



## اثر سطوح مختلف آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.)

زهرا عربی<sup>۱\*</sup>، کامی کابوسی<sup>۲</sup>، نصیبه رضوان طلب<sup>۳</sup> و جواد ترک لاله باغ<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، <sup>۲</sup> دانش‌آموخته دکتری رشته زراعت،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۲

### چکیده

سابقه و هدف: آنیسون با نام علمی (*Pimpinella anisum* L.) گیاه دارویی یک ساله متعلق به خانواده چتریان است (۲۳). دانه مهمترین اندام تولید کننده اسانس این گیاه می‌باشد. به منظور تولید بهتر و بیشتر آن، لازم است فاکتورهای محیطی مؤثر بر کمیت و کیفیت محصول شناسایی شود. در گیاهان دارویی، استفاده از کودهای شیمیایی و زیستی اثر زیادی بر عملکرد و ترکیبات شیمیایی گیاهی دارد. اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک یکی از این عوامل می‌باشد. لذا در این راستا آزمایشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه دارویی آنیسون انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت گلدانی در منطقه رامیان استان گلستان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. فاکتور اول شامل چهار سطح آبیاری (FC، ۸۰ درصد FC، ۶۰ درصد FC و ۴۰ درصد FC) و فاکتور دوم شامل سه سطح هیدروژل سوپر جاذب (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. بافت خاک مورد مطالعه لوم رسی سیلتی و برخی خصوصیات شیمیایی آن شامل EC=0.91، pH=8.1، O.M=1.04، TNV=17.7، B.D=1.5، F.C=27.3، N=0.073، P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=4.2 و برخی کاتیون‌های محلول شامل K<sup>+</sup>، Fe<sup>2+</sup>، Mn<sup>2+</sup> و Zn<sup>2+</sup> و Cu<sup>2+</sup> به ترتیب 200، 1، 0.5، 0.6 و 0.5 (meq L<sup>-1</sup>) می‌باشد. صفات مورد ارزیابی عبارت از ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، شاخص برداشت،

\*مسئول مکاتبه: [arabi\\_z2003@yahoo.com](mailto:arabi_z2003@yahoo.com)

تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه آنیسون بودند. پس از عملیات کاشت و برداشت و اندازه‌گیری عملکرد رشد، اسانس با استفاده از روش آب مقطر با استفاده از کلونجر و سولفات سدیم خشک شد.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثرات متقابل تیمارهای سطوح آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح ۵ درصد به جز صفت عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد بیشترین میزان ارتفاع بوته، تعداد چتر، تعداد چترک، میزان شاخص برداشت، تعداد دانه، وزن هزار دانه و درصد اسانس در تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب نداشتند و نشان‌دهنده تأثیر بسیار مثبت هیدروژل ابرجاذب می‌باشد. اثر متقابل تیمارها روی عملکرد دانه معنی‌دار نشد ولی اثرات ساده سطوح آبیاری در سطح ۱ درصد و سطوح پلیمر سوپر جاذب در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار از خود نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج بدست آمده از این آزمایش، تیمار ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه و ۱۰۰ کیلوگرم هیدروژل سوپر جاذب را به عنوان بهترین تیمار از لحاظ صرفه اقتصادی معرفی می‌کند زیرا با مصرف کمتر آب و پلیمر می‌توان به همان عملکرد که سطوح بالاتر کاربرد این تیمارها دارند دست یافت. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مدت ماندگاری هیدروژل در خاک می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد مقدار کافی هیدروژل ابرجاذب نه تنها تحت شرایط آبیاری کافی بلکه تحت شرایط تنش خشکی نیز می‌تواند علاوه بر هزینه‌های خرید آن، مقدار سود و افزایش عملکرد را عاید سازد.

**واژه‌های کلیدی:** اسانس، آنیسون، سطوح آبیاری، عملکرد، هیدروژل سوپر جاذب

## مقدمه

آنیسون با نام علمی *Pimpinella anisum L.* گیاهی علفی، یکساله و از خانواده چتریان می‌باشد و یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی اسانس‌دار در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی است (۲۳). آنیسون از ابتدای مرحله ساقه‌دهی تا آغاز گلدهی به مقادیر مناسبی آب نیاز دارد. خاک‌های چرنوزوم خاک‌های بسیار مناسبی برای تولید این گیاه است. خاک‌های سبک شنی و تهی از مواد غذایی و همچنین خاک‌های سنگین رسی برای کشت گیاه مناسب نیست. pH مناسب خاک برای آنیسون بین ۶/۵ تا ۷/۲ (تقریباً خنثی) می‌باشد (۱۴).

خشکسالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش محیطی است که هر ساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات مختلف زراعی در جهان بخصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد، وارد می‌نماید (۳۰). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی در گیاهان زراعی مختلف توسط محققان متعددی گزارش شده است (۱۱، ۲۵). در مدیریت آبیاری، کم آبیاری روشی است که بر اساس آن ضمن وارد نیامدن خسارت شدید به گیاه در اثر تنش خشکی، در مقدار آب آبیاری صرفه جویی می‌شود (۳۱). بابایی و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در *Thymus vulgaris L.* نشان دادند تنش خشکی اثر معنی داری بر پارامترهای رشدی، عملکرد اندام رویشی و انباشت پرولین و درصد تیمول دارد (۴). با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه کاهش نشان داد. پیرزاد و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی با عنوان بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla L.*) تحت رژیم‌های آبیاری و مقادیر سوپر جاذب A200 نشان دادند که افزایش فاصله آبیاری به بیش از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشنگ باعث کاهش در عملکرد آنیسون می‌گردد و همچنین در این پژوهش کاربرد پلیمر سوپر جاذب تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد شد (۲۹). حیدری و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی دیگر با عنوان تأثیر تنش خشکی و زمان برداشت بر عملکرد دانه و تولید اسانس آنیسون (*Pimpinella anisum L.*) تأثیر تنش خشکی در سه سطح شامل شاهد (آبیاری کامل)، تنش خشکی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه و زمان برداشت در دو سطح شامل مرحله خمیری سفت و رسیدگی کامل مورد بررسی قرار دادند (۱۲). نتایج آزمایش آنها نشان داد که تأثیر تنش

خشکی بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، زیست توده، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک، شاخص برداشت، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی دار ( $P \leq 0.05$ ) بود. امروزه از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در پروژه‌های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده و بهره‌گیری متناسب از مواد جاذب رطوبت می‌باشد. هیدروژل‌های ابرجاذب شبکه‌های هیدروفیلی هستند که هم آب جذب می‌کنند و هم مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبدار را نگهداری می‌کنند (۳۳). از مناسب‌ترین روش‌های حفاظت از گیاهان دارویی، متداول کردن زراعت و تولید انبوه آن‌ها است که می‌توان با رعایت اصول صحیح زراعت و تیمارهای مناسب، ضمن افزایش کمیت مواد مؤثره، کیفیت را نیز تا حد زیادی برای تولید جزء مورد نظر مطلوب نمود. با توجه به اهمیت موارد ذکر شده هدف از این تحقیق، بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری و هیدروژل‌های ابرجاذب بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد و اسانس گیاه آنیسون، به منظور بدست آوردن حداکثر عملکرد و اسانس بود.

## مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت گلدانی، فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت گلدانی در منطقه رامیان استان گلستان در تاریخ ۷ فروردین ۱۳۹۲ انجام شد. فاکتور اول سطوح آبیاری در ۴ سطح (FC)، ۸۰ درصد FC، ۶۰ درصد FC و ۴۰ درصد FC) و فاکتور دوم استفاده از هیدروژل‌های سوپرجاذب آکوازورب در ۳ سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد و هر گلدان به عنوان یک تکرار محسوب گردید. آکوازورب بر پایه پتاسیم بوده و هیچ سمیتی برای خاک و محیط‌زیست ندارد.

جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری نمونه‌ی مرکب تهیه گردید. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل شوری عصاره‌ی اشباع خاک (ECe) با دستگاه هدایت سنج (۵)، اسیدیته گل اشباع (pH) با استفاده از دستگاه pH سنج (۱۹)، مواد آلی خاک به روش واکلی و بلک (۲۲)، درصد مواد خنثی شونده<sup>۱</sup> (TNV) به روش تیتراسیون (۲۲)، فراوانی نسبی ذرات (رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری (۸) و همین‌طور مقدار ازت کل با استفاده از دستگاه کج‌لدال (۵)، فسفر قابل جذب با استفاده از روش اولسون و پتاسیم قابل جذب با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر

### 1. Total Neutralizing Value

تعیین شد (۵). آهن، منگنز، مس و روی نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (۵). جهت تعیین ظرفیت زراعی خاک نیز از دستگاه صفحه فشار استفاده شد (۵) (جدول ۱). قبل از کشت بذر، کلوخه‌های خاک نرم و خاک هوا خشک گردید و از الک ۴ مش گذرانده شد. قطر دهانه گلدان‌های پلاستیکی ۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۲۰ سانتی‌متر بود. وزن خاک خشک لازم برای هر گلدان با توجه به فرمول وزن مخصوص ظاهری خاک ( $\rho_b = M_s/V_t$ ) و حجم گلدان محاسبه گردید. مقدار واحد فاکتورهای سوپر جاذب در مقیاس تن در هکتار در مقدار خاک هر گلدان، با توجه به وزن مخصوص ظاهری خاک مورد استفاده در محدوده ۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب در عمق ۲۰ سانتی‌متری از خاک مزرعه بر مبنای ۳ میلیون کیلوگرم خاک در هر هکتار محاسبه و هنگام پر کردن گلدان‌ها با خاک مخلوط شد.

