نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ص. ۴۸-۳۵

Water Management in Agriculture
Vol. 3, No. 1, Spring and Summer 2016, 35-48

# مدیریت آبیاری در کشت گل محمدی

فرحناز سهراب[۱*] و قاسم زارعی[۲]

## چکیده

کشور ایران به لحاظ شرایط مناسب اقلیمی و تنوع آب و هوائی، دارای پتانسیل بالائی در تولید گیاهان زینتی و داروئی است. کشت این گیاهان به دلیل ویژگی‌های متعدد ازجمله؛ امکان پالایش پارامترهای محیطی، بهره‌وری بالاتر نهاده‌های تولید، ارزبری کم، امکان تولید خارج از فصل، ارزش‌افزودهٔ بالا و ایجاد شغل و ارزآوری، از سال‌های اواخر دهه ۷۰ شمسی از رشد فزاینده‌ای برخوردار شده است. به همین دلیل دولت اخیراً، سرمایه‌گذاری‌های کلانی برای ایجاد زیرساخت‌های لازم (احداث مجتمع و شهرک‌های گلخانه‌ای و احداث چهار پایانه تخصصی صادرات گل و گیاه در شهرهای تهران، محلات، دزفول و تنکابن) به‌منظور اصلاح ساختار نظام عرضه و فروش محصول انجام داده است. علی‌رغم تنوع وسیع اقلیمی و امکان کشت گونه‌های دارویی و تزئینی مختلف و متناسب با شرایط اقلیمی در هر منطقه در کشور، قسمت قابل‌توجهی از آن، در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع‌شده و ازنظر تأمین و تخصیص منابع آبی دارای محدودیت است. بنابراین نیاز به برنامه‌ریزی مناسب به‌منظور استفاده بهینه از منابع محدود آب در کشور احساس می‌شود. دراین‌ارتباط، یکی از اهداف مهم در کشت و اهلی کردن گیاهان دارویی و تزئینی، برنامه‌ریزی آبیاری برای تولید این محصولات است. گل محمدی یکی از گیاهانی است که به لحاظ داشتن کاربردهای چندگانه تزئینی، دارویی و بهداشتی، دارای ارزش و جایگاهی ویژه‌ای برای تجارت جهانی است. گونه ایرانی این گل در دنیا منحصربه‌فرد است. این گیاه بسیار مقاوم به شرایط محیطی بوده و اکثر شرایط آب و هوائی را به‌خوبی تحمل می‌کند. همچنین، نسبت به کم‌آبی مقاوم بوده و بسته به منطقه کشت‌شده، بین ۷ تا ۱۵ روز یک‌بار در زمان گل‌دهی و ۲۰ تا ۳۰ روز یک‌بار در دیگر دوره‌های رشد، آبیاری می‌شود. توسعه روزافزون کشت گل محمدی در عرصه کشاورزی کشور به‌ویژه در استان‌هایی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک با توجه به مقاومت این گیاه به شرایط کم‌آبی می‌تواند به‌عنوان یک محصول راهبردی در زمینه حمایت از اقتصاد روستائیان، اشتغال‌زایی جوانان با توسعه صنایع کوچک جایگاه خاصی را به خود اختصاص دهد. هدف از این مقاله ضمن مرور قابلیت‌های گل محمدی به‌عنوان گیاه بومی کشور در سازگاری با شرایط فزایندهٔ خشکی و خشک‌سالی، ترسیم مدیریت آبیاری این گل است.

**واژه‌های کلیدی:** برنامه‌ریزی آبیاری، سیستم آبیاری، کم‌آبیاری، گل محمدی

## مقدمه

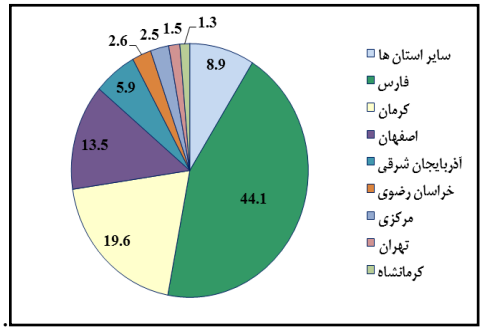
گل محمدی با نام علمی Rosa damascene Mill. متعلق به خانواده Rosaceae، درختچه‌ای چندساله است که شاخه‌هایی با انشعاب زیاد و خاردار دارد. ارتفاع گیاه معمولاً یک تا ۲ متر است (Carins, 2003). گل محمدی یکی از گیاهانی است که به لحاظ داشتن کاربردهای چندگانه تزئینی، دارویی و بهداشتی، دارای ارزش و جایگاهی ویژه‌ای برای تجارت جهانی است. در گل محمدی بیشترین صادرات در تولید گلاب، گلبرگ و غنچه گل است و به‌صورت جزئی نیز اسانس تولید و صادر می‌شود، این در حالی است که قابلیت تولید اسانس در سطح وسیع‌تری وجود دارد. باید توجه داشت صنعت عرق‌گیری به دلیل مصارف سنتی و داشتن مشتری‌های خاص خود، یکی از روش‌هایی است که هدر رفت گل محمدی در آن زیاد است. از طرفی به دلیل صادرات میزان زیادی از این عرقیات به کشورهای حوزه خلیج‌فارس، نمی‌توان جلوی این صنعت را گرفت. درمجموع آینده کشت این محصول در ایران بسیار روشن است و در زمینه ورود به آن به‌خصوص با تأکید بر تولید اسانس، نباید شک کرد (بی‌نام، الف، ۱۳۹۵). گرچه کشور پهناور ایران دارای تنوع وسیع اقلیمی بوده و مکان کشت گونه‌های دارویی مختلف و متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه وجود دارد، اما قسمت قابل‌توجهی از آن، در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع‌شده و از نظر تأمین و تخصیص منابع آبی، دارای

[۱] عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (* نویسنده مسئول: (farahnaz_sohrab@yahoo.com; f.sohrab@areo.ir)
[۲] دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(Email: ghzarei4554@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۹

محدودیت است. بنابراین نیاز به برنامه‌ریزی مناسب به‌منظور استفاده بهینه از منابع محدود آب در کشور ضروری است.

## پراکنش و وضعیت تولید گل محمدی

در حال حاضر گل محمدی در اکثر مناطق ایران قابلیت کشت دارد، به‌طوری‌که بالغ بر ۱۱ نوع گل محمدی در ایران وجود دارد که از نظر کیفیت گلاب‌گیری با یکدیگر متفاوت هستند. هرساله بیش از سه تن عطر گل محمدی در ایران تولید می‌شود، باید این نکته را در نظر گرفت که شرایط تولید عطر گل محمدی بسیار سخت است به همین دلیل این عطر بسیار گران‌قیمت است. عطر گل محمدی بیشتر به کشورهای اروپای غربی صادر می‌شود. همچنین، بیشترین متقاضیان گلاب ایران کشورهای عربی هستند. شش کشور دنیا تولیدکننده اصلی گلاب هستند اما خاک ایران و همچنین شرایط اقلیمی آن برای کاشت و تولید گل محمدی مناسب‌تر است؛ به‌طوری‌که می‌توان گفت کیفیت گل محمدی تولیدشده در ایران نسبت به کشورهای لهستان، بلغارستان، مالزی، مراکش و تونس بهتر است. کشور بلغارستان با وجود سطح زیر کشت کم، به دلیل تولید صرفاً اسانس از گل محمدی از نظر تولید و صادرات اسانس در رتبه نخست دنیا قرار دارد. کشور ما نیز برای موفقیت جهت افزایش تولید اسانس، ابسلوت[1] و کانکریت[2]، نیاز به فرهنگ‌سازی دارد. بر اساس آخرین آمار در سال ۱۳۹۴، سطح زیر کشت گل محمدی در کشور در حدود ۱۶۵۰۶ هکتار است (شکل ۱) که از این سطح، بیش از ۹۱ درصد آن (۱۵۰۴۴/۳ هکتار) در هشت استان فارس (۷۲۸۳/۱ هکتار)، کرمان (۳۲۴۳ هکتار)، اصفهان (۲۲۲۷/۲ هکتار)، آذربایجان شرقی (۹۷۴/۵ هکتار)، خراسان رضوی (۴۳۰/۱ هکتار)، مرکزی (۴۱۲/۷ هکتار)، تهران (۲۵۲ هکتار) و کرمانشاه (۲۲۱/۷ هکتار) قرار دارد و باقی‌مانده (کمتر از ۹ درصد) در سایر استان‌های هست (شکل ۱). همچنین میزان تولید گل محمدی از ۲۷۰۴۱ تن در سال ۱۳۹۳ به ۳۲۷۶۱ تن در سال ۱۳۹۴ رسیده است که نشانگر رشدی در حدود ۲۱/۲ درصد می‌باشد (بی‌نام، الف، ۱۳۹۵).




