Lorestan University

Applied Researches in Water Engineering
Vol. 1, No. 2, Autumn & Winter 2023, p. 141-151

ARWE

Original Research

The Effect of Different Levels of Irrigation on the Yield and Morphological Traits of Green Basil in Greenhouse Conditions

Seyed Hossein Mousavi[1*]

1. Department of Irrigation and Drainage, Water and Environmental Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

Received: 11 February 2024/ **Revised:** 13 March 2024/ **Accepted:** 14 March 2024

https://doi.org/10.22034/arwe.2024.2022731.1011

Abstract

Iran is located in the dry part of the earth and the average rainfall is much lower than the global amount, so the proper management of water resources is so importance, especially in the agricultural part. For this purpose, this research aimed at investigating the effect of different levels of irrigation on the yield and morphological traits of green basil in greenhouse conditions was conducted in the research greenhouses of Lorestan University in a completely randomized design with three replications. Irrigation treatments were considered at 4 levels, including 100, 80, 60 and 40% of the water requirement of the plant. Weighing micro lysimeters (pots) were used for irrigation. The results of the research showed that the effect of deficit irrigation on the yield and morphological traits was significant. The highest amount of yield, biological yield, plant height, stem diameter, number of side branches, number of leaves and root length was observed in the treatment of 100% readily available water, which is equal to 7 t/ha, 1.8 t/ha, 0.84 m, 4.67 mm, 35 numbers, 344 and 52.33 cm were obtained. Also, in most of the measured traits, no difference was observed between the 80% and 60% readily available water. Therefore, in case of emphasis on the application of deficit irrigation, it is recommended to treat 60% humidity of the surface.

Keywords: Deficit Irrigation, Medicinal Plants, Micro Lysimeter, Water Management.

***Corresponding Author Email: hooseinmousavi8@gmail.com**

Lorestan University

دوفصلنامهٔ پژوهش‌های کاربردی مهندسی آب

دورهٔ اول، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ (صفحات ۱۵۱-۱۴۱)

ARWE

مقالهٔ پژوهشی

تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و صفات مورفولوژیک ریحان سبز در شرایط گلخانه‌ای

سید حسین موسوی[1*]

۱. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

دریافت: ۲۲ بهمن ماه ۱۴۰۲/ **اصلاحات:** ۲۳ اسفند ماه ۱۴۰۲/ **پذیرش:** ۲۴ اسفند ماه ۱۴۰۲

https://doi.org/10.22034/arwe.2024.2022731.1011

چکیده

ایران در بخش خشک کره زمین واقع شده است و میانگین بارش در آن بسیار پایین تر از میانگین جهانی است لذا مدیریت صحیح منابع آب به‌ویژه در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. برای این منظور، تحقیقی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و صفات موفولوژیک ریحان سبز در شرایط گلخانه‌ای، در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشگاه لرستان، به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری در ۴ سطح شامل ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی گیاه در نظر گرفته شدند. آبیاری به روش وزنی انجام گرفت. نتایج نشان داد اثر تنش آبی، بر عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه ریحان، معنی دار گردید. بیشترین میزان عملکرد تر، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ و طول ریشه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده گردید که به ترتیب برابر ۷ تن در هکتار، ۱/۸ تن در هکتار، ۰/۸۴ متر، ۴/۶۷ میلی‌متر، ۳۵ عدد، ۳۴۴ عدد و ۵۲/۳۳ سانتی متر به دست آمد. همچنین در اکثر صفات اندازه‌گیری شدی تفاوتی بین تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی مشاهده نگردید. بنابرین در صورت تاکید بر اعمال کم‌آبیاری تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: بهره‌برداری آب، کم‌آبیاری، گیاهان دارویی، مدیریت، میکرولایسیمتر.

***Corresponding Author Email: hooseinmousavi8@gmail.com**

مقدمه

در جهان و ایران با توجه به محدودیت منابع آب، افزایش جمعیت و گرمایش زمین و همچنین کمبود بارندگی، مصرف بهینه آب امری اجتناب ناپذیر است. قرار گرفتن ایران در کمربند خشکی کره‌زمین و وقوع خشک‌سالی‌های پیاپی، چالش بحران آبی را بیش از پیش تشدید نموده است (Broomandnasab et al., 2007). طبق آمار در سال ۱۳۰۰ سرانه آب تجدیدپذیر در کشور حدود ۱۳ هزار متر مکعب در سال بوده است و در دهه اخیر به چیزی کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال رسیده است (Ahmadali, 2014). بنابراین استفاده بهینه از منابع آبی در بخش‌های اقتصادی خصوصاً بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین راهکارها جهت رفع چالش‌های پیش رو در زمینه منابع آبی کشور است(Fakhrabadi and Khoshsimaechenar, 2022). در سال‌های اخیر یکی از راهکارها برای بهینه‌سازی مصرف آب در گیاهان زراعی و تولید محصولات با درآمد حداکثر تحت شرایط کمبود آب، استفاده از تکنیک کم‌آبیاری بوده است. کم‌آبیاری، یک روش یا سیستم آبیاری نیست بلکه یک مدیریت کارا و پویای بهره‌برداری به‌شمار می‌رود که اثرات ویژه‌ای در استحصال، مدیریت منابع آب، انتقال و مصرف آب و نهایتاً در اقتصاد کشاورزی دارد (Fakhrabadi and Khoshsimaechenar, 2022). از انواع روش‌های کم‌آبیاری، کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه می‌باشند که در کم‌آبیاری تنظیم شده میزان آب داده شده به گیاه کمتر از حد مورد نیاز آن می‌باشد و در دوره‌های غیر حساس رشد گیاه که اعمال آن موجب کاهش محصول نشود، این نوع مدیریت آبیاری به‌منظور صرفه‌جویی در میزان آب اعمال می‌گردد. روش آبیاری ناقص ریشه نیز طی دهه‌ی اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این روش، منطقه ریشه، عموماً به دو ناحیه مختلف تقسیم شده و در هر بار آبیاری یک ناحیه آبیاری شده و ناحیه دیگر خشک رها می‌شود (Akbarzadeh et al., 2018). استفاده از روش‌های آبیاری با راندمان بالا و به کارگیری روش‌های نوین آبیاری مانند کم‌آبیاری اگرچه موجب صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب شیرین می‌گردد، اما با توجه به افزایش جمعیت جهان به حدود ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰، استفاده از منابع آبی جایگزین جهت تضمین امنیت غذایی و کاهش معضل آب را امری ضروری می‌سازد (Zunemat Kermani et al., 2016).