اکوازورب با هیدروکسید پتاسیم و آمونیاک، غنی شده که هر دو جز مواد ضروری گیاه هستند و به صورت یک پلی‌اکریلامید در آمده است. کریستال‌های آن به سرعت پس از تماس با آب متورم شده و ژلی به وجود می‌آورند که قادر به جذب آب و محلول‌های مواد غذایی می‌باشند. این مواد بی بو، بی رنگ و بدون خاصیت آلاینده‌گی خاک، آب و بافت گیاهی می‌باشند.

برای اجرای آزمایش تعداد ۲۰-۱۵ عدد بذر آنیسون در عمق سه سانتی‌متری در هر گلدان کشت شد. گلدان‌ها پس از پر شدن با خاک تا حد اشباع آبیاری شدند. با استفاده از فرمول رطوبت وزنی و با در دست داشتن وزن خاک هر گلدان، مقدار آب مورد نیاز برای رساندن به نقطه ظرفیت زراعی محاسبه شد. سپس آب آبیاری در نسبت‌های مختلف ظرفیت زراعی محاسبه گردید. جهت اعمال تیمارهای آبیاری، گلدان‌ها هر روز به وسیله ترازوی حساس (در حد گرم) توزین و به ازای کاهش وزن هر گلدان، آب به آن اضافه شد. پس از سبز شدن در مرحله ۶-۴ برگی گیاهچه‌های ضعیف حذف و تعداد ۶ بوته در هر گلدان نگه داشته شد.

دانه‌ها در مرحله‌ای که کاملاً خشک نشده‌اند برداشت شدند تا بدین ترتیب از ریزش آنها جلوگیری گردد. ارتفاع بوته‌ها تا سطح چتر اصلی اندازه‌گیری و متوسط آن‌ها به عنوان ارتفاع نهایی بوته بر حسب سانتی‌متر یادداشت شد. سپس اجزای عملکرد شامل تعداد چتر در بوته، چترک در هر چتر، تعداد دانه در هر چترک و وزن هزاردانه و شاخص برداشت تعیین گردید. به منظور تعیین عملکرد بذر ابتدا عملکرد بیولوژیک (وزن کل پیکره هوایی گیاه همراه با بذر) بوته‌های برداشت شده محاسبه گردید. سپس بوته‌های هر گلدان را با دست کوبیده و دانه‌های آنیسون را از بوته‌ها جدا و پس از الک کردن و

حذف مواد زائد و خاشاک توزین و عملکرد بذر هر گلدان برحسب گرم در بوته تعیین شد (۵). شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد اقتصادی دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب، در شرایط کاملاً یکسان به مدت ۳ ساعت انجام شد (۵). جهت تعیین درصد اسانس از روش وزنی استفاده شد (۲۴). در این آزمایش صفت‌های ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، شاخص برداشت، تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد اسانس مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی متر) محل آزمایش.

Table 1. selected physical and chemical characteristics of the studied soils.

وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی (درصد) (%F.C)	پتاسیم قابل جذب (بی‌پی‌ام) (ppm)	فسفر قابل جذب (بی‌پی‌ام) (ppm)	نیترژن کل (%) total nitrogen (%)	مواد آلی (درصد) Organic matter (%)	کل مواد خشی‌شونده (درصد) T.N.V (%)	پ‌هاش گل اشباع pH	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	بافت خاک soil texture
1.5	27.3	200	4.2	0.073	1.04	17.7	7.1	0.91	لوم رس سیلی Silty clay loam

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزارهای SAS (نسخه ۹) و Excel (۲۰۱۰) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های هر صفت نیز با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۰/۰۱ انجام شد.

## نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر متغیرهای اندازه‌گیری شده داشت به طوری که اثرات متقابل سطوح آبیاری و سوپر جاذب بر ارتفاع بوته، تعداد چتر و تعداد چترک بوته، تعداد دانه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. اما اثرات متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب بر عملکرد دانه آیسون تأثیر معنی‌داری نداشت.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) حداکثر ارتفاع بوته (۵۰/۳۴ سانتی‌متر) مربوط به اثرات متقابل تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابر جاذب بود که از لحاظ آماری

اختلاف معنی‌داری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب (۴۹/۲۱ سانتی‌متر) نداشت. کمترین ارتفاع بوته (۴۰/۱۱ سانتی‌متر) نیز در تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC و بدون هیدروژل ابرجاذب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC به همراه ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار هیدروژل ابرجاذب نداشت. اولین اثر ظاهری کم آبی بر روی گیاهان، اندازه کوچکتر و تعداد کمتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه می‌باشد که ناشی از کاهش توسعه سلولی و رشد می‌باشد (۲۱).

