

## بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های کمی و کارایی مصرف آب توده سیر سفید همدان در زمان‌های قطع و سطوح مختلف آبیاری

سید معین‌الدین رضوانی\*، فریا بیات و علی احسان نصرتی\*\*

\*نگارنده مسئول، نشانی: همدان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ص.پ. ۸۸۷، تلفن ۴۳۷۳۵۸۷، پیام‌نگار: moin.rezvani@gmail.com

\*\* به‌ترتیب عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

### چکیده

از آنجا که مدیریت آبیاری (زمان قطع آبیاری، حجم آب آبیاری و دور آبیاری) بر عملکرد و کیفیت پس از برداشت محصول سیر و قابلیت انباری آن اثر گذار است، آزمایشی به‌صورت طرح کورت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به‌مدت سه سال (۱۳۸۶-۱۳۸۴) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا شد که در آن مقادیر مختلف آب آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در ۳ سطح (۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ درصد نیاز آبی) و زمان قطع آبیاری به‌عنوان عامل فرعی در ۳ سطح (یک هفته قبل از زمان رایج منطقه، زمان رایج قطع آبیاری در منطقه و یک هفته پس از زمان معمول منطقه) و در ۳ تکرار به اجرا درآمد. پس از برداشت محصول وزن، قطر، تعداد پوسته‌سوخ سیر، تعداد سیرچه‌ها، و عملکرد اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که بالاترین و پایین‌ترین وزن سوخ را به‌ترتیب در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و قطع آبیاری مرحله‌های سوم و اول با وزن ۴۷/۵ و ۳۹/۸ گرم به‌دست می‌آید. وزن و قطر سوخ‌ها در تاریخ‌های قطع دیر هنگام‌تر آبیاری افزایش و تعداد پوسته سیر کاهش می‌یابد. بالاترین عملکرد در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و قطع آبیاری مرحله اول به‌مقدار ۱۰۴۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمده است که از نظر آماری، جز در مقایسه با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و قطع آبیاری مرحله سوم به‌مقدار ۸۶۲۲ کیلوگرم در هکتار، با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به سطح تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی و قطع آبیاری مرحله اول به‌مقدار ۹/۷ کیلوگرم بر متر مکعب است. بر اساس نتایج حاصل، تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی و تاریخ قطع آبیاری اول مناسب تشخیص داده شده است.

### واژه‌های کلیدی

زمان قطع آبیاری، سیر، عملکرد، مقادیر آب آبیاری

### مقدمه

در مورد مقدار آب مورد نیاز و مدیریت آبیاری سیر

منابع مطالعاتی کمی موجود است ولی در بازبینی مطالعات انجام شده روی سیر، نتایج زیر به‌دست آمده است (Hanson et al., 2003): ۱- ریشه سیر نسبتاً افشان و کم عمق است و تا عمق ۰/۶ متری از سطح خاک نفوذ می‌کند. ۲- بهترین عملکرد سیر زمانی به‌دست می‌آید که رطوبت خاک در سراسر فصل رشد نزدیک به ظرفیت مزرعه باشد. ۳- قطع آبیاری سه هفته قبل از برداشت از

کشت سیر (*Allium sativum* L.) در جهان با توجه به رشد مصارف صنعتی، دارویی و خانگی آن رو به افزایش است. در ایران، استان همدان قطب اصلی تولید و صادرات سیر شناخته شده است به‌طوری که با تولید ۳۰۰۰۰ تن سیر در سال ۱۳۸۸، یا بیش از ۲۵ درصد تولید این محصول در کشور، رتبه اول تولید را به خود اختصاص داده است (Anon, 2003).



پوسیدگی ریشه، تغییر رنگ پوسته سوخ‌های سیر، و نیز جدا شدن پوسته خارجی و نمایان شدن سیرچه‌ها جلوگیری می‌کند.

آبیاری در فصل رشد بسیار مؤثر است، اما در مرحله تشکیل سوخ اهمیت ویژه‌ای دارد به طوری که عملکرد سیر را با ۳۰ میلی‌متر آب و با دور آبیاری ۱۰ و ۵ روز به ترتیب ۶۴ و ۸۴ درصد افزایش می‌دهد (Choi et al., 1980).

دورانتی و بابری (Duranti & Barbieri 1986) آزمایشی را با دوره‌های آبیاری بر اساس ۲۵، ۵۰، و ۷۵ میلی‌متر تبخیر و تعرق پتانسیل و سه حجم آبی ۸۰، ۱۰۰، و ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل اجرا و مشاهده کردند که عملکرد سوخ‌های بازار پسند، وزن سوخ‌های سیر، و ماندگاری سوخ‌ها در فصل پاییز با افزایش دور آبیاری افزایش می‌یابد و عملکرد سوخ‌ها و ماندگاری آنها نیز در پاییز با افزایش حجم آبیاری، افزایش خواهد یافت. بررسی حساسیت سیر به تنش رطوبتی نشان می‌دهد که کمبود رطوبت خاک در هر دوره، به‌ویژه در طول دوره تشکیل سوخ، عملکرد را کاهش می‌دهد. از طرفی آبیاری در زمان برداشت سیر بهتر است قطع شود، زیرا این عمل موجب سهولت عملیات برداشت و کاهش سیاه شدن پوسته بیرونی سوخ‌های سیر می‌شود (Bodnar et al., 1990).

پانچال و همکاران (Panchal et al., 1992) گزارش دادند که با کاربرد آب تا ۱/۲ تا ۱/۴ برابر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر عملکرد سیر در مقایسه با مصرف آب کمتر افزایش بیشتری دارد.

کانتول و همکاران (Cantwell et al., 2000) و هانسون و همکاران (Hanson et al., 2003) از تحقیقات خود نتایج دیگری به دست آوردند برای مثال کانتول و همکاران (Cantwell et al., 2000) با تاکید بر اینکه تاریخ قطع آبیاری یا زمان آخرین آب بر عملکرد سیر مؤثر است، اثر دو سطح آبیاری ۱۱۰ و ۱۳۰ درصد تبخیر و تعرق

