. 1-14.
- Ahmed, M.E.M., El-Kader, N.I.A. and Derbala, A.A.E. 2009. Effect of Irrigation Frequency and Potassium Source on the Productivity, Quality and Storability of Garlic. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3.4: 4490-4497.
- Anthon, G.E. and Barrett, D.M. 2003. Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83: 1210-1213.
- AYARS, J.E. 2007. Water Requirements of Irrigated Garlic. Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers International (ASABE). Paper #72285, 2007 ASABE Annual Meeting.
- Bacon, J.R., Moates, G.K., Ng, A., Rhodes, M.J.C., Smith, A.C. and Waldron, K.W. 1999. Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*). Food Chemistry. 64: 257-261.



- garlic (*Allium sativum* L.) var. G. 41. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 17.3: 230–234.
- Whitaker, J.R. 1976. Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. *Advances in Food Research*. 22, 37.
- Madamba, P.S., Driscoll, R.H and Buckle, K.A. 1993. Moisture content determination of garlic by convection oven method. *ASEAN Food Journal*. 8.2: 81- 83.
- Sankar, V., Lawande, K.E and Tripathi, P.C. 2008. Effect of micro irrigation practices on growth and yield of

## Changes of Quality properties of Hamedan white Garlic at the Cut off Dates and Different levels of Irrigation During Storage and Relationship with Water - use Efficiency

S. M. Rezvani<sup>1\*</sup>, F. Bayat<sup>2</sup> and A.E. Nosrati<sup>3</sup>  
Received: Sep.27, 2015 Accepted: Mar.02, 2016

### Abstract

This research was conducted on completely randomized block design in a split plot experiment during 3 years in Hamedan consisting of three levels of irrigation (75%, 100%, 125% water requirement) as main plot and cut off dates of irrigation as sub plot, (current date, a week before and a week after the current date of irrigation in the region) at three replications. Garlic bulbs were harvested 20 days after cut off irrigation and the effect of cut off dates and different levels of irrigation on some qualitative factors during 6 months of storage were measured. The relationship between color, weight loss and sprouting with water - use efficiency were determined at the end of storage duration. Results showed that during storage, pyruvate content, color changes, weight loss and sprouting increased and moisture content of cloves decreased significantly. Pyruvate content, weight loss and spoilage increased and color changes decreased due to the delay of cut off irrigation. The amount of water irrigation showed no significant effect on measured factors. With increasing water - use efficiency, weight loss, spoilage and color changes decreased. Consequently, 75% water requirement with the highest water - use efficiency and cut off date a week earlier than the current date was appropriate for this region.

**Key words:** Garlic, Irrigation regime, Quality, Weight loss, Sprouting

1- Research staff, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran

2- Research staff, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran

3- Research staff, Seed and plant improvement Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran

(\*-Corresponding Author Email: E-mail: moin.rezvani@gmail.com)