علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۳ (ص ۴۶۰-۴۵۳)

تأثیر فواصل آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد دانه و اسانس انیسون (*Pimpinella anisum* L.)

مجید پوریوسف[1*]، سید علی رزاقی‌فرد[2] و خلیل جمشیدی[3]
۱، ۲ و ۳. استادیار، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۲/۱۵)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر فواصل آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد انیسون (*Pimpinella anisum* L.) آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فواصل آبیاری در سه سطح شامل ۷، ۱۲ و ۱۷ روز در کرت‌های اصلی و زمان برداشت در سه سطح شامل برداشت در مرحلهٔ خمیری نرم (مومی شدن)، خمیری سفت و رسیدگی کامل دانه‌ها در کرت‌های فرعی بررسی شدند. نتایج نشان داد که تأثیر فواصل آبیاری بر بیشتر صفات شامل تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در چترک، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس دانه معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) بود. با افزایش فاصلهٔ آبیاری از ۷ به ۱۷ روز بیشتر صفات مورد بررسی از جمله عملکرد دانه و عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند، ولی درصد اسانس افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۶۳۶/۰۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۲۳/۷۶ کیلوگرم در هکتار) از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و کمترین مقدار صفات مذکور از فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز به‌دست آمد. زمان برداشت نیز تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر برخی از صفات شامل وزن هزاردانه، تعداد دانه در چتر، عملکرد دانه، عملکرد و درصد اسانس داشت. به‌طوری‌که با تأخیر در برداشت از مرحلهٔ خمیری سفت تا رسیدگی کامل تعداد دانه در چتر، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و درصد اسانس به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و برداشت در مرحلهٔ خمیری سفت به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: **انیسون، دور آبیاری، عملکرد دانه، محتوای اسانس، مرحلهٔ برداشت.**

مقدمه

در حال حاضر به‌دلیل آثار جانبی داروهای شیمیایی، مصرف داروهای با منشأ گیاهی گسترش روزافزونی یافته است، به‌طوری‌که براساس برآورد سازمان بهداشت جهانی ۸۰ درصد مردم در کشورهای جهان سوم برای درمان، از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند. به‌علاوه در حال حاضر حجم زیادی از واردات کشورهای اروپایی به گیاهان دارویی اختصاص یافته است. انیسون (*Pimpinella anisum* L.) گیاهی است علفی، یکساله و دیپلوئید که به تیرهٔ چتریان تعلق دارد (Omidbaigi, 2006). منشأ انیسون سواحل غربی دریای مدیترانه، مصر و آسیای صغیر گزارش شده است. میوهٔ انیسون مهم‌ترین

