Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14361.2910

تأثیر کم‌آبیاری و نانو کود بر خصوصیات زایشی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

***محمد نادریان‌فر[۱]، حسین کریمی[۲]، حسین انصاری[۳] و مجید عزیزی[۴]**

[۱]استادیار گروه علوم مهندسی آب، دانشگاه جیرفت، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم مهندسی آب، دانشگاه تربیت مدرس، [۳]استاد گروه علوم مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، [۴]استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (*Lamiaceae*) است که به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه با افزایش جمعیت، کم‌شدن منابع آبی و همچنین افزایش قیمت زمین‌های کشاورزی، کشاورزی به روش مکانیزه از اهمیت خاصی برخوردار شده و در این میان با ورود نانوتکنولوژی به عرصه تولید کودها، از یک‌سو به‌دلیل پایین آمدن pH محصولات و نیز ریز شدن ذرات کودی تا حد یون قدرت جذب آن‌ها توسط گیاه به‌نحو چشمگیری افزایش‌یافته و از سوی دیگر با توجه به نیاز کم‌تر به کودها توجیه اقتصادی و هزینه تولید در واحد سطح برای کشاورزان بسیار مناسب شده است.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر جهت بررسی اثر متقابل کم‌آبیاری، بافت خاک و استفاده از نانو کود بر اجزای عملکرد گیاه ریحان دارویی بود که در دو بافت سبک (W_1) و متوسط (W_2) روی گیاه ریحان آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای کم‌آبیاری شامل سه سطح آبیاری (I_1=۱۰۰٪ ET_c)، (I_2=۷۵٪ ET_c) و (I_3=۵۰٪ ET_c) و تیمار کود شامل ۳ سطح نانو کود با غلظت کامل (F_1)، ۷۰ درصد غلظت نانو کود (F_2) و عدم استفاده از نانو کود (F_3) بر روی بوته‌ها اعمال گردید.

یافته‌ها: نتایج آنالیز واریانس بیانگر آن بود که آبیاری اثر معنی‌داری روی موسیلاژ، شاخص تورم، درصد اسانس، وزن بذر در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد و ارتفاع گل‌آذین، تعداد گره در بوته و عملکرد دانه دارد. بررسی اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و آبیاری روی پارامترهای اشاره‌شده در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شده به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار موسیلاژ (۰/۴۰ گرم) در تیمار $F_2I_2W_1$، شاخص تورم (۶۷/۶۷ میلی‌لیتر) در تیمار $F_1I_1W_2$، درصد اسانس (۰/۸۳۳) در تیمار $F_1I_3W_1$، تعداد گره در بوته (۱۲۵)، ارتفاع گل‌آذین (۱۰/۶۶ سانتی‌متر)، تعداد بذر در بوته (۲۷۱۲)، وزن بذر در بوته (۳/۳۶ گرم) در تیمار $F_1I_1W_2$ و کم‌ترین آن نیز در تیمار $W_2I_3F_3$ به‌دست آمد. همچنین بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه (۶۱/۲۶ گرم بر مترمربع) در تیمار با بافت خاک لومی- شنی، آبیاری کامل و نانو کود با غلظت ۱۰۰ درصد ($W_1I_1F_1$) حاصل شد که نشان‌دهنده تأثیر نانو کود بر بهبود عملکرد ریحان است.

* مسئول مکاتبه: naderian.mohamad@ujirot.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن بود که تیمار آبیاری اثر معنی‌داری روی خصوصیات رشد گیاه ریحان داشته است و با افزایش تنش بر گیاه ریحان به‌علت کمبود رطوبت لازم برای رشد مطلوب گیاه منجر به کاهش صفات مورد بررسی و حصول نامطلوب شاخص‌های رشد شده است. در حالی‌که با افزایش تنش آبی درصد اسانس گیاه ریحان افزایش‌یافته است، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار $F_1I_3W_1$ و $F_1I_3W_2$ به‌دست آمد و نشان می‌دهد که نانو کود تأثیر مثبتی بر درصد اسانس گیاه ریحان داشته است. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری، بافت خاک و نانو کود اثر معنی‌داری روی موسیلاژ و شاخص تورم دارد به‌طوری‌که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شده است.

واژه‌های کلیدی: اسانس گیاه، شاخص تورم، عملکرد دانه، موسیلاژ

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت، کم‌شدن منابع آبی و همچنین افزایش قیمت زمین‌های کشاورزی، کشاورزی به روش مکانیزه از اهمیت خاصی برخوردار شده و همین مسأله سبب شده که امروزه شاهد محصولات متنوع نهاده‌های کشاورزی از جمله کود، سم، بذر و محصولات دیگر باشیم که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود بوده و هدف از این تنوع در واقع افزایش راندمان و بهره‌وری در واحد سطح می‌باشد. عمده تلفات منابع آب کشور نیز به بخش کشاورزی تعلق دارد که حدود ۹٤ درصد از مقدار آب استحصال‌شده سالانه را به خود اختصاص می‌دهد، در صورتی‌که این نسبت در کشورهای پیشرفته کم‌تر از ٦٥ درصد است (۱۰)؛ بنابراین نیاز به بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه ضروری به‌نظر می‌رسد که هم باعث صرفه‌جویی آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده و علاوه بر آن موجبات افزایش محصول را در برابر مصرف آب فراهم می‌سازد. در زنجیره «آب- خاک- گیاه و اتمسفر» خاک را می‌توان مخزنی دانست که آب را موقتاً در خود ذخیره کرده و سپس به‌تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد. یک خاک خوب زراعی، خاکی است که در عین‌حالی که مقدار قابل‌توجهی آب در آن ذخیره می‌شود آب نیز به‌آسانی از یک نقطه‌به‌نقطه دیگر آن انتقال پیدا کند. این عمل باعث می‌شود که دریافت آب به‌وسیله ریشه‌ها از خاک به‌آسانی صورت گرفته و زهکشی و تهویه خاک نیز به سهولت انجام گیرد. مثلاً یک خاک رسی و سنگین که قادر است حجم زیادی آب را در خود ذخیره نماید اما حرکت و خارج شدن آب از آن به‌دشواری صورت می‌گیرد و یا یک خاک شنی که جابجایی آب داخل آن به‌آسانی صورت می‌گیرد اما قادر نیست حجم زیادی از آب را داخل خود ذخیره کند (۱). از آن‌جایی‌که یکی از راه‌های پیشنهادی برای استفاده بهینه از آب کم موجود اصلاح بستر خاک می‌باشد، بنابراین حرکت آب در خاک تحت‌تأثیر بافت خاک قرار دارد که در پژوهش حاضر به آن پرداخته می‌شود.

کود یکی از منابع تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان زراعی می‌باشد که باعث افزایش عملکرد و ... می‌شود. امروزه دنیا در آستانه انقلاب در تولید محصولات ارگانیک قرار گرفته است. در این میان فناوری نانو عبارت است از هنر دست‌کاری مواد در مقیاس اتمی یا مولکولی (ابعادی کم‌تر از ۱۰۰ نانومتر) که با هدف در دست گرفتن کنترل آن‌ها در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آن‌ها در این سطوح انجام می‌گیرد؛ زیرا در فناوری نانو نسبت سطح به حجم بسیار زیادتر، ذخیره انرژی زیادتر به شکل شیمیایی، چگالی بسیار بیش‌تر، هدایت

www.SID.ir

Archive of SID

الکتریکی بهتر، کارایی بهتر و پیشرفته‌تر می‌شود. بیش‌تر از ۹۵ درصد کودهای مصرفی و وارداتی حال حاضر در کشورمان بر اساس خاک‌های اسیدی اروپا فرموله و ساخته شده است که نتایج استفاده از آن‌ها در خاک‌های قلیایی ایران هیچ تطابقی با نتایج ذکرشده در آن کشورها نداشته و از سوی دیگر به‌دلیل هزینه بالا دارای توجیه اقتصادی مناسبی برای کشاورزان نمی‌باشد؛ اما با ورود نانوتکنولوژی به عرصه تولید کودها، از یک‌سو به‌دلیل پایین آمدن pH محصولات و نیز ریز شدن ذرات کودی تا حد یون قدرت جذب آن‌ها توسط گیاه به نحو چشمگیری افزایش‌یافته و از سوی دیگر با توجه به نیاز کم‌تر به کودها توجیه اقتصادی و هزینه تولید در واحد سطح برای کشاورزان بسیار مناسب شده است (کاتالوگ شرکت زلال آب شرق).