در کشت محصولات گلخانه‌ای در واحد سطح علاوه بر عملکرد بالاتر نسبت به کشت در فضای باز، مصرف آب نیز مدیریت بهتری دارد. گیاهان زیادی وجود دارند که علاوه بر مصرف تازه‌خوری خواص دارویی فراوانی دارند و مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاه ریحان با نام علمی *Ocimum Basilicum* گیاهی یک ساله و از تیره نعنایان است. این گیاه علاوه بر اینکه به‌صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود، اسانس آن نیز در پزشکی کاربرد فراوان دارد. پژوهش‌های گسترده‌ای در رابطه با اثر سطوح مختلف آبی و کم‌آبیاری بر محصولات زراعی صورت گرفته است. اما در رابطه با واکنش گیاهان دارویی و معطر در شرایط تنش آبی بررسی‌های زیادی صورت نگرفته است.

سیمون و همکاران (Simon et al., 1992) اثر رژیم‌های مختلف آبی بر روی گیاه ریحان را بررسی نموده و گزارش کردند که با کاهش پتانسیل آب برگ از ۰/۳- مگا پاسکال (شاهد) به ۱/۱۲- مگا پاسکال (تنش آبی متوسط) مقدار اسانس برگ‌ها از ۳/۱ به ۶/۲ میکرولیتر در گرم وزن خشک برگ افزایش و وزن خشک برگ و ساقه با تشدید کمبود آب کاهش یافتند. اثر دور آبیاری (در فواصل ۷، ۱۴ و ۲۸ روز بر روی گیاه ریحان نشان داد که با طولانی شدن دور آبیاری، به رغم این که رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش یافت، ولی درصد اسانس افزایش نشان داد (Reffat and Saleh, 1997). آراباسی و بایرام (Arabaci and Bayram, 2004) در پژوهشی روی ریحان گزارش کرده‌اند که بیش‌ترین عملکرد ماده تر ۴۱۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار است و عملکرد ماده خشک ۱۰۷۸/۶ کیلوگرم در هکتار است. دادوند سراب و همکاران (Dadvand Sarab et al., 2008) به بررسی تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر تراکم و کود نیتروژن را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که بیش ترین عملکرد ماده خشک و اسانس در واحد سطح در تیمار با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شده است. تهامی زرندی و همکاران (Tahami Zarandi et al., 2010) به مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان پرداختند که نتایج نشان دهنده برتری معنی‌دار کود آلی نسبت به شاهد و شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده بود. پیوندی و همکاران (Peyvandi et al., 2011) به مقایسه تأثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ریحان (*Ocimum Basilicum*) پرداختند .نتایج آن‌ها نشان داد که پارامترهای رشد در گیاهانی که در معرض تیمار کود آهن با غلظت ۷/۵ کیلوگرم در هکتار و نانو کود آهن با غلظت ۱ کیلوگرم در هکتار بودند، نسبت به شاهد افزایش یافته است. به‌طورکلی نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که جایگزینی کود آهن تهیه شده با فناوری نانو در مقایسه با کودهای آهن رایج در غلظت مناسب یا کم‌تر نسبت به کود آهن می‌توانند سبب افزایش رشد کمی و کیفی ریحان شود. سدیکی و

همکاران (Siddiqui et al., 2007) به بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه ریحان بنفش پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه و عملکرد آن در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد به دست آمده است. هنچنین بیشترین اسانس (۱/۱ ٪) در سطح آبیاری ۵۰ درصد به دست آمد و بیانگر آن بود که تنش آبی اثر منفی روی ارتفاع گیاه و عملکرد ریحان دارد ولی از طرفی با کاهش میزان آب آبیاری میزان اسانس ریحان افزایش یافته است.