**شکل ۱- درصد سطح زیر کشت گل محمدی در استان‌های کشور در سال ۱۳۹٤**

از اولویت‌های معاونت باغبانی، توسعه کشت گیاهان دارویی و گل محمدی در اراضی کم بازده و شیب‌دار است و با برنامه‌ریزی‌های انجام‌گرفته برای بیش از ۱۰۰ هزار هکتار اراضی شیب‌دار کشور، پیش‌بینی‌شده طی یک برنامه ۱۰ ساله، ۲۵۰ هزار هکتار از اراضی به گیاهان دارویی و ۵۰ هزار هکتار نیز به گل محمدی اختصاص یابد. حدود ۷۰ درصد سطح زیر کشت گل محمدی دنیا در ایران است و سطح زیر کشت این گل در سایر کشورها، در کل پنج تا شش هزار هکتار می‌باشد (بی‌نام، ب، ۱۳۹۵).

## نیازهای اکولوژیک گل محمدی

بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی و خاک بر کمیت و کیفیت گل محمدی نشان داده است که عوامل اکولوژیک تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات گل و اسانس آن دارد. به‌طورکلی هرچه ارتفاع منطقه بیشتر و هوا سردتر باشد، محیط مناسبی برای پرورش گل محمدی به وجود خواهد آمد (Misra et al., 2002). از شاخص‌ترین صفاتی که در گل محمدی می‌توان ذکر کرد، سازگاری این گیاه به خشکی است. گواه این مسئله گلستان‌های مختلف در مناطق کاشان، فارس و کرمان می‌باشد که در طول سال فقط ۲ تا ۳ بار آبیاری نیاز دارند و بعضاً مناطقی دیده‌شده است که بدون نیاز به آبیاری محصول مرغوب تولید می‌کنند (شریفی عاشور آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). برخی از نیازهای اکولوژیک گل محمدی به شرح زیر هستند:

**- دما**

در رشد و نمو گیاهان خانواده رزاسه مانند گل محمدی، دمای هوا به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل محیطی مطرح بوده و در کشت و کار این گیاهان از اهمیت زیادی برخوردار است. دمای مناسب در کشت و کار این گیاهان در طول روز ۲۰ تا ۳۰ درجه و در طول شب دما بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود. در گل محمدی چنانچه دمای شب در طی زمانی که گیاه وارد فاز گلدهی

1 - Absolute
2 - Concrete

می‌شود (Kim and Lieth, 2003) به کمتر از ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد برسد، تولید اسانس به‌صورت قابل‌توجهی کاهش پیدا خواهد کرد؛ اما دمای پایین در طی رشد رویشی و قبل از گلدهی گیاه باعث افزایش کیفیت و کمیت اسانس تولیدی خواهد شد.

**- رطوبت نسبی هوا**

یکی از عوامل اقلیمی مهم که در کیفیت و کمیت محصول تولیدی گل محمدی تأثیر مستقیم دارد، رطوبت نسبی است. بر اساس آزمایش‌های انجام‌گرفته، مناسب‌ترین میزان رطوبت نسبی در زمان رشد رویشی گیاه ۷۰ درصد و در زمان شروع گلدهی و شکوفایی گل‌ها ۶۰ درصد به‌دست‌آمده است (Weiss, 1997).

**- شرایط خاک و تأثیر آن بر رشد گیاه**

مناسب‌ترین خاک برای کشت گل محمدی خاک لومی عمیق و دارای pH بین ۶ تا ۷/۵ است. خاک‌های اسیدی باعث کاهش رشد و درنتیجه کاهش عملکرد گل محمدی می‌گردد. گل محمدی شرایط غرقاب را نمی‌پسندد و نباید در خاک‌های رسی کشت شود اما در مناطقی که میزان بارندگی بسیار پایین است خاک شنی نیز نامناسب بوده و باید از ترکیب مناسب خاک که توانایی حفظ آب را دارد، استفاده نمود. در خاک‌های سنگین بیماری‌های ریشه توسعه‌یافته و مشکل کمبود مواد غذایی پیش خواهد آمد (Karlik et al., 2003). از موارد بسیار مهم در بحث کیفیت خاک می‌توان به شوری اشاره کرد. هرچند در مورد میزان مقاومت گل محمدی به شوری خاک مطالعات زیادی انجام نگرفته است اما به نظر می‌رسد این گیاه میزان شوری تا ۵ دسی زیمنس بر متر را تحمل کند (دانش خواه و همکاران، ۱۳۸۶).

یکی از اهداف مهم در کشت و اهلی کردن گیاهان دارویی ازجمله گل محمدی، تعیین نیاز آبی و بهینه‌سازی مصرف آب در تولید این‌گونه گیاهان است. با دانستن نیاز آبی گیاه، می‌توان نسبت به اعمال مدیریت تنش‌های آبی اقدام کرد. به‌طورکلی و به‌ویژه در کشور ایران، در ارتباط با تعیین نیاز آبی گیاهان دارویی تحقیقات قابل‌توجهی انجام‌نشده است. هدف از این مقاله ضمن مرور قابلیت‌های گل محمدی به‌عنوان گیاه بومی کشور در سازگاری با شرایط فزایندهٔ خشکی و خشک‌سالی، ترسیم مدیریت آبیاری این گل است.

## مواد و روش‌ها

### نیاز آبی گل محمدی

اطلاعات دقیق از میزان تبخیر- تعرق گیاهان (نیاز آبی) و همچنین راهکارها و مدیریت تأمین آن برای گیاهان، از اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر ارتقاء کارایی مصرف آب هستند. به‌منظور تعیین تبخیر و تعرق و برآورد نیاز آبی گیاهان، روش‌ها و معادله‌های متعددی وجود دارد که تعدادی از آن‌ها مورد اصلاح و بازنگری قرارگرفته است. معادله‌های تعیین تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ETo) بر اساس درجه حرارت، تشعشع، رطوبت نسبی و یا ترکیبی از آن‌ها، پیشنهاد و کاربرد آن‌ها برای مناطق مختلف مورد ارزیابی و مقایسه قرارگرفته‌اند. در بیشتر این ارزیابی‌ها، کاربرد معادله‌های ترکیبی دارای ارجحیت بیشتری بودند و معادله ترکیبی پنمن- مانتیث در مقایسه با سایر معادله‌ها و در محدوده وسیع اقلیمی برآورد بهتری را از ETo نشان داده است (Jensen et al., 1990). بر اساس همین یافته‌ها، در آخرین استاندارد ارائه‌شده توسط سازمان خواربار جهانی، فائو ۵۶ که در سطح بین‌المللی نیز موردپذیرش می‌باشد، برای برآورد ETo معادله فائو- پنمن- مانتیث پیشنهادشده است (Allen et al., 1998). این روش که به روش فائو ۵۶ نیز معروف است به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$ET_0 = \frac{0.408\left[\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)\right]}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (۱)$$

که در آن؛ ETo، تبخیر و تعرق استاندارد از سطح مرجع (میلی‌متر در روز)؛ $e_s - e_a$، فشار بخار اشباع و فشار واقعی بخارآب در هوا (میلی بار)؛ $u_2$، سرعت باد در روز در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (متر بر ثانیه)؛ G و Rn، به ترتیب شدت‌جریان گرمایی در خاک و تشعشع خالص خورشیدی (برحسب $MJm^{-2}d^{-1}$)؛ $\Delta$، شیب منحنی تغییرات فشار بخار اشباع ($e_s$) نسبت به درجه حرارت (T) و $\gamma$، ثابت سایکرومتری ($KPa^oC^{-1}$) هستند.