پتانسیل و قطع آبیاری در ۱۰ و ۲۴ ماه می را بر عملکرد، کیفیت، و قابلیت انباری سیر بررسی و اعلام کردند که اثر رژیم‌های گوناگون آبیاری بر وزن سوخ‌های سیر و عملکرد آنها معنی‌دار نیست. آنها گزارش دادند تاریخ آخرین آب اثر زیادی بر عملکرد سیر تولیدی دارد به طوری که عملکرد سیر با تاریخ‌های قطع دیرتر، افزایش و کیفیت سوخ‌های سیر کاهش می‌یابد. هانسون و همکاران (Hanson et al., 2003) اثر دور، زمان قطع، و مقدار آب آبیاری را بر عملکرد کمی و کیفی واریته کالیفرنیا ارلی<sup>۱</sup> سیر بررسی کردند. تیمارها در سال اول عبارت بودند از: دور آبیاری یک هفته، با قطع آبیاری در ۹ و ۱۶ ماه می به ترتیب (T1) و (T2)، دور آبیاری یک و نیم هفته، با قطع آبیاری در ۹ ماه می (T3)، دور آبیاری دو هفته، با قطع آبیاری در ۱۶ ماه می (T4). نتایج نشان داد که تیمار T2 بیشترین عملکرد را دارد که به صورت معنی‌داری با دیگر تیمارها متفاوت است و کمترین عملکرد در تیمارهای T3 و T4 مشاهده شد. در سال دوم زراعی به دلیل بارندگی زیاد آزمایش‌ها در مورد قطع آبیاری ادامه یافت. تیمارها عبارت بودند از: قطع آبیاری در ۱۲، ۱۹، و ۲۵ ماه می و اول ژوئن به ترتیب T1، T2، T3، و T4. نتایج نشان داد که در زمان‌های دیرتر قطع آبیاری، عملکرد کاهش پیدا می‌کند. عملکردها با تیمارهای قطع آبیاری در ۱۲ و ۱۹ ماه می به طور معنی‌داری با T3 و T4 متفاوت بود. تیمارها در سال سوم عبارت بودند از: کاربرد آب آبیاری برابر با ۱۱۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل و قطع آبیاری در ۹ و ۱۶ ماه می به ترتیب T1 و T2. کاربرد آب آبیاری برابر با ۱۳۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل و قطع آبیاری در ۹ و ۱۶ ماه می به ترتیب T3 و T4. نتایج نشان داد که عملکردها در این تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارند.

مطالعات همچنین نشان می‌دهد که حجم آب و دور آبیاری بر عملکرد و ماندگاری سوخ‌های سیر مؤثر است و زمان مناسب قطع آبیاری نیز باعث کاهش سیاه شدگی

طول ردیف‌های کاشت ۲۵ متر و هر کرت اصلی دارای ۹ خط کاشت بود. برای هر سطح فاکتور فرعی ۳ خط کشت، فاصله بین هر تیمار یک خط نکاشت، فاصله بوته‌ها روی خط ۱۰-۷/۵ سانتی‌متر، فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۱ متر، و فاصله تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد.

در جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب خلاصه متغیرهای هواشناسی ایستگاه هواشناسی کشاورزی اکباتان طی دوره آبیاری و مشخصات خاک آورده شده است. با توجه به فقدان منابع برای تعیین محدودیت شوری آب و خاک در کشت سیر و اینکه سیر در خانواده پیازها قرار دارد (Zepp *et al.*, 1999; Anon, 2007) از مقدار هدایت الکتریکی مناسب برای پیاز استفاده شد. بر این اساس هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و آب آبیاری برای تولید بدون کاهش عملکرد سیر به ترتیب ۱/۲ و ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر در نظر گرفته شد (Shainberg & Oster, 1978) که از این نظر محدودیتی در کیفیت خاک مشاهده نشد. pH خاک در کشت سیر نباید پایین‌تر از ۶ باشد (Anon, 1996) که از این نظر نیز خاک محدودیتی نداشت. نیاز کودی بر اساس تجزیه خاک تعیین شد. کود اوره به مقدار ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار بعد از فروردین و طی دو مرحله بعد از وجین به محصول داده شد و کود فسفات به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله اول کشت به خاک اضافه شد. در دوره داشت، عملیات زراعی شامل وجین و در صورت لزوم مبارزه با آفات و بیماری‌ها بود و از تاریخ کاشت و زمان سبز شدن نیز یادداشت‌برداری‌هایی تهیه شد.

آبیاری با روش قطره‌ای و در بهار پس از قطع بارندگی‌ها آغاز شد. برای آبیاری از نوارهای آبیاری تیپ با فاصله قطره‌چکان روی نوار ۳۰ سانتی‌متر، آبدهی ۴ لیتر در ساعت در متر طول و فشار کارکرد ۱ بار استفاده شد و بنا به ماهیت آبیاری قطره‌ای، دور آبیاری طرح آزمایشی ۲

پوسته بیرونی سوخ‌های سیر و در نتیجه افزایش بازارپسندی آنها، افزایش عملکرد، و سهولت عملیات برداشت می‌شود. هر چند نتایج قطع آبیاری بر عملکرد سیر یکسان نیست و افزایش یا کاهش عملکرد با قطع دیرتر آبیاری مشاهده شده است. در باره اثر مقادیر آب آبیاری و زمان‌های قطع آبیاری بر اجزای عملکرد سیر گزارش‌های اندکی وجود دارد. در استان همدان بخش قابل توجهی از سیر تولیدی به علت نبود مدیریت صحیح زراعی شامل مدیریت آبیاری، زمان برداشت، و عملیات پس از برداشت، قابلیت بازارپسندی خود را از دست می‌دهد و ارزش اقتصادی آن کاهش می‌یابد. از این رو، بررسی مدیریت آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت سیر، پس از برداشت این محصول ضروری است. پژوهش حاضر نیز در همین زمینه است.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت طرح کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ سال زراعی پیاپی (سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا شد. تیمارها شامل سطوح مختلف آب آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح تأمین آب (معادل ۷۵، ۱۰۰، و ۱۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه سیر و اعمال ضریب گیاهی سیر و منظور کردن باران مؤثر) و زمان قطع آبیاری به عنوان عامل فرعی در ۳ سطح و در سه تکرار در نظر گرفته شدند: یک هفته قبل از زمان رایج منطقه، زمان رایج قطع آبیاری در منطقه، و یک هفته پس از زمان معمول منطقه است. در همدان، زمان قطع آبیاری هم زمان است با رسیدن فیزیولوژیکی سوخ‌ها، تشکیل سیرچه‌ها و زرد شدن برگ‌های پایینی یا برگ‌های خارجی سیر. سیر (*Allium sativum* L.) از توده سیر سفید همدان انتخاب و در نیمه دوم آبان ماه کشت شد.

تیپ، صفر در نظر گرفته شد. صعود مویینه ( $CR_i$ ) از سطح ایستابی آب زیرزمینی نیز با توجه به عمق آب زیرزمینی در منطقه صفر در نظر گرفته شد.

همان‌گونه که ذکر شد سیر در نیمه دوم آبان کشت می‌شود و در هنگام آبیاری (اردیبهشت یا خرداد) بر اساس داده‌های فائو عمق ریشه در شروع آبیاری‌ها ۳۰ سانتی‌متر و با قبول رشد خطی مقدار نهایی آن ۴۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Allen et al., 1998).

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. پس از برداشت محصول از هر تیمار، برای اندازه‌گیری عوامل کمی برگ‌ها تا فاصله ۱۰ سانتی‌متری بالای گردن پیازها بریده شد و وزن سوخ با استفاده از ترازوی رقومی با دقت ۰/۰۱ گرم، قطر سوخ با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، و عملکرد به‌صورت تر اندازه‌گیری شد؛ تعداد پوسته‌های سیرچه سوخ‌ها با شمارش به‌دست آمد.