دمیرتاش و آیاس (Demirtaş and Ayas, 2009) اثر کم‌آبیاری را بر عملکرد گیاه فلفل دلمه‌ای در شرایط گلخانه با پنج سطح آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و صفر درصد تبخیر از تشت با دورآبیاری دو روز بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که میزان آب مصرفی به‌ترتیب ۶۵ تا ۷۲۴ میلی‌متر و عملکرد ۱/۹ تا ۲۴ تن در هکتار بود. بیشترین کارایی مصرف آب (*WUE*) و کارایی مصرف آب آبیاری (*IWUE*) در تیمار۷۵ ٪ نیازآبی به ترتیب ۳/۱۳ و ۳/۳۹ کیلوگرم بر میلی‌متر آب به دست آمد. گونزالز دوگو و همکاران (Gonzalez-Dugo et al., 2007) با اعمال دو تیمار کم‌آبیاری پایدار در طول فصل رشد و کم‌آبیاری در انتهای فصل رشد در گیاه فلفل کشت شده در اسپانیا نشان دادند که رشد رویشی فلفل به‌مقدار زیادی به آب وابسته است. همچنین، درهر دو تیمار کم‌آبیاری، سطح برگ و وزن تر و خشک محصول کاهش یافت؛ لیکن، در زمان برداشت محصول هیچ‌گونه تغییری ایجاد نشد. از دیگر نتایج اینکه عملکرد تجاری محصول در تیمارهای آبیاری کامل (شاهد)، کم‌آبیاری پایدار و کم‌آبیاری انتهای فصل رشد ۳۴۴۹، ۲۰۱۸ و ۲۸۱۶ کیلوگرم در هکتار، اندازه‌گیری شد که تفاوت بین عملکردها معنی‌دار نبود. اما از آنجایی که هدف، کاهش آب مصرفی در مقابل کاهش کمتر عملکرد بود، آنان تیمار کم‌آبیاری انتهای فصل را توصیه نمودند. فرارا و همکاران (Ferrara et al., 2011) با بررسی اثر کم‌آبیاری طی دوره‌های مختلف رشد گیاه فلفل در تیمارهای آبیاری کامل، کم‌آبیاری طی دوره رشد رویشی و کم‌آبیاری در دوره رشد زایشی، میزان عملکرد را به‌ترتیب ۵۶۴۴، ۲۰۴۰ و ۸۷۵ گرم بر متر مربع، گزارش نمودند. آنان همچنین مشاهده کردند که اعمال کم‌آبیاری طی دوره رشد رویشی به طور معنی‌داری تعداد گل‌های گیاه را ۳۰/۹ به ۱۰/۷ عدد کاهش داد.

با توجه به اهمیت مدیریت بهینه آب مصرفی، در این پژوهش به بررسی اثرهای کم‌آبیاری بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشد گیاه ریحان سبز پرداخته شد. شاخص‌های مورد بررسی شامل: وزن تر، وزن خشک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ و طول ریشه بود.

مواد و روش ها

نقش گیاهان دارویی امروزه در کشاورزی غیر قابل چشم پوشی است و بسیاری از آن‌ها به عنوان مواد اولیه ساخت دارو مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاه ریحان یکی از گیاهان مورد استفاده برای مصارف دارویی می‌باشد. ریحان گیاهی علفی و یکساله از تیره نعناعیان است که معطر، دارای ساقه منشعب از قاعده و به ارتفاع ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. ریشه این گیاه منشعب و مخروطی شکل به طول ۱۰ تا ۱۶ سانتی‌متر است. برگ و بذر ریحان دارای خواص دارویست. ریحان به طور طبیعی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند مخصوصا در مناطق آسیا، آفریقا، آمریکای مرکزی و جنوبی مشاهده می‌شود (Ziaei et al., 2015). ریحان در ایران فقط به گونه به نام *Ocimum Basilicum* دارد که در کرمان، آذربایجان و خراسان از آن نام برده‌اند (Ziaei et al., 2015). از ریحان برای ساخت داروهای برای درمان اضطراب، تب، عفونت، نیش بندپایان، معده درد، سرفه، سردرد و یبوست استفاده می‌شود (Shahrajabian et al ., 2020). همچنین دارای خواص ضد قارچی، ضد اسپاسم، ضد دیابتی، ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی در مطالعات نشان داده شده است (Shahrajabian et al., 2020).

تیمار و محل آزمایش

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ریحان آزمایشی به مدت سه ماه در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی واقع در کیلومتر ۱۲ جاده خرم‌آباد – اندیمشک، انجام شد. در این پژوهش برای ریحان چهار تیمار آبیاری شامل: I_{100} (تیمار صد درصد نیاز آبی)، I_{80} (تیمار هشتاد درصد نیاز آبی)، I_{60} (تیمار شصت درصد نیاز آبی) و I_{40} (تیمار ۴۰ درصد نیاز آبی) با سه تکرار در نظر گرفته شد که مجموع دوازده گلدان مورد بررسی قرارگرفت.

محل کشت

این آزمایش در گلدان‌هایی به عنوان مینی‌لایسمتر وزنی در گلخانه به صورت طرح کاملا تصادفی انجام شد. این گلدان‌ها دارای قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر وجنس پلاستیک بودند و رنگی خاکستری داشتند. در هر گلدان سه عدد بذر ریحان سبز محلی

قرار داده شد و پس از آنکه به ارتفاع ۵ تا ۷ سانتی‌متری رسیدند، دو گیاه ضعیف‌تر حذف و گیاه قوی‌تر جهت بررسی باقی ماند. برای خروج آب اضافه مینی‌لایسیمتر (گلدان)، جلوگیری از سشت و شوی خاک و سهولت در زهکشی، کف هر گلدان یک لایه شن درشت و چند سوراخ قرار داده شد. باقی حجم گلدان با مخلوط خاک، شن و کود به ترتیب نسبت ۱:۱:۲ پر شد.

