

## اثر کم آبیاری و کود در دو بافت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد ریحان

محمد نادریان فر، حسین انصاری<sup>1\*</sup>، مجید عزیزی و علی نقی ضیایی

دانشجوی دوره دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Naderian.mohamad@yahoo.com

دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

ansary@um.ac.ir

استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Azizi@um.ac.ir

استادیارگروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

an\_ziaei@yahoo.com

### چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (*Lamiaceae*) است که به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثرات کم آبیاری، بافت خاک و کود روی اجزای عملکرد گیاه ریحان رقم کشکنی لولو مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 18 تیمار و سه تکرار اجرا شد. کم آبیاری شامل سه مقدار آبیاری برابر  $I_1=100\%$ ،  $I_2=75\%$  و  $I_3=50\%$  تبخیر-تعرق گیاه، بافت خاک شامل دو بافت سبک و متوسط و فاکتور کودی شامل سه سطح کود (شامل عناصر پر مصرف و کم مصرف) با غلظت کامل ( $F_1$ )، 70 درصد غلظت کود ( $F_2$ ) و عدم استفاده از کود ( $F_3$ ) بود که روی هر گلدان اعمال شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که آبیاری اثر معنی‌داری در سطح یک درصد روی ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ ریحان داشته، در حالی که اثر بافت خاک و کود بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد. همچنین، اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری روی پارامترهای اشاره شده در سطح یک درصد معنی‌دار شد به طوری که بیشترین مقدار ارتفاع بوته (31/42 سانتی‌متر)، سطح برگ (109/21 سانتی‌متر مربع)، وزن خشک برگ (0/97 گرم)، وزن خشک ساقه (2/24 گرم)، وزن تر برگ (5/12 گرم) در تیمار  $S_1I_1F_3$  و کمترین آن نیز در تیمار  $S_1I_3F_3$  بدست آمد. همچنین، بیشترین مقدار وزن بذر در بوته (2/41 گرم)، تعداد بذر در بوته (1822/3)، وزن هزار دانه (1/447 گرم) و عملکرد دانه (42/13 گرم بر متر مربع) در تیمار با بافت خاک لومی، آبیاری کامل و تیمار کودی با غلظت 100 درصد ( $S_2I_1F_1$ ) حاصل شد که نشان دهنده تأثیر کود بر بهبود عملکرد ریحان است.

واژه های کلیدی: اسانس، سطح برگ، کارایی مصرف آب، وزن هزار دانه .

1- آدرس نویسنده مسئول: مشهد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

دریافت: فروردین 1394 و پذیرش: مهر 1394.

## مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت، کم شدن منابع آبی و همچنین افزایش قیمت زمین‌های کشاورزی، کشاورزی به روش مکانیزه از اهمیت خاصی برخوردار شده است. عمده تلفات منابع آب کشور نیز به بخش کشاورزی تعلق دارد که حدود 94 درصد از مقدار آب استحصال شده سالانه را به خود اختصاص می‌دهد، در صورتی که این نسبت در کشورهای پیشرفته کمتر از 65 درصد است (کشاورز و صادق زاده، 1379).

لذا، نیاز به بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه ضروری به نظر می‌رسد که منجر به صرفه جویی آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده و علاوه بر آن موجبات افزایش محصول را در برابر مصرف آب فراهم می‌سازد (علیزاده، 1383). از آنجایی که یکی از راه‌های پیشنهادی برای استفاده بهینه از آب موجود اصلاح بستر خاک است. لذا، حرکت آب در خاک تحت تأثیر بافت خاک قرار دارد که در پژوهش حاضر به آن پرداخته شده است. همچنین، به دلیل اثرات مضر که کودهای شیمیایی در محیط زیست و کیفیت غذا ایجاد می‌کنند، مدت‌ها است که استفاده بی‌رویه از آن‌ها توصیه نمی‌شود (نادری و عابدی، 2012).

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (*Lamiaceae*) است که به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (ازکان و همکاران، 2005). 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 سوی دیگر، روند دقیق ساخت اسانس در گیاهان هنوز به خوبی مشخص نشده است، ولی اسانس‌ها به طور کلی بازمانده‌های ناشی از فرایندهای اصلی متابولیسم گیاهان، به ویژه در پاسخ به تنش وارد شده به گیاه محسوب می‌شوند (حسینی و امید بیگی، 2006). تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی به

ویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند. کم آبیاری 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 است. کم آبیاری راهکار بهینه‌سازی است که در آن آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند (گانپت و همکاران، 1992). کم آبیاری می‌تواند برای گسترش سطح زیر کشت و به حداکثر رسانیدن و یا بهبود تثبیت تولید محصولات یک منطقه نیز استفاده شود.