داده‌ها بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر اساس امید ریاضی به‌صورت مرکب تجزیه و تحلیل آماری شدند. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

تغییرات رطوبت خاک در سال‌های مختلف اجرای آزمایش در سه تیمار آبیاری با استفاده از بیلان آب خاک در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر سه سال، کمبود رطوبت خاک در تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی تقریباً مشابه ولی کمبود رطوبت خاک در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی بیشتر از دو تیمار دیگر است و با گذشت زمان افزایش می‌یابد. کمبود رطوبت خاک در سال ۱۳۸۶ کمتر از دو

تا ۳ روز در نظر گرفته شد. عمق آب آبیاری بر اساس محاسبه روزانه تبخیر و تعرق گیاه مرجع بین دو آبیاری با روش پنمن-مانتیس محاسبه و پس از در نظر گرفتن ضریب گیاهی و راندمان ۹۰ 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. در شکل ۱ تغییرات رطوبت خاک در سال‌های مختلف اجرای آزمایش در سه تیمار آبیاری با استفاده از بیلان آب خاک بر اساس روش ارائه شده در فائو ۵۶ از رابطه ۱ به‌دست آمد (Allen et al., 1998; Rezvani et al., 2011):

$$D_{r,i} = D_{r,i-1} - (P - RO)_i - I_i - CR_i + ET_{c,i} + DP_i \quad (1)$$

که در آن،

$D_{r,i}$  = کمبود رطوبت خاک منطقه ریشه در انتهای روز نام (میلی‌متر)؛  $D_{r,i-1}$  = کمبود رطوبت خاک منطقه ریشه در انتهای روز قبل  $I-1$  نام (میلی‌متر)؛  $P_i$  = بارندگی در روز نام (میلی‌متر)؛  $RO_i$  = رواناب سطحی در روز نام (میلی‌متر)؛  $I_i$  = عمق خالص آبیاری که به داخل خاک در روز نام نفوذ کرده است (میلی‌متر)؛  $CR_i$  = صعود مویینه از سطح ایستابی آب زیرزمینی در روز نام (میلی‌متر)؛  $ET_{c,i}$  = تبخیر و تعرق گیاهی در روز نام (میلی‌متر)؛ و  $DP_i$  = آب خارج شده از منطقه ریشه بر اثر نفوذ عمقی در روز نام (میلی‌متر) است.

برای محاسبه رابطه فوق از مقادیر آب آبیاری اندازه‌گیری شده در هر نوبت آبیاری در تیمارهای مختلف ( $I_i$ ) استفاده شد. مقدار  $ET_{c,i}$  به‌صورت روزانه بر اساس داده‌های هواشناسی محاسبه شد. با توجه به اینکه متغیرهای هواشناسی به‌صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی تهیه می‌شد مقدار بارش ( $P$ ) در دسترس بود و مقدار رواناب سطحی ( $RO$ ) نظر به استفاده از سیستم

در اواخر دوره رشد سیر در سال ۱۳۸۶ تریپس تاپاسی<sup>۱</sup> پیاز به‌طور ناگهانی طی ۲ تا ۳ روز در منطقه گسترش پیدا کرد و باعث کاهش عملکرد محصول در این سال شد. مجموع این مسائل بر ویژگی‌های کمی سیر تأثیر گذاشت و همان‌گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود بر اساس تاریخ‌های قطع آبیاری که به نوعی مربوط به طول دوره رشد است، اختلافی بین عملکرد و سایر ویژگی‌های کمی مورد بررسی، به‌ویژه بین سال ۱۳۸۵ با سال ۱۳۸۶، وجود دارد که باعث بروز تفاوت معنی‌دار بین سال‌های اجرای آزمایش شده است.

اثر مقدار آب آبیاری و زمان قطع آبیاری بر صفات مورد اندازه‌گیری معنی‌دار نیست (جدول ۳). اثر متقابل سطح آبیاری در سال فقط بر عملکرد در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. اثر متقابل تاریخ قطع آبیاری در سال بر وزن سوخ‌ها در سطح ۱ درصد و بر تعداد پوسته در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. اثر متقابل سطح آبیاری در تاریخ قطع آبیاری بر عملکرد در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و بر صفات دیگر اثر معنی‌دار ندارد. اثر متقابل سطح آبیاری در تاریخ قطع آب در سال بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نیست (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر نشان می‌دهد که صفات مورد بررسی همگی در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۴). هر چند عملکردها همه در یک گروه آماری قرار دارند ولی عملکرد در تیمار ۱۲۵ درصد، ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد به‌ترتیب کاهش می‌یابد (جدول ۴) که با نتایج حاصل از تحقیقات (Duranti & Barbieri, 1986) و (Bodnar et al., 1990) مشابه است. شکل ۱ نشان می‌دهد که کمبود رطوبت خاک از تیمار ۱۲۵ درصد تا ۷۵ درصد افزایش می‌یابد. هر چند کمبود رطوبت خاک در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد، اما در تیمار ۷۵ درصد آب آبیاری کمبود رطوبت خاک با گذشت زمان نسبت به

سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ است (شکل ۱) و اختلاف بین تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی نیز کمتر است. علت این امر را می‌توان فاصله کمتر آبیاری‌ها در سال ۱۳۸۶ نسبت به دو سال قبل و نیز بارندگی در اواخر فصل رشد دانست (جدول ۱).

برای تجزیه مرکب آزمون همگنی واریانس‌ها (آزمون بارتلت) اجرا شد و نتایج نشان داد ناهمگنی خطای واریانس در سال‌های مختلف فقط مربوط به کارایی مصرف آب است. به این دلیل بین سال‌های مختلف یعنی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ آزمون بارتلت اجرا شد تا مشخص شود بین چه سال‌هایی همگنی خطای واریانس‌ها وجود دارد. نتایج نشان داد که در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ خطای واریانس‌ها همگن بوده است و در نتیجه تجزیه مرکب کارایی مصرف آب در این دو سال انجام شد (جدول ۹).