برنامه‌ریزی آبیاری

آبیاری در طول دوره رشد، به صورت وزنی انجام شد. در هر گلدان، به منظور خروج آب اضافی و اندازه‌گیری آن، سوراخ‌هایی در کف ایجاد گردید. برای سهولت زهکشی، یک لایه شن درشت دانه در کف هر گلدان قرار داده شد و حجم باقی مانده توسط خاک مزرعه دانشکده، به همراه کود حیوانی پر شد. بافت خاک مورد استفاده، لومی بود. قبل از کشت، ظرفیت زراعی خاک به صورت وزنی و توسط دستگاه صفحات فشار مشخص گردید (ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۳۲ و ۱۶ درصد حجمی). وزن مجموع واحدهای آزمایشی در ظرفیت زراعی ثبت گردید. کشت چمن نیز به صورت مستقیم انجام شد و آب مورد نیاز آن نیز طبق روش ذکر شده اعمال گردید. در طول دوره رشد، ارتفاع گیاه مرجع چمن بین ۸ الی ۱۵ سانتی‌متر حفظ گردید.

اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک و میزان آب مورد نیاز به صورت وزنی انجام شد و آبیاری به گونه‌ای اعمال گردید که رطوبت در حد رطوبت سهل الوصول باقی بماند، بر این اساس که هر روز گلدان‌ها وزن گردید و زمانی که رطوبت خاک به حد پایین نیاز آبی (θ_m) رسید آبیاری انجام گردید. میزان نیاز آبی و حد پایین نیاز آبی از فرمول‌های (۱ و ۲) محاسبه گردیدند.

$$RAW = MAD(\theta_{FC} - \theta_{PWP}) \quad (۱)$$

$$\theta_m = \left|\theta_{fc} - MAD(\theta_{fc} - \theta_{PWP})\right| \quad (۲)$$

در روابط فوق، MAD حداکثر میزان تخلیه می‌باشد که در این تحقیق ۰/۵ در نظر گرفته شد. θ_{FC} میزان درصد رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی و θ_{PWP} میزان درصد رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی می‌باشد.

صفات و شاخص‌های مورد برداشت

در انتهای کشت، حین برداشت ارتفاع بوته‌ها، طول ریشه و قطر ساقه‌ها توسط متر اندازه‌گیری شد. همچنین تعداد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی مورد شمارش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد تر پس از برداشت بلافاصله وزن بوته‌ها توسط ترازو اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین جهت محاسبه عملکرد بیولوژیک، بوته‌ها به صورت هواخشک تهیه گردید و وزن شد.

کیفیت آب آبیاری

آب مورد استفاده در گلخانه‌ها از چاه موجود در محیط دانشکده تامین شد. کیفیت آب مورد استفاده بر اساس گزارش موسوی (*Mousavi, 2023*) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. خصوصیات آب آبیاری

Table 1. Characteristics of irrigation water 26

SAR	Na^+ (meq/l)	Mg^{2+} (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	CO_3^{2-}(meq/l)	HCO_3^- (meq/l)	EC(ds/m)	pH
0.73	36/57	37/61	47/5	0.4	4.4	0.691	8.6

تجزیه و تحلیل آماری

در بررسی‌های آماری و تحلیل شکل‌ها به ترتیب از نرم‌افزارهای *R* و *EXEL* استفاده گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده گیاه ریحان سبز به روش آزمون چند دامنه‌ای *LSD* و در سطوح معنی‌داری ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری و مواد اصلاحی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد، اثرات تیمارهای آبیاری، هر کدام جداگانه بر صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد تر، ارتفاع بوته، طول ریشه، قطر ساقه، تعداد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد.

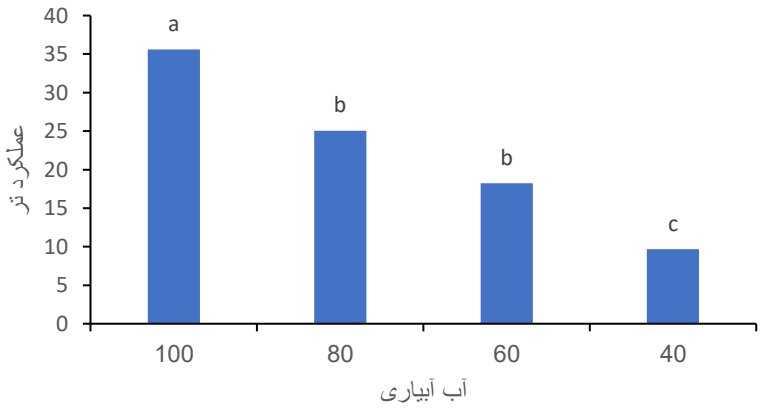
جدول۲. تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر عملکرد ریحان سبز

Table 2. Variance analysis of the effect of deficit irrigation treatments on the yield of green basil