در رابطه با واکنش گیاهان دارویی و معطر در شرایط تنش آبی و بررسی اثر متقابل کم آبیاری و استفاده از کودهای مختلف بررسی‌های خیلی کمی صورت گرفته است. سیمون و همکاران (1992) اثر رژیم‌های مختلف آبی بر روی گیاه ریحان را بررسی نموده و گزارش کردند که با کاهش پتانسیل آب برگ از 0/3- مگاپاسکال (شاهد) به 1/12- مگاپاسکال (تنش آبی متوسط) مقدار اسانس برگ‌ها از 3/1 به 6/2 میکرو لیتر در گرم وزن خشک برگ افزایش و وزن خشک برگ و ساقه با تشدید کمبود آب کاهش یافتند.

اثر دور آبیاری (در فواصل 7، 14 و 28 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 (رفعت و صالح، 1997). چارلز و سیمون (1990) گزارش کردند که در گیاه نعناع میزان ماده خشک و عملکرد اسانس با انجام آبیاری بیش‌تر افزایش می‌یابد. آلکایر و همکاران (1993) اثر آبیاری زیاد، کم و عدم آبیاری (شاهد) را در گیاه نعناع بررسی نمودند.

همچنین، واکنش برخی از گیاهان دارویی به شرایط تنش و کمبود آب توسط سایر پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است (فاکر 2000؛ لتجامو و گوسلین، 1996). ریحان دارای عملکرد ماده خشک در حدود 1/2

کاهش میزان آب آبیاری میزان اسانس افزایش یافت. با توجه به این که پژوهش کمی در رابطه با اثر بافت خاک، کود و کم آبیاری بر عملکرد ریحان انجام شده، پژوهش حاضر برای بررسی اثر کم آبیاری، بافت خاک و استفاده از کود و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ریحان انجام شد.

### مواد و روش‌ها

برای بررسی اثرات کم آبیاری، کود، در دو بافت خاک بر رشد و عملکرد گیاه ریحان رقم کشکنی لولو (*keshkenilovelou*) آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 38 درجه شرقی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا در تیر ماه سال 1392 انجام شد. آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 18 تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کم آبیاری شامل سه سطح آبیاری  $I_1=100\% ET_c$ ،  $I_2=75\% ET_c$  و  $I_3=50\% ET_c$  بودند.

منبع آب آبیاری آب لوله کشی شده گلخانه پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد بود که برخی خصوصیات شیمیایی آن در جدول (1) ارائه شده است. تا یک ماه پس از کاشت (6-8 برگی شدن بوته‌ها) گلدان‌ها به مقدار مساوی آبیاری شدند و از این مرحله به بعد تیمارهای کم آبیاری اعمال شد. تیمارهای کودی<sup>2</sup> شامل سه سطح که یک سطح به عنوان شاهد ( $F_3$ ) در نظر گرفته شد. همچنین، اولین کود آبیاری در تاریخ 12 تیر 1392 (15 روز بعد از کاشت) انجام گرفت.

برای کشت ریحان از گلدان‌های پلاستیکی که در کف آن زهکش تعبیه شده بود، استفاده شد. داخل هر گلدان تعداد 15 بذر ریحان در عمق یک سانتی از خاک کاشته شد و پس از رشد ریحان در هر گلدان تعداد پنج

تن در هکتار است (امید بیگی، 1997). وومل و سیلان (1977) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک اندام هوایی ریحان 1551 کیلوگرم در هکتار است. آراباسی و بایرام (2004) در پژوهشی روی ریحان گزارش کرده‌اند که بیشترین عملکرد ماده تر 4197/5 کیلوگرم در هکتار است و عملکرد ماده خشک 1078/6 کیلوگرم در هکتار است. دادوند سراب و همکاران (1387) به بررسی تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر تراکم و کود نیتروژن را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد ماده خشک و اسانس در واحد سطح در تیمار تراکم 266666 بوته در هکتار و مصرف 100 کیلوگرم کود نیتروژن حاصل شده است.