هم‌چنین نتایج اثرات متقابل مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد چتر (۳۴/۲۳ عدد) و چترک (۱۸/۲۵ عدد) مربوط به تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب بود که از لحاظ آماری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب در یک سطح قرار داشتند. کمترین تعداد چتر (۲۷/۰۹ عدد) و چترک (۱۰/۵۳ عدد) در تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC و بدون هیدروژل سوپرجاذب بود که با تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC به همراه ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار هیدروژل ابرجاذب، اختلاف معنی‌داری نداشت.

تنش کمبود آب، فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات تشدید می‌شود. در این آزمایش آبیاری در سطوح بالاتر سبب افزایش صفات اندازه‌گیری شده گردید که این افزایش را می‌توان مربوط به خواص و کارایی آب دانست، چون به طور معمول مواد غذایی موجود در خاک طبق فرایند جذب توده‌ای و انتشار، به همراه آب جذب ریشه می‌شوند و زمانی که آب بیشتری در اختیار گیاه باشد، گیاه به کمک آب قادر خواهد بود مواد بیشتری را از خاک جذب کند و به همین دلیل سطوح بالاتر آبیاری باعث افزایش صفات اندازه‌گیری شده گردید. این روند اثر آبیاری روی بابونه آلمانی (۲۳، ۲۷) و گل راعی (۱۸) نیز گزارش شده است.

نتایج نشان داد که با اضافه کردن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب، تمامی صفات مورد ارزیابی افزایش معنی‌داری را نشان دادند. اما با افزایش مقدار سوپرجاذب از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش معنی‌داری در تمامی صفات مشاهده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس واریانس اثر سطوح آبیاری و هیدروژل سوپرجاذب بر صفات مورفولوژیکی آنیسون  
 Table 2. Analysis of variance (mean square) for effect of irrigation levels and superabsorbent hydrogel on morphological traits of anise (*Pimpinella anisum* L.)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات mean square						
		ارتفاع بوته Plant Height	تعداد چتر No. of umbels	تعداد چترک No. of umbellets	تعداد دانه seed No.	وزن هزار دانه seed weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت harvest index
تکرار replication	2	4.23 <sup>ns</sup>	3.03 <sup>ns</sup>	4.53 <sup>ns</sup>	4.23 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	4.33 <sup>ns</sup>	3.41 <sup>ns</sup>
سطوح آبیاری Irrigation levels	3	90.67**	54.66**	48.44**	54.63*	0.66*	28.34**	67.52**
هیدروژل ابرجاذب superabsorbent hydrogel	2	145.14**	135.54**	144.86**	144.62*	0.96*	75.26*	134.33*
سطوح آبیاری × هیدروژل ابرجاذب Super-absorbent hydrogel × Irrigation levels	6	7.97*	1.27*	5.32*	2.23*	0.042*	5.62 <sup>ns</sup>	1.77*
خطا Error	24	1.62	3.55	1.78	2.037	3.55	3.32	7.72
ضریب تغییرات (درصد) CV%		3.45	1.78	6.85	0.23	1.43	6.67	4.85

\*\* and \*: Significant at the 5% and 1% level of probability, respectively, ns : Non-significant  
 \*\* اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، \* اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، ns عدم وجود اختلاف معنی داری



جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطح آبیاری و هیدروژل سوپرجاذب بر خصوصیات رشد و عملکرد کمی و کیفی آبیسیون  
 Table 3. The comparison Interaction of effect of Irrigation and superabsorbent hydrogel on the growth and qualitative and quantitative characteristics of anise yield