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات						
		عملکرد خشک	عملکرد تر	ارتفاع بوته	طول ریشه	قطر ساقه	تعداد برگ	تعداد شاخه جانبی
آبیاری	1	55.1*	1072.8*	2982.1*	160.07*	3.314*	78554*	232.07*
خطا	10	0.48	5	0.0065	0.014	0.032	2138	3.86
ضریب تغییرات Coefficient of variation		12.02	14.19	9.05	3.22	14.19	23.7	10.72

علمکرد تر

همانطور که نمودار مقایسه میانگین میزان عملکرد تر در تیمارهای مختلف در شکل ۱ نشان می‌دهد، تنش آبی باعث کاهش میزان عملکرد تر گردید. اثرات مربوط به کم‌آبیاری بین سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و سطوح ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی، محسوس‌تر می‌باشد. در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی، کم‌آبیاری سبب افزایش معنی‌دار میزان عملکرد تر به‌میزان ۲۹/۶۵ درصد نسبت به تیمار ۸۰ درصد گردید. بین سطح آبیاری ۸۰ درصد و ۶۰ درصد نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، لذا استفاده از تیمار ۶۰ درصد سهل‌الوصول بدون تغییر محسوس در عملکرد تر نسبت به تیمار ۸۰ درصد مطلوب‌تر است. همچنین در تیمار ۴۰ درصد نیاز آبی کمترین میزان با اختلاف معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ درصد رقم خورد. ضیائی و همکاران (*Ziaei et al., 2017*) نیز در پژوهشی نشان دادند که کم‌آبیاری باعث کم شدن عملکرد تر گیاه رزماری می‌شود.



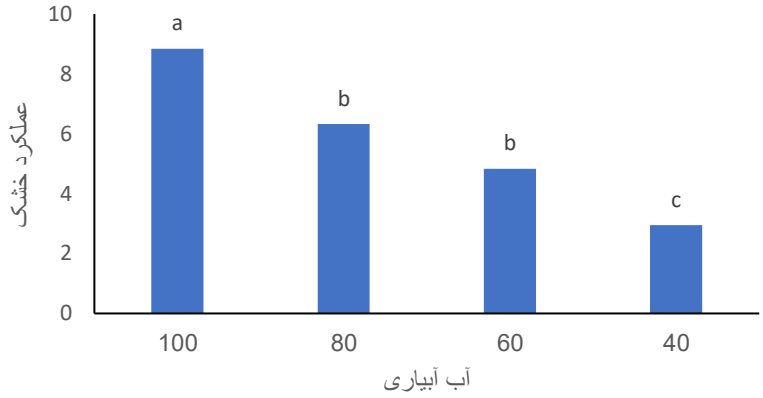
شکل۱. نمودار مقایسه میانگین عملکرد تر ریحان سبز

Fig. 1. Comparison chart of the average yield of green basil

عملکرد بیولوژیک

در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد، عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۲۵/۵ درصد، ۴۵/۳۶ درصد و ۶۶/۶۳ افزایش نسبت به تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی داشت (شکل ۲). روند تغییرات در عملکرد بیولوژیک نیز مشابه با عملکرد تر اتفاق افتاد. در تیمار ۸۰ درصد و ۶۰ درصد نیز مانند عملکرد تر، عملکرد بیولوژیک نیز تغییر معنی‌داری نداشت و در سطح ۴۰ درصد نیاز آبی کمترین عملکرد اندازه‌گیری شد. بر اساس پژوهش کریمی و همکاران (Karimi et al., 2021) و مقایسه میانگین اثر تنش بر وزن خشک، نتایج نیز نشان دهنده کاهش وزن

خشک گیاه با افزایش سطح تنش خشکی بود، به‌نحوی که بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار عدم تنش (شاهد) و کم‌ترین آن در تنش ۵۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید

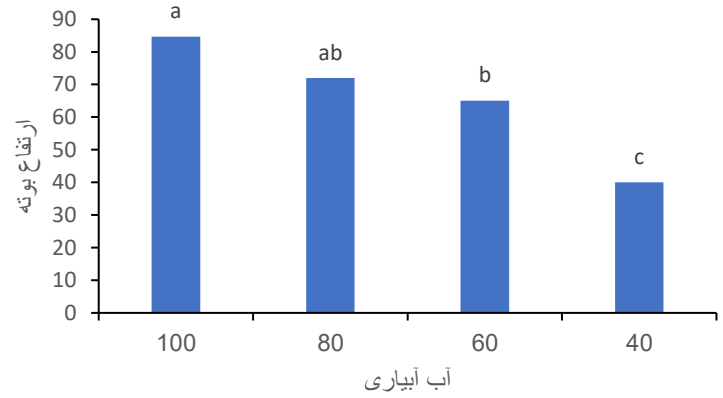


شکل۲. نمودار مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک ریحان سبز

Fig. 2. Comparison chart of average biological yield of green basil

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه‌ی میانگین مربوط به ارتفاع بوته (شکل ۳) نشان داد، به‌طور کلی با افزایش تنش آبی، میزان ارتفاع گیاه در همه تیمارها کاهش یافت. بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۸۴/۶۸ سانتی‌متر) حاصل شد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۸۰ درصد (۷۲سانتی‌متر) نداشت. همچنین بین تیمار ۸۰ درصد و ۶۰ درصد سهل‌الوصول نیز تفاوت معنی‌داری ایجاد نشد اما اختلاف بین تیمار ۱۰۰ و ۶۰ درصد سهل‌الوصول معنی‌دار بود. کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۴۰ درصد شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. نتایج پژوهش فرزانه و همکاران(Farzane et al., 2010) نشان داد که هر چه تنش آبی کم‌تر باشد ارتفاع گل آذین بیش‌تر شده و گل‌دهی به تعویق می‌افتد بنابراین با تشدید تنش آبی تشکیل گل آذین تسریع شده و ارتفاع آن کاهش می‌یابد.