تهامی زرنندی و همکاران (1389) 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 (1390) به مقایسه تأثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ریحان (*Ocimum Basilicum*) پرداختند.

بررسی آن‌ها نشان داد که پارامترهای رشد در گیاهانی که در معرض تیمار کود آهن با غلظت 7/5 کیلوگرم در هکتار و نانو کود آهن با غلظت یک کیلوگرم در هکتار بودند، نسبت به شاهد افزایش یافته است. به طور کلی 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 می‌تواند سبب افزایش رشد کمی و کیفی ریحان شود.

نتایج پژوهش سدیکا اکرن و همکاران (2012) در گیاه ریحان بنفش نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه و عملکرد آن در سطح آبیاری 125 درصد نیاز آبی گیاه بدست آمده است. در سطح آبیاری 50 درصد نیاز آبی گیاه، میزان اسانس 1/1 درصد افزایش داشته است. تنش آبی اثر منفی بر ارتفاع گیاه و عملکرد ریحان داشت ولی با

<sup>2</sup>- کودهای بکار رفته در پژوهش حاضر با عنوان نانو کود به وسیله شرکت سپهر پارمیس ارائه شده که نانو بودن آن‌ها مورد تایید داوران قرار نگرفته است.

خاک محاسبه و معادله بین رطوبت حجمی و قرائت سنسور بدست 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 زه آب با استفاده از دستگاه REC-P55 اندازه گیری شد و میزان آب مصرفی برای هر تیمار آبیاری در طول فصل رشد محاسبه شد.

برنامه کودی به این صورت اعمال شد که در ابتدای فصل فسفر، سوپر میکرو (شامل 11 عنصر اصلی مورد نیاز گیاه که به صورت مایع و یون قابل جذب می- باشد)، پتاسیم و ازت با غلظت  $100\% (F_1)$  و  $70\% (F_2)$  و بدون مصرف کود  $(F_3)$  بر اساس خصوصیات شیمیایی خاک جدول (2) و توصیه شرکت تولید کننده کود مصرف شد. نتایج تجزیه کود (درصد عناصر مختلف) نشان می- دهد جدول (3)، کود کلات فسفر شامل  $18\%$  یون فسفر قابل جذب است در حالی که کود کلات پتاسیم و ازت دارای  $23$  و  $25$  درصد یون قابل جذب است. همچنین، درصد عناصر مختلف در کود سوپرمیکرو نیز در جدول (3) ارائه شده است. میزان کود مصرفی در هر مرحله از کشت در جدول (4) بر حسب لیتر در هکتار ارائه شده است.

به طوری که از کل  $18$  لیتر در هکتار کود،  $40$  درصد در ابتدا و میانه فصل کشت و  $20$  درصد آن در انتهای فصل کشت مصرف شد. در جدول (5) برنامه ریزی میزان کود داده شده به هر گلدان با در نظر گرفتن سطح گلدانها بر حسب میلی لیتر ارائه شده است. به عنوان مثال در ابتدای فصل کشت حجم کود فسفر داده شده در تیمار  $F_1$  برای هر گلدان  $0/05$  میلی لیتر بوده که به همراه آب آبیاری به حجم رسانده و در هر گلدان مصرف شد. اندازه گیری های صفات رشد شامل ارتفاع بوته (از سطح خاک تا انتهای اندام های هوایی گیاه)، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی از یک ماه بعد از کاشت آغاز و هر  $10$  روز یک بار صورت گرفت. برای اندازه گیری ارتفاع گیاه از خطکش

عدد بوته نگهداری شد. حجم هر گلدان  $17/2$  لیتر (قطر این گلدانها  $27$  سانتی متر و ارتفاع آن  $30$  سانتی متر) بود. خاک مورد استفاده در گلدانها به صورت دستی و در دو بافت لوم- شنی و لومی ( $S_1$  و  $S_2$ ) در نظر گرفته شد و کلاس بافت خاک آنها به روش هیدرومتری در آزمایشگاه تعیین شد. همچنین، نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر در جدول (2) ارائه شده است. برای تعیین عمق آبیاری، رطوبت خاک در حالت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری تعیین شد.