نتایج تجزیه مرکب ویژگی‌های کمی سیر در جدول ۳ آمده است. اثر سال بر عملکرد در سطح ۵ درصد و بر سایر صفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. علت این امر را می‌توان به تفاوت شرایط آب و هوایی و در نتیجه طول دوره رشد پس از آبیاری در سه سال دوره تحقیق ربط داد (جدول ۱). در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ طول دوره رشد پس از آبیاری به‌ترتیب ۵۴، ۴۳ و ۳۹ روز است. همان‌گونه که در روش تحقیق گفته شد، تیمارهای آبیاری در بهار پس از قطع بارندگی‌ها آغاز شد. علت کوتاهی دوره رشد پس از شروع آبیاری در سال سوم، ادامه بارش تا اوائل خرداد ماه بود. از جدول ۱ پیداست که در این ماه ۱۲/۷ میلی‌متر باران باریده است. از این مقدار ۱۰/۴ میلی‌متر آن مربوط به ۷ و ۸ خرداد ماه است. در همین سال متوسط رطوبت نسبی در دو ماه خرداد و تیر بالاتر از ماه‌های مشابه در سال‌های پیش بود (جدول ۱) به گونه‌ای که در ۱۴ روز اول تیرماه سال ۱۳۸۶ رطوبت نسبی برابر با مقدار آن در اردیبهشت سال ۱۳۸۴ بود. از طرفی،

هنسون و همکاران (Hanson et al., 2003) نیز در مقاله خود دلیل کاهش عملکرد سیر در سال ۱۹۹۸ نسبت به سال ۱۹۹۷ را که باعث کاهش عملکرد تجاری به نصف حالت معمولی شد، بارندگی دیر هنگام و بیماری زنگ<sup>۱</sup> سیر ذکر کردند. دورانتی و باربری (Duranti & Barbieri, 1986) به این نتیجه رسیدند که عملکرد سوخ و ماندگاری آن در پاییز با افزایش حجم آبیاری افزایش می‌یابد. همچنین (Panchal et al., 1992) گزارش دادند که با کاربرد آب ۱/۲ تا ۱/۴ برابر تبخیر تجمعی از تشت، در مقایسه با مصرف آب کمتر، عملکرد سیر افزایش بیشتری دارد. کانتول و همکاران (Cantwell et al., 2000) با تیمارهای ۱۱۰ و ۱۳۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل نشان دادند که رژیم‌های گوناگون آبیاری بر وزن پیازهای سیر و عملکرد آنها معنی‌دار نیست. با توجه به اینکه در استان همدان، آب یکی از نهاده‌های محدود کننده محسوب می‌شود می‌توان با آبیاری به اندازه ۷۵ درصد نیاز آبی، بدون از دست دادن عملکرد، در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. بیشترین تعداد سیرچه مربوط به تیمار ۷۵ درصد سال دوم است که با تیمارهای آبیاری در سال اول و دوم تفاوت معنی‌داری ندارد، ولی با تیمارهای آبیاری در سال سوم تفاوت معنی‌داری در آن مشاهده می‌شود. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و زمان قطع آبیاری (جدول ۷) نشان می‌دهد که بالاترین وزن سوخ‌ها مربوط به سال اول و قطع مرحله سوم است که از نظر آماری فقط با تیمارهای قطع مرحله‌های اول و دوم سال دوم تفاوت معنی‌داری دارد. کمترین وزن سوخ‌ها مربوط به تیمار قطع اول سال دوم آزمایش است که از نظر آماری با قطع دوم همان سال تفاوت معنی‌داری ندارد. بیشترین تعداد پوسته مربوط به تیمار قطع مرحله اول و دوم سال اول آزمایش است که با دیگر تیمارها به جز تیمارهای قطع مرحله‌های دوم و سوم سال سوم آزمایش، در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۷).

تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۱۲۵ درصد افزایش می‌یابد، با وجود اینکه عملکردها همه در یک گروه آماری قرار دارند اما به تناسب افزایش کمبود رطوبت خاک، اختلاف عملکرد بین تیمار ۷۵ درصد با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیز زیاد است.

مقایسه میانگین اثر زمان قطع آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر (جدول ۵) نشان می‌دهد که بالاترین وزن سوخ‌ها مربوط به قطع سوم آبیاری است که از نظر آماری با قطع مرحله دوم تفاوت معنی‌داری ندارد. همچنین پوسته‌های سیر در تاریخ قطع اول بیشترین تعداد را دارد که از نظر آماری با قطع مرحله دوم تفاوتی ندارند. قطر سوخ، تعداد سیرچه، و عملکرد سیر همه در یک گروه آماری قرار دارند. هر چند عملکرد سیر در زمان‌های مختلف قطع آبیاری همه در یک گروه آماری قرار دارند ولی به ترتیب از تیمار قطع اول تا سوم از مقدار آن کاسته می‌شود که مشابه نتایج به‌دست آمده از تحقیقات (Hanson et al., 2003) است.

مقایسه میانگین اثر متقابل سال و مقادیر آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر (جدول ۶) نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد در سال دوم و تیمار ۱۲۵ درصد به‌دست آمده است که با تیمارهای ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد همان سال و سال اول از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارد. کمترین عملکرد نیز در تیمار ۱۰۰ درصد سال ۱۳۸۶ به‌دست آمد. علت پایین بودن عملکرد سیر در سال ۱۳۸۶ گسترش ناگهانی تریپس *تاباسی* پیاز در اواخر دوره رشد سیر در منطقه است که با زرد شدن برگ بوته‌های سیر در مدت ۲ تا ۳ روز و ایجاد اختلال در روند رشد بر عملکرد سال سوم مؤثر بود. با این همه، از نظر آماری، عملکرد تیمارهای مختلف در این سال جز با تیمار آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی سال ۱۳۸۵، با تیمارهای سال‌های دیگر آزمایش تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۶).

و قطع مرحله سوم آبیاری است که با تیمار ۱۰۰ درصد و قطع سوم آبیاری در یک گروه آماری قرار دارد و با سایر تیمارها، جز تیمارهای ۷۵ درصد و ۱۲۵ درصد آبیاری و قطع مرحله اول که در گروه آماری جداگانه‌ای است، تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۸). رابطه رگرسیونی بین زمان قطع به روز (X) و وزن سوخ به گرم (W) از رابطه ۲ به‌دست آمد:

$$W = 40/963 + 0/3637X \quad r^2 = 0/788 \quad (P < 0/01) \quad (2)$$

شیب مثبت این رابطه نشان دهنده افزایش معنی‌دار (P < 0/01) وزن سوخ در تاریخ‌های قطع دیرتر است، هرچند افزایش به‌دست آمده بین دو تاریخ قطع متوالی به فاصله حدود ۸ روز، ۲/۸ گرم است.

قطر سوخ‌ها در سطوح و زمان‌های مختلف آبیاری همگی در یک گروه آماری قرار دارند که از رابطه ۳ به‌دست می‌آید. با این همه، شیب رابطه رگرسیونی بین زمان قطع به روز (X) و قطر سوخ به سانتی‌متر (D)، نشان دهنده افزایش معنی‌دار (P < 0/05) قطر سوخ‌ها در تاریخ‌های قطع دیرتر است.