* تلفن: ۰۹۱۲۵۶۸۷۴۱۴
E-mail: pouryousef@znu.ac.ir

بخش قابل استفادهٔ این گیاه بوده و حاوی اسانس است. مهم‌ترین مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ اسانس انیسون، آنتول است که ۸۰ تا ۹۰ درصد آن را شامل می‌شود (Omidbaigi, 2006). آب به‌عنوان مهم‌ترین و بیشترین ترکیب (۸۵ تا ۹۰ درصد) اندام گیاهی، یکی از عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر روند رشد و نمو و همچنین مواد مؤثرهٔ گیاهان دارویی دارد. تأمین آب یکی از محدودیت‌های تولید در بسیاری از نقاط جهان است. ایران با متوسط بارندگی ۲۲۴ میلی‌متر جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (Kordvani, 1988). کم‌آبیاری راهکار بهینه‌ای برای به‌عمل آوردن محصولات در شرایط کمبود آب است که با کاهش محصول در واحد سطح و افزایش آن با گسترش سطح همراه می‌باشد (Ganpat *et al*., 1992). بر خلاف گیاهان زراعی، تحقیقات محدودی در مورد تأثیر رژیم‌های آبیاری بر خواص کمی و کیفی گیاهان دارویی و به‌خصوص انیسون انجام گرفته است. با این حال نتایج تحقیقات موجود، حاکی از این است که خواص کمی و کیفی بسیاری از گیاهان دارویی متعلق به خانوادهٔ چتریان از جمله انیسون، زیرهٔ سبز و رازیانه به‌شدت تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری قرار می‌گیرد (Randhawa *et al*., 1992). اولین اثر ظاهری کم‌آبی روی گیاهان، اندازهٔ کوچک‌تر و تعداد کمتر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاه است، که ناشی از کاهش توسعهٔ سلولی و رشد می‌باشد (Fischer & Maurer, 1987). Zehtab-salmasi (2001)، طی آزمایشی در مورد تأثیر رژیم‌های کم‌آبیاری بر گیاه دارویی انیسون، گزارش کرد که با کاهش مقدار آب آبیاری، ارتفاع گیاه، تعداد چتر در گیاه، تعداد چترک در هر چتر و عملکرد دانه و اسانس به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. در آزمایش Farahza Kazemi *et al*. (2002) در مورد تأثیر رژیم‌های مختلف رطوبتی بر خصوصیات زیرهٔ سبز حداکثر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، عملکرد دانه و زیست‌توده از رژیم آبیاری ۱۰۰درصد رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای حاصل شد. نتایج تحقیقات Khazaie *et al*. (2007) در مورد تأثیر فواصل مختلف آبیاری بر روی گیاه دارویی اسفرزه نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته و عملکرد دانه از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز به‌دست آمد. Akbarinia *et al*. (2005) اثر دور آبیاری (۷، ۱۴و ۲۱روز) را بر گیاه سیاه‌دانه بررسی و مشاهده کردند که با طولانی شدن دور آبیاری عملکرد دانه، عملکرد کاه و ارتفاع بوته کاهش یافت. در پژوهش Norozpoor & Rezvani moghadam (2006) بر روی سیاه‌دانه، بیشترین عملکرد زیست‌توده و دانه مربوط به فاصلهٔ آبیاری یک هفته بود. تأخیر در برداشت انیسون به‌علت ناهمزمانی رسیدن دانه‌ها، موجب ریزش دانه‌ها و کاهش عملکرد می‌شود (Omidbaigi, 2006). عملیات برداشت بذر به‌ویژه زمان آن از نظر کیفیت بذر اهمیت دارد و برداشت زود و دیرهنگام بذر می‌تواند موجب کاهش قوهٔ نامیه و بنیهٔ بذر شود (Fenwick Kelly & George, 1998). با توجه به اینکه تحقیقات محدود در مورد خواص کمی و کیفی گیاهان دارویی و به‌خصوص انیسون انجام گرفته است، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر فواصل آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس انیسون و در نتیجه تعیین بهترین فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت به‌منظور حصول عملکرد کمی و کیفی بالاست.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. زنجان دارای آب‌وهوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان ملایم تا نسبتاً گرم است که در عرض شمالی ۴۱ دقیقه و ۳۶ درجه و طول شرقی ۲۹ دقیقه و ۴۸ درجه و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا قرار دارد. زمین محل آزمایش دارای خاکی با بافت لومی‌رسی، $Ec=۰/۷\ ds.m^{-1}$ و $pH=۸/۱۸$ بود. فواصل آبیاری در سه سطح شامل ۷، ۱۲ و ۱۷ روز در کرت‌های اصلی و زمان برداشت در سه سطح شامل برداشت در مرحلهٔ خمیری نرم (مومی شدن)، خمیری سفت و رسیدگی کامل در کرت‌های فرعی بررسی شدند. هر واحد آزمایشی شامل ۸ ردیف به فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۴ متر تهیه شد. بر روی هر ردیف بذرهای انیسون با فاصلهٔ حدود ۱ سانتی‌متر در عمق ۲ سانتی‌متر کشت شدند و روی بذرها با کود دامی الک‌شده با نسبت ۳ به ۱ با خاک به ضخامت حدود ۱ سانتی‌متر پوشانده شد. گیاهان سبزشده در مرحلهٔ دو الی چهاربرگی تنک شدند و فاصلهٔ بین بوته‌ها روی