برای اعمال تیمارهای آبیاری از تشتک تبخیر استفاده شد. در هر نوبت آبیاری میزان آب مصرفی با ضریب تشت  $(0/8)$  و ضریب گیاهی پیشنهادی FAO در طول دوره رشد و میزان آبیاری  $(ET_C = K_c K_p E_{pan})$  محاسبه و با توجه به تیمار آبیاری به وسیله استوانه مدرج با در نظر گرفتن سطح هر گلدان اعمال شد. ضریب گیاهی ریحان در مراحل اولیه، توسعه، میانی و انتهایی رشد به ترتیب  $0/6$ ،  $1$ ،  $1/15$  و  $1/1$  در نظر گرفته شد و طول دوره رشد در هر مرحله  $16$ ،  $44$ ،  $32$  و  $18$  روز بود. همچنین، به منظور محاسبه تبخیر- تعرق واقعی گیاه ریحان، رطوبت خاک با استفاده از دستگاه REC-P55<sup>3</sup> اندازه گیری شد. دستگاه REC-P55 از دو قسمت دیتالاگر و سنسورها تشکیل شده است. برای اندازه گیری رطوبت خاک تعداد  $36$  سنسور در گلدانهای در دو تکرار استفاده شد. برای واسنجی دستگاه رطوبت سنج REC-P55 از دو گلدان که دارای بافت خاک  $S_1$  و  $S_2$  بودند، استفاده شد.

در ابتدا گلدانها از آب اشباع شده و پس از آن وزن گلدانها تا رسیدن به وزن اولیه خاک خشک در روزهای مختلف اندازه گیری و همزمان سنسورها قرائت شدند. با اندازه گیری وزن خاک خشک و وزن مرطوب خاک گلدانها، درصد رطوبت وزنی و حجمی دو نوع

<sup>3</sup>- دستگاه REC-P55 به وسیله دکتر حسین انصاری عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد اختراع و ثبت شده است.

بذر در هر بوته، وزن هزار دانه، وزن بذر در هر بوته و گل آذین اندازه‌گیری شدند. برای تعیین درصد اسانس از هر تیمار آزمایشی 10 گرم پیکر رویشی خشک شده کاملاً خرد شده و به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر عمل اسانس‌گیری انجام شد (حسینی، 2006 و امید بیگی، 2004).

با دقت 0/10 سانتیمتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح سنج نوری (مدل LI-COR-3100C) استفاده شد. بوته‌ها قبل از گل‌دهی برداشت شده و وزن‌تر و خشک بخش‌های مختلف گیاه پس از خشک کردن نمونه‌ها در سایه و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری شد. همچنین، پس از اینکه فصل رشد گیاه به پایان رسید و گیاه به بذر رسید. تعداد

جدول 1- برخی خواص شیمیایی آب آبیاری

SAR	Mg <sup>2+</sup>	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na	pH	EC
(meq/l) <sup>1/2</sup>	----- (meq/l) -----							(dS.m <sup>-1</sup> )
2/71	3/8	6/47	5/01	0/32	3	5	8/2	1/23

جدول 2- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

علامت	بافت خاک	$\theta_{fc}$	$\rho_b$	N	P	K	pH	CCE
		(%)	(g.cm <sup>-3</sup> )	(mg.kg <sup>-1</sup> )	(mg.kg <sup>-1</sup> )	(mg.kg <sup>-1</sup> )		(%)
S <sub>1</sub>	Loam-sandy	13	1/42	511	4/9	105/3	8/01	8/9
S <sub>2</sub>	Loam	16	1/53	508	4/8	108/6	7/85	8/1

CCE: کربنات کلسیم معادل،  $\theta_{fc}$ : رطوبت حجمی خاک،  $\rho_b$ : چگالی ظاهری خاک، N: ازت، P: فسفر، K: پتاسیم

جدول 3- درصد عناصر موجود در کودهای مختلف

B	Mo	Cu	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	N	K	P	نوع کود
0/06	0/04	1	15	1	2	5	4	5	2	4	سوپر میکرو
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	فسفر (P)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	پتاسیم (K)
-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	ازت (N)

جدول 4- برنامه‌ریزی مقدار کود با غلظت‌های مختلف در تیمارهای پژوهش حاضر

نوع و غلظت کود (L.ha <sup>-1</sup> )				
سوپر میکرو	ازت	پتاسیم	فسفر	
18	35	18	18	غلظت کل
7	11	7	7	غلظت ابتدای فصل
7	13	7	7	غلظت اواسط فصل
4	11	4	4	غلظت انتهای فصل