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (*Lamiaceae*) است که به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۰). کشور ما در بخشی از کره زمین قرار گرفته که در بسیاری از نقاط آن نزولات جوی نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی‌کند. از طرف دیگر، روند دقیق ساخت اسانس در گیاهان هنوز به‌خوبی مشخص نشده است، ولی اسانس‌ها به‌طورکلی بازمانده‌های ناشی از فرایندهای اصلی متابولیسم گیاهان، به‌ویژه در پاسخ به تنش وارد شده به گیاه محسوب می‌شوند (۹). تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی به‌ویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند. کم‌آبیاری یک راهکار بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول در واحد سطح و افزایش آن با گسترش سطح می‌باشد. کم‌آبیاری راهکار بهینه‌سازی است که در آن آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کم‌تر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند (۱۵). کم آبیاری می‌تواند برای گسترش سطح زیر کشت و به حداکثر رسانیدن و یا بهبود تثبیت تولید محصولات یک منطقه نیز استفاده می‌شود.

پژوهش‌های وسیعی در رابطه با اثر تنش خشکی و کم‌آبیاری بر روی محصولات زراعی انجام گرفته است (۸ و ۱۱)، ولی در رابطه با واکنش گیاهان دارویی و معطر در شرایط تنش آبی و بررسی اثر متقابل کم‌آبیاری و استفاده از نانو کودها بررسی‌های خیلی کمی صورت گرفته است. سیمون و همکاران (۱۹۹۲) 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 ٦/۲ میکرولیتر در گرم وزن خشک برگ افزایش و وزن خشک برگ و ساقه با تشدید کمبود آب کاهش یافتند (۲۱). اثر دور آبیاری (در فواصل ۷، ١٤ و ۲۸ روز) بر روی گیاه ریحان نشان داد که با طولانی شدن دور آبیاری، به‌رغم این‌که رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش یافت، ولی درصد اسانس افزایش نشان داد (۱۹). چارلز و سیمون (۱۹۹۰) گزارش کردند که در گیاه نعناع میزان ماده خشک و عملکرد اسانس با انجام آبیاری بیش‌تر افزایش می‌یابد (۵). آلکایر و همکاران (۱۹۹۳) اثر آبیاری زیاد، کم و عدم آبیاری (شاهد) را در گیاه نعناع بررسی نمودند (۲). همچنین واکنش برخی از گیاهان دارویی به شرایط تنش و کمبود آب توسط سایر پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است (٦ و ۱۲). ریحان دارای عملکرد ماده خشک در حدود ۱/۲ تن در هکتار است (١٦). وومل و سیلان (۱۹۷۷) گزارش کردند که

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد ماده خشک اندام هوایی ریحان ۱۵۵۱ کیلوگرم در هکتار است (۲۵). آراباسی و بایرام (۲۰۰٤) در پژوهشی روی ریحان گزارش کرده‌اند که بیش‌ترین عملکرد ماده تر ٤۱۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار است و عملکرد ماده خشک ۱۰۷۸/٦ کیلوگرم در هکتار است (۳). دادوند سراب و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان تحت‌تأثیر تراکم و کود نیتروژن را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که بیش‌ترین عملکرد ماده خشک و اسانس در واحد سطح در تیمار تراکم ۲٦٦٦٦٦ بوته در هکتار و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شده است (٤). تهامی زرندی و همکاران (۲۰۱۰) به مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان پرداختند که نتایج نشان‌دهنده برتری معنی‌دار کود آلی نسبت به شاهد و شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه‌گیری‌شده بود (۲۲). پیوندی و همکاران (۱۳۹۰) به مقایسه تأثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان 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 افزایش‌یافته است. به‌طورکلی نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که جایگزینی کود آهن تهیه‌شده 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 (۱۷). سدیکا و همکاران (۲۰۰۷) 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 (I_{125}) به‌دست آمده است. همچنین بیش‌ترین عملکرد اسانس (۱/۱٪) در سطح آبیاری ۵۰ درصد (I_{50}) به‌دست آمد. همچنین نتایج 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 (۲۳).

با توجه به این‌که پژوهش‌های کمی در رابطه به اثر بافت خاک، نانو کودها و کم آبیاری روی اجزای عملکرد زایشی ریحان انجام شده است در پژوهش حاضر به دنبال یافتن اثر متقابل کم‌آبیاری، بافت خاک و استفاده از نانو کود روی عملکرد بذر و اجزای زایشی گیاه ریحان و تغییرات موسیلاژ، شاخص تورم بذر و درصد اسانس پس از اعمال متقابل کم‌آبیاری و استفاده از نانو کود هستیم.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثرات کم آبیاری، کود، در دو بافت خاک بر رشد و عملکرد زایشی گیاه ریحان رقم کشکنی لولو (keshkeni luvelou) آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ درجه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در تیرماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کم‌آبیاری شامل سه سطح آبیاری I_1=۱۰۰٪ ET_c، I_2=۷۵٪ ET_c و I_3=۵۰٪ ET_c بودند. منبع آب آبیاری آب لوله‌کشی‌شده گلخانه پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد بود.

برای کشت ریحان از گلدان‌های پلاستیکی که در کف آن خروجی‌هایی به‌عنوان زهکش تعبیه شد، استفاده گردید. قطر این گلدان‌ها ۲۷ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۳۰ سانتی‌متر می‌بود. خاک مورد استفاده در

www.SID.ir

Archive of SID

گلدان‌ها به‌صورت دستی و در دو بافت سبک (لوم-شنی) و متوسط (لومی) در نظر گرفته شده و داخل هر گلدان تعداد ۱۵ بذر ریحان رقم کشکنی لولو در عمق ۱ سانتی‌متر از خاک کاشته شد و پس از رشد ریحان در هر گلدان تعداد ۵ عدد بوته نگهداری شد. برای اعمال تیمارهای آبیاری از تشتک تبخیر استفاده شد. در هر نوبت آبیاری میزان آب مصرفی با ضریب تشت (۰/۸) و ضریب گیاهی پیشنهادی FAO در طول دوره رشد و میزان آبیاری ($ET_C=k_ck_pE_{pan}$) محاسبه و با توجه به تیمار آبیاری به‌وسیله استوانه مدرج با در نظر گرفتن سطح هر گلدان اعمال شد. ضریب گیاهی ریحان در مراحل اولیه، توسعه، میانی و انتهایی رشد به‌ترتیب ۰/٦، ۱، ۱/۱۵ و ۱/۱ در نظر گرفته شد و طول دوره رشد در هر مرحله ١٦، ٤٤، ۳۲ و ۱۸ روز بود. همچنین، به‌منظور محاسبه تبخیر- تعرق واقعی گیاه ریحان، رطوبت خاک با استفاده از دستگاه REC-P55[1] اندازه‌گیری شد. دستگاه REC-P55 از دو قسمت دیتالاگر و سنسورها تشکیل شده است. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک تعداد ۳٦ سنسور در گلدان‌های در دو تکرار استفاده شد. برای واسنجی دستگاه رطوبت‌سنج REC-P55 از دو گلدان که دارای بافت خاک W_1 و W_2 بودند، استفاده شد.