ردیف‌ها به حدود ۱۰ سانتی‌متر افزایش داده شد. در مراحل مختلف رشد گیاه به‌ویژه در مراحل اولیه که جوانه‌زنی و رشد انیسون کند بود، مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی و مداوم انجام گرفت. برای جلوگیری از نشت آب آبیاری به سایر کرت‌ها، ۲ متر فاصله بین آنها در نظر گرفته شد. در حد فاصل بین بلوک‌ها نیز ۴ متر فاصله در نظر گرفته شد. آبیاری نیز در مراحل تعیین‌شده به‌صورت نشتی انجام گرفت. نحوهٔ آبیاری بدین صورت بود که فواصل به‌ترتیب هر ۷، ۱۲ و ۱۷ روز یک بار آبیاری به‌صورت نشتی در نظر گرفته شد و در کل کرت‌های مربوط تا مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب ۱۵، ۹ و ۶ بار آبیاری شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه بسته به زمان برداشت، در کرت‌های مربوطه، در سه زمان خمیری نرم (زمانی که حداقل حدود ۵۰ درصد دانه‌ها به حالت مومی رسیدند)، خمیری سفت (دانه‌ها سفت‌شده و به رنگ سبز بودند) و رسیدگی کامل (دانه‌ها کاملاً خشک و به رنگ کاه در آمدند)، پس از حذف حاشیه‌ها (نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها و همچنین ردیف‌های کناری) در هر واحد آزمایشی، از ردیف‌های میانی از مساحتی در حدود دو متر مربع نمونه‌برداری انجام گرفت و عملکرد دانه تعیین شد. به‌منظور تعیین صفات اجزای عملکرد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چترک و چتر و وزن هزاردانه در آنها اندازه‌گیری شد. به‌منظور استخراج اسانس دانه‌ها از روش تقطیر با آب استفاده شد و پس از تعیین درصد اسانس دانه‌ها، عملکرد اسانس نیز از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و رسم نمودارها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار Excel صورت گرفت. مقایسهٔ میانگین صفات با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

تعداد چتر در بوته به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر فاصلهٔ آبیاری قرار گرفت. ولی تأثیر زمان برداشت و اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت بر صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد چتر در بوته (۲۲/۴۰) مربوط به فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و کمترین آن (۱۳/۱۰) مربوط به فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز بود (جدول ۲). در مورد علت کاهش تعداد چتر در بوته با افزایش فواصل آبیاری می‌توان گفت که با افزایش فاصلهٔ آبیاری و محدودیت آبی ناشی از آن، سنتز مواد پرورده محدود شد و گیاه از توان کمتری در اختصاص مواد پرورده به تشکیل گل‌آذین برخوردار بود و این امر در نهایت موجب کاهش تعداد چتر در بوته گیاه شد. کاهش تعداد چتر در بوتهٔ آنیسون در شرایط کم‌آبیاری توسط محققان دیگر از جمله Haidari (2010)، Zehtab-salmasi (2001)، و Zehtab-Salmasi *et al.* (2006) نیز گزارش شده است.

تعداد دانه در چترک و چتر به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت قرار گرفت. ولی اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت بر روی این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در چترک (۴/۹۶) و چتر (۴۴/۸۵) از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و کمترین مقدار صفات مذکور از فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز حاصل شد (جدول ۲). کاهش تعداد دانه در چترک و چتر با افزایش فاصلهٔ آبیاری را می‌توان چنین توجیه کرد که احتمالاً کاهش آب آبیاری از طریق ایجاد اختلال در گرده‌افشانی و کاهش طول دورهٔ گرده‌افشانی، موجب عدم تلقیح مناسب گل‌ها و کاهش تعداد دانه در چترک و چتر شده است. کاهش تعداد دانه در گل‌آذین در شرایط کم‌آبیاری در گیاهان مختلف توسط محققان متعددی از جمله Haidari (2010)، Zehtab-salmasi (2001)، Nurhan & Vazquez (2005) و Bannayan *et al.* (2008) گزارش شده است. افزایش جزئی تعداد دانه در چتر در مرحلهٔ خمیری سفت نسبت به مرحلهٔ خمیری نرم احتمالاً به‌دلیل ناهمزمانی گلدهی و پر شدن دانه‌ها در چترهای مختلف است که موجب شده در بعضی چترها تلقیح گل‌ها همچنان ادامه داشته باشد و در نتیجه تعداد دانه در چتر افزایش یابد. کاهش تعداد دانه در چترک و چتر در مرحلهٔ رسیدگی کامل نسبت به مرحلهٔ خمیری سفت نیز ممکن است به‌دلیل ریزش دانه‌ها در برخی چترها باشد. Haidari (2010) و Zehtab-salmasi (2001) نیز طی تحقیقات خود بر روی انیسون گزارش کردند که با

تأخیر در برداشت به‌دلیل ریزش برخی دانه‌ها، تعداد دانه در چتر کاهش می‌یابد و بهتر است برداشت کمی زودتر از مرحلهٔ رسیدگی کامل صورت گیرد.