جدول 5- برنامه‌ریزی مقدار کود مصرف شده در هر گلدان برای ابتدای فصل کشت

نوع کود				
سوپر میکرو	ازت	پتاسیم	فسفر	
7	11	7	7	غلظت کل ابتدای فصل (L.ha <sup>-1</sup> )
0/04	0/063	0/04	0/04	حجم کود ابتدای فصل (mL)
0/05	0/075	0/05	0/05	حجم کود در تیمار F <sub>1</sub> (mL)
0/035	0/053	0/035	0/035	حجم کود در تیمار F <sub>2</sub> (mL)

## نتایج و بحث

## اثر تیمارهای مختلف بر رشد و نمو ریحان

در این پژوهش اثرات مقدار آب آبیاری، کود و بافت خاک بر میزان تغییرات رشد و نمو ریحان مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد بررسی در مراحل رشد ریحان شامل: ارتفاع بوته بر حسب سانتی متر، سطح برگ (سانتی متر مربع) و تعداد شاخه فرعی است. اندازه گیری- های صفات رشد از تاریخ 15 تیر ماه (یک ماه بعد از کاشت) آغاز و هر 10 روز یک بار صورت گرفت. آخرین نمونه برداری در تاریخ اول آبان ماه انجام شد. شکل (1) تغییرات مختلف رشد گیاه ریحان را نشان می دهد.

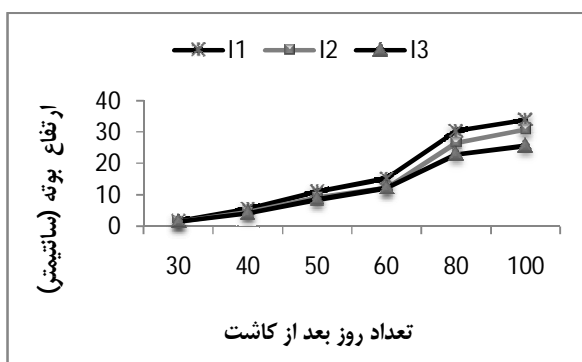
## ارتفاع گیاه ریحان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اعمال کم آبیاری در تیمارهای مختلف، پس از 30 روز بعد از کاشت، بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد به وجود

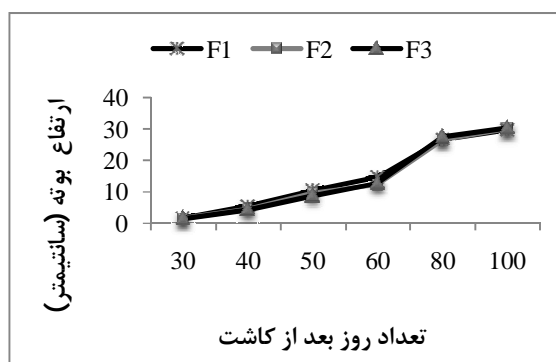
آورده است. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که این اختلاف در ابتدا بین تیمار آبیاری کامل با 50 درصد آبیاری وجود داشته است، اما با افزایش دفعات کم آبیاری ها که باعث ایجاد مدت تنش بیشتر در آب خاک می شود، اختلاف بین تیمارهای 50 و 75 درصد آبیاری با تیمار آبیاری کامل به وجود آمد. نتایج مقایسه میانگین های ارتفاع بوته در طول دوره رشد تحت تأثیر آبیاری در شکل (2-ب) و تحت تأثیر تیمار کودی با غلظت های مختلف در شکل (2-الف) ارائه شده است. همچنین، نتایج تجزیه واریانس میانگین ارتفاع ریحان طی مرحله رشد نشان داد که با اعمال تیمار کود آبیاری در نمونه- برداری چهارم اختلاف معنی داری (در سطح پنج درصد) بین تیمارهای کودی به وجود آمده است که علت آن را می توان به تاریخ کود دهی مرحله دوم (50 روز بعد از کاشت) مربوط دانست (شکل 2-الف).