$$D = 4/805 + 0/136X \quad r^2 = 0/529 \quad (P < 0/05) \quad (3)$$

پوسته در تیمار ۷۵ درصد نیازآبی و قطع مرحله اول، بالاترین تعداد را دارد که با تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و قطع مرحله اول و تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و قطع مرحله دوم در یک گروه آماری قرار می‌گیرد. کمترین تعداد پوسته مربوط به تیمار سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و زمان قطع سوم بود. رابطه رگرسیونی بین زمان قطع به روز (X) و تعداد پوسته (S) از رابطه ۴ به‌دست آمد:

$$S = 4/692 - 0/336X \quad r^2 = 0/826 \quad (P < 0/001) \quad (4)$$

این رابطه نشان می‌دهد که با قطع دیرنگام‌تر آبیاری از

بیشترین تعداد سیرچه مربوط به تیمار سال دوم و قطع مرحله سوم است که با تیمارهای قطع اول و دوم همان سال و قطع مرحله دوم سال اول تفاوت معنی‌داری ندارد. کمترین تعداد سیرچه‌ها مربوط به قطع مرحله اول سال سوم اجرای طرح است که با قطع مرحله سوم همان سال در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۷). مقایسه میانگین عملکرد نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد سیر مربوط به تیمار قطع اول سال دوم است که با تیمار قطع مرحله دوم آبیاری همان سال در یک گروه آماری قرار دارد و با تیمار زمان‌های قطع سال اول و قطع مرحله سوم سال دوم تفاوت معنی‌داری ندارد. کمترین عملکرد مربوط به تیمار قطع مرحله اول سال سوم است که با قطع مرحله سوم در همان سال در یک گروه آماری قرار دارد. به طور کلی، قطع آبیاری دیر هنگام‌تر موجب کاهش بیشتر در عملکرد می‌شود (جدول ۷)، هر چند از نظر آماری اغلب تفاوت معنی‌داری ندارند (جدول‌های ۵، ۷، و ۸). می‌توان گفت در محدوده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در کاهش عملکرد مشاهده نمی‌شود، اما امکان کاهش چشمگیر عملکرد در تاریخ‌های قطع دیرتر خارج از محدوده مورد بررسی وجود دارد. در صورت وجود خطر شیوع آفت کرم سیر<sup>۱</sup>، تاریخ قطع آبیاری و برداشت زودتر، می‌تواند جلو خسارت را بگیرد (Malmir, 1999). در نتیجه می‌توان آبیاری را یک هفته پیش از تاریخی قطع کرد که در منطقه رواج دارد بی‌آنکه به طور معنی‌داری بر عملکرد مؤثر باشد ضمن اینکه از آب نیز استفاده بهینه می‌شود. در این مورد (Cantwell et al., 2000) گزارش داده‌اند که با قطع دیرتر، عملکرد سیر افزایش می‌یابد. طبق گزارش هنسون و همکاران (Hanson et al., 2003) که در زمان‌های دیرتر قطع آبیاری، عملکرد کاهش پیدا می‌کند.

اثر متقابل سطوح آب در زمان‌های قطع آبیاری نشان می‌دهد که بالاترین وزن سوخ مربوط به تیمار ۱۲۵ درصد

متقابل سال در زمان‌های قطع آبیاری بر کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار قطع اول سال ۱۳۸۶ است که با تیمار قطع اول سال ۱۳۸۵ در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۱۱). مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر آب آبیاری و زمان‌های قطع بر کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار سطح آبیاری ۷۵ درصد و زمان قطع اول به دست می‌آید که نسبت به سایر تیمارها در گروه جداگانه‌ای قرار می‌گیرد. کمترین کارایی مصرف آب در تیمار سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و زمان قطع سوم دیده می‌شود که با تیمارهای سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و زمان قطع مرحله دوم و تیمارهای سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و زمان قطع مرحله سوم تفاوت آماری ندارد (جدول ۱۲).

### نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن اینکه در این تحقیق از سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری استفاده شده است می‌توان موارد زیر را پیشنهاد داد:

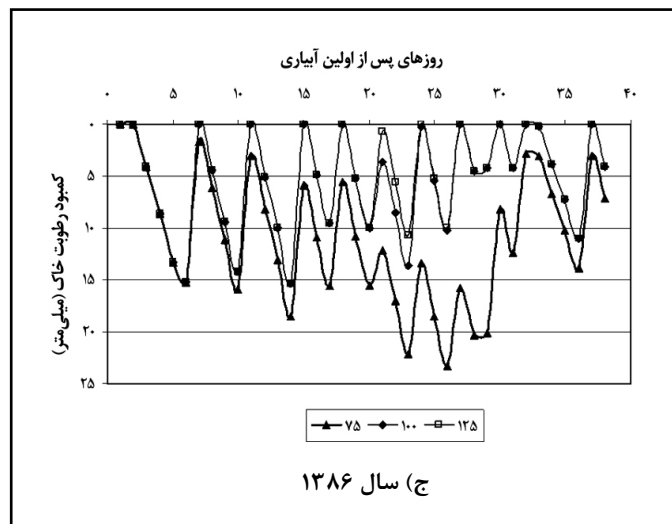
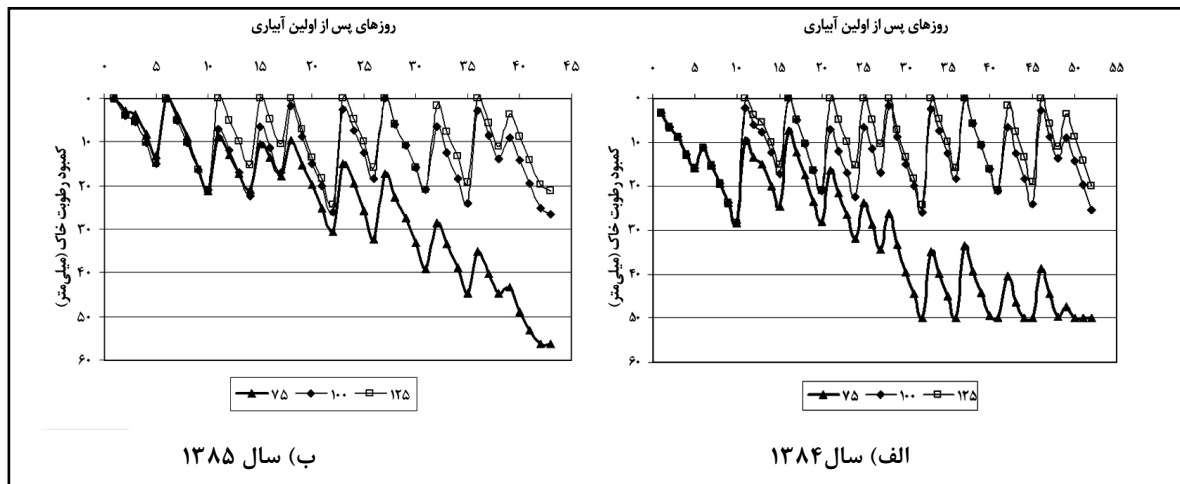
- ۱- در مناطق سیرکاری استان همدان می‌توان با تأمین ۷۵ درصد آب مورد نیاز، به عملکردی مشابه آبیاری کامل محصول سیر دست یافت.
- ۲- زمان قطع آبیاری معمول منطقه مناسب است اما به دلیل نبود تفاوت معنی‌دار عملکرد سیر در زمان‌های قطع آبیاری مورد بررسی و به منظور افزایش کارایی مصرف آب، مبارزه با آفت کرم سی، و کاهش هزینه‌های مرتبط با مرحله داشت می‌توان آبیاری را یک هفته قبل از زمان معمول منطقه قطع کرد.