وزن هزاردانه نیز به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت قرار گرفت. ولی اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت بر روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین وزن هزاردانه (۱/۴۲ گرم) از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و کمترین آن (۱/۱۸ گرم) از فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز به‌دست آمد (جدول ۲). نتایج این آزمایش با نتایج Zehtab-salmasi (2001) در انیسون مبنی بر کاهش وزن هزاردانه در اثر کاهش آبیاری مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد که با کاهش آب آبیاری، به‌دلیل پیری زودرس برگ‌ها، تولید مواد فتوسنتزی کاهش یافته و در نتیجه اختصاص مواد پرورده به هر کدام از دانه‌ها کمتر شده و به‌تبع آن نیز دانه‌های تشکیل‌شده کوچک‌تر و لاغرتر شده‌اند. همچنین کاهش طول دورهٔ پر شدن دانه در اثر کاهش آب آبیاری می‌تواند از دیگر دلایل مهم کاهش وزن هزاردانه باشد. در بین زمان‌های برداشت نیز کمترین وزن هزاردانه از مرحلهٔ خمیری نرم به‌دست آمد و با پیشرفت مراحل رسیدگی بر وزن هزاردانه افزوده شد. علت افزایش وزن هزاردانه با پیشرفت مراحل رسیدگی احتمالاً به این دلیل است که در مرحلهٔ خمیری نرم دانه‌ها به‌خوبی پر نشده ولی در مرحلهٔ رسیدگی کامل به‌دلیل بلوغ کامل و پر شدن مناسب دانه‌ها، وزن دانه‌ها افزایش یافته است. Ozel (2009) و Haidari (2010) نیز در بررسی تأثیر مراحل مختلف برداشت بر روی انیسون به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس تأثیر فواصل آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس انیسون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چترک	تعداد دانه در چتر	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۱۳۸/۳۴*	۲/۲۴**	۹۶/۵۵*	۰/۰۱^{ns}	۳۴۰۳۳/۵۹^{ns}	۳/۳۹*	۸۶/۴۶^{ns}
رژیم آبیاری	۲	۱۹۶/۷۸*	۳/۹۸**	۴۷۰/۱۷**	۰/۱۴*	۳۱۶۱۷۵/۶۴**	۲/۱۳*	۳۲۹/۸۰*
اشتباه (E_a)	۴	۱۴/۸۷	۰/۰۶	۸/۵۱	۰/۰۰۸	۱۵۷۳۷/۴۰	۰/۲۹	۱۸/۵۷
زمان برداشت	۲	۱/۵۳^{ns}	۰/۴۸*	۳۱/۶۸*	۰/۰۲*	۸۸۵۷/۷۵**	۱/۵۷**	۱۸/۴۲**
دور آبیاری × زمان برداشت	۴	۱/۵۲^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۱۶/۷۹^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱۳۲۱/۶۳*	۰/۰۲^{ns}	۱/۳۷^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۲	۳/۵۰	۰/۰۹	۹/۴۲	۰/۰۰۶	۲۹۸/۵۸	۰/۰۴	۰/۸۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۳۷	۷/۳۱	۸/۲۲	۶/۱۰	۳/۸۸	۴/۸۹	۵/۱۱

ns عدم تفاوت معنی‌دار؛ * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال۵ و۱ درصد.