شکل 1- رشد و نمو گیاه ریحان در مرحله ابتدایی و انتهای دوره کشت



(ب)



(الف)

شکل 2- مقایسه میانگین (اثرات ساده) ارتفاع بوته گیاه (cm) در الف: کودهای مختلف، ب: آبیاری های مختلف در طول فصل رشد

بیشترین مقدار وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن تر برگ در تیمار  $S_1I_1F_3$  و کمترین آن نیز در تیمار  $S_1I_3F_3$  بدست آمد جدول (7). با توجه به این که کود به صورت محلول به همراه آب آبیاری به خاک اضافه شده است مقدار بیشتر آن آبشویی شده و منجر به این شده است که اثر کود روی ریحان فقط روی وزن تر برگ در سطح یک درصد معنی دار شود. در پژوهشی که توسط نظری و همکاران (2012) روی ریحان انجام دادند مشخص شد، که بیشترین وزن خشک برگ به میزان 1/1 گرم در بوته از تیمار نانو کلات آهن با غلظت یک گرم در لیتر بدست آمد. همچنین، کمترین مقدار وزن خشک برگ به میزان 0/88 گرم در بوته از تیمار شاهد بدست آمد.

#### وزن هزار دانه، وزن و تعداد بذر در بوته

نتایج جدول (8) نشان می دهد که اثر آبیاری روی وزن بذر و تعداد بذر در بوته، در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین، اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری در سطح یک درصد معنی دار شده، به طوری که بیشترین وزن و تعداد بذر در تیمار  $S_2I_1F_1$  بدست آمد. در حالی که کمترین میانگین وزن و تعداد بذر در تیمار  $S_1I_3F_3$  بدست آمد جدول (9). نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد که فقط تیمار آبیاری اثر معنی داری ( $p < 0/01$ ) داشت و اثر متقابل آن معنی دار نشد و میانگین ها در یک گروه قرار گرفتند.

#### تعداد شاخه جانبی و تعداد گره روی بوته

نتایج نشان داد که آبیاری اثر معنی داری روی تعداد شاخه جانبی و تعداد گره روی بوته دارد ( $p < 0/01$ ) در حالی که اثر بافت خاک و کود معنی دار نشد، ولی اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری روی تعداد گره روی بوته معنی دار شد به طوری که بیشترین میانگین آن در تیمار  $S_1I_1F_3$  و کمترین آن در تیمار  $S_1I_3F_3$  بدست آمد جدول (9).

نتایج جدول (6) حاکی از آن است که آبیاری اثر معنی داری روی ارتفاع بوته ریحان داشته است به طوری که در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین، اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری نیز معنی دار شده است به طوری که بیشترین ارتفاع در تیمارهای با خاک لوم - شنی، آبیاری کامل و عدم استفاده از کود ( $S_1I_1F_3$ ) به میزان 31/42 سانتی متر و تیمار با خاک لومی، آبیاری کامل و استفاده از کود ( $S_2I_1F_2$ ) به میزان 32/06 سانتی متر بدست آمد. کمترین ارتفاع گیاه ریحان نیز در تیمار  $S_1I_3F_3$  (20/23 سانتی متر) بدست آمد که نشان می دهد با کاهش رطوبت خاک (افزایش تنش آبی) رشد گیاه محدود شده و در نهایت با کاهش ارتفاع گیاه همراه شده است.

در پژوهشی که توسط کاندل و همکاران (2002) روی ریحان انجام شد، نشان داد که کاربرد توآمان کودهای آلی و معدنی باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کودهای معدنی به تنهایی شد. نتایج پژوهش تهامی زرنندی و همکاران (1389) نیز حاکی از آن است که تیمارهای کود آلی ارتفاع بوته ریحان را نسبت به تیمار شاهد و کود شیمیایی افزایش داده است. نظری و همکاران (2012) نیز بیشترین ارتفاع ریحان را به میزان 29/22 سانتی متر در تیمار نانو کلات آهن با غلظت یک گرم در لیتر بدست آوردند که با تحقیق حاضر هم خوانی دارد.

#### سطح برگ، وزن تر و خشک برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری اثر معنی داری روی سطح برگ، وزن تر و خشک برگ گیاه ریحان داشته است به طوری که در سطح 0/01 معنی دار شده است جدول (6). همچنین اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری نیز معنی دار شده است به طوری که بیشترین و کمترین میانگین سطح برگ در تیمار  $S_1I_1F_3$  (109/21 سانتی متر مربع) و تیمار  $S_1I_3F_3$  (25/38 سانتی - متر مربع) بدست آمد.