سطح آبیاری (درصد)	سطح هیدروژل ایرجاذب (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد پتیر (در بوته)	تعداد چترک (در چتر)	تعداد دانه (در چترک)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
Irrigation levels(%)	superabsorbent hydrogel (kg/ha)	Plant Height (cm)	No. of umbels (per plant)	No.of umbels (per umbles)	seed No. (per umbrella)	seed weight (g)	harvest index (%)
	0	46.01 <sup>cde</sup>	30.90 <sup>def</sup>	13.92 <sup>de</sup>	12.93 <sup>defg</sup>	2.11 <sup>c</sup>	40.22 <sup>cd</sup>
Fc	100	50.34 <sup>a</sup>	34.23 <sup>a</sup>	18.25 <sup>a</sup>	17.26 <sup>a</sup>	2.51 <sup>a</sup>	44.55 <sup>a</sup>
	200	46.17 <sup>cde</sup>	31.04 <sup>def</sup>	14.10 <sup>de</sup>	13.11 <sup>defg</sup>	2.31 <sup>b</sup>	40.40 <sup>cd</sup>
80% FC	0	44.88 <sup>defg</sup>	29.30 <sup>efg</sup>	13.04 <sup>def</sup>	12.53 <sup>defg</sup>	1.90 <sup>d</sup>	39.63 <sup>cd</sup>
	100	49.21 <sup>ab</sup>	ab34.13	17.37 <sup>ab</sup>	16.86 <sup>a</sup>	2.30 <sup>b</sup>	43.96 <sup>a</sup>
	200	45.04 <sup>cdef</sup>	29.94 <sup>defg</sup>	13.22 <sup>def</sup>	12.71 <sup>defg</sup>	2.10 <sup>c</sup>	39.81 <sup>cd</sup>
60% FC	0	43.01 <sup>efgh</sup>	27.89 <sup>ghi</sup>	10.93 <sup>f</sup>	9.90 <sup>h</sup>	1.73 <sup>f</sup>	36.90 <sup>fg</sup>
	100	47.34 <sup>bc</sup>	32.12 <sup>bcd</sup>	15.26 <sup>bcd</sup>	14.23 <sup>bcd</sup>	2.13 <sup>c</sup>	41.23 <sup>bc</sup>
	200	43.17 <sup>efg</sup>	28.03 <sup>ghi</sup>	11.11 <sup>f</sup>	10.08 <sup>g</sup>	1.93 <sup>d</sup>	37.08 <sup>efg</sup>
40% FC	0	40.89 <sup>hkl</sup>	27.09 <sup>hi</sup>	10.53 <sup>g</sup>	9.57 <sup>h</sup>	1.69 <sup>g</sup>	36.34 <sup>g</sup>
	100	45.22 <sup>cdef</sup>	31.42 <sup>cde</sup>	14.86 <sup>cd</sup>	13.90 <sup>cde</sup>	2.09 <sup>c</sup>	40.67 <sup>cd</sup>
	200	41.05 <sup>hkl</sup>	27.23 <sup>hi</sup>	10.71 <sup>g</sup>	9.75 <sup>h</sup>	1.89 <sup>e</sup>	36.52 <sup>fg</sup>

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.  
 Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD Multiple Range Test.

به نظر می‌رسد با افزایش غلظت پلیمرها، تا حد مشخصی صفات مورفولوژیک مورد بررسی گیاه افزایش یافته و بیشتر از آن به‌عنوان عامل بازدارنده عمل می‌کند که ممکن است در نتیجه حجیم شدن پلیمر و اشغال فضای زیاد در خلل و فرج خاک باشد که منجر به محدود شدن تنفس، جذب مواد غذایی و سایر اعمال حیاتی ریشه می‌شود. چون خاک استفاده شده در این آزمایش، دارای بافت لومی رسی بوده و دارای درصد بالاتری خلل و فرج ریز و ظرفیت نگهداری رطوبت بیشتری می‌باشد لذا نسبت به خاک شنی و لومی به هیدروژل سوپرجاذب کمتری نیاز دارد و کاربرد بیش از حد هیدروژل سوپرجاذب برای این خاک‌ها توصیه نمی‌شود.

نتایج اثرات متقابل مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان تعداد دانه (۱۷/۲۶ عدد) در تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل سوپرجاذب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب (۱۶/۸۶ سانتی‌متر) نداشت. کمترین میزان تعداد دانه (۴۰/۱۱ سانتی‌متر) نیز در تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC و بدون هیدروژل ابرجاذب به دست آمد که با تیمار اثر متقابل ۴۰ درصد FC به همراه ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار هیدروژل سوپرجاذب در یک سطح آماری قرار داشتند. بیشترین میزان وزن هزار دانه (۲/۵۱ گرم) مربوط به اثرات متقابل تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل سوپرجاذب بود و کمترین آن (۱/۶۹) مربوط به تیمار ۴۰ درصد FC بدون سوپرجاذب می‌باشد که اختلاف ۳۳ درصدی در وزن هزار دانه بین بیشترین و کمترین مقدار آن مشاهده شد. اثر متقابل تیمارها روی عملکرد دانه معنی‌دار نشد ولی اثرات ساده سطوح آبیاری در سطح ۱ درصد و سطوح پلیمر سوپرجاذب در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار از خود نشان داد.

خرمدل و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند افزایش مصرف پلیمر سوپرجاذب به‌طور معنی‌داری موجب بهبود سرعت ظهور برگ، سرعت گلدهی، وزن خشک بنه، تعداد و وزن تر گل و وزن خشک کلاله زعفران می‌شود (۱۷). از آنجا که در دسترس بودن آب، رشد رویشی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد به نظر می‌رسد که افزایش کاربرد پلیمر سوپرجاذب با بهبود محتوی رطوبتی ریزوسفر رشد رویشی گیاه را با افزایش آماس سلولی تحریک کرده که این امر باعث افزایش سرعت ظهور برگ شده است (۶، ۱۳). مؤذن قمصری و همکاران (۲۰۰۹) افزایش ظهور برگ تحت تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب را به تداوم پتانسیل فشاری لازم برای رشد برگ‌ها و تقلیل اثر تنش خشکی نسبت دادند (۲۰). الله‌دادی (۲۰۰۵) در بررسی اثر مقادیر سوپرجاذب آب بر وزن هزار دانه و عملکرد سویا گزارش