در تمام روش‌های که توسط آن‌ها تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ETo) برآورد می‌شود، لازم است ضریب گیاهی (Kc) به‌منظور تعمیم ETo به سطوح پوشش گیاهی موردنظر نیز محاسبه شود. بدین ترتیب مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه از رابطهٔ ۲ قابل‌محاسبه است. مقدار ضریب گیاهی به عواملی مانند نوع گیاه، مرحله رشد و شرایط آب و هوایی محل بستگی داشته و در طول دوره رشد گیاه، تغییر می‌کند. بر اساس پیشنهاد فائو برای چهار دوره رویش گیاه، مرحله ابتدایی رشد، مرحله رشد و توسعه گیاه، مرحله میانی و مرحله نهایی، منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم می‌شوند تا در هر مرحله از رشد، ضریبی متناسب با همان مرحله، تعیین و اعمال شود (Allen et al., 1998).

$$ETc = Kc \times ETo \quad (۲)$$

**برنامه‌ریزی آبیاری گل محمدی**

در برنامه‌ریزی آبیاری، هدف تعیین زمان و مقدار آب آبیاری است که با توجه به نیاز آبی و ویژگی‌های خاک، باید در اختیار گیاه قرار گیرد. با برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان استراتژی‌های آبیاری شامل آبیاری به‌صورت کامل[1] و یا کم‌آبیاری[2] را انجام داد. روش‌های مختلفی وجود دارد که بر اساس آن‌ها می‌توان زمان آبیاری را مشخص کرد. این روش‌ها به سه گروه تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: استفاده از نمایه‌های گیاهی، استفاده از نمایه‌های خاک و استفاده از روش‌های بیلان آبی (علیزاده، ۱۳۸۵). ساده‌ترین روش برای تعیین زمان مناسب آبیاری، استفاده از نمایه‌های گیاهی نظیر شادابی و رنگ برگ‌ها و نیز دمای برگ گیاهان است. نمایه‌های خاک که در تعیین زمان آبیاری بکار می‌روند، مشتمل بر تعیین رطوبت خاک و مقایسه آن با حداقل رطوبت است که باید خاک قبل از آبیاری داشته باشد. حداقل رطوبت در مراحل مختلف رشد متفاوت است و نمی‌توان در تمام طول دوره رشد از یک معیار رطوبتی استفاده کرد. از بین روش‌های معمول اندازه‌گیری رطوبت خاک، اندازه‌گیری پتانسیل آب خاک و تعیین زمان آبیاری از روی مکش خاک، مطمئن‌ترین روش در بین نمایه‌های خاک است. برای این منظور تانسیومتر ساده‌ترین وسیله‌ای است که در بازار موجود است (علیزاده، ۱۳۸۵).

یکی از بهترین و عملی‌ترین روش‌های موجود برای تعیین زمان آبیاری، روش بیلان آب[3] در خاک است. در این روش بر اساس میزان آب قابل ذخیره در نیمرخ خاک (ناحیه توسعه مؤثر ریشه‌ها)، مصرف روزانه آب توسط گیاه (نیاز آبی یا تبخیر و تعرق روزانه گیاه) و میزان مجاز تخلیه رطوبتی خاک، برنامه آبیاری تنظیم و اعمال می‌شود. مقدار تبخیر و تعرق گیاه بر اساس معادله بیلان با توجه به مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده خاک در عمق‌های مختلف، قبل و بعد از هر آبیاری، بر اساس رابطهٔ ۳ اندازه‌گیری می‌شود (James, 1988).

$$ETc = I + P - D_p + C_p \pm R_f \pm \Delta S \qquad (۳)$$

که در آن؛ $ET_C$، تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر)؛ I، مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)؛ P، مقدار بارش (میلی‌متر)؛ Cp، صعود کاپیلاری آب در خاک (میلی‌متر)؛ Dp، مقدار نفوذ عمقی (میلی‌متر)؛ $R_f$، مقدار رواناب (میلی‌متر)؛ و $\Delta S$، تغییرات رطوبت در نیمرخ خاک (میلی‌متر)؛ هستند.

برای محاسبه مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه در شرایط آبیاری کامل از رابطه ۲ و در شرایط اعمال تنش آبی برای اصلاح مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه از روابط ۴، ۵ و ۶ استفاده می‌شود (Allen et al., 1998).

$$ETc\ \ adj = Ks \times Kc \times ETo \qquad (۴)$$

$$Ks = (TAW - Dr)/(TAW - RAW) \quad for \quad Dr \rangle RAW \qquad (۵)$$

$$Ks = 1 \quad for \quad Dr \langle RAW \qquad (۶)$$

که در آن، $ET_{C\ adj}$، مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه اصلاح‌شده (میلی‌متر)؛ Ks، ضریب در شرایط اعمال تنش؛ Kc، ضریب گیاهی؛ ETo، مقدار تبخیر- تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر)؛ Dr، عمق تخلیه رطوبت در ناحیه ریشه گیاه (میلی‌متر)؛ RAW، مقدار آب سهل‌الوصول (میلی‌متر)؛ و TAW، مقدار کل آب قابل‌استفاده گیاه (میلی‌متر) است.

**مقدار آب قابل تخلیه در هر نوبت آبیاری (عمق آب کاربردی):**

مقدار آب کاربردی با توجه به فرض استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، از رابطه ۷ محاسبه می‌شود.

$$I = (FC - AW)/100 \times D_r \times \rho_b \times MAD \times P_d \qquad (۷)$$

که در آن؛ I، مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)؛ FC، رطوبت وزنی در حد ظرفیت زراعی (درصد)؛ AW، رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد)؛ Dr، عمق توسعه ریشه گیاه (میلی‌متر)؛ $\rho_b$، جرم ویژه ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)؛ MAD، تخلیه مجاز رطوبتی خاک (درصد)؛ و Pd، درصد مساحت خیس شده هستند.

**ظرفیت نگهداری آب در خاک (FC-AW):**

خاک‌ها بر اساس نوع بافت و ساختمان خاک، ظرفیت‌های متفاوتی برای نگهداری آب در خاک دارند که گیاهان می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. ظرفیت نگهداری آب در انواع خاک‌ها در جدول ۱ ارائه‌شده است.

1 - Full Irrigation

۲ - Deficit Irrigation

۳ - Water Budget Technique

**جدول ۱- ظرفیت نگهداری آب در انواع خاک‌ها (علیزاده، ۱۳۸۵)**

| بافت خاک | ظرفیت زراعی (درصد) | آب قابل‌جذب گیاه (درصد) | مقدار آب قابل‌دسترس | |
|---|---|---|---|---|
| | | | حجمی (درصد) | عمقی (میلی‌متر در متر) |
| شنی | ۱۰-۲۰ | ۳-۱۰ | ۶-۱۰ | ۶۰-۱۰۰ |
| لوم شنی | ۱۵-۲۷ | ۰-۱۲ | ۹-۱۵ | ۹۰-۱۵۰ |
| لوم | ۲۵-۳۶ | ۱۱-۱۷ | ۱۴-۲۰ | ۱۴۰-۲۰۰ |
| لوم رسی | ۳۱-۴۲ | ۱۵-۲۰ | ۱۶-۲۲ | ۱۶۰-۲۲۰ |
| رس سیلتی | ۳۵-۴۵ | ۱۷-۲۲ | ۱۸-۲۳ | ۱۸۰-۲۳۰ |
| رس | ۳۹-۴۹ | ۱۹-۲۴ | ۲۰-۲۵ | ۲۰۰-۲۵۰ |

## نتایج و بحث

### نیاز آبی گل محمدی

همان‌گونه که در بخش قبل اشاره شد، با تعیین میزان تبخیر- تعرق گیاه مرجع و اعمال ضریب گیاهی گیاه موردنظر در مراحل مختلف رشد، مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه در طول دوره رشد آن قابل‌محاسبه است. در خصوص تعیین ضریب گیاهی گل محمدی می‌توان از نتایج تحقیقات موردی انجام‌شده در این زمینه با توجه به شرایط و اقلیم تحقیق صورت گرفته، به شرح ذیل استفاده کرد:

به‌منظور تعیین نیاز آبی گل محمدی با استفاده از شرایط لایسیمتری در شهر کرج، تحقیقی توسط شریفی عاشور آبادی و همکاران (۱۳۹۳) انجام شد. اقلیم منطقه کرج نیمه‌خشک و میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۲۳۰ میلی‌متر گزارش‌شده است. بر اساس نتایج این تحقیق، میزان ضریب گیاهی که حاصل تقسیم تبخیر- تعرق واقعی گل محمدی به گیاه مرجع (یونجه) منطبق با دوره رشد گل محمدی در شرایط لایسیمتری بود، این ضریب در مراحل مختلف رشد بین ۰/۷ تا ۱/۳۷ بود (جدول ۲). از دهه سوم اردیبهشت اتمام دوره گلدهی تا دهه اول تیرماه بیش از یک واحد (مبین تبخیر و تعرق بیشتر گیاه) بود و پس از آن کاهش داشت. همانند گیاهان زراعی و باغی، در گیاهان دارویی نیز تعیین ضرایب گیاهی و استفاده از جدول‌های نیاز آبی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و می‌تواند عامل تعیین‌کننده‌ای در برآورد نیاز آبی گیاه باشد. به‌این‌ترتیب در یک منطقه موردنظر، با اعمال ضرایب گیاهی در مدل‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع، می‌توان میزان تبخیر و تعرق و در نهایت نیاز آبی محصول موردنظر را در هر دهه از رشد گیاه برآورد نمود. بر اساس نتایج این محققان، میزان تبخیر- تعرق گل محمدی از اول فروردین ماه تا پایان مرحله گلدهی با دریافت ۸۲۰ درجه روز رشد، معادل ۱۱۱/۵ میلی‌متر برآورد شد. میزان تبخیر- تعرق گیاه از شروع رشد تا انتهای دوره فعالیت به مدت ۲۳۰ روز، با دریافت ۳۷۴۰ درجه روز رشد معادل ۱۱۴۷ میلی‌متر بود (جدول ۲). طی نتایج این محققان، با توجه به آن‌که در زمینه تعیین نیاز آبی گل محمدی تحقیقاتی صورت نگرفته است بر مبنای نیاز آبی برخی از گیاهان هم‌خانواده ازجمله درختان خزان شونده (گروه ۱) درخت سیب از خانواده گل سرخ (Rosacea) که نیاز آبی آن در مدت ۲۳۰ روز معادل با ۱۱۲۹ میلی‌متر است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶) می‌توان مبنایی را برای محاسبه نیاز آبی گل محمدی در نظر گرفت. بر اساس نتایج این تحقیق، وزن خشک گل در هر بوته گل محمدی برابر با ۲۴۳ گرم، میزان کارایی مصرف آب آن ۲/۱۸ گرم در لیتر و نسبت تعرق برابر با ۰/۴۶ لیتر در گرم محاسبه شد.

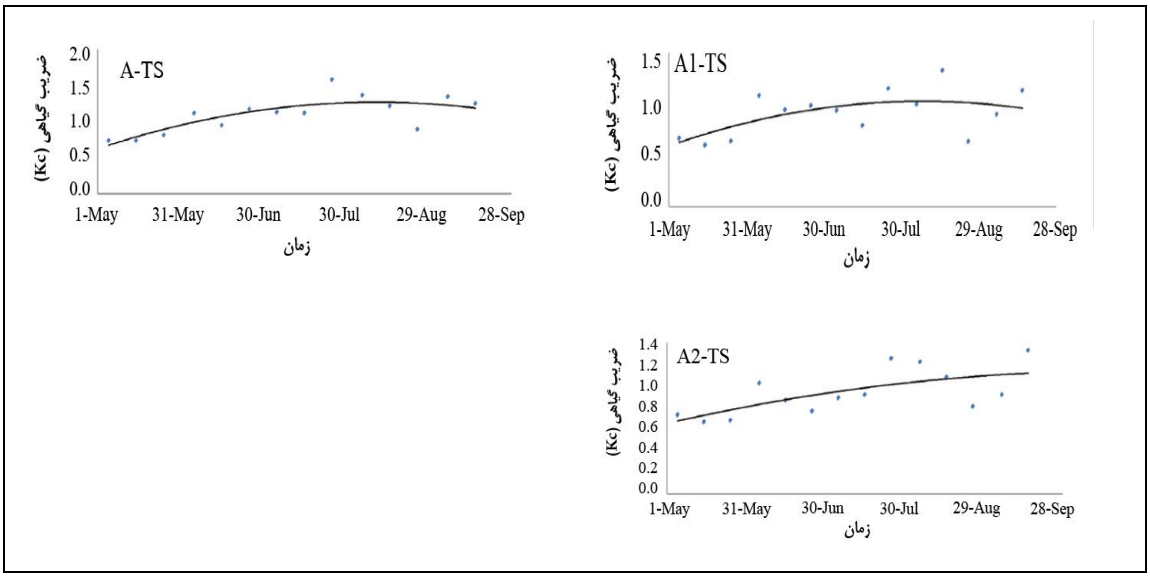
**جدول ۲- تبخیر-تعرق گل محمدی با استفاده از روش لایسیمتری (شریفی عاشور آبادی و همکاران، ۱۳۹۳)**

| ردیف | مراحل رشد | ماه | دهه | درجه روز رشد | تبخیر تعرق تجمعی (میلی‌متر در مرحله رشد) | ضریب گیاهی Kc |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | قبل از گلدهی | فروردین | ۱ | ۵۰ | ۰ | ۰ |
| ۲ | قبل از گلدهی | فروردین | ۲ | ۱۳۸/۲ | ۳/۸۲ | ۰/۸۴ |
| ۳ | قبل از گلدهی | فروردین | ۳ | ۲۵۱/۵ | ۱۳/۳۲ | ۰/۹۵ |
| ۴ | غنچه دهی | اردیبهشت | ۱ | ۳۵۴/۶ | ۲۰/۱۵ | ۰/۷ |
| ۵ | غنچه دهی | اردیبهشت | ۲ | ۴۹۰/۷ | ۲۶/۳ | ۰/۸۴ |
| ۶ | گلدهی | اردیبهشت | ۳ | ۶۴۹ | ۵۹/۵۳ | ۱/۰۳ |
| ۷ | اتمام گلدهی | خرداد | ۱ | ۸۲۰/۷ | ۱۱۱/۵۳ | ۱/۳۷ |
| ۸ | | خرداد | ۲ | ۱۰۱۶/۶ | ۱۷۹/۴۳ | ۱/۳ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۹ | خرداد | ۳ | ۱۲۲۴/۲ | ۲۷۶/۶۸ | ۱/۰۹ |
| ۱۰ | تیر | ۱ | ۱۴۱۸ | ۳۳۱/۷ | ۱/۰۵ |
| ۱۱ | تیر | ۲ | ۱۶۴۱/۱ | ۴۸۵/۱ | ۰/۹۶ |
| ۱۲ | تیر | ۳ | ۱۸۵۴/۸ | ۵۴۸/۳ | ۰/۸۶ |
| ۱۳ | مرداد | ۱ | ۲۰۷۳/۳ | ۶۱۴/۶ | ۰/۸۲ |
| ۱۴ | مرداد | ۲ | ۲۳۰۳/۳ | ۷۳۰/۹۸ | ۰/۸۲ |
| ۱۵ | مرداد | ۳ | ۲۵۳۵/۹۶ | ۷۸۲/۴ | ۰/۸۴ |
| ۱۶ | شهریور | ۱ | ۲۷۵۸/۶۶ | ۸۳۴/۸ | ۰/۸۹ |
| ۱۷ | شهریور | ۲ | ۲۹۷۴/۵۶ | ۹۰۴/۵ | ۰/۹۰ |
| ۱۸ | شهریور | ۳ | ۳۱۶۲/۵۶ | ۹۷۶/۷ | ۰/۹۰ |
| ۱۹ | مهر | ۱ | ۳۳۳۵/۱۶ | ۱۰۴۸/۲ | ۰/۸۹ |
| ۲۰ | مهر | ۲ | ۳۴۷۱/۲۶ | ۱۰۹۳/۹ | ۰/۸۹ |
| ۲۱ | مهر | ۳ | ۳۶۰۷/۸۱ | ۱۱۳۵/۴ | ۰/۹۱ |
| ۲۲ | آبان | ۱ | ۳۷۱۷/۶ | ۱۱۴۷/۴ | ۰/۹۲ |
| ۲۳ | آبان | ۲ | ۳۷۴۰/۷۶ | ۱۱۴۷/۴ | ۰/۹۲ |