تعداد پوسته‌های سیر به طور معنی‌داری کاسته می‌شود که دلیل آن خشک شدن پوسته‌ها و افتادن لایه‌های پوستی است.

تعداد سیرچه‌ها در همه تیمارهای مختلف سطح و زمان‌های قطع آبیاری، در یک گروه آماری قرار دارند. بالاترین عملکرد سیر مربوط به تیمار ۱۲۵ درصد و قطع مرحله اول است که با تیمارهای دیگر، جز تیمار ۷۵ درصد و قطع مرحله سوم که در گروه آماری جداگانه‌ای قرار می‌گیرد، تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۸). تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ بر اساس امید ریاضی نشان داد، سطوح مختلف آب و زمان‌های قطع آبیاری و اثر متقابل آنها فاقد اثر معنی‌دار بر کارایی مصرف آب هستند (جدول ۹). مقایسه میانگین اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر کارایی مصرف آب نشان می‌دهد تیمار ۷۵ درصد سطح آبیاری بالاترین کارایی مصرف آب را دارد به گونه‌ای که در گروه آماری جداگانه‌ای، از سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد، قرار می‌گیرد (جدول ۱۰). مقایسه میانگین زمان‌های قطع آبیاری بر کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که زمان قطع اول بالاترین میزان کارایی مصرف آب را به دست می‌دهد و زمان‌های قطع دوم و سوم در گروه آماری جداگانه‌ای قرار می‌گیرند (جدول ۱۰). مقایسه میانگین اثر متقابل سال در سطوح مختلف آب آبیاری بر کارایی مصرف آب نشان می‌دهد که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد سال ۱۳۸۶ است که با تیمار سطح آبیاری ۷۵ درصد سال ۱۳۸۵ از نظر آماری تفاوتی ندارد ولی نسبت به دیگر تیمارها در گروه آماری جداگانه‌ای قرار می‌گیرد (جدول ۱۱). مقایسه میانگین اثر



بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های کمی و کارایی...



شکل ۱- تغییرات کمبود رطوبت خاک در منطقه ریشه سیر از اولین تا آخرین آبیاری

جدول ۱- برخی داده‌های هواشناسی از اولین آبیاری تا انتهای فصل رشد سیر (ایستگاه هواشناسی کشاورزی اکباتان)

سال	طول دوره	ماه	متوسط ساعات آفتابی روزانه (ساعت)	دمای متوسط روزانه (درجه سلسیوس)	متغیر		
					متوسط رطوبت نسبی روزانه (درصد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر و تعرق جمعی (میلی‌متر)
۱۳۸۴	۱۳۸۴/۲/۲۳	اردیبهشت	۶/۷	۱۵/۹	۵۴/۴	۱۲/۲	۳۶/۱
	۱۳۸۴/۴/۱۴	خرداد	۱۲/۱	۱۸/۸	۴۳/۴	۲/۵	۱۵۷/۷
		تیر	۱۲/۸	۲۲/۵	۳۸/۷	۰	۴۶/۹
۱۳۸۵	۱۳۸۵/۲/۲۰	اردیبهشت	۱۰/۴	۱۶/۵	۴۶/۹	۰	۵۰/۵
	۱۳۸۵/۳/۳۱	خرداد	۱۱/۷	۲۰/۱	۴۰/۸	۰	۱۵۷/۷
۱۳۸۶	۱۳۸۶/۳/۷	خرداد	۱۱/۵	۲۱/۰	۴۶/۴	۱۲/۷	۱۲۰/۷
	۱۳۸۶/۴/۱۴	تیر	۱۰/۴	۲۳/۰	۵۴/۳	۱۳/۰	۵۱/۸

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال	عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی EC * 10 <sup>3</sup> (دسی زیمنس بر متر)	pH	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
۱۳۸۴	۰-۵۰	۱/۲	۷/۷	۱۵/۲	۲۲/۰	۶۲/۸	SL	۲۰/۷	۹/۶	۱/۴۳
۱۳۸۶										
۱۳۸۵	۰-۵۰	۰/۵۵	۸/۰۹	۲۷/۱	۲۹/۲	۴۳/۷	CL	۲۵/۷	۱۳/۲	۱/۳۵

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی های کمی سبب (سال های ۸۶-۱۳۸۴)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات وزن سوخ ها	میانگین مربعات قطر سوخ	میانگین مربعات تعداد پوسته	میانگین مربعات تعداد سبب چه	میانگین مربعات عملکرد	سال
اشتباه	۲	۵۶۳/۵۱۸ <sup>**</sup>	۱/۳۰۷ <sup>**</sup>	۱۳/۷۸۰ <sup>**</sup>	۵۳/۸۶۲ <sup>**</sup>	۶۱۲۶۹۳۳۳*	سال
سطح آبیاری	۶	۳۳/۴۳۲	۰/۰۸۷	۰/۵۸۷	۳/۵۸۸	۵۹۵۳۲۴۲	اشتباه
سطح آبیاری × سال	۲	۰/۶۸۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۹۲ <sup>ns</sup>	۱/۲۰۸ <sup>ns</sup>	۷۸۲۳۵۹ <sup>ns</sup>	سطح آبیاری
تاریخ قطع آبیاری	۴	۶۲/۴۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۹۰۰ <sup>ns</sup>	۱/۳۳۱ <sup>ns</sup>	۱۱۵۵۲۹۲۸*	سطح آبیاری × سال
تاریخ قطع آبیاری × سال	۱۲	۶۹/۲۴۰	۰/۲۱۵	۰/۵۳۱	۱/۸۸۹	۳۲۹۱۲۳۴	اشتباه
سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری	۲	۲۱۰/۱۹۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۳۴ <sup>ns</sup>	۳/۱۲۶ <sup>ns</sup>	۱/۱۳۴ <sup>ns</sup>	۲۱۷۸۶۵۸ <sup>ns</sup>	تاریخ قطع آبیاری
سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری × سال	۴	۸۹/۶۷۶ <sup>**</sup>	۰/۱۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۲۱*	۳/۳۲۴ <sup>ns</sup>	۱۶۰۹۵۹۹ <sup>ns</sup>	تاریخ قطع آبیاری × سال
سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری × سال	۴	۲۷/۷۵۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۶۷۰ <sup>ns</sup>	۳۵۵۱۸۶۸*	سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری
اشتباه	۸	۲۰/۳۹۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۳۲ <sup>ns</sup>	۱/۳۴۹ <sup>ns</sup>	۸۶۷۰۶۲ <sup>ns</sup>	سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری × سال
	۳۶	۳۰/۵۳۱	۰/۱۱۳	۰/۲۲۷	۱/۳۹۳	۱۶۹۸۰۶۸	اشتباه

\*، \*\*، ns به ترتیب معنی دار بودن در سطح یک درصد و پنج درصد و غیر معنی دار بودن می باشد.