در ابتدا گلدان‌ها از آب اشباع‌شده و پس از آن وزن گلدان‌ها تا رسیدن به وزن اولیه خاک خشک در روزهای مختلف اندازه‌گیری و هم‌زمان سنسورها قرائت شدند. با اندازه‌گیری وزن خاک خشک و وزن مرطوب خاک گلدان‌ها، درصد رطوبت وزنی و حجمی دو نوع خاک محاسبه و معادله بین رطوبت حجمی و قرائت سنسور به‌دست آمد و سنسورها واسنجی شد. با توجه به بافت خاک و حداکثر میزان تبخیر- تعرق گیاه، دور آبیاری در طول فصل رشد ثابت و دو روز در نظر گرفته شد. رطوبت خاک قبل از هر آبیاری و بعد از آبیاری پس از توقف زه‌آب با استفاده از دستگاه REC-P55 اندازه‌گیری شد و میزان آب مصرفی برای هر تیمار آبیاری در طول فصل رشد محاسبه شد.

تیمارهای کودی شامل سه سطح و یک سطح به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برنامه کودی به این صورت اعمال می‌شود که در ابتدای فصل نانو فسفر[2]، نانو سوپرمیکرو (شامل ۱۱ عنصر اصلی مورد نیاز گیاه به‌صورت یون قابل‌جذب می‌باشد)[3]، نانو پتاسیم[4] و نانو ازت[5] با غلظت ۷۰٪ (F_{Nano1}) و ۱۰۰٪ (F_{Nano2}) به گیاه ریحان بر اساس آزمون خاک داده می‌شود. در میانه و انتهای فصل نیز همین برنامه کودی رعایت می‌شود ولی مقدار آن تغییر می‌کند که مقدار آن در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه‌شده است. همچنین یک سطح نیز بدون استفاده از کود به‌عنوان شاهد در نظر گرفته می‌شود. نمای شماتیک از طرح اجراشده در شکل زیر مشاهده می‌شود. جدول ۳ تصویر شماتیک طرح آزمایشی این پژوهش را نشان می‌دهد.

۱- دستگاه REC-P55 به‌وسیله دکتر حسین انصاری عضو هیأت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد اختراع و ثبت شده است.

۲- نانو کود فسفر جذب ۱۸٪ شامل یون قابل‌جذب فسفر بوده که به‌عنوان کلید زندگی گیاه معروف است که رشد زایشی و تشکیل گل را به دنبال دارد.

۳- Fe 4%, Zn 5%, Mn 2%, K 2%, Mg 1%, Cu 1%, N 5%, P 4%, Mo 0.04%, Ca 15%, B 0.06%

٤- نانو کود کلات پتاسیم ۲۳٪ شامل یون اصلی قابل‌جذب پتاسیم بوده و این محصول موجب مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها و خشکسالی و خطر سرمازدگی در گیاه می‌گردد.

۵- نانو کود ازت ۲۵٪ که شامل یون اصلی قابل‌جذب ازت بوده و یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت ریحان در تمامی گلدان‌ها در تاریخ ۲۷ خردادماه سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. در ابتدا مقدار ۲ نوع خاک مختلف انتخاب شده که پس از تعیین بافت خاک، مشخص شد که دارای بافت سبک و متوسط هستند. عمق کاشت بذر ۱ سانتی‌متر و فواصل کاشت ٤ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر گلدان تعداد ۱۵ بوته کاشته شد که در نهایت پس از سبز شدن تعداد ۱۰ بوته حذف شد و در هر گلدان ۵ بوته نگهداری شد. همچنین سنسورها جهت تعیین تغییرات رطوبت خاک در وسط هر گلدان نصب شدند. روز قبل از کاشت، خاک جعبه‌ها در حد اشباع آبیاری گردید تا در زمان کشت رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی قرار داشته باشد. در ابتدا تیمارها به‌طور یکسان آبیاری شدند و اولین ریحان در تاریخ ۳۰ خردادماه سال ۱۳۹۳ سبز شد. همچنین اولین کود آبیاری در تاریخ ۱۲ تیر ۱۳۹۳ انجام گرفت. با توجه به این‌که در پژوهش حاضر هدف از کشت ریحان جمع‌آوری بذر آن بود، بنابراین محصول را یک‌بار هنگامی که بذرها رسیده باشند برداشت می‌کنند. در این مرحله کیفیت و کمیت مواد مؤثره پیکر رویشی بسیار نامناسب است.

پارامترهای اندازه‌گیری‌شده شامل وزن بذر در بوته، تعداد بذر در بوته، وزن هزاردانه، تعداد شاخه جانبی، تعداد گل‌آذین، ارتفاع گل‌آذین، تعداد گره در بوته، موسیلاژ، اسانس، شاخص تورم و عملکرد دانه بودند. همچنین جهت تعیین شاخص تورم یک گرم بذر از هر تیمار درون استوانه ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به‌وسیله آب مقطر به حجم رسانده شد و در یک ساعت اول هر ۱۰ دقیقه محلول را تکان می‌دهیم و پس از ۳ ساعت حجم اشغال‌شده توسط دانه‌های ریحان بر حسب میلی‌لیتر اندازه‌گیری می‌شود (۹). جهت تعیین درصد اسانس از هر تیمار آزمایشی ۱۰ گرم پیکر رویشی خشک‌شده کاملاً خردشده و به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر عمل اسانس‌گیری انجام می‌شود (۹ و ۱٦) و در نهایت درصد اسانس در هر تیمار محاسبه می‌شود. همچنین برای اندازه‌گیری موسیلاژ از روش میشرا و همکاران، (۲۰۰۲) استفاده شد (۱٤).

جدول ۱- درصد مقادیر کود نانو با غلظت‌های مختلف در پژوهش حاضر.

Table 1. The different percentage of chemical fertilizers in this study.

نوع کود Fertilizer type	فسفر P	پتاسیم K	ازت N	سوپر میکرو Super micro
غلظت کل (L/ha)*	18	18	35	18
غلظت ابتدای فصل (L/ha)**	7	7	11	7
غلظت وسط فصل (L/ha)***	7	7	13	7
غلظت انتهای فصل (L/ha)****	4	4	11	4

* Total concentration
** Concentration at the beginning of season
*** Concentration at the middle of season
**** Concentration at the end of season

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- برنامه‌ریزی مقدار کود مصرف شده در هر گلدان برای ابتدای فصل کشت.

Table 2. The amount of nano fertilizer scheduled for the beginning of the growing season.

	نوع کود (Fertilizer type)			
	فسفر P	پتاسیم K	ازت N	سوپر میکرو Super micro
غلظت ابتدای فصل (L/ha)	7	7	11	7
A^{*} (m^2)	0.0572	0.0572	0.0572	0.0572
Q^{**} (mL)	0.04	0.04	0.04	0.04
خطای آزمایش (Error)	٪20	٪20	٪20	٪20
حجم نانو کود در تیمار F_1 (میلی‌لیتر)	0.05	0.05	0.075	0.05
حجم نانو کود در تیمار F_2 (میلی‌لیتر)	0.035	0.035	0.053	0.035

A^{*} سطح مقطع گلدان و Q^{**} حجم نانو کود داده شده

جدول ۳- تصویر شماتیک طرح آزمایشی مورد استفاده در پژوهش.

Table 3. Schematic image of experimental designs used in research.