در منطقه اسپارتا در ترکیه توسط کادیافسی و همکاران (۲۰۱۵) تحقیقی بر مقدار آب مصرفی گل محمدی انجام شد (Kadayifci et al., 2015). میانگین بارش سالانه در این منطقه ۵۲۴ میلی‌متر و میانگین دما ۱۲/۱ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۶۲ درصد است. هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تکنیک‌های مختلف کم‌آبیاری بر مقدار آب مصرفی فصلی گیاه گل محمدی بود. در این طرح، پلات آزمایشی به سه قسمت با سطح سایه‌اندازی صفر (A)، ۳۵ (A1) و ۷۵ (A2) درصد تقسیم شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل[۱] (TS)؛ GKS-0، GKS-25، GKS-50 و GKS-75 به ترتیب صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد از مقدار آب آبیاری در شرایط آبیاری کامل (TS)؛ تیمار خشک‌کردن قسمتی از ناحیه ریشه (YIS-50) (با اعمال ۵۰ درصد از مقدار آب آبیاری در شرایط آبیاری کامل (TS) با روش آبیاری یک‌طرف از ردیف کشت که در هر دور آبیاری این جهات تغییر کند)، انجام شود. در این مطالعه ازآنجاکه منطقه اسپارتا دارای اقلیم نیمه‌خشک است، ضریب گیاهی (Kc) با توجه به تبخیر- تعرق گیاه مرجع محاسبه‌شده از معادله اصلاح‌شده تابش- فائو (R-FAO) و تبخیر - تعرق واقعی گیاه (ETc) که با توجه به مقدار آب آبیاری در شرایط آبیاری کامل (TS) در شرایط سطح سایه‌انداز (صفر)، ۳۵ و ۷۵ درصد پوشش گیاهی محاسبه شد، دامنه تغییرات ضریب گیاهی بین ۰/۵ تا ۱ بود که نتایج آن در شکل ۲ ارائه‌شده است. طبق نظر محققان این نتایج می‌تواند به‌عنوان یک مرجع در برنامه‌ریزی آبیاری برای کشت گل محمدی در مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه با منطقه اسپارتا ترکیه مورداستفاده قرار گیرد.

۱ - زمانی‌که ۵۰ درصد از کل آب قابل استفاده گیاه از ناحیه مؤثر ریشه تخلیه شود.




**شکل ۲- منحنی تغییرات ضریب گیاهی گل محمدی محاسبه‌شده به روش اصلاح‌شده تشعشع- فائو در شرایط آبیاری کامل (TS) تحت درصدهای سایه‌انداز صفر (A)، ۳۵ (A1) و ۷۵ (A2) درصد (Kadayifci et al., 2015)**

در مطالعه کادیافسی و همکاران (۲۰۱۵) نتایج مقدار آب آبیاری و تبخیر- تعرق واقعی گل محمدی در جدول ۳ با توجه به تیمارهای مختلف، ارائه‌شده است (Kadayifci et al., 2015). سیستم آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان ۴ لیتر در ساعت به فواصل ۵۰ سانتی‌متر روی لاترال در این تحقیق اجرا و مقدار تبخیر- تعرق گیاه (روابط ۴، ۵ و ۶) و مقدار آب آبیاری از رابطه ۷ محاسبه شدند. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار آب آبیاری و بیشترین مقدار تبخیر- تعرق گیاه در تیمار آبیاری کامل (TS) به دست آمد. مقدار آب آبیاری در شرایط ۳۵ درصد و ۷۵ درصد سطح سایه‌انداز، تقریباً به ترتیب ۲۰ و ۲۴/۴ درصد کمتر از مقدار آن در شرایط بدون پوشش بود. همچنین، مقدار تبخیر- تعرق گیاه در شرایط ۳۵ و ۷۵ درصد سطح سایه‌انداز، به ترتیب ۱۶ و ۱۷ درصد کاهش داشت. به نظر این محققان، با اعمال مدیریت صحیح در آبیاری و حتی اعمال تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد، می‌توان عملکردهای کمی و کیفی گیاهان دارویی ازجمله گیاه گل محمدی را کنترل؛ و علاوه بر آن در عرصه‌های طبیعی و دیم‌زارهای کم بازده به‌طور هدفمند نسبت به اجرای آبیاری تکمیلی اقدام کرد.

**جدول ۳- مقدار آب آبیاری و تبخیر- تعرق گل محمدی (میلی‌متر) تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری**

| سطح سایه‌انداز (درصد) | تیمار | مقدار آب آبیاری (میلی‌متر) | تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر) | تبخیر – تعرق اصلاح‌شده (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|
| **صفر** | TS | ۶۲۳ | ۸۳۹/۵ | ۸۱۴/۸ |
| | GKS-75 | ۴۶۷/۳ | ۷۲۹/۸ | ۷۱۴/۲ |
| | GKS-50 | ۳۱۱/۵ | ۵۳۱/۹ | ۵۱۶/۹ |
| | GKS-25 | ۱۵۵/۸ | ۴۴۲ | ۴۳۴/۵ |
| | GKS-0 | ۳۰ | ۲۱۹/۲ | ۲۱۹/۲ |
| | YIS-50 | ۳۱۱/۵ | ۵۴۷ | ۵۴۷ |
| **۳۵** | TS | ۴۶۹ | ۶۸۸/۹ | ۶۶۰/۸ |
| | GKS-75 | ۳۵۱/۸ | ۵۶۶/۴ | ۵۶۳/۷ |
| | GKS-50 | ۲۳۴/۵ | ۴۴۷/۱ | ۴۴۷/۱ |
| | GKS-25 | ۱۱۷/۳ | ۳۱۷/۲ | ۳۱۷/۲ |
| | GKS-0 | ۲۸/۲ | ۲۱۸ | ۲۱۸ |
| | YIS-50 | ۲۳۴/۵ | ۴۶۲/۹ | ۴۶۲/۹ |
| **۷۵** | TS | ۴۹۸/۴ | ۷۰۹/۸ | ۶۷۸ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| GKS-75 | ۳۷۳/۸ | ۶۰۰/۷ | ۵۹۹/۱ |
| GKS-50 | ۲۴۹/۲ | ۴۱۸/۹ | ۴۱۸/۹ |
| GKS-25 | ۱۲۴/۶ | ۳۳۴/۱ | ۳۳۴/۱ |
| GKS-0 | ۲۸/۶ | ۲۱۸/۲ | ۲۱۸/۲ |
| YIS-50 | ۲۴۹/۲ | ۴۵۰/۱ | ۴۵۰/۱ |

**دور آبیاری گل محمدی**

گل محمدی به‌عنوان یکی از گیاهان مقاوم به شرایط کم‌آبی شناخته می‌شود. در کشت‌های سنتی فاصله بین دو آبیاری ۷ تا ۲۰ روز متغیر است. کارشناسان توصیه می‌کنند که در دو سال اول استقرار گیاهان هر ۱۲ تا ۱۵ روز یک‌بار آبیاری انجام گیرد و پس‌ازآن در سال سوم می‌توان تعداد آبیاری را کاهش داد. اولین آبیاری از اسفند شروع‌شده و نوبت‌های دیگر آن تا اواسط فصل پاییز ادامه پیدا می‌کنند. حساس‌ترین مرحله گل محمدی در برابر کم‌آبی، در طول زمان گلدهی آن است که در طول این مدت باید دوره آبیاری کاهش یابد و حداقل تنش آبی در این مرحله به وجود آید. تنش آبی در این مرحله باعث کاهش اندازه گل‌های تولیدی و افت شدید کیفیت محصول خواهد شد. در تحقیقی که در کاشان انجام گرفت، مناسب‌ترین تعداد آبیاری ۵ بار به دست آمد. البته در این تحقیق کمترین تعداد آبیاری موردنیاز برای دستیابی به کیفیت قابل‌قبول و بازارپسند محصول تولیدی، مدنظر بود (موسوی و فیضی، ۱۳۸۰).