## تعداد و ارتفاع گل آذین

بیشترین میانگین عملکرد بوته در تیمار با کلاس بافت خاک لومی، آبیاری کامل و کود با غلظت 100 درصد ( $S_2I_1F_1$ ) به میزان 42/13 گرم بر متر مربع بدست آمد. همچنین، کمترین میزان عملکرد بوته در تیمار  $S_1I_3F_3$  (5/71 گرم بر متر مربع) بدست آمد.

## درصد اسانس گیاه

تیمارهای کم آبیاری که کمترین عملکرد در آن‌ها حاصل شده است، سبب تولید بیشترین درصد اسانس بودند شکل (2) و از این نظر با بقیه تیمارها تفاوت معنی دار داشتند. همچنین، تیمار کود با غلظت 100 درصد ( $F_1$ ) دارای درصد اسانس بیشتری بود. تهامی زرنندی (1389) نیز گزارش کرد که بیشترین درصد اسانس گیاه ریحان در تیمار شاهد که دارای کمترین عملکرد برگ بودند بدست آمده که علت آن به افزایش متابولیت‌های ثانویه که اسانس نیز جزو آن‌ها بوده تحت شرایط تنش مربوط است. سدیکا اکرن و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس (1/1 درصد) در سطح آبیاری 50 درصد بدست آمد. همچنین، نتایج آن‌ها حاکی از 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.

نتایج جدول (8) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری روی تعداد و ارتفاع گل آذین اثر معنی‌داری داشته است، ولی بافت خاک و کود اثر معنی‌داری نداشته، درحالی‌که اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری روی تعداد گل آذین معنی‌دار شد ولی بر ارتفاع گل آذین اثر معنی‌داری نداشت جدول (8). بیشترین میانگین تعداد گل آذین در تیمار  $S_1I_1F_3$  به میزان 24/33 بدست آمد و کمترین مقدار آن در تیمار  $S_1I_3F_3$  (4/66) بدست آمد که نشان می‌دهد کم آبیاری روی تعداد و ارتفاع گل آذین در گیاه ریحان تأثیر زیادی داشته است جدول (9). بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع گل آذین در تیمار  $S_1I_1F_3$  (8/33 سانتی-متر) و تیمار  $S_2I_3F_3$  (سه سانتی‌متر) بدست آمد. نتایج تحقیق فرزانه و همکاران (1389) حاکی از آن بود که هر چه تنش آبی ملایم‌تر 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.

## عملکرد دانه

نتایج جدول آنالیز واریانس جدول (8) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه داشته است، درحالی‌که بافت خاک و کود آبیاری اثر معنی‌داری نداشته، ولی اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری روی عملکرد دانه معنی‌دار شده است، به طوری‌که

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رویشی ریحان

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن تر برگ
بلوک	2	5/94 <sup>ns</sup>	447/8 <sup>ns</sup>	0/006 <sup>ns</sup>	0/206 <sup>ns</sup>	0/190 <sup>ns</sup>
خاک (S)	1	2/192 <sup>ns</sup>	158/9 <sup>ns</sup>	0/042*	0/157 <sup>ns</sup>	0/049 <sup>ns</sup>
آبیاری (I)	2	256/5 <sup>**</sup>	6364/3 <sup>**</sup>	0/32 <sup>**</sup>	2/47 <sup>**</sup>	14/25 <sup>**</sup>
کود (F)	2	5/48 <sup>ns</sup>	436 <sup>ns</sup>	0/021 <sup>ns</sup>	0/139 <sup>ns</sup>	0/99*
اثر متقابل S*I	2	5/13 <sup>ns</sup>	366/5 <sup>ns</sup>	0/016 <sup>ns</sup>	0/063 <sup>ns</sup>	0/78 <sup>ns</sup>
اثر متقابل S*F	2	11/55*	1036/7*	0/031*	0/52 <sup>**</sup>	0/17 <sup>ns</sup>
اثر متقابل I*F	4	1/43 <sup>ns</sup>	534/9*	0/040 <sup>**</sup>	0/71 <sup>**</sup>	3/27 <sup>**</sup>
اثر متقابل S*I*F	4	10/83 <sup>**</sup>	1494/7 <sup>**</sup>	0/076 <sup>**</sup>	0/406 <sup>**</sup>	1/18 <sup>**</sup>
خطا	36	2/13	186/9	0/009	0/081	0/25