عملکرد دانه

فاصلهٔ آبیاری، زمان برداشت و اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز به مقدار ۶۳۶/۰۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز به مقدار ۲۶۱/۴۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). کاهش آب آبیاری طی مراحل مختلف نموی به‌خصوص مرحلهٔ زایشی سبب کاهش طول دورهٔ فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه، سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌شدهٔ ساقه به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (Pouryousef *et al*., 2012). کاهش آب آبیاری و به‌تبع آن تنش خشکی علاوه بر محدود کردن منبع (کاهش سطح برگ‌ها و ...)، سبب کاهش قدرت مخزن (کاهش تعداد دانه در چتر و ...) و ظرفیت ذخیره‌ای آن می‌شود (Bannayan *et al*., 2008; Nurhan & Vazquez, 2005). بنابراین کاهش منبع و فتوسنتز جاری از سویی، و کاهش مقدار انباشت و انتقال مجدد مواد از سوی دیگر، موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. Zehtab-Salmasi *et al*. (2006) علت کاهش عملکرد دانه را افزایش فواصل آبیاری، کاهش اجزای عملکرد از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، و تعداد دانه در چترک عنوان کرده‌اند.

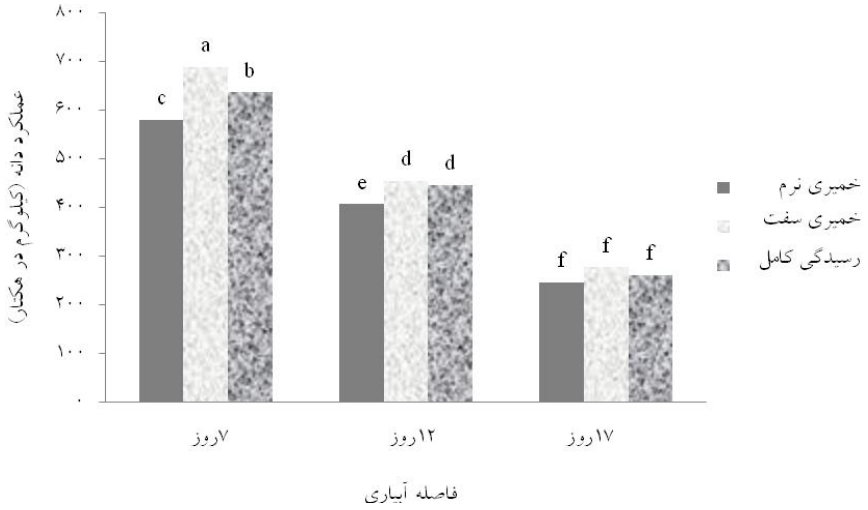
بر اساس نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین‌ها در بین زمان‌های برداشت بیشترین عملکرد دانه (۴۷۴/۱۵ کیلوگرم در هکتار) از مرحلهٔ خمیری سفت و کمترین

آن (۴۱۱/۶۸ کیلوگرم در هکتار) از مرحلهٔ خمیری نرم به‌دست آمد. Ozel (2009) در بررسی تأثیر مراحل مختلف برداشت بر روی انیسون گزارش کرد که بیشترین عملکرد دانه از مرحلهٔ مومی سفت به‌دست آمد. نتایج بررسی اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت نشان داد که در هر سه فاصلهٔ آبیاری با تأخیر در زمان برداشت از مرحلهٔ خمیری نرم تا مرحلهٔ خمیری سفت عملکرد دانه افزایش و پس از آن کاهش نشان داد. به‌طوری‌که در هر سه فاصلهٔ آبیاری بیشترین عملکرد دانه از برداشت در مرحلهٔ خمیری سفت و کمترین عملکرد دانه از برداشت در مرحلهٔ خمیری نرم حاصل شد. بالا بودن عملکرد دانه در مرحلهٔ خمیری سفت دانه‌ها ممکن است به‌دلیل پر شدن مناسب دانه‌ها و افزایش وزن هزاردانه باشد و از طرفی کاهش عملکرد دانه در مرحلهٔ رسیدگی کامل ممکن است به‌دلیل ریزش برخی دانه‌ها در چترهایی باشد که زودتر به مرحلهٔ رسیدگی رسیده و مستعد ریزش بوده‌اند (شکل ۱). Haidari (2010)، Zehtab-salmasi (2001) و Zehtab-Salmasi *et al.* (2006) نیز به نتایج مشابهی در مورد کاهش تولید عملکرد دانه در اثر کاهش آب آبیاری دست یافتند. Haidari (2010)، Zehtab-salmasi (2001) و Ozel (2009) نیز طی تحقیقات خود روی انیسون به این نتیجه رسیدند که ریزش دانه‌ها یکی از مشخصه‌های این گیاه است و چنانچه برداشت محصول با تأخیر صورت پذیرد، به‌دلیل ریزش برخی دانه‌ها، عملکرد دانه و اسانس افت پیدا می‌کند. همچنین ریزش بذر موجب می‌شود که بذر ریزش‌یافتهٔ این گیاه در محصولات بعدی به‌عنوان علف هرز، مشکل‌ساز باشد.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین تأثیر فواصل آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد انیسون