تکرار اول	$F_1I_1W_1$	$F_1I_2W_1$	$F_1I_3W_1$	$F_1I_1W_2$	$F_1I_2W_2$	$F_1I_3W_2$
	$F_2I_1W_1$	$F_2I_2W_1$	$F_2I_3W_1$	$F_2I_1W_2$	$F_2I_2W_2$	$F_2I_3W_2$
	$F_3I_1W_1$	$F_3I_2W_1$	$F_3I_3W_1$	$F_3I_1W_2$	$F_3I_2W_2$	$F_3I_3W_2$
تکرار دوم	$F_3I_1W_1$	$F_1I_3W_1$	$F_1I_1W_1$	$F_3I_2W_2$	$F_2I_3W_1$	$F_3I_1W_2$
	$F_2I_1W_1$	$F_2I_2W_1$	$F_3I_2W_1$	$F_1I_1W_2$	$F_1I_2W_2$	$F_3I_3W_2$
	$F_2I_2W_2$	$F_2I_1W_2$	$F_1I_3W_2$	$F_3I_3W_1$	$F_1I_2W_1$	$F_2I_3W_2$
تکرار سوم	$F_2I_1W_2$	$F_3I_1W_1$	$F_2I_3W_1$	$F_3I_1W_1$	$F_2I_2W_2$	$F_3I_3W_1$
	$F_2I_3W_2$	$F_3I_2W_2$	$F_1I_1W_2$	$F_2I_2W_1$	$F_1I_3W_1$	$F_1I_1W_1$
	$F_1I_2W_2$	$F_2I_1W_1$	$F_3I_3W_2$	$F_1I_3W_2$	$F_3I_2W_1$	$F_1I_2W_1$

نتایج و بحث

در این پژوهش میزان تغییرات رشد و نمو ریحان در اثر مقدار آب آبیاری، نانو کود و بافت خاک مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد بررسی در انتهای فصل کشت شامل خصوصیات زایشی گیاه ریحان از جمله: وزن بذر در بوته، تعداد بذر در بوته، وزن هزاردانه، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع گل‌آذین و عملکرد دانه می‌باشد. همچنین میزان موسیلاژ، شاخص تورم، درصد اسانس و عناصر ماکرو گیاه (فسفر، پتاسیم و ازت) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌های صفات رشد از تاریخ ۹۳/٤/۱۵ (یک ماه بعد از کاشت) آغاز و هر ۱۰ روز یک بار صورت گرفت. آخرین نمونه‌برداری در تاریخ ۹۳/۸/۱ انجام شد. شکل ۱ رشد گیاه ریحان را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- زمان رسیدن بذرهای گیاه ریحان جهت برداشت.

Figure 1. Time of seed ripening to harvest basil plant.

وزن هزاردانه، وزن و تعداد بذر در بوته: نتایج جدول ٤ نشان می‌دهد که اثر آبیاری روی وزن بذر و تعداد بذر در بوته اثر معنی‌دار داشته است به‌طوری‌که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. همچنین اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و آبیاری در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شده است به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن و تعداد بذر در تیمار $W_2I_1F_1$ به‌دست آمد. در حالی‌که کم‌ترین میانگین وزن و تعداد بذر در تیمار $W_2I_3F_3$ به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس وزن هزاردانه نشان داد که اثر متقابل آن‌ها معنی‌داری ($P<0/05$) است ولی میانگین‌ها در یک گروه قرار گرفتند. در پژوهشی دیگر کاربرد انواع کودهای آلی و بیولوژیک تأثیر نسبتاً مشابهی بر وزن کل بذر در گیاه و وزن هزاردانه گیاه ریحان داشت (۲۲).

تعداد شاخه جانبی و تعداد گره روی بوته: نتایج نشان داد که آبیاری اثر معنی‌داری روی تعداد شاخه جانبی و تعداد گره روی بوته دارد ($P<0/01$) در حالی‌که اثر بافت خاک و نانو کود معنی‌دار نشد ولی اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و آبیاری روی تعداد شاخه جانبی معنی‌دار شد به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین آن در تیمار $W_1I_1F_3$ و کم‌ترین آن در نیز در تیمار $W_1I_3F_1$ به‌دست آمد (جدول ۵).

تعداد و ارتفاع گل‌آذین: نتایج جدول ٤ نشان می‌دهد که تیمار آبیاری روی تعداد و ارتفاع گل‌آذین اثر معنی‌داری داشته است، ولی بافت خاک و نانو کود روی ارتفاع گل‌آذین اثر معنی‌داری نداشته در حالی‌که اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و آبیاری روی تعداد گل‌آذین معنی‌دار شده است ولی بر ارتفاع گل‌آذین اثر معنی‌داری نداشت (جدول ٤). بیش‌ترین میانگین تعداد گل‌آذین در تیمار $W_2I_1F_1$ به‌میزان ۲۰/٦٦ به‌دست آمد و کم‌ترین مقدار آن در تیمار $W_1I_3F_3$ (۷/۳۳) به‌دست آمد که نشان می‌دهد کم آبیاری روی تعداد و ارتفاع گل‌آذین گیاه ریحان تأثیر زیادی داشته است (جدول ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین ارتفاع گل‌آذین در تیمار $W_2I_1F_1$ (۱۰/٦٦) و تیمار $W_2I_3F_3$ (۷) به‌دست آمد ولی از لحاظ آماری همه تیمارها در یک گروه قرار گرفتند. نتایج پژوهش فرزانه و همکاران (۲۰۱۰) بیانگر آن بود که هرچه تنش آبی ملایم‌تر باشد ارتفاع گل‌آذین بیش‌تر شده و گل‌دهی به تعویق می‌افتد بنابراین با تشدید تنش آبی تشکیل گل‌آذین تسریع شده و ارتفاع آن کاهش می‌یابد (۷).

عملکرد دانه: نتایج جدول آنالیز واریانس (جدول ٤) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری و نانو کود اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه داشته است در حالی‌که

www.SID.ir

Archive of SID

بافت خاک اثر معنی‌داری نداشته ولی اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و آبیاری روی عملکرد دانه معنی‌دار شده است، به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین عملکرد بوته در تیمار با بافت خاک لومی، آبیاری کامل و نانو کود با غلظت ۱۰۰ درصد ($W_1I_1F_1$) به‌میزان ٦۱/۲٦ گرم بر مترمربع به‌دست آمد. همچنین کم‌ترین میزان عملکرد بوته در تیمار $W_2I_3F_3$ (۱۷/۹۷ گرم بر مترمربع) به‌دست آمد. لطفی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزودن ٤۰ تن در هکتار کود دامی به زمین باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاه اسفرزه شده است (۱۳).

بررسی تغییرات موسیلاژ و شاخص تورم: در جدول ٦ به بررسی میانگین مربعات خصوصیات ریشه، موسیلاژ و شاخص تورم پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری، بافت خاک و نانو کود اثر معنی‌داری روی موسیلاژ و شاخص تورم دارد به‌طوری‌که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. همچنین اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و کم آبیاری نیز معنی‌دار شده است به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان موسیلاژ در تیمار $F_2I_2W_1$ به‌میزان ۰/٤ گرم به‌دست آمد. همچنین کم‌ترین میزان موسیلاژ نیز در تیمار $F_2I_1W_2$ (۰/۱۹ گرم) به‌دست آمد که نشان می‌دهد کم آبیاری بر روی تغییرات موسیلاژ اثر مثبتی داشته است. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان شاخص تورم در تیمارهای $F_1I_1W_2$، $F_1I_2W_2$ و $F_3I_3W_2$ به‌دست آمده است. همچنین کم‌ترین میزان موسیلاژ نیز در تیمارهای $F_2I_3W_1$ و $F_2I_2W_1$ به‌دست آمده است. در شکل ۲ نیز میانگین موسیلاژ و شاخص تورم در تیمارهای آبیاری نشان داده شده است که نشان می‌دهد بیش‌ترین میزان موسیلاژ و شاخص تورم در تیمار آبیاری کامل به‌دست آمده است. هر چند که برای موسیلاژ بین تیمار آبیاری کامل (I_1) و آبیاری ناقص (I_2) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه قرار گرفتند.