جدول ۴- اثر سطوح آب آبیاری بر ویژگی های کمی سبب (۸۶-۱۳۸۴)

سطوح آب آبیاری (درصد)	وزن سوخ (گرم)	قطر سوخ (سانتی متر)	تعداد پوسته	تعداد سبب چه	عملکرد سبب (کیلوگرم بر ساعت)
۱۲۵	۴۳/۷۹a	۴/۹۴۲a	۳/۹۶۵a	۷/۶۴۳a	۹۶۷۶a
۱۰۰	۴۳/۹۵a	۴/۹۳۱a	۴/۰۱۵a	۸/۰۵۹a	۹۶۰۱a
۷۵	۴۳/۶۳a	۴/۸۵۹a	۴/۰۸۱a	۷/۹۱۹a	۹۱۵۱a

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۵- اثر زمان قطع آبیاری بر ویژگی های کمی سبب (۸۶-۱۳۸۴)

تاریخ قطع آبیاری	وزن سوخ (گرم)	قطر سوخ (سانتی متر)	تعداد پوسته	تعداد سبب چه	عملکرد سبب (کیلوگرم بر ساعت)
۱	۴۰/۹۳b	۴/۸۲۶a	۴/۳۲۶a	۷/۶۳۷a	۹۶۲۶a
۲	۴۳/۹۵ab	۴/۸۷۰a	۴/۰۸۱ab	۷/۹۹۰a	۹۵۰۶a
۳	۴۶/۵۰a	۵/۰۳۷a	۳/۶۵۴b	۷/۹۹۴a	۹۲۹۲a

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۶- اثر متقابل سال و مقادیر آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر (۸۶-۱۳۸۴)

سال	سطوح آب آبیاری (درصد)	وزن سوخ (گرم)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	تعداد پوسته	تعداد سیرچه	عملکرد سیر (کیلوگرم بر ساعت)
۱۳۸۴	۱۲۵	۴۵/۲۶a	۴/۷۸۴a	۴/۸۲۸a	۷/۲۶۱abc	۸۶۶۱b
	۱۰۰	۵۰/۳۲a	۴/۸۷۴a	۴/۴۴۴ab	۸/۰۰۰abc	۱۰۳۸۰ab
	۷۵	۴۸/۸۵a	۵/۰۸۷a	۴/۲۴۴abc	۷/۲۸۹abc	۹۸۴۱ab
۱۳۸۵	۱۲۵	۴۱/۵۲a	۴/۷۲۰a	۴/۱۳۳abc	۸/۹۵۸abc	۱۲۳۴۰a
	۱۰۰	۳۸/۷۵a	۴/۷۷۱a	۴/۴۴۴ab	۹/۴۰۰ab	۱۰۶۲۰ab
	۷۵	۳۶/۸۲a	۴/۵۷۶a	۴/۴۸۹ab	۹/۹۳۳a	۹۷۴۸ab
۱۳۸۶	۱۲۵	۴۴/۶۰a	۵/۳۲۲a	۲/۹۳۳d	۶/۷۱۱bc	۷۸۸۹b
	۱۰۰	۴۲/۷۸a	۵/۱۴۹a	۳/۱۵۶cd	۶/۷۷۸abc	۷۵۲۱b
	۷۵	۴۵/۲۳a	۴/۹۱۶a	۳/۵۱۱bcd	۶/۵۳۳c	۸۲۸۹b

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۷- اثر متقابل سال و زمان‌های قطع آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر (۸۶-۱۳۸۴)

سال	زمان قطع آبیاری	وزن سوخ (گرم)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	تعداد پوسته	تعداد سیرچه	عملکرد سیر (کیلوگرم بر ساعت)
۱۳۸۴	۱۳۸۴/۳/۲۹	۴۶/۲۰ab	۴/۹۴۶ab	۴/۵۷۸a	۷/۲۶۷bcd	۹۹۱۴abc
	۱۳۸۴/۴/۶	۴۶/۲۸ab	۴/۹۰۲ab	۴/۶۶۷a	۸/۱۴۴abcd	۹۷۳۲abc
	۱۳۸۴/۴/۱۴	۵۱/۹۴a	۴/۸۹۸ab	۴/۲۷۲a	۷/۱۳۹bcd	۹۲۳۳abc
۱۳۸۵	۱۳۸۵/۳/۲۱	۳۲/۵۸c	۴/۴۶۷b	۴/۵۵۶a	۹/۲۰۰ab	۱۱۵۴۰a
	۱۳۸۵/۳/۲۹	۴۱/۱۵bc	۴/۶۶۲ab	۴/۴۴۴a	۸/۸۶۶abc	۱۰۷۶۰a
	۱۳۸۵/۴/۵	۴۳/۳۶ab	۴/۹۳۸ab	۴/۰۶۷a	۱۰/۲۲a	۱۰۴۱۰ab
۱۳۸۶	۱۳۸۶/۳/۳۰	۴۳/۹۹ab	۵/۰۶۷ab	۳/۸۴۴ab	۶/۴۴۴d	۷۵۷۶c
	۱۳۸۶/۴/۷	۴۴/۴۲ab	۵/۰۴۴ab	۳/۱۳۳bc	۶/۹۵۶cd	۸۳۱۵bc
	۱۳۸۶/۴/۱۴	۴۴/۲۰ab	۵/۲۷۶a	۲/۶۲۲c	۶/۶۲۲d	۷۸۰۷c

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۸- اثر زمان‌های قطع و مقادیر آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی سیر (۸۶-۱۳۸۴)

سطوح آب آبیاری (درصد)	زمان قطع آبیاری	وزن سوخ (گرم)	قطر سوخ (سانتی‌متر)	تعداد پوسته	تعداد سیرچه	عملکرد سیر (کیلوگرم بر ساعت)
۱۲۵	۱	۳۹/۷۵b	۴/۹۱۶a	۴/۴۲۲a	۷/۳۵۶a	۱۰۴۵۰a
	۲	۴۴/۱۵ab	۴/۸۵۱a	۳/۹۱۱abc	۷/۶۸۰a	۹۳۴۲ab
	۳	۴۷/۴۸a	۵/۰۶۰a	۳/۵۶۱c	۷/۸۹۴a	۹۰۹۶ab
۱۰۰	۱	۴۲/۳۱ab	۴/۷۶۳a	۴/۱۳۳ab	۷/۶۴۴a	۹۰۳۰ab
	۲	۴۲/۳۲ab	۴/۹۰۴a	۴/۲۴۴a	۸/۱۳۳a	۹۷۵۴ab
	۳	۴۷/۲۳a	۵/۱۲۷a	۳/۶۶۷bc	۸/۴۰۰a	۹۷۳۳ab
۷۵	۱	۴۰/۷۲b	۴/۸۰۰a	۴/۴۲۲a	۷/۹۱۱a	۹۵۴۹ab
	۲	۴۵/۳۸ab	۴/۸۵۳a	۴/۰۸۹ab	۸/۱۵۶a	۹۷۰۶ab
	۳	۴۴/۷۹ab	۴/۹۲۴a	۳/۷۳۳bc	۷/۶۸۹a	۸۶۲۲b