نمود که بیشترین عملکرد سویا با اعمال آبیاری کافی (دور آبیاری ۶ روز) و نیز کاربرد بالاترین مقدار پلیمر سوپر جاذب ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بدست می‌آید (۱). نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که کاربرد پلیمر سوپر جاذب می‌تواند در شرایط تنش خشکی و کم آبی موجب افزایش عملکرد و برخی اجزاء عملکرد سویا شود. کریمی (۲۰۰۸) تأثیر مثبت ماده اصلاحی ایگیتا (ماده جاذب رطوبت) را روی افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و نیز افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح گزارش کرد (۱۵).

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، بیشترین میزان شاخص برداشت (۴۴/۵۵ درصد) مربوط به اثرات متقابل تیمار آبیاری FC با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل سوپر جاذب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل سوپر جاذب نداشتند. کمترین میزان شاخص برداشت نیز در تیمار ۴۰ درصد FC مشاهده شد که با تیمارهای ۶۰ درصد FC و ۶۰ درصد FC به همراه ۲۰۰ کیلوگرم هیدروژل سوپر جاذب در یک سطح آماری قرار داشتند. همانگونه که مشاهده می‌شود با افزایش تنش رطوبتی شاخص برداشت کاهش ۴۱ درصدی نشان می‌دهد که با نتایج شابرا و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) مطابقت دارد (۳۲). برای به‌دست آوردن عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری می‌باشد؛ چرا که با افزایش آب قابل دسترس، سوخت و ساز گیاهی بهبود یافته و باعث افزایش عملکرد می‌شوند. با توجه به این که شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی به دست می‌آید، لذا با دسترسی بهتر گیاه به رطوبت و مواد غذایی شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد. کلیه عوامل مؤثر بر روی اجزای گیاهی و نیز کل وزن خشک، به شدت شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۵، ۲). بنابراین به نظر می‌رسد سطوح مختلف هیدروژل سوپر جاذب روی تولید کلیه بخش‌های گیاه و بیوماس کل مؤثر بوده و می‌تواند از شدت تنش خشکی کاسته و باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیوماس کل و نهایتاً شاخص برداشت شوند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر درصد اسانس اندازه‌گیری شده داشت، به طوری که اثرات متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف سطوح آبیاری و هیدروژل ابرجاذب بر درصد اسانس

Table 4. Analysis of variance the effect of different treatments of water levels and Super-absorbent hydrogel on percentage of essential oil

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس
S.O.V	(DF)	essential oil
Replication تکرار	2	0.15 <sup>ns</sup>
Irrigation levels سطوح آبیاری	3	0.76 <sup>**</sup>
Super-absorbent hydrogel سوپر جاذب	2	0.54 <sup>**</sup>
Super-absorbent hydrogel× Irrigation levels سطوح آبیاری* هیدروژل ابرجاذب	6	0.27 <sup>*</sup>
Error خطا	24	6.59
CV% درصد ضریب تغییرات		2.57

<sup>\*\*</sup> اختلاف معنی دار در سطح ۱٪، <sup>\*</sup> اختلاف معنی دار در سطح ۵٪، <sup>ns</sup> عدم وجود اختلاف معنی داری

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% level of probability, respectively, ns : Non-significant

با توجه به خصوصیات مثبت هیدروژل سوپر جاذب در کاهش اثرات کمبود آب، در این پژوهش کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری درصد اسانس گیاه دارویی آنیسون را افزایش داد. کمترین مقدار درصد اسانس نیز در تیمار ۴۰ درصد FC بدون هیدروژل سوپر جاذب مشاهده شد که اختلاف ۳۰ درصدی بین بیشترین و کمترین درصد اسانس در اثر متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل سوپر جاذب دیده شد (جدول ۵).

به طور کلی سنتز متابولیت های ثانویه در گیاه متأثر از متابولیت های اولیه می باشد و هر عاملی که سبب تقویت فتوسنتز و متابولیت های اولیه در گیاه گردد، افزایش مقادیر متابولیت های ثانویه را نیز در پی دارد (۱۱) که با توجه به نتایج به دست آمده در خصوص بازده اسانس در پژوهش حاضر نیز مورد تأیید است.