تیمار	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چترک	تعداد دانه در چتر	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
فاصلهٔ آبیاری							
۷ روز	۲۲/۴۰^{a}	۴/۹۶^{a}	۴۴/۸۵^{a}	۱/۴۲^{a}	۶۳۶/۰۷^{a}	۳/۵۵^{b}	۲۳/۷۶^{a}
۱۲ روز	۱۸/۶۳^{a}	۴/۲۹^{b}	۳۶/۶۵^{b}	۱/۳۶^{a}	۴۳۶/۳۳^{b}	۴/۲۷^{a}	۱۸/۰۱^{b}
۱۷ روز	۱۳/۱۰^{b}	۳/۶۳^{c}	۳۰/۴۴^{c}	۱/۱۸^{b}	۲۶۱/۴۸^{c}	۴/۴۷^{a}	۱۱/۶۶^{c}
زمان برداشت							
خمیری نرم	۱۷/۶۳^{a}	۴/۲۳^{ab}	۳۶/۸۸^{ab}	۱/۲۷^{b}	۴۱۱/۶۸^{c}	۴/۵۲^{a}	۱۸/۳۷^{a}
خمیری سفت	۱۸/۴۵^{a}	۴/۵۵^{a}	۳۹/۳۶^{a}	۱/۳۲^{ab}	۴۷۴/۱۵^{a}	۴/۰۸^{b}	۱۸/۸۸^{a}
رسیدگی کامل	۱۸/۰۵^{a}	۴/۰۹^{b}	۳۵/۶۹^{b}	۱/۳۷^{a}	۴۴۸/۰۵^{b}	۳/۶۹^{c}	۱۶/۱۸^{b}

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک‌اند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱. اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد دانهٔ انیسون

درصد و عملکرد اسانس دانه

درصد و عملکرد اسانس دانه به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت قرار گرفت. ولی اثر متقابل فاصلهٔ آبیاری و زمان برداشت بر روی صفات مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین درصد اسانس (۴/۴۷ درصد) از فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز و کمترین آن (۳/۵۵ درصد) از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز حاصل شد (جدول۲). نتایج پژوهش‌های متعددی نیز مؤید این مطلب است که با کاهش آب آبیاری درصد اسانس افزایش می‌یابد (Omidbaigi *et al*., 2003; Abreu *et al*., 2004; Abreu & Mazzafera, 2005; Bannayan *et al*., 2008). تا زمانی که آب و در نتیجه عناصر غذایی در دسترس گیاه است، گیاه کربن را ترجیحاً برای رشد اختصاص می‌دهد. ولی با کاهش آب آبیاری میزان دسترسی به عناصر غذایی کمتر شده و رشد گیاه بیش از فتوسنتز محدود می‌شود و در نتیجه بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس‌ها اختصاص می‌یابد (Gershenzon, 1984). Haidari (2010) نیز کاهش درصد اسانس دانهٔ آنیسون را در شرایط تنش خشکی گزارش کرده است. در بین زمان‌های برداشت نیز بیشترین درصد اسانس (۴/۵۲ درصد) از مرحلهٔ خمیری نرم و کمترین آن (۳/۶۹ درصد) از مرحلهٔ رسیدگی کامل به‌دست آمد (جدول ۲). علت کاهش درصد اسانس با پیشرفت مراحل رسیدگی احتمالاً در نتیجهٔ کاهش سطح اسانس در محل ترشح اسانس است که خود این امر نیز به شرایط آب‌وهوایی وابسته است. Ozel (2009) نیز در بررسی تأثیر مراحل مختلف برداشت بر روی انیسون به نتایج مشابهی دست یافت. در بررسی‌های وی بیشترین درصد اسانس دانه در اولین مرحلهٔ برداشت که چتر اولیه در شروع مرحلهٔ مومی شدن بود و تمام برگ‌ها سبز بود به‌دست آمد. با توجه به اینکه سطح اسانس در دانه به شرایط آب‌وهوایی بعد از دوران رسیدگی وابسته است، به‌نظر می‌رسد که کاهش درصد اسانس در برداشت دیر (رسیدگی کامل) ناشی از این حقیقت باشد که احتمالاً به‌دلیل فرار بودن اسانس، اسانس دانه‌ها تبخیر شده و غلظت آن در دانه‌ها کاهش یافته است. Rezaei *et al.* (2001) نیز طی آزمایشی بر روی رازیانه به این نتیجه رسیدند که محتوای اسانس میوه در زمان‌های مختلف برداشت متغیر بود و در برداشت‌های ابتدایی نسبت به مرحلهٔ رسیدگی کامل، محتوای اسانس میوه بیشتر بود.