درصد اسانس گیاه: نتایج تجزیه واریانس، بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از لحاظ درصد اسانس بود (جدول ٦). تیمارهای کم‌آبیاری که کم‌ترین عملکرد در آن‌ها حاصل شده است، سبب تولید بیش‌ترین درصد اسانس بودند (شکل ۳) و از این نظر با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌دار داشتند. بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار $F_1I_3W_1$ و $F_1I_3W_2$ به‌دست آمد که نشان می‌دهد که نانو کود تأثیر مثبتی بر درصد اسانس گیاه ریحان داشته است. تهامی زرندی (۲۰۱۰) نیز گزارش کرد که بیش‌ترین درصد اسانس گیاه ریحان در تیمار شاهد که دارای کم‌ترین عملکرد برگ بودند به‌دست آمده است که علت آن به افزایش متابولیت‌های ثانویه که اسانس نیز جزو آن‌ها می‌باشد تحت شرایط تنش مربوط می‌باشد (۲۲). سدیکا و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد اسانس (۱/۱٪) در سطح آبیاری ۵۰ درصد به‌دست آمد (۲۳). همچنین نتایج آن‌ها 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 که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

درصد عناصر ماکرو گیاه: پس از هر برداشت میزان ازت (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) اندازه‌گیری شد. در شکل ۳ میانگین این عناصر تحت‌تأثیر کم آبیاری و غلظت نانو در چین‌های مختلف کشت نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر متقابل نانو کود، کم‌آبیاری و بافت خاک بر روی درصد عناصر پرمصرف گیاه ریحان اثر معنی‌داری دارد. در بین چین‌ها نیز بیش‌ترین میزان عناصر در چین سوم مشاهده شد که علت آن می‌تواند به‌خاطر کود آبیاری قبل از برداشت آخر و یا تجمیع عناصر باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری‌شده بخش زایشی ریحان.

Table 4. The results of analysis variance (Mean Squares) measured reproductive traits basil.

منابع تغییر Change resources	درجه آزادی df	وزن بذر در بوته (gr) Seed weight per plant (gr)	تعداد بذر در بوته Number of seeds per plant	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد شاخه جانبی Number of branches	تعداد گل آذین Number of inflorescences	ارتفاع گل آذین Inflorescence height	تعداد گره در بوته Number of nodes per plant	عملکرد دانه (gr/m^2) Seed yield (gr/m^2)
W	1	0.413^{ns}	344990^{ns}	0.018*	2.08^{ns}	160.16**	2.34^{ns}	27.4^{ns}	0.3^{ns}
I	2	5.80**	3416380**	0.029^{ns}	29.03**	181.16**	18.39**	5933.8**	5410.9**
F	2	1.90**	870504**	0.022^{ns}	2.93^{ns}	27.26**	1.06^{ns}	1393.9*	654.4**
اثر متقابل W*I	2	0.20^{ns}	121898^{ns}	1.014^{ns}	6.37*	31.50**	1.73^{ns}	696.1^{ns}	50.1^{ns}
اثر متقابل W*F	2	1.13*	858710**	0.009^{ns}	11.62**	69.12**	0.23^{ns}	2016.1**	57^{ns}
اثر متقابل I*F	4	0.107^{ns}	157201^{ns}	0.052*	13.26**	34.63**	2.54^{ns}	412.1^{ns}	34.1^{ns}
اثر متقابل W*I*F	4	0.421^{ns}	446746**	0.046*	4.20*	18.33*	2.87^{ns}	254.1^{ns}	406.9*
خطا (Error)	36	2.245	147884	0.017	1.49	4.71	1.84	289.3	112
خطای کل (Total error)	53	29.46	18619603	0.634	225.71	1159.83	133.30	33187.9	18139.6

www.SID.ir

Archive of SID

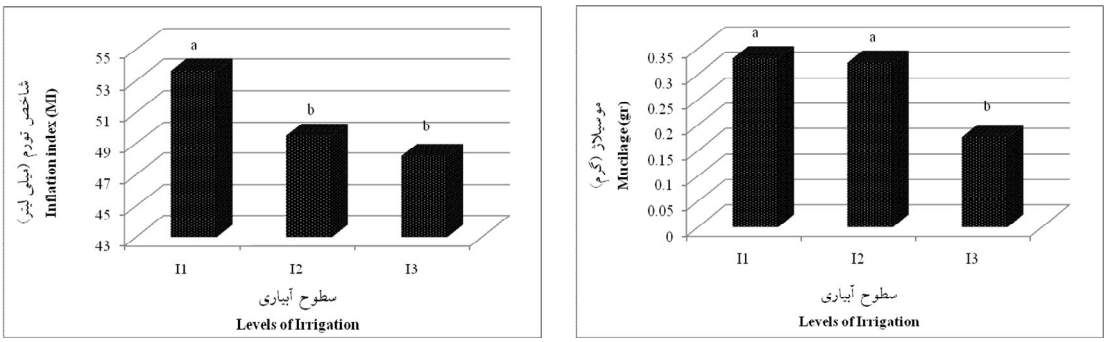
جدول ۵- بررسی اثر متقابل عملکرد و اجزای عملکرد ریحان.

Table 5. The interaction effects of yield and yield components of basil.

عملکرد دانه (gr/m^2) Seed yield (gr/m^2)	تعداد گره در بوته Number of nodes per plant	ارتفاع گل‌آذین Inflorescence height	تعداد گل‌آذین Number of inflorescences	تعداد شاخه جانبی Number of branches	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد بذر در بوته Number of seeds per plant	وزن بذر در بوته (gr) Seed weight per plant (gr)	سطوح مورد بررسی Treatment		
								F	I	W
61.26^{a}	82.50^{abc}	9.33^{a}	7.50^{d}	10^{abcdef}	1.27^{a}	1978^{abc}	2.46^{abcd}	1		
57.40^{ab}	84.67^{abc}	10.33^{a}	8.67^{cd}	13^{abc}	1.47^{a}	1834^{abcd}	2.82^{ab}	2	1	
51.45^{ab}	75.33^{abc}	10.66^{a}	17.66^{ab}	13.67^{a}	1.13^{a}	2099^{abc}	2.50^{abcd}	3		
51.90^{ab}	67^{bc}	9^{a}	10^{cd}	10^{abcdef}	1.52^{a}	1627^{abcd}	2.41^{abcd}	1		
46.40^{abcd}	98^{ab}	8.66^{a}	8^{cd}	13^{abc}	1.26^{a}	2111^{ab}	2.65^{abc}	2	2	1
41.60^{abcd}	54^{bc}	8.66^{a}	11.33^{bcd}	8.67^{def}	1.42^{a}	1071^{bcd}	1.54^{bcd}	3		
28.50^{bcd}	$^{bc}48$	9^{a}	7.66^{d}	7.33^{f}	1.27^{a}	1034^{bcd}	1.30^{cd}	1		
32.08^{abcd}	62.67^{bc}	9.33^{a}	7.33^{d}	7.86^{ef}	1.32^{a}	1196^{bcd}	1.61^{bcd}	2	3	
19.67^{cd}	48.33^{bc}	8^{a}	7.33^{d}	10.33^{abcdef}	1.25^{a}	1015^{bcd}	1.34^{bcd}	3		
55.22^{ab}	125^{a}	10.66^{a}	20.66^{a}	9.83^{bcdef}	1.33^{a}	2712^{a}	3.36^{a}	1		
53.22^{ab}	75.50^{abc}	9.25^{a}	14.50^{abc}	11^{abcdef}	1.51^{a}	1646^{abcd}	2.46^{abcd}	2	1	
52.99^{ab}	78.33^{abc}	10.66^{a}	18^{a}	11.16^{abcde}	1.34^{a}	1300^{bcd}	1.68^{bcd}	3		
48.64^{abc}	72.67^{bc}	7^{a}	17.66^{ab}	12.33^{abcd}	1.42^{a}	1546^{bcd}	2.16^{abcd}	1		
29.60^{bcd}	54^{bc}	9.66^{a}	10.66^{cd}	9.33^{cdef}	1.53^{a}	1060^{bcd}	1.63^{bcd}	2	2	2
41.67^{abcd}	76.33^{bc}	9^{a}	8.33^{cd}	9^{def}	1.36^{a}	1161^{bcd}	1.58^{bcd}	3		
41.18^{abcd}	59^{bc}	7.66^{a}	8.66^{cd}	9.33^{cdef}	1.45^{a}	1253^{bcd}	1.83^{bcd}	1		
31.68^{abcd}	48^{bc}	8.33^{a}	9.66^{cd}	8.67^{def}	1.32^{a}	980^{cd}	1.28^{cd}	2	3	
17.97^{d}	38.33^{c}	7^{a}	8.33^{cd}	10^{abcdef}	1.51^{a}	730^{d}	1.10^{d}	3		