در مورد گیاهان دارویی که برای ترکیب مواد مؤثر، به رشد کامل رویشی و زایشی نیاز دارند، تنش خشکی موجب کاهش مواد مؤثر و کیفیت آن ها می گردد (۱۸). گزارش شده است که تنش خشکی رشد کلی گیاه و تولید میوه را در رازیانه به طور معنی دار کاهش داد، اما بر میزان اسانس میوه اثر معنی داری نداشت (۲۳). خالد (۲۰۰۶) گزارش کرد که تنش خشکی تاثیر معنی داری بر روی درصد اسانس گیاه ریحان دارد. به طوری که کمترین میزان در ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و بیشترین آن در

آبیاری بالاتر از ۷۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (۱۶). محصولات دارویی بر خلاف همه محصولات کشاورزی که در اوضاع تنشی از نظر مقدار تولید صدمه می‌بینند، ممکن است در این اوضاع تولید مواد شیمیایی بیشتر و در نتیجه بازدهی اقتصادی بالاتری پیدا کنند (۲۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل ابرجاذب بر درصد اسانس آنیسون

Table 5. Interaction of Irrigation and super absorbent hydrogel comparison of anise essential oil

سطوح آبیاری (درصد) Irrigation levels (%)	سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار) super absorbent hydrogel (kg/ha)	درصد اسانس (درصد) essential oil (%)
Fc	0	2.21 <sup>c</sup>
	100	2.51 <sup>a</sup>
	200	2.31 <sup>c</sup>
80% FC	0	2.11 <sup>d</sup>
	100	2.41 <sup>b</sup>
	200	2.21 <sup>c</sup>
60% FC	0	1.90 <sup>f</sup>
	100	2.20 <sup>e</sup>
	200	2.00 <sup>e</sup>
40% FC	0	1.76 <sup>h</sup>
	100	2.06 <sup>d</sup>
	200	1.86 <sup>g</sup>

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD Multiple Range Test.

### نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد بیشترین میزان ارتفاع بوته، تعداد چتر، تعداد چترک، میزان شاخص برداشت، تعداد دانه، وزن هزار دانه و درصد اسانس در تیمار آبیاری Fc با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با سطح آبیاری ۸۰ درصد FC و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب نداشتند و این نشان دهنده تأثیر بسیار مثبت هیدروژل ابرجاذب می‌باشد. نتایج بدست آمده از این آزمایش، تیمار ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه و ۱۰۰ کیلوگرم هیدروژل سوپر جاذب را به عنوان

بهترین تیمار از لحاظ صرفه اقتصادی معرفی می‌کند زیرا با مصرف کمتر آب و پلیمر می‌توان به همان عملکرد که سطوح بالاتر کاربرد این تیمارها دارند دست یافت. علاوه بر آن هیدروژل می‌تواند در شرایط معمولی حدود ۴ سال در خاک خاصیت آبیگری و آبدهی خود را حفظ نماید. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مدت ماندگاری هیدروژل در خاک می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد مقدار کافی هیدروژل ابرجاذب نه تنها تحت شرایط آبیاری کافی بلکه تحت شرایط تنش خشکی نیز می‌تواند علاوه بر هزینه‌های خرید آن، مقدار سود و افزایش عملکرد را عاید سازد.

### منابع

1. Allahdadi, I., Yazdani, F., Akbari, G.A., and Behbahani, S.M. 2005. Evaluation of the effect of different rates of superabsorbent polymer (superab A200) on soybean yield and yield components (*Glycine max* L.). 3<sup>rd</sup> Specialized Training Course and Seminar on the Application of Superabsorbent Hydrogels in Agriculture, IPP, Iran, 20-32. (In Persian)
2. Azizi, M., Rezwaneh, F., Hassanzadeh Khayat, Lackzian, M.A., and Neamati, H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iran. J. Med. Arom. Plants, 24(1): 82-93. (In Persian)
3. Baagheri M, Golparvar AR, Shiraniraad AH, Zaynali H, Jaafarpour M. 2008. The effect of sowing date and various nitrogen fertilizers on qualitative quantitative properties of German chamomile in Isfahan. J. Agri. Res. 4(1): 150-158. (In Persian)
4. babae, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S.A.M., and Jabbari, R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iran. J. Med. Arom. Plants. 26(2): 239-251. (In Persian)
5. Carter, M.R., and Gregorich, E.G. 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian society of soil science. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
6. Gagi, K.N. 1999. Effect of moisture absorbent polymer (PR3995A) on some soil physical properties. MSc Thesis in College of Agriculture of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran. (In Persian).
7. Gardner, F.P., Pearce, R.B., Mitchell, R.L., 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, Science, 327 pp.
8. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. P 383-409, In: Klute, A (eds.), Methods of Soil Analysis. American society of Agronomy, Madison, WI.

9. Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crop Res. J.* 87(2-3): 167-178.
10. Haqany Paryy, Q., Abbasi, Q., Haji Bagloo, A., and Montazeri, M.R. 2009. Evaluation of the use of super-absorbent moisture in desert. *Grass. Forest J.* 85: 12-19. (In Persian)
11. Hassan, F.A.S., and Ali, E.F. 2013. Impact of different water regimes based on class-A pan on growth, yield and oil content of *Coriandrum sativum* L. plant. *Saudi Soc. Agri. Sci. J.* 13(2): 155-161.
12. Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakkoli, A., and Saba, J. 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iran. J. Med. Arom. Plants*, 28(1): 121-130. (In Persian)
13. Islam, M.R., Xue, X., Mao, S., Ren, C., Eneji, A.E., and Hu, Y. 2011. Effects of water-saving superabsorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in oat (*Avena sativa* L.) under drought stress. *J. Sci. Food Agric.* 91: 680-686.
14. Jahanara, F., and Haerizadeh, B. 2001. Information and Application of Iranian Official Herbal Drugs. Razi darou gostar publication, 1-208. (In Persian)
15. Karimi, A., Noushadi, M., and Ahmad Zadeh, M. 2008. Effect of water superabsorbent (Igita) amendment material on water soil, plant growth and irrigation intervals. *J. Sci. Technol. Agri. Nat. Sour.* 46: 403-414. (In Persian)
16. Khalid, kh. A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs. *Int. Agrophys. J.* 20(4): 289-296.
17. Khorramdeli, S., Gheshm, R.A., Amin Ghafari, A., and Esmailpour, B. 2014. Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer impacts on agronomical characteristics and yield of saffron. *Saffron Res. J.* 1(2): 120-135. (In Persian)
18. Lebaschy, M.H., Sharif Ashurabad, Gilan, A., and Mazaheri, D. 2003. Effects of drought stress on Hyprsyn of Hypericum. *Const. Res. J.* 58(1): 52-44p. (In Persian)
19. McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. Pp. 199-224. In: Page AL, Miller, RH and Keeny, DR (Eds): *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* Second edition. America Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
20. Moazen Ghamsari, B., Akbari, G.A., Zohoorian, M.J., and NikNiayee, A.B. 2009. An evaluation of growth and yield of forage corn with application of different levels of super absorbent polymer (Superab A200) and under drought stress. *Iran. J. Field Crop Sci.* 3:1-8. (In Persian).
21. Mohammadi Alborzi, M., Safikhani, F., Masoud Sinaki, J., Abbaszadeh, B. 2012. The effect of drought on morphological characteristics of anisum (*Pimpinella anisum* L.). *J. plant Ecophysiol.* 4 (10): 14-25. (In Persian)

22. Nelson, W., and Sommers, L. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 35-581. In: Page, AL, Keeny, DR, (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Second edition. America Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
23. Omid Beigi, R. 1992. Effect of N- fertilization on the production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Acta. Hort. J. 306: 249 – 252.
24. Omid Beigi, R. 2000. Study of chemical types of Iran wild chamomiles and comparison of them with improved ones. J. Agri. Sci. 1: 53-45. (In Persian)
25. Omid Beigi, R. 2008. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr, Press, 438 pp. (In Persian)
26. Osman, A.M., and El-Fiky, Y.S. 2005. Effect of applied irrigation water amounts and plant densities on coriander (*Coriandrum sativum* L.) production in sandy soils. Annu. Conf. Misr. Soc. Agri. Eng. 22(4): 758–770.
27. Pandey, R.K., Maranville, J.W. and Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in sahelian environment. I: Grain yield and yield components. Agri. Water Man. 46(1): 1-13.
28. Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S., and Mohammadi, A. 2006. Essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. Agro. J. 5(3): 451-455.
29. Pirzad, A. 2007. Effects of irrigation and plant density on some physiological traits and essence of *Matricaria chamomilla* L. Ph.D. Thesis, Department of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian)
30. Pirzad, A., Fayyaz Moghaddam, A., Razban, M., and Raei, Y. 2012. The Evaluation of Dried Flower and Essential oil Yield and Harvest Index of *Matricaria chamomilla* L. under Varying Irrigation Regimes and Amounts of Super Absorbent Polymer (A200). J. Sustain. Agri. Prod. Sci., 22(3): 85-99. (In Persian)
31. Sabbaghpour, S.H. 2003. Drought tolerance indices and criteria in crop plants. A season of drought and agricultural drought, 13: 32-21. (In Persian)
32. Salami, H.R. and Mosharaf, L. 2006. Effects of deficit irrigation on quality characteristics and yield of grain maize in Isfahan region. J. Agric. Engine. Res. 7(26): 71-84. (In Persian)
33. Shubhra, T.K., Dayal, J., Goswami, C.L., and Munjalt, R. 2004. Effect of water-deficit on oil of calendula aerial parts. Biologia Planta. 48(3): 445-448.
34. Zohurian-Mehr, M.J., and Kabiri, K. 2008. Superabsorbent polymer materials: A review. Iran. Polymer J. 17(6): 451-477.