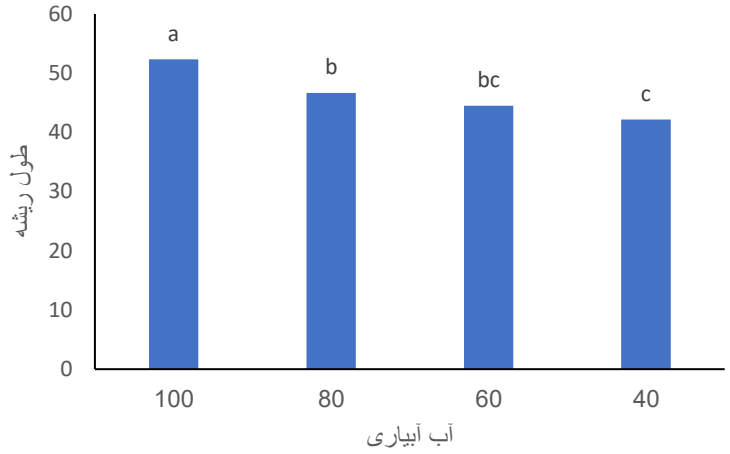
شکل۳. نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته ریحان سبز

Fig. 3. Comparison chart of the average height of the green basil

طول ریشه

طبق مشاهده نمودار مقایسه میانگین طول ریشه (شکل ۴)، این شاخص نیز مانند سایرین روندی نسبتا مشابه داشت. به این صورت که در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین مقدار طول ریشه مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت و به ترتیب به‌میزان ۱۰/۸۲ درصد، ۱۴/۹۶درصد و ۱۹/۴۱ درصد نسبت به تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد افزایش طول ریشه مشاهده شد که این اختلافات معنی‌دار بود. بین تیمار۸۰ و ۶۰ درصد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین کمترین میزان مربوط به تیمار ۴۰ درصد بود که این مقدار تنها با تیمار ۶۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. قیصری و همکاران (Gheisari et al., 2016) در پژوهشی نشان دادند که

تنش آبی باعث کاهش طول ریشه شده عبارت دیگر، سطح تنش ملایم باعث کاهش طول ریشه شده است و در مقادیر تنش آبی متوسط مقدار طول ریشه افزایش یافته و در سطح تنش آبی شدید طول ریشه به حداقل مقدار خود رسیده است.

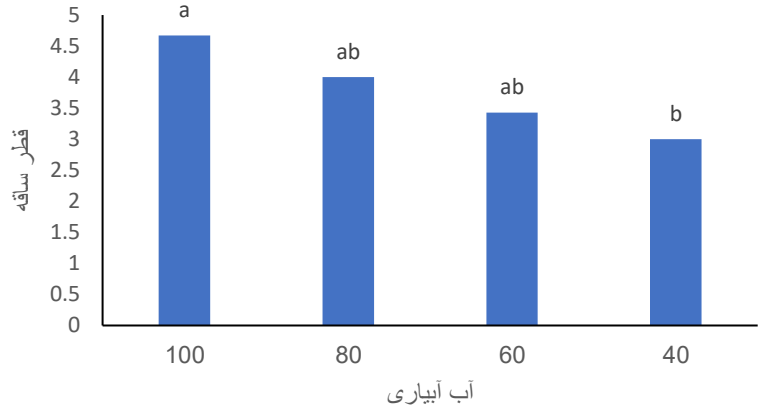


شکل۴. نمودار مقایسه میانگین طول ریشه ریحان سبز

Fig. 4. Comparison chart of average root length of green basil

قطر ساقه

با توجه به تغییرات مقایسه میانگین قطر ساقه (شکل ۵) روند نسبتا متفاوتی نسبت به سایر شاخص‌ها مشاهده گردید. در این شاخص اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی وجود نداشت. در تیمار ۴۰ درصد نیز اگرچه کمترین مقدار را داشت اما با تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد تفاوتی نداشت و فقط با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی اختلاف داشت. سالاری و همکاران (*Salari et al., 2021*) نیز بیان کردند که تنش خشکی و محلول پاشی کائولین سبب کاهش قطر ساقه ریحان در تیمارهای کم‌آبیاری می‌گردد.