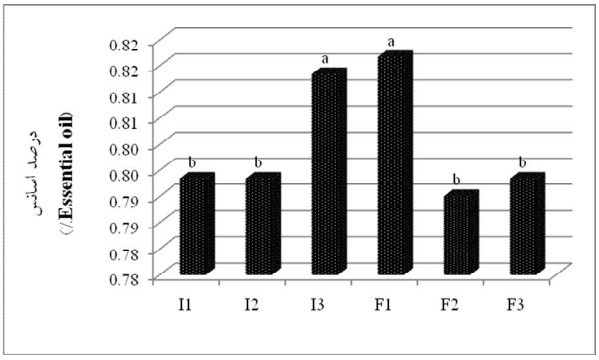
www.SID.ir

Archive of SID



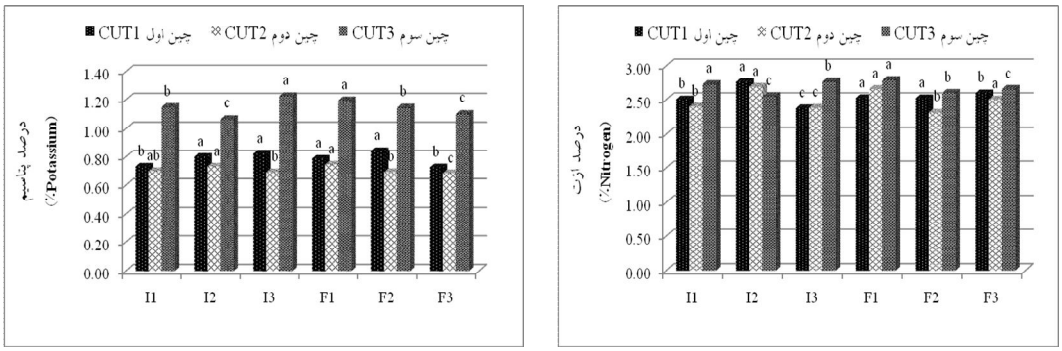
شکل ۲- شاخص تورم و موسیلاژ اندازه‌گیری‌شده در سطوح مختلف آبیاری (٪۱۰۰=I_1، ٪۷۵=I_2، ٪۵۰=I_3).

Figure 2. Swelling index and measured mucilage at different levels of irrigation (I_1=100%, I_2=75%, I_3=50%).

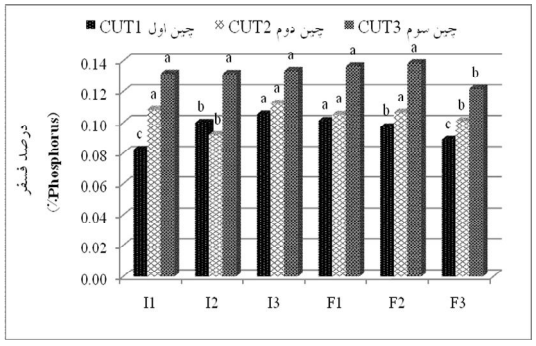


شکل ۳- درصد اسانس اندازه‌گیری‌شده در سطوح مختلف آبیاری و نانو کود.

Figure 3. The essential oil content measured at different levels of irrigation and nano fertilizer.



(b) (a)



(c)

شکل ٤- درصد عناصر پرمصرف گیاه ریحان a: ازت) b: پتاسیم) c: فسفر.

Figure 4. Macro element percentage of basil.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) موسیلاژ، شاخص تورم، وزن تر و خشک ریشه و درصد اسانس اندازه‌گیری‌شده.

Table 6. The results of analysis variance (Mean Squares) Mucilage, swelling index, fresh and dry root weight and essential oil percentage.

وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن‌تر ریشه Root fresh weight	شاخص تورم Swelling index	موسیلاژ Mucilage	درصد اسانس Essential oil	درجه آزادی df	منابع تغییر Change resources
0.056^{ns}	1.243^{ns}	707.78**	0.059**	0.00036^{ns}	1	W
0.350**	2.719**	159.76**	0.003**	0.0058**	2	I
0.051^{ns}	1.093*	1684.76*	0.005**	0.0033**	2	F
0.186*	2.323**	266.62**	0.0004^{ns}	0.0035**	2	اثر متقابل W*I
0.336**	3.038**	2017.23**	0.139**	0.00059^{ns}	2	اثر متقابل W*F
0.091^{ns}	1.477**	430.99**	0.006**	0.00063^{ns}	4	اثر متقابل I*F
0.012^{ns}	0.088^{ns}	230.81**	0.151**	0.0010*	4	اثر متقابل W*I*F
0.055	0.359	5.73	0.0002	0.00029	36	خطا (Error)
4.308	38.79	11817.21	0.202	0.0444	53	خطای کل (Total error)

جدول ۷- بررسی اثر متقابل میانگین موسیلاژ، شاخص تورم، وزن تر و خشک ریشه و درصد اسانس اندازه‌گیری‌شده.

Table 7. The interaction effects of Mucilage, swelling index, fresh and dry root weight and essential oil percentage.

وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	شاخص تورم Swelling index	موسیلاژ Mucilage	درصد اسانس% Essential oil%	سطوح مورد بررسی Treatment		
					F	I	W
2.944	0.702	51.83^{cd}	0.23^{ef}	0.773^{bcde}	1		
4.083	1.029	32.33^{e}	0.38^{ab}	0.766^{cde}	2	1	
3.250	0.790	63.67^{ab}	0.35^{bc}	0.750^{de}	3		
2.142	0.526	51.67^{d}	0.23^{e}	0.788^{abcde}	1		
2.667	0.801	28^{e}	0.40^{a}	0.793^{abcd}	2	2	1
3.500	0.852	52.33^{cd}	0.35^{bc}	0.796^{abcd}	3		
2.500	0.618	50^{d}	0.38^{ab}	0.833^{a}	1		
3.625	0.914	27^{e}	0.31^{cd}	0.800^{abcd}	2	3	
3.583	0.951	62.33^{ab}	0.34^{bc}	0.803^{abc}	3		
3.833	1.507	67.67^{a}	0.31^{bc}	0.801^{abc}	1		
3.581	0.859	48^{d}	0.19^{f}	0.796^{abcd}	2	1	
2.097	0.446	29.33^{e}	0.24^{e}	0.788^{abcde}	3		
2.083	0.760	68^{a}	0.26^{de}	0.806^{abc}	1		
2.933	0.665	59^{bc}	0.31^{cd}	0.740^{e}	2	2	2
2.958	0.596	30^{e}	0.25^{e}	0.77^{cde}	3		
3.722	1.158	67.67^{a}	0.27^{de}	0.833^{a}	1		
3.583	1.081	46.67^{d}	0.31^{cd}	0.823^{ab}	2	3	
3.583	1.144	68^{a}	0.25^{e}	0.783^{abcde}	3		