بیشترین عملکرد اسانس (۲۳/۷۶ کیلوگرم در هکتار) متعلق به فاصلهٔ آبیاری ۷ روز بود و کمترین آن (۱۱/۶۶ کیلوگرم در هکتار) از فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز حاصل شد (جدول ۲). با در نظر گرفتن اینکه عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس حاصل می‌شود، می‌توان دریافت که علت اصلی بالا بودن عملکرد اسانس تحت فاصلهٔ آبیاری ۷ روز، بیشتر بودن عملکرد دانه است. تحت فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز، با اینکه درصد اسانس افزایش یافت، مقدار کاهش عملکرد دانه به‌حدی بود که عملکرد اسانس نیز به‌تبع آن کاهش یافت و به‌عبارتی کاهش عملکرد اسانس تحت فاصلهٔ آبیاری ۱۷ روز را می‌توان به کاهش عملکرد دانه در اثر آبیاری کمتر نسبت داد. Haidari (2010)، Zehtab-salmasi (2001) نیز در آزمایش‌هایی که بر روی انیسون انجام دادند گزارش کردند که با کاهش مقدار آب آبیاری عملکرد اسانس کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد اسانس با کاهش مقدار آب آبیاری در گیاهان دیگر نیز گزارش شده است (Norozpoor & Rezvani moghadam, 2006; Ardakani *et al*., 2007; Reffat & Saleh, 1997). در بین زمان‌های برداشت نیز بیشترین عملکرد اسانس (۱۸/۸۸ کیلوگرم در هکتار) از مرحلهٔ خمیری سفت و کمترین آن (۱۶/۱۸ کیلوگرم در هکتار) از مرحلهٔ رسیدگی کامل به‌دست آمد (جدول ۲). علت اصلی کاهش عملکرد اسانس در مرحلهٔ رسیدگی کامل نسبت به مرحلهٔ خمیری سفت ممکن است کاهش عملکرد دانه (در اثر ریزش دانه‌ها) و کاهش جزئی درصد اسانس باشد.

به‌طور کلی با تأخیر در برداشت از مرحلهٔ خمیری سفت تا رسیدگی کامل، محتوا و عملکرد اسانس و همچنین عملکرد دانه به به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. بنابراین به‌منظور جلوگیری از کاهش درصد و عملکرد اسانس دانه‌ها و ممانعت از ریزش دانه‌ها از تأخیر در برداشت گیاه ممانعت به‌عمل آمد و برداشت آن در مرحلهٔ خمیری سفت صورت پذیرفت. همچنین با توجه به اینکه بیشترین مقدار صفات مورد بررسی از جمله

عملکرد دانه و اسانس از فاصلهٔ آبیاری ۷ روز حاصل شد، توصیه می‌شود که از فواصل آبیاری طولانی‌تر برای این گیاه استفاده نشود. در نهایت به‌منظور تولید عملکرد قابل قبول در انیسون، فاصلهٔ آبیاری ۷ روز و برداشت در مرحلهٔ خمیری سفت به‌عنوان بهترین ترکیب تیماری در این بررسی پیشنهاد می‌شود.