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۹- تجزیه واریانس سطوح و زمان‌های قطع آبیاری بر کارایی مصرف آب (۸۶-۱۳۸۵)

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۲۹۶ <sup>ns</sup>	۱	سال
۳/۲۳۱	۴	اشتباه
۲۵/۶۳۶ <sup>ns</sup>	۲	سطح آبیاری
۳/۶۹۸ <sup>ns</sup>	۲	سطح آبیاری×سال
۱/۱۱۷	۸	اشتباه
۴۳/۳۶۸ <sup>ns</sup>	۲	تاریخ قطع آبیاری
۲/۷۳۱ <sup>ns</sup>	۲	تاریخ قطع آبیاری × سال
۱/۸۴۰ <sup>ns</sup>	۴	سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری
۱/۲۳۱ <sup>ns</sup>	۴	سطح آبیاری × تاریخ قطع آبیاری × سال
۰/۸۸۴	۲۴	اشتباه

وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ns: نبود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها

جدول ۱۰- مقایسه میانگین سطوح آبیاری و زمان‌های قطع بر کارایی مصرف آب (۸۶-۱۳۸۵)

کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	زمان‌های قطع آبیاری	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	سطوح آبیاری (درصد)
۸/۰۰۰a	۱	۵/۲۷۲b	۱۲۵
۵/۶۳۵b	۲	۵/۸۵۰b	۱۰۰
۴/۸۳۳b	۳	۷/۵۶۷a	۷۵

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثر سال در سطوح آبیاری و زمان‌های قطع آبیاری بر کارایی مصرف آب (۸۶-۱۳۸۵)

کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	زمان‌های قطع آبیاری	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	سطوح آب آبیاری(درصد)	سال
۷/۷۱۱a	۱۳۸۵/۳/۲۱	۵/۷۱۱cd	۱۲۵	
۵/۸۵۶b	۱۳۸۵/۳/۲۹	۶/۰۶۷bc	۱۰۰	۱۳۸۵
۵/۳۴۴b	۱۳۸۵/۴/۵	۷/۱۳۳ab	۷۵	
۸/۰۷۸a	۱۳۸۶/۳/۳۰	۴/۸۳۳d	۱۲۵	
۶/۰۸۹b	۱۳۸۶/۴/۷	۵/۶۳۳cd	۱۰۰	۱۳۸۶
۴/۳۰۰b	۱۳۸۶/۴/۱۴	۸/۰۰۰a	۷۵	

تیمارهای دارای حرف مشترک، در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۱۲- اثر مقادیر آب آبیاری و زمان‌های قطع بر کارایی مصرف آب (۸۶-۱۳۸۵)

کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	زمان قطع آبیاری	سطوح آب آبیاری (درصد)
۷/۰۱۷b	۱	
۴/۸۱۷cd	۲	۱۲۵
۳/۹۸۳d	۳	
۶/۹۸۳b	۱	
۵/۶۱۷c	۲	۱۰۰
۴/۹۵۰cd	۳	
۹/۶۸۳a	۱	
۷/۴۸۳b	۲	۷۵
۵/۵۳۳c	۳	

## مراجع

- Anon. 1996. Garlic: An economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Anon. 2003. Selected basic statistics of Hamedan, Jihad-e-Agriculture. Deputy of Hamedan Jihad-e-Agriculture. (in Farsi)
- Anon. 2007. Unpublished data. Deputy of Hamedan meteorology.
- Anon. 2007. A pest management strategic plan for garlic production in California. California Garlic and Onion Research Advisory Board (CGORAB), California Specialty Crops Council (CSCC). P: 46.
- Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper No. 56. Rome, Italy.
- Bodnar, J., Schumacher, B. and Uyenaka, J. 1990. Garlic production. <http://www.gov.on.ca/OMAF/english/crops/facts/97-007.html>.
- Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. and Rice, B. 2000. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and post-harvest quality. Proceedings of the California ASA / Plant and Soil Conference, January 20. P: 16.
- Choi, J.K., Ban, C.D. and Kwon, Y.S. 1980. Effects of the amount and times of irrigation on bulbing and growth in garlic. Research Reports of the Office of Rural Development, Horticulture and Sericulture, Suwon. 22, 20-30.
- 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): 285-298.
- Hanson, B., May, D., Voss, R., Cantwell, M. and Rice, B. 2003. Response of garlic to irrigation water. Agric. Water Manag. 58, 29-43.
- Malmir, A. 1999. Investigation and determination of complex methods at damage reduction of *D. ulula* moth larva. Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan. Final Research Report. No. 79/62. (in Farsi)
- Panchal, G.N., Modhwadia, M.M., Patel, J.C., Sadaria, S.G. and Patel, B.S. 1992. Response of garlic (*Allium sativum*) to irrigation, nitrogen and phosphorus. Indian J. Agron. 37 (2): 397-398.
- Rezvani, S., Mirzaee, M., and Bayat, F. 2011. Determination of water deficit sensibility in four stages of sugar beet growth in Hamedan. Iranian J. Irrig. Drain. 4 (3). (in Farsi)
- Shainberg I. and Oster, J.D. 1978. Quality of irrigation water : IIRC Publication No. 2, Volcani Center. 65 pp. Translated by Alizadeh, A.
- Zepp, G., Harwood, J. and Somwaru, A. 1999. Garlic: An economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.



## **Quantitative Properties and Water Use Efficiency of White Garlic (Ecotype Hamedan) by Cut-off Date and Irrigation Level**

**S. M. Rezvani\* , F. Bayat and A. E. Nosrati**

\*Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 887, Hamedan, Iran, E-mail: moin.rezvani@gmail.com

Received: 22 may 2010, Accepted: 9 August 2011

Irrigation management includes cut-off dates, water volume and irrigation frequency control to influence the yield and post-harvest status of garlic. In this study, the effect of cut-off dates and irrigation levels on garlic were investigated over three years using a completely randomized block arranged in a split plot experimental design consisting of three levels of irrigation (75%, 100%, 125% water use) as the main plot and three irrigation cut-off dates (current date of cut-off, one week prior to and one week subsequent to the prevalent date for Hamedan garlic farms) as the sub-plot with three replications. After harvesting, the clove weight, bulb diameter, clove and skin numbers and yield were measured. The greatest and least clove weights were obtained for 125% water used in the third (47.5 g) and first (39.8 g) cut-off dates, respectively. Clove weight and bulb diameter for the third date increased and skin number decreased. The greatest yield was obtained for 125% water and at the first cut-off date (10450 kg/ha). The differences were not significant for the other treatments, except for 75% water used at the third cut-off date (8622 kg/ha). The greatest WUE was found for 75% water at the first cut-off date (9.7 kg/m<sup>3</sup>). As a result of this study, the 75% level of irrigation and the first cut-off date were shown to be the most suitable.

**Keywords:** Cut-off date, garlic, irrigation amount, yield