* این میزان موسیلاژ از یک گرم بذر به‌دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه بین اجزای عملکرد ریحان: ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان در جدول ۸ ارائه شده است. به‌طوری‌که بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با وزن دانه و تعداد کل دانه به‌میزان R=۰/۹۸ به‌دست آمده است. همچنین وزن هزاردانه با سایر اجزای عملکرد از همبستگی منفی و کمی برخوردار است. نتایج توشیح (۲۰۰٤) نیز نشان داد عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک دارد (۲۳). دلیل این موضوع را می‌توان این گونه ذکر نمود که عملکرد دانه در واحد سطح که تابع اجزای عملکرد است، تحت‌تأثیر ژنوتیپ تغییریافته و باعث کاهش و یا افزایش عملکرد می‌شوند. توشیح (۲۰۰٤) نیز گزارش کردند که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال می‌باشد، اما نسبت به سایر اجزای عملکرد از حساسیت کم‌تری برخوردار است (۲٤).

شکل ۵ نشان‌دهنده رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با عملکرد موسیلاژ می‌باشد (R^2=۰/٦۸)، به‌طوری‌که با افزایش عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ نیز روند افزایشی داشت. این همبستگی مثبت عملکرد دانه با عملکرد موسیلاژ توسط پژوهشگران دیگری نیز گزارش شده است (۱۸). همچنین با افزایش وزن هزاردانه شاخص تورم نیز افزایش‌یافته است ولی این همبستگی بسیار ضعیف می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد که بین شاخص تورم و درصد موسیلاژ رابطه منفی برقرار است به‌طوری‌که شاخص تورم که خود نیز معرف کیفیت بذر می‌باشد با افزایش درصد موسیلاژ، کاهش یافته است. هر چند پژوهش‌های مختلف بیانگر آن است که بین شاخص تورم و موسیلاژ روابط مثبت و منفی وجود دارد که بسته به سطح تنش در پژوهش‌های مختلف و نوع زنوتیپی که مورد بررسی قرار می‌گیرد دارد. به‌طوری‌که پژوهش‌های رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) بیانگر آن بود که با افزایش درصد موسیلاژ فاکتور تورم افزایش یافته است در حالی‌که سایر پژوهشگران نتایج متفاوتی به‌دست آوردند (۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن بود که تیمار آبیاری اثر معنی‌داری روی خصوصیات رشد گیاه ریحان داشته است و با افزایش تنش بر گیاه ریحان به‌علت کمبود رطوبت لازم برای رشد مطلوب گیاه منجر به کاهش صفات مورد بررسی و حصول نامطلوب شاخص‌های رشد شده است. در حالی‌که با افزایش تنش آبی درصد اسانس گیاه ریحان افزایش یافته است، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار $F_1I_3W_1$ و $F_1I_3W_2$ به‌دست آمد که نشان می‌دهد که نانو کود تأثیر مثبتی بر درصد اسانس گیاه ریحان داشته است. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری، بافت خاک و نانو کود اثر معنی‌داری روی موسیلاژ و شاخص تورم دارد به‌طوری‌که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. همچنین اثر متقابل بافت خاک، نانو کود و کم‌آبیاری نیز معنی‌دار شده است به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان موسیلاژ در تیمار $F_2I_2W_1$ به‌میزان ۰/٤ گرم به‌دست آمد. همچنین کم‌ترین میزان موسیلاژ نیز در تیمار $F_2I_1W_2$ (۰/۱۹ گرم) به‌دست آمد که نشان می‌دهد کم‌آبیاری بر روی تغییرات موسیلاژ اثر مثبتی داشته است.

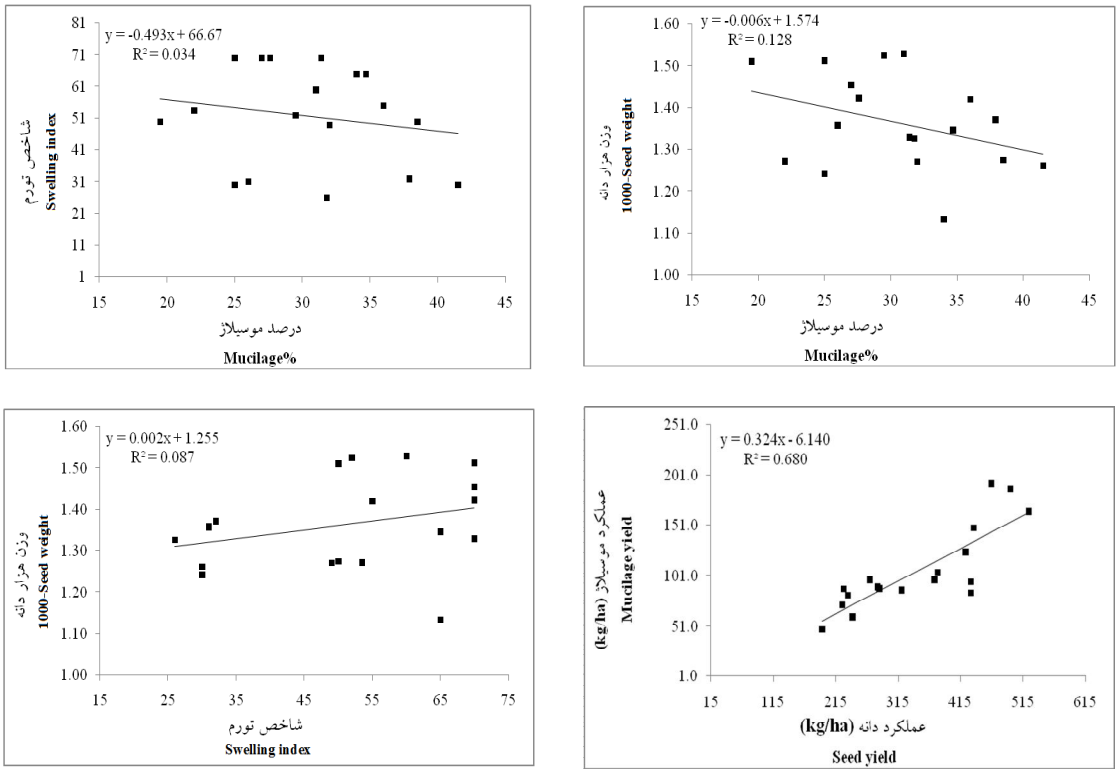
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه ریحان.

Table 8. Correlation coefficient between basil seed yield and yield component.

	تورم Swelling	موسیلاژ Mucilage	عملکرد دانه Seed yield	وزن کل دانه Total weight seed	تعداد کل دانه Total number seed	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد کل گره Total number node	تعداد گل‌آذین Number of inflorescences
تورم	1							
موسیلاژ	0.30*	1						
عملکرد دانه	0.15	0.32*	1					
وزن کل دانه	0.15	0.32*	0.99**	1				
تعداد کل دانه	0.11	0.36**	0.98**	0.97**	1			
وزن هزاردانه	0.28*	-0.13	0.15	0.15	-0.04	1		
تعداد کل گره	0.07	0.33*	0.95**	0.95**	0.97**	-0.03	1	
تعداد گل‌آذین	0.27*	0.13	0.73**	0.72**	0.69**	0.15	0.77**	1



شکل ۵- رابطه بین اجزای عملکرد گیاه ریحان.