REFERENCES

1. Abreu, I. N. & Mazzafera, P. (2005). Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypercium brasiliense* choosy. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43, 241-248.
2. Abreu, I. N., Porto, A. L. M., Marsaioli, A.J. & Mazzafera, P. (2004). Distribution of bioactive substance from *Hypercium brasilians* during plant growth. *Plant Science*, 167, 949-954.
3. Akbarinia, A., Khosravi fard, M., Sharifi ashorabadi, A. & Babakhanlo, P. (2005). The effect of irrigation intervals on yield and agronomic traits of *Nigella sativa*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Researches*, 21(1), 65-73.
4. Ardakani, M. R., Abbas zadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M. H. & Packnejad, F. (2007). The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2), 251-261.
5. Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. & Rastgoo, M. (2008). Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *Industrial Crops and Products*, 27, 11-16.
6. Farahza Kazemi, S., Farahi Ashtiani, S. & Sharifi ashorabadi, A. (2002). The effect of water stress on grain yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Pajohesh va Sazandegi*, 15(54), 42-45.
7. Fenwick Kelly, A. & George, R.A.T. (1998). *Encyclopedia of seed production of world Crops*. John Wiley and Sons, England.
8. Fischer, R.A. & Maurer, R. (1987). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Research*, 29, 897-912.
9. Ganpat, S., Ishwar, S. & Bhati, D. S. (1992). Response of blond psyllium (*Plantago ovata*) to irrigation and split application of nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, 37, 880-881.
10. Gershenzon, J. (1984). *Changes in levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress*. Phytochemical adaptation to stress, Plenum Press, New York., 273-320 p.
11. Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakoli, A. & Saba, J. (2012). Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28, 121-130.
12. Khazaie, H. R., Sabet Teimouri, M. & Najafi, F. (2007). Investigation on yield and quality of isabgol (*plantago ovata* L.) under different irrigation regimes and seeding rates. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5(1), 77-84.
13. Kordvani, P. (1988). *Arid environments*. Tehran University Press. Tehran.
14. Norozpoor, G. & Rezvani moghadam, P. (2006). Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa*). *Pajohesh and Sazandegi*, 73, 133-137.
15. Nurhan, T. D. & Vazquez, R. S. (2005). Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. *Journal of Applied Horticulture*, 7(1), 20-22.
16. Omidbaigi, R. (2007). *Production and processing of medicinal plants*. Vol 3. Astane ghods razavi press. 378 p.
17. Omidbaigi, R., Hassani, A. & Sefidkon, F. (2003). Essential oil content and composition of sweet basil (*Osymum basilicum*) at different irrigation regimes. *Jeobp*, 6(1), 104-108.
18. Ozel, A. (2009). Anise (*Pimpinella anisum*): changes in yields and component composition on harvesting at different stages of plant maturity. *Experimental Agriculture*, 45, 117-126.
19. Pouryousef, M., Tavakoli, A., Maleki, M & Barkhordari, K. (2012). Effects of drought stress and harvesting time on grain yield and its components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). In: *National Congress on Medicinal Plants*, 16- 17 May, Kish Island, pp. 315.
20. Randhawa, G.S., Gill, B.S. & Raychaudhuri, S.P. (1992). Optimizing agronomic reguirements of anise (*Pimpinella anisum* L.) in the Punjab. *Recent advances in medicinal., aromatic and spice crops* (Vol.2). International conference held on 28-31 January 1989 at New Delhi., India. 413-416.
21. Reffat, A. M. & Saleh, M. M. (1997). The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. *Bulletin of faculty of Agriculture*, University of Cairo, 48, 515-527.
22. Rezaei, M., Jaimand, K., Majd, A. & Madah, M. (2001). Effect of harvesting time on quality and quantity of essential oil from different organs of fennel. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 11, 11-23.

23. Zehtab-salmasi, S. (2001). *Investigation the ecophysiological effect of irrigation and sowing date on growth, yield, essence and anethole in anise*. Ph.D. dissertation. University of Tabriz.
24. Zehtab-Salmasi, S., Ghasemi-Golezani, K. & Moghbeli, S. (2006). Effect of sowing date and limited irrigation on the seed yield and quality of dill (*Anethum graveolens* L.). Turk Agricultural Foresty Journal, 30, 1-6.