**اثر آبیاری و نوع سامانهٔ آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گل محمدی**

تلاش پژوهشگران کشاورزی به‌طور عمده به افزایش تولید در واحد سطح معطوف است و میزان تولید به ازای واحد نهاده، ازجمله آب مصرفی کمتر موردتوجه قرارگرفته است. در شرایط محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی قابل‌کشت که شرایط حاکم بر اکثر مناطق ایران است، باید بر بالا بردن تولید به ازای واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از این منابع تمرکز بیشتری شود (سپاس خواه و توکلی، ۱۳۸۵). کاهش منابع آب موجود و افزایش بهای تأمین آن، امروزه کشاورزان را به سمت استفاده از سامانه‌های آبیاری با راندمان بالا سوق داده است. این در حالی است که در صورت استفاده صحیح از آب، علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح و واحد حجم آب، می‌توان از افزایش سطح زیر کشت و در نتیجه فشار بیشتر بر منابع آب کشور کاست. یکی از راه‌های نیل به این اهداف، کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری، مانند استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری، است. استفاده از این سامانه، علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را در پی خواهد داشت (Cetin and Bilget, 2002).

به‌منظور مقایسه کارایی مصرف آب روش‌های آبیاری قطره‌ای و آبیاری سطحی روی این گیاه، تحقیقی در کاشان در یک قطعه گلستان گل سرخ طی سه سال تحت تیمار روش آبیاری (۱- آبیاری سطحی مطابق با شرایط عرف محل و ۲- آبیاری قطره‌ای با دور آبیاری یک روزه بر اساس تبخیر از تشتک) انجام شد. نتایج نشان داد، ضمن برداشت میزان گل سرخ یکسان در هر دو روش، میزان آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۶۰ درصد کمتر و نیز رشد سرشاخه‌های درختچه‌ها معادل ۳۵/۶ تا ۴۷/۵ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی بیشتر بود (یزدانی، ۱۳۸۰).

موسوی و فیضی (۱۳۸۰) اثر روش‌های مختلف آبیاری را بر عملکرد و میزان آب مصرفی گل محمدی بررسی کردند. مقدار گل سرخ برداشت‌شده (وزن‌تر) در سیستم آبیاری قطره‌ای معادل ۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار و در روش آبیاری سطحی معادل ۷۸۰ کیلوگرم در هکتار بود به‌طوری‌که عملکرد محصول حدود ۶۵ درصد در سیستم آبیاری قطره‌ای افزایش داشت. میزان آب مصرفی نیز در سیستم قطره‌ای ۳۳۸۰ و در روش سطحی ۸۸۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد به‌طوری‌که با کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای ۵۴۲۰ مترمکعب در هکتار (حدود ۶۲ درصد) نسبت به روش سطحی در مصرف آب صرفه‌جوئی شد. در این تحقیق کارایی مصرف آب گل محمدی در روش آبیاری قطره‌ای ۳۸۲ و در روش آبیاری سطحی ۸۹ گرم بر لیتر به‌دست‌آمده است.

**کم‌آبیاری در کشت گل محمدی**

کم‌آبیاری برای دوره‌ای معین یا کل دورهٔ رشد گیاه و زمانی که محدودیت آب آبیاری وجود دارد، صورت می‌گیرد. در این برنامه‌ریزی، کاهش محصول دور از انتظار نیست لیکن مقدار آن در مقایسه با سود و عواید حاصل از صرفه‌جویی یا ذخیرهٔ آب برای کشت و آبیاری بقیهٔ محصولات، معنی‌دار نیست (English and Raja, 1996). تحقیقات می‌تواند مدیریت کم‌آبیاری در شرایط محدودیت منابع آب را بهبود بخشد.

اوکار و همکاران (Ucar et al., 2016) در مرکز تحقیقات کاربردی کشاورزی سلیمان ترکیه در سال ۲۰۱۲، تحقیقی روی سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن به‌منظور برآورد آب مصرفی و

عملکرد گل محمدی با هدف تولید اسانس انجام دادند. نتایج این تحقیق در جدول ۴ ارائه‌شده است. آب آبیاری با شوری ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیمی ۰/۰۵۵، استفاده شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از رابطه ۸ با در نظر گرفتن Kcp با مقادیر صفر=T0، ۰/۴=T1، ۰/۸=T2 و ۱/۲=T3 برابر مقدار تبخیر پتانسیل محاسبه‌شده از تشت تبخیر با دور آبیاری ۱۰ روز اعمال شد. مقدار تبخیر– تعرق برای هر تیمار با استفاده از رابطه ۳ (روش بیلان آب) اندازه‌گیری شد. همچنین چهار سطح کود نیتروژن (به‌صورت محلول نیترات آمونیوم با ۳۳ درصد ازت) شامل صفر=N0، ۸۰=N1، ۱۶۰=N2 و ۲۴۰=N3 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته‌شده بود. سیستم آبیاری مورداستفاده سیستم آبیاری قطره‌ای داخل خط با خروجی ۴ لیتر در ساعت به فواصل ۵۰ سانتی‌متر روی لاترال و برای هر ردیف کشت دو خط لاترال استفاده‌شده بود.

$$I = Kcp \times Ep \times P \qquad (۸)$$

که در آن؛ I، مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)؛ Kcp، ضریب تشت تبخیر؛ Ep، مقدار تبخیر از تشت تبخیر (میلی‌متر)؛ P، درصد مساحت خیس شده است.

**جدول ٤– تبخیر- تعرق، مقدار آب آبیاری و نفوذ عمقی در کشت گل محمدی (Ucar et al., 2016)**

| شاخص | T3N3 | T3N2 | T3N1 | T3N0 | T2N3 | T2N2 | T2N1 | T2N0 | T1N3 | T1N2 | T1N1 | T1N0 | T0N3 | T0N2 | T0N1 | T0N0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تبخیر- تعرق (میلی‌متر) | ۱۸۱/۲ | ۱۸۴/۱ | ۱۸۰/۴ | ۱۷۲/۷ | ۱۷۰ | ۱۶۵/۱ | ۱۵۹/۵ | ۱۷۵ | ۱۷۱/۴ | ۱۶۸/۳ | ۱۷۰/۴ | ۱۵۷/۸ | ۱۴۸/۶ | ۱۵۹ | ۱۷۳/۳ | ۱۶۴/۲ |
| مقدار آب آبیاری (میلی‌متر) | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | ۵۳/۳ | ۵۳/۳ | ۵۳/۳ | ۵۳/۳ | ۲۶/۷ | ۲۶/۷ | ۲۶/۷ | ۲۶/۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| نفوذ عمقی (میلی‌متر) | ۸۶/۱ | ۹۱/۶ | ۷۶/۶ | ۸۳/۴ | ۵۹/۵ | ۶۷/۷ | ۷۳ | ۶۳ | ۳۲/۶ | ۵۳/۴ | ۵۱/۹ | ۴۴/۹ | ۴۴/۲ | ۴۰/۹ | ۳۴ | ۳۶/۱ |

در خصوص کاربرد استراتژی کم‌آبیاری، نتایج نشان داد مقدار عملکرد با افزایش سطوح آبیاری در مقایسه با افزایش سطوح کاربرد نیتروژن افزایش بیشتری داشت (جدول ۵). درحالی‌که مقدار کارایی مصرف آب با افزایش سطوح آبیاری کاهش داشت. از آنجائی که شاخص کارایی مصرف آب در برنامه‌ریزی آبیاری بسیار مهم است، در شرایطی که با محدودیت منابع آب روبرو هستیم، این محققان تیمارهای T1N2 و T1N3 که بیشترین کارایی مصرف آب را داشتند (اعمال نیاز آبی برابر ۴۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و مصرف کود نیترات آمونیوم برابر ۱۶۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار)، برای برنامه‌ریزی آبیاری این گیاه پیشنهاد کرده‌اند (جدول ۶).