Figure 5. The relationship between yield components of basil.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Alizadeh, A. 2005. Relationship between soil and plant. Fifth Edition. Astan Quds Razavi Pub. 472p. (In Persian)
2. Alkire, B.H., Simon, J.E., Palevitch, D., and Putievsky, E. 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soils. Acta Hort. 344: 544-556.
3. Arabaci, D., and 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.
4. Dadvand Sarab, M., Naghdi Badi, H., Nasri, M., Makkizadeh, M., and 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)
5. Charles, D.J., and Simon, J.E. 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. Phytochem. 29: 2837-2840.
6. Faker, B.Z. 2000. Effect of drought stress on germination and some aspects of quality and quantity of Satureja hortensis essential oil. M.Sc. Thesis in Plant Science, Tarbiat-moallem University of Tehran, 110p.
7. Farzane, A., Ghani, A., and 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)
8. Forouzandeh, M., Fanoudi, M., Arazmjou, E., and 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.
9. Hassani, A., and Omidbaigi, R. 2006. Effect of Water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). J. Biol. Sci. 6: 4. 763-767.
10. Keshavarz, A., and Sadeghzadeh, K. 2000. Management of water use in agriculture, estimates of future demand, the economic crisis current situation, future prospects and strategies for optimizing water use. Agricultural Research, Education and Extension Oganization (AREEO). 29p. (In Persian)
11. Khalid, A.Kh., Hendawy, S.F., and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. Res. J. Agric. Biol. Sci. 2: 1. 25-32.
12. Letchamo, W., and Gosseline, A. 1996. Transpiration, essential oil glands, epiculticular wax and morphology of Thymus vulgaris are influenced by light intensity and water supply. J. Hort. Sci. 71: 123-134.
13. Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A., Ghanbari, A., and Heidari, M. 2008. Evaluation of irrigation deficit and animal fertilizer effects on quantity and quality properties of Plantago ovate Forssk in Sistan region. Research of Iranian Medicinal and Aromatic Plants. 24: 4. 506-518. (In Persian)
14. Mishra, A., Rajani, S., and Dube, R. 2002. Flocculation of textile wastewater by Plantago psyllium mucilage. Macromolecular Material Engineering. 287: 9. 592-596.
15. Nazari, M., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., and Khalighi-Sigaroodi, F. 2012. Morphological traits of sweet basil (*Ocimum basilum* L.) as influenced by foliar application of methanol and nano-iron chelate fertilizers. Annals of Biological Research. 3: 12. 5511-5514.
16. Omidbaigi, R. 1997. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants.Vol two. Tarrahane Nashr Publication. Tehran.
17. Peyvandi, M., Parande, H., and 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)
18. Rahimi, A., Jahansoz, M.R., and Rahimian Mashhadi, H. 2014. Effect of Drought Stress and Plant Density on Quantity and Quality Charactristics of Isabgol (*Plantago ovata*) and French Psyllium. JCPP. 4: 12. 143-156. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

19. Reffat, A.M., and 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.
20. Sepaskhah, A.R., Tavakoli, A.R., and Mousavi, S.F. 2006. Principles and application of deficit irrigation. National Committee on Irrigation and Drainage of Iran, 288p. (In Persian)
21. Simon, J.E., Bubenheim, R.D., July, R.J., and Charles, D.J. 1992. Water stress-induced alternations in essential oil content and composition of sweet basil. J. Essent. Oil Res. 4: 71-75.
22. Tahami Zarandi, M.K., Rezvan Moghaddam, P., and 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)
23. Siddiqui, B.S., Aslam, H., Ali, S.T., Begum, S., and Khatoon, N. 2007. Two new triterpenoids and a steroidal glycoside from the aerial parts of *Ocimum basilicum*. Chem. Pharm. Bull. 55: 516-519.
24. Toushieh, V. 2004. Effect of dryland wheat straw on yield and protein content at dryland wheat. Iran. J. Soil Water Sci. 17: 151-162. (In Persian with English Abstract)
25. Vömel, A., and Ceylan A. 1977. The cultivation of some medicinal plants in Aegean region. J. Natur. Sci. 1: 69-73.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(4), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14361.2910

Effect of deficit irrigation and nano fertilizer on reproductive characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.)

***M. Naderianfar[1], H. Karimi[2], H. Ansari[3] and M. Azizi[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering Sciences, University of Jiroft,
[2]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering Sciences, University of Tarbiat Modarres,
[3]Professor, Dept. of Water Engineering Sciences, Ferdowsi University of Mashhad,
[4]Professor, Dept. of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 05.17.2017; Accepted: 08.15.2018

Abstract

Background and Objectives: Basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the most important plants belonging to the genus Lamiaceae, which is used as herbs, spices and as well as fresh vegetables. Today with increasing population, lowering of water resources, as well as rising prices for agricultural land, mechanized agriculture is of particular importance, at this time, with the introduction of nanotechnology into the production of fertilizers, on the one hand, the ability to absorb them by plant is dramatically increased, because of lowering the pH of products as well as degradation of fertilizer particles as much as an iodine particles. On the other hand, economic justification and production cost per unit area has been very suitable for farmers due to lower fertilizer requirements.

Materials and Methods: The present study was investigate the interaction of deficit irrigation, soil texture and nano-fertilization on yield components of Keshkeni luvelou basil varieties. Therefore, in order to compare the interaction of deficit irrigation, nano-fertilization and the effects of soil texture in the amount of irrigation water in light soil texture (W_1) and medium (W_2) on of Keshkeni luvelou basil varieties, factorial experiment was done based on randomized complete block design (RCBD) with 18 treatments and 3 replications. Deficit irrigation treatments consisted of three levels of irrigation (I_1=100% ET), (I_2=75% ET), (I_3=50% ET) and done on the plant, 3 level of fertilizer contains nano-fertilizer with full concentration (F_1), 70% (F_2) and No nano-fertilizer (F_3).

Results: The results of ANOVA (Analysis of Variance) showed that irrigation has a significant effect on the mucilage, swelling index, essential oil content, seed weight in plant, number of seed in plant, number of branches, number of the inflorescence height, number of nodes in plant and seed yield. The results an interaction of soil, fertilizer and irrigation on the parameters showed that the significant at 0.01 level, so that the maximum amount of mucilage (0.40 mg) in the treatment $F_2I_2W_1$, swelling index (67.67 mL) treated $F_1I_1W_2$, Essential oil content (0.833) in the treatment $F_1I_3W_1$, number of nodes in plant (125), the inflorescence height (10.66 cm), number of seeds per plant (2712), seed weight in plant (3.36 g) in the treatment $F_1I_1W_2$ and was lowest in the treatment $W_2I_3F_3$. Also, the maximum seed yield (61.26 gr/m^2) was obtained in the sandy loam soils treatment, full irrigation and nano-fertilizer with concentration of %100 ($W_1I_1F_1$) which is represents of Nano fertilization on yield improvement of basil.

* Corresponding Author; Email: naderian.mohamad@ujirot.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: The results showed that irrigation treatment had a significant effect on the growth characteristics of *Ocimum basilicum* and with increasing stress on basil plant due to lack of moisture necessary for optimum plant growth has led to a decrease in traits and getting undesirable growth indices. While the percentage of essential oil of Basil plant increases with increasing water stress, so that the highest percentage of essential oil was obtained in $F_1I_3W_1$ and $F_1I_3W_2$ treatments and it illustrates that nano-fertilizer has a positive effect on essential oil content of basil plant. The results showed that irrigation, soil texture and nano-fertilizer have a significant effect on mucilage and swelling index, so that it was significant at 99% probability level.

Keywords: Essential oil, Mucilage, Seed yield, Swelling index

www.SID.ir

www.SID.ir