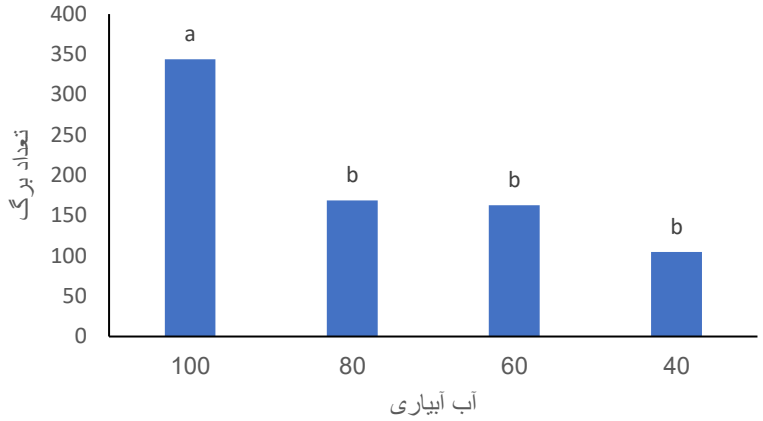


شکل۵. نمودار مقایسه میانگین قطر ساقه ریحان سبز

Fig. 5. Comparison chart of average diameter of green basil stem

تعداد برگ

بر اساس شکل ۶ که نمایان‌گر مقایسه میانگین تعداد برگ‌های گیاه ریحان است، مشاهده گردید که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین تعداد برگ را با تعداد ۳۴۴ برگ داراست و میزان آن با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. اما در تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

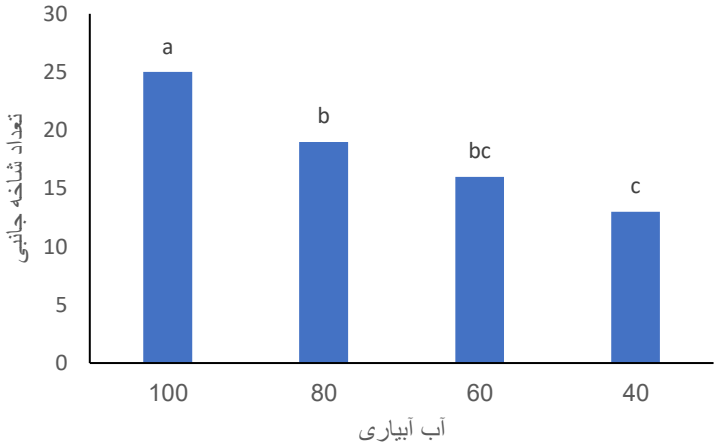


شکل۶. نمودار مقایسه میانگین تعداد برگ ریحان سبز

Fig. 6. Comparison chart of the average number of green basil leaves

تعداد شاخه جانبی

در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی تعداد شاخه‌های جانبی به ترتیب ۲۴ درصد، ۳۶ درصد و ۴۸ درصد بیشتر از تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد شد (شکل ۷). بین تیمار ۸۰ درصد و ۶۰ درصد نیز مانند سایر شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اگرچه کمترین تعداد شاخه جانبی مربوط به تیمار ۴۰ درصد نیاز آبی بود اما با تیمار ۶۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج تحقیق نادریان فر و همکاران (Naderianfar et al., 2018) نشان داد که آبیاری اثر معنی‌داری روی تعداد شاخه جانبی و تعداد گره روی بوته دارد.



شکل۷. نمودار مقایسه میانگین تعداد شاخه جانبی ریحان سبز

Fig. 7. Comparison chart of the average number of green basil leaves

نتیجه‌گیری

با بررسی اثر کم‌آبیاری بر صفات ریحان سبز، نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری، میزان عملکرد (تر و بیولوژیک)، ارتفاع بوته، طول ریشه، قطر ساقه، تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی را تحت تأثیر قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد، در تیمارهای آبیاری کامل (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی) بیشترین میزان در تمامی صفات اندازه‌گیری شده به صورت معنی‌دار مشاهده گردید. در تنش آبی ناچیز و متوسط (تامین ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی)، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و ترجیحا تیمار ۶۰ درصد در صورت اجرای کم‌آبیاری پیشنهاد می‌گردد. در تنش آبی شدید (تامین ۴۰ درصد نیاز آبی) نیز، کم آبیاری تاثیر مثبتی بر روی افزایش صفات اندازه‌گیری نداشت و سبب کاهش معنی‌دار آنها گردید. بنابراین برای منطقه خرم‌آباد و در شرایط گلخانه‌ای، با اعمال آبیاری به میزان ۱۰۰٪ نیاز آبی، می‌توان

بیشترین عملکرد و بیشترین مقدار در صفات مورفولوژیک ریحان را به دست آورد. ولی اگر ترجیه بر اعمال کم آبیاری بود بهترین تیمار، ۶۰ درصد نیاز آبی می‌باشد.

منابع

Ahmadali, Kh. (2014). Development of a virtual water transfer model to improve the cultivation pattern and optimal use of agricultural water in the country. PhD Thesis, *Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran*. (In Persian)

Akbarzadeh, A., Shahnazari, A., Ziyatbar Ahmadi, M.Kh. & Akbarzadeh, M. (2018). The effect of different levels of irrigation on quantitative and qualitative traits of peppermint medicinal plant. Irrigation Science and Engineering, (4) 41, 107-118. (In Persian)

Arabaci, D., & Bayram, E. 2004.The Effect of Nitrogen Fertilization and Different Plant Densities on some Agronomic and Technologic Characteristic of Ocimum basilicum L. (Basil). J. Agro. 3: 4. 255-62.