**جدول ۵- مقدار عملکرد (کیلوگرم در هکتار) گل محمدی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن**

| آب مصرفی / سطح نیتروژن | T0 | T1 | T2 | T3 | میانگین |
|---|---|---|---|---|---|
| N0 | ۲۱۰۴ | ۴۳۰۱ | ۴۷۸۹ | ۵۰۴۷ | ۴۰۶۰ |
| N1 | ۲۴۶۸ | ۵۳۵۵ | ۶۲۴۸ | ۶۵۱۴ | ۵۱۴۶ |
| N2 | ۲۴۱۲ | ۵۹۰۱ | ۶۳۱۲ | ۶۵۷۱ | ۵۲۹۹ |
| N3 | ۲۹۹۸ | ۶۱۸۴ | ۶۳۴۱ | ۶۶۱۶ | ۵۵۳۵ |
| میانگین | ۲۴۹۵ | ۵۴۳۵ | ۵۹۲۳ | ۶۱۸۷ | |

**جدول ٦- کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) گل محمدی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن**

| آب مصرفی / سطح نیتروژن | T0 | T1 | T2 | T3 | میانگین |
|---|---|---|---|---|---|
| N0 | ۵/۷۷ | ۹/۸۳ | ۹/۴۰ | ۹/۴۸ | ۸/۶۲ |
| N1 | ۶/۸۳ | ۱۲/۲۳ | ۱۲/۲۲ | ۱۱/۶۹ | ۱۰/۷۴ |
| N2 | ۷/۱۰ | ۱۳/۷ | ۱۲/۱۶ | ۱۱/۵۴ | ۱۱/۱۳ |
| N3 | ۸/۸۶ | ۱۳/۸۶ | ۱۲/۷۲ | ۱۱/۰۲ | ۱۱/۶۲ |
| میانگین | ۷/۱۴ | ۱۲/۴۱ | ۱۱/۶۳ | ۱۰/۹۳ | |

اثر کاربرد آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری و بازده اسانس گل محمدی در سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد مقدار تبخیر- تعرق پتانسیل) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان در ایستگاه تحقیقاتی جوپار در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ مطالعه شد (مقبلی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج نشان داد عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری و بازده اسانس در دو سامانه آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. لیکن، با توجه به این‌که کارگذاری نوارهای آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی راحت‌تر است و هزینه حفاری و کارگذاری نوار در عمق خاک حذف می‌شود، آبیاری قطره‌ای سطحی برای کشت این گل در اقلیم خشک پیشنهاد می‌شود. در خصوص اعمال کم‌آبیاری نتایج نشان داد، عملکرد بین تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۷۰ درصد و بین تیمارهای ۱۰۰ و ۴۰ درصد تبخیر- تعرق به ترتیب ۱۱/۵ و ۳۴/۳ درصد کاهش داشت و علت این کاهش اعمال تنش خشکی زیاد و کاهش اندازه یا توقف رشد برگ و کاهش سطح فتوسنتز کنندهٔ گیاه بود. بیشترین عملکرد با مقدار ۲۷۱۶/۹۳ کیلوگرم در هکتار، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل بود. بر اساس نظر این محققان، با کاهش ۳۰ درصد در مصرف آب آبیاری گل محمدی، کاهش چندانی در عملکرد حاصل نمی‌شود. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۴۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل، با میزان ۲/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار به دست آمد. بالاترین بازده اسانس نیز در تیمار ۷۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل حاصل شد (مقبلی و همکاران، ۱۳۹۳).

به‌منظور بررسی تنوع و رابطهٔ بین عملکرد گل محمدی و اجزای آن، تعداد ۱۲ ژنوتیپ از این گل از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در محل ایستگاه تحقیقاتی همند آبسرد بررسی شدند. تیمارها سه کشت؛ آبی (شاهد)، دیم و دیم همراه مالچ بودند. نتایج نشان داد که وزن‌تر گلبرگ در هر سه شرایط کشت بیشترین تأثیر مستقیم را روی عملکرد گل داشته و لذا مهم‌ترین صفت در افزایش عملکرد گل محمدی شناخته شد. صفات تعداد گل در هکتار، عملکرد اسانس در هکتار، ارتفاع بوته، محیط بوته (تاج پوشش) به‌طور غیرمستقیم از طریق افزایش وزن‌تر گلبرگ در افزایش عملکرد گل محمدی، نقش مهمی داشتند (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج تحقیقات انجام‌شده در خصوص عملکرد گل محمدی گونه *Rosa alba*. در کشور بلغارستان نشان داد که مقدار عملکرد این محصول از ۳۹۳۰ تا ۷۷۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری کامل متغیر است. همچنین در شرایط بدون آبیاری (دیم)، این مقدار بین ۲۰۷۰ تا ۵۰۳۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است (Nedkov et al., 2014). به نظر این محققان، در مورد انتخاب مناطق مناسب برای گلستان‌هایی که به‌صورت دیم بوده و آبیاری در آن‌ها انجام نمی‌گیرد، باید دقت بیشتری کرد به‌طوری‌که در این‌گونه موارد، نباید میزان بارندگی کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر در سال باشد.

## نتیجه‌گیری

گل محمدی یکی از گیاهانی است که به لحاظ داشتن کاربردهای چندگانه تزئینی، دارویی و بهداشتی، دارای ارزش و جایگاهی ویژه‌ای برای تولید و صادرات (تجارت جهانی) است. در گل محمدی بیشترین صادرات در تولید گلاب، گلبرگ و غنچه گل است و به‌صورت جزئی نیز اسانس صادر می‌شود. این در حالی است که قابلیت تولید اسانس در سطح وسیع‌تری وجود دارد. باید توجه داشت صنعت عرق‌گیری به دلیل مصارف سنتی و مشتری‌های خاص خود یکی از روش‌هایی است که هدر رفت گل محمدی در آن زیاد است. از طرف دیگر، به دلیل صادرات میزان زیادی از این عرقیات به کشورهای حوزه خلیج‌فارس، نمی‌توان جلوی این صنعت را گرفت. یکی از اهداف مهم

در کشت و اهلی کردن گیاهان دارویی و تزئینی، تعیین نیاز آبی و آبی گیاه، می‌توان نسبت به اعمال مدیریت تنش‌های آبی اقدام کرد. بر اساس نتایج برخی از مطالعات انجام‌شده در داخل و خارج کشور، در شرایطی که با محدودیت منابع آب روبرو هستیم، کاربرد استراتژی کم‌آبیاری علی‌رغم کاهش نسبی عملکرد از طریق صرفه‌جویی در مصرف آب در کشت گل محمدی راهکاری مناسب است و به دنبال آن می‌توان حداکثر بهره‌وری آب را داشت. درمجموع، آینده کشت محصول گل محمدی بسیار روشن است. به‌ویژه در استان‌هایی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک با توجه به مقاومت این گیاه به شرایط کم‌آبی، گل محمدی می‌تواند به‌عنوان یک محصول راهبردی در زمینه حمایت از اقتصاد و معیشت روستائیان، اشتغال‌زایی جوانان با توسعه صنایع جانبی (تبدیلی و تکمیلی) کوچک جایگاه خاصی را به خود اختصاص دهد. موارد ذیل در این خصوص قابل توصیه و کاربرد هستند:

- سطح زیر کشت و میزان تولید گل محمدی در کشور به‌سرعت رو به افزایش است.
- گل محمدی گیاه بسیار مقاومی به شرایط محیطی و کم‌آبی بوده و اکثر شرایط آب و هوائی را به‌خوبی تحمل می‌کند.
- در مناطق عمده کشت این گل (استان‌های فارس، کرمان و اصفهان) به دلیل شرایط اقلیمی منطقه و طول دوره رشد، در طول سال فقط ۲ تا ۳ بار آبیاری انجام می‌شود. مناسب‌ترین تعداد آبیاری این گیاه ۵ بار در طول دورهٔ رشد قابل توصیه است.
- بسته به اقلیم منطقه کشت‌شده، دور آبیاری این گل بین ۷ تا ۱۵ روز یک‌بار در زمان گل‌دهی و ۲۰ تا ۳۰ روز یک‌بار در دیگر دوره‌های رشد، توصیه می‌شود.
- در کشت‌های سنتی این گل، فاصله بین دو آبیاری ۷ تا ۲۰ روز متغیر است. توصیه‌شده است که در دو سال اول استقرار گیاهان هر ۱۲ تا ۱۵ روز یک‌بار آبیاری انجام گیرد و پس‌ازآن در سال‌های دوم و سوم، می‌توان دور آبیاری را افزایش داد.
- مناسب‌ترین خاک برای کشت گل محمدی خاکی با بافت لومی عمیق و دارای pH بین ۶ تا ۷/۵ است.
- بهترین روش آبیاری این گیاه، سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی است.
- برای مناطقی که قرار است کشت آن به‌صورت دیم باشد، میزان بارندگی منطقه بیش از ۳۰۰ میلی‌متر در سال قابل توصیه است.
- ضریب گیاهی این گل بسته به منطقه تحت کشت و مرحلهٔ رشد آن، بین ۰/۵ تا ۱/۳ متغیر خواهد بود.