Broomandnasab, S., Kashkoli, H.A. & Khaledian, M. (2007). Determining the water requirement and plant coefficients of sugarcane in the agricultural and industrial lands of Haft Tepe, Khuzestan. The first national conference of irrigation and drainage networks management from 22 to 24 May. Faculty of Water Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz. (In Persian)

Dadvand Sarab, M., Naghdi Badi, H., Nasri, M., Makkizadeh, M., & Omidi, H. (2008). Changes in Essential Oil Content and Yield of Basil in Response to Different Levels of Nitrogen and Plant Density. JMP. 3: 27. 60-70. (In Persian)

Demirtaş, Ç. and s. Ayas. (2009). Deficit irrigation effects on pepper (Capsicum annuum L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. J. Food Agric. Environ. 7(3-4): 989-993.

Fakhrabadi, H. & Khoshsimaechenar, M. (2022). The effect of dificit irrigation and biochar on the quantitative and qualitative characteristics of basil medicinal plant. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 15(4), 941-954. (In Persian)

Farzane, A., Ghani, A. & Azizi, M. (2010). The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.*). J. Plant Prod. Res. (JOPPR),* 17: 1, 103-111. (In Persian)

Ferrara, A., S. Lovelli, T. Di Tommaso & M. Perniola. (2011). Flowering, growth and fruit setting in greenhouse bell pepper under water stress. *J. Agron.* 10(1): 12-19.

Forouzandeh, M., Fanoudi, M., Arazmjou, E., & Tabiei, H. (2012). Effect of drought stress and types of fertilizers on the quantity and quality of medicinal plant Basil (Ocimum basilicum L). *Ind. J. (Innov. Dev.* 1: 10. 2277-5390. (In Persian)

Gheisari, M., Majidi, M. M., Mirlatifi, S. M., Zareian, M. J., Amiri, S. & Bani Fatemi, S. M. (2014). The effect of different management of low irrigation on the root length of corn plant. *Water and Soil*, 28(5), (In Persian)

Gonzalez-Dugo, V., F. Orgaz & E. Fereres. (2007). Responses of pepper to deficit irrigation for paprika production. *Sci. Hort.* 114(2): 77-82. 13.

Karimi, S., Zahedi, B. & Momivand, H. (2019). Investigating the effect of drought stress on the growth of essential oil and some physiological traits of four varieties of basil (Ocimum basilicum L.). *Plant Production Research*, 27(2), 201-213. (In Persian)

Khalid, A.Kh., Hendawy, S.F., & El-Gezawy, E. (2006). Ocimum basilicumL. Production under Organic Farming.*Res. J. Agric. Biol. Sci*. 2: 1. 25-32.

Mousavi, S.H. (2023). Investigating the effect of organic mulch application on the yield and water productivity of fodder corn plants under water stress using tape irrigation system in Khorramabad. Master's Thesis, *Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz*. (In Persian)

Naderianfar, M., Karimi, H., Ansari, H. & Azizi, M. (2018). Effect of deficit irrigation and nano fertilizer on reproductive characteristics of basil (Ocimum basilicum L.). *Journal of Water and Soil Conservation*, *25*(4), 93-111. (In Persian)

Peyvandi, M., Parande, H., & Mirza, M. (2011). Comparison of Nano Fe Chelate with Fe Chelate Effect on Growth Parameters and Antioxidant Enzymes Activity of Ocimum Basilicum. *NCMBJ*. 1: 4. 89-98. (In Persian)

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.

Salari, M., Sodaizadeh, H., Hakimzadeh, M. A. & Yazdani Beyuki, R. (2021). Evaluation of kaolin foliar application in increasing resistance to underwatering of purple basil (Ocimum basilicum var. purpurascens). *Environmental stresses in agricultural sciences*, 13(1), 171-183. (In Persian)

Shahrajabian, M. H, Sun, W. & Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of Basil(Ocimum basilicum): a review. *International journal of food properties*. (1)23: 1961-1970

Siddiqui, B.S., Aslam, H., Ali, S.T., Begum, S., & Khatoon, N. (2007). Two new triterpenoids and a steroidal glycoside from the aerial parts of Ocimum basilicum. *Chem. Pharm. Bull*. 55: 516-519.

Simon, J.E., Bubenheim, R.D., July, R.J., & Charles, D.J. (1992). Water stress-induced alternations in essential oil content and composition of sweet basil. J. Essent. *Oil Res*. 4: 71-75.

Tahami Zarandi, M.K., Rezvan Moghaddam, P., & Jahan, M. (2010). Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (Ocimum basilicum L.). J. *Ecol. Agric*. 2: 1. 63-74. (In Persian)

Ziaei, A., Moghaddam, M. & Kashefi, B. (2016). The effect of superabsorbent polymers on morphological traits of rosemary (Rosmarinus officinalis) under drought stress. *Soil and plant relations (sciences and techniques of greenhouse crops)*,7(26), 99-110. (In Persian)

Ziaei, M., Sharifi, M., Naghadi Badi, H., Tahsali, J. & Ghorbani Nahoji, M. (2015). A review of the medicinal basil plant (Ocimum basilicum L.) with an emphasis on the main secondary compounds and its agronomic and medicinal properties. *Journal of Medicinal Plants*, 13(4), 26-40. (In Persian)

Zunemat Kermani, M., Asadi, R. & Dehghani Sanij, h. (2016). The effect of different amounts of municipal wastewater on cotton yield with drip irrigation. *Journal of water research in agriculture*, 29(1), 63-74. (In Persian)