بهینه‌سازی مصرف آب در تولید این محصولات است. با دانستن نیاز

- نیاز آبیاری کامل این گل بسته به اقلیم منطقه تحت کشت تا پایان مرحلهٔ گلدهی بین ۱۱۵ تا ۵۱۰ میلی‌متر و تا پایان دوره رشد، ۸۲۰ تا ۱۱۳۰ میلی‌متر است.
- عملکرد (تر) این گل بسته به اقلیم منطقه تحت کشت با آبیاری کامل بین ۳۹۳۰ تا ۷۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و با کم‌آبیاری و یا کشت دیم، بین ۲۰۷۰ تا ۵۰۳۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است.
- کارایی مصرف آب در تولید گل محمدی بسته به اقلیم منطقه تحت کشت با آبیاری کامل بین ۹۰ تا ۳۸۵ گرم گل‌تر به ازای مصرف هر لیتر آب و با کم‌آبیاری، بین ۱۹۵۰ تا ۲۴۵۰ گرم گل‌تر به ازای مصرف هر لیتر آب است.
- از نظر کاربردی، کم‌آبیاری گل محمدی به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد با قبول ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش عملکرد محصول، قابل توصیه است.

## مراجع


بی‌نام، الف. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۴. مرکز فناوری اطلاعات معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. ۴۰۱ صفحه.

بی‌نام، ب. ۱۳۹۵. برنامه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی. انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. صفحات ۴۲-۲۷.

دانشخواه، م.، کافی، م. و نیکبخت. ع.، و میرجلیلی، م. ح. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر شاخص‌های عملکرد گل و اسانس گل محمدی برزک کاشان. مجله علوم و فون باغبانی ایران. ۸(۲): ۹۰-۸۳.

سپاسخواه، ع. و توکلی، ع. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم‌آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۱۰ صفحه.

شریفی عاشورآبادی، ا.، روحی پور، ح.، عصاره، م. ح طبایی عقدائی، س. ر. و لباسچی، م. ح. ۱۳۹۳. تعیین نیاز آبی گل محمدی *Rosa damascene Mill.* با استفاده از لایسیمتر. دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۶): ۹۳۱-۹۲۳.

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات مشهد. چاپ ششم. ۴۷۰ صفحه.

فرشی، ع .ا.، شریعتی، م .ر.، جارالهی، ر.، قائمی، م .ر.، شهابی‌فر، م. و تولایی، م. م. ش. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد دوم: گیاهان باغی. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. ۶۲۹ صفحه.

مقبلی مهنی درودی، ا.، دلبری،م. و کوهی، ن. ۱۳۹۳. تأثیر آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد گل محمدی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۵(۴): ۴۱۲-۴۰۵.

موسوی، ا. و فیضی، م. ۱۳۸۰. تأثیر کود آلی و شیمیایی ازته و تعداد آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گل محمدی. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

نعمتی لفمجانی، ز.، طبایی‌عقدایی، س. ر.، لباسچی، م. ح.، جعفری، ع. ا.، نجفی آشتیانی، ا. و دانشخواه، م. ۱۳۹۰. تجزیه علیت عملکرد گل محمدی *Rosa damascene Mill.* در شرایط مختلف‌کشت. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۵۷۲-۵۶۱.

یزدانی. ح. ۱۳۸۰. مقایسه روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی در کشت گل محمدی در کاشان. گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب.

Allen, R.G., 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.

Carins, T. 2003. Horticultural classification Schemes. In: Robertes A.V., Debener T. and Gudin S. (Eds.). Encyclopedia of Rose Science. Elsevier Aacademic press.

Cetin, O., and Bilget, L. 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. Agricultural Water Management, 54:1-15.

English, M.J. and Raja, S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 10: 91-106.

James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc., New York. 543 pp.

Jensen, M.E., Burman, R.D., and Allen, R.G. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70. American Society of Civil Engineers, New York, NY, 360 p.

Kadayifci, A., Senyigit, U., and Kepenek, K. 2015. Water consumption of oil rose (Rosa Damascene Mill.) In isparta conditions. Infrastructure and Ecology of Rural Areas. DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco. 2015.3.2.059

Karlik J.F., Becker, J.O., Pemberton, H.B., and Schuch, U.K. 2003. Production and Marketing: Field Rose production. In: Roberts, A.V, Debener, T., Gudin, S. (Eds) Encyclopedia of Roberts AV, Debener T, Gudin S (Eds) Encyclopedia of Rose Science. Elsevier Ltd.

Kim, S.H., and Lieth, J.H. 2003. A coupled model of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration for a rose leaf (*Rosa hybrida L.*). Ann Bot-London. 9: 771-781

Misra, A., Kukarja, K., Singh, A., and Patra, N.K. 2002. Influence of topographical and edaphic factors on rose flowering quality and quantity. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 2347.

Nedkov, N., Matev, A., Ovcharova, A. 2014. Additional yield? Irrigation depth relationship for white bearing rose (Rosa Alba L.). Ovidius University Annals of Constanta-Series Civil Engineering. 16:91-104.

Ucar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F. and Baydar, H. 2016. Effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water use, rose flower yield and oil yield of Rosa Damascene. Agricultural Water Management. 182:94-102.

Weiss, E.A., 1997. Essential Oil Crops. CAB International, New York, U.S.A.

Water Management in Agriculture
Vol. 3, No. 1, Spring and Summer 2016, 35-48

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ص. ۴۸-۳۵

# Water Management in Cultivation of Rosa Damascene Mill

**F. sohrab[1]* and Gh. Zarei[2]**

## Abstract

Based on proper conditions in terms of climate variability, Iran has a great potential in the production of ornamental and medicinal plants. The cultivation of these plants because of numerous features such as the possibility of refining environmental parameters, the higher productivity of production inputs, exchange intensity low (low needs to Dollar), the possibility of the production out of season, value added and job creation and importing of the currency has increased since the late 70's solar decade. That's why the government has been done enormous investments to create the necessary infrastructure (construction of greenhouse complex and specialized export terminal and the construction of four flowers and plant terminal in the cities of Tehran, Mahalat, Dezful and Tonekabon) in order to modify the structure of the system supply and sale of the product, recently. Despite the vast diversity of climate and cultivation of medicinal species and the climatic conditions of various decorative and fits in any area in the country, a considerable part of it located in arid and semi-arid regions and in terms of the provision of allocation of water resources have limitations. Therefore, the need for proper planning in order to optimum use of limited resources of water in the country feel. In this regard, one of the most important goals in the domestic cultivation of medicinal plants and decorative is the planning of irrigation for the production of these products. Due to having multiple applications and values such as decorative, medicinal and health, Rose is one of the plants which has a special place for international trade. Iranian species of this plant is unique in the world. This plant is very resistant to environmental conditions and is well tolerated different weather conditions and water stress. Also, compared to the drought-resistant and depending on the area of culture, between 7 to 15 days once in the time of flowering and 20 to 30 days once in other periods of growth is irrigated. Increasing development of this plant in agricultural sector particularly in provinces with an arid and semi-arid climate due to the resistance of it to the water deficit conditions can be used as a strategic product in the field of supporting rural economy, job creation for youth and villager's small industries, create specific position for Iran. The purpose of this article while reviewing the capabilities of rose as a native plant of the country for compatibility with the rising terms of dryness and drought, irrigation management, outlining this flower.

**Keyword:** Deficit Irrigation, Irrigation Scheduling, Irrigaiton System, Rosa damascene Mill.

[1] Academic Member, Agricultural Engineering Research Institue, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.(*Corresponding Author Email: farahnaz_sohrab@yahoo.com; f.sohrab@areo.ir)
[2] Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: ghzarei4554@yahoo.com
Received: Apri 13, 2016
Accepted: July 19, 2016