(\*)، (\*\*) به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد، ns عدم معنی‌داری)



جدول 7- بررسی اثر متقابل میانگین عملکرد و اجزای عملکرد بخش رویشی ریحان

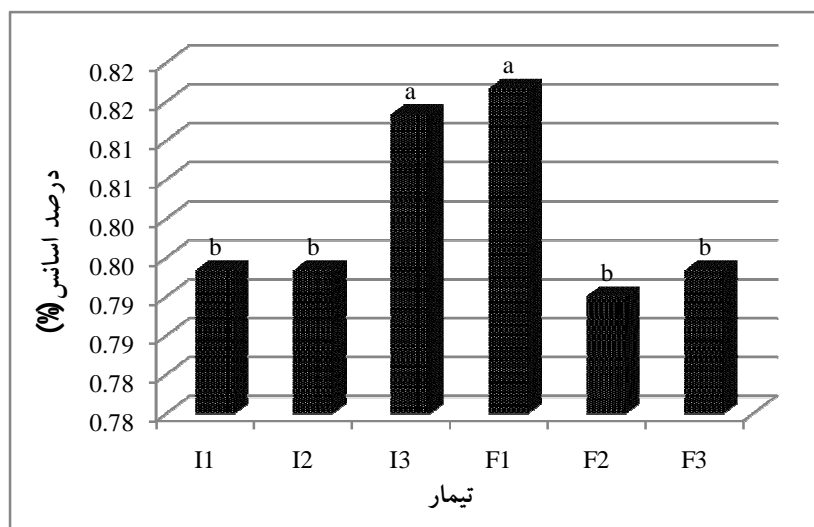
وزن تر برگ (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک ساقه (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن خشک برگ (g.plant <sup>-1</sup> )	سطح برگ (cm <sup>2</sup> )	ارتفاع گیاه (cm)	سطوح مورد بررسی		
					F	I	S
2/93 <sup>cde</sup>	0/74 <sup>bc</sup>	0/54 <sup>bc</sup>	53/7 <sup>bcd</sup>	30/33 <sup>ab</sup>	1		
2/94 <sup>cde</sup>	1/032 <sup>bc</sup>	0/59 <sup>bc</sup>	60/58 <sup>bcd</sup>	27/97 <sup>abcd</sup>	2	1	
5/12 <sup>a</sup>	2/24 <sup>a</sup>	0/97 <sup>a</sup>	109/21 <sup>a</sup>	31/42 <sup>a</sup>	3		
3/12 <sup>bcd</sup>	1/19 <sup>bc</sup>	0/61 <sup>bc</sup>	55/37 <sup>bcd</sup>	27/87 <sup>abcd</sup>	1		
4/13 <sup>abc</sup>	0/65 <sup>bc</sup>	0/78 <sup>ab</sup>	82/2 <sup>abc</sup>	29/19 <sup>ab</sup>	2	2	1
2/76 <sup>cde</sup>	0/87 <sup>bc</sup>	0/60 <sup>bc</sup>	66/99 <sup>abcd</sup>	29/43 <sup>ab</sup>	3		
2/19 <sup>de</sup>	0/67 <sup>bc</sup>	0/48 <sup>c</sup>	44/83 <sup>cd</sup>	23/47 <sup>def</sup>	1		
1/71 <sup>de</sup>	0/47 <sup>c</sup>	0/37 <sup>c</sup>	26/1 <sup>d</sup>	22/53 <sup>ef</sup>	2	3	
1/41 <sup>e</sup>	0/27 <sup>c</sup>	0/35 <sup>c</sup>	25/38 <sup>d</sup>	20/23 <sup>f</sup>	3		
2/88 <sup>cde</sup>	0/75 <sup>bc</sup>	0/52 <sup>bc</sup>	58/55 <sup>bcd</sup>	30/17 <sup>ab</sup>	1		
3/91 <sup>abc</sup>	1/53 <sup>ab</sup>	0/78 <sup>ab</sup>	89/4 <sup>ab</sup>	32/06 <sup>a</sup>	2	1	
4/63 <sup>ab</sup>	1/05 <sup>bc</sup>	0/54 <sup>bc</sup>	57/22 <sup>bcd</sup>	28/04 <sup>abcd</sup>	3		
3/21 <sup>bcd</sup>	0/94 <sup>bc</sup>	0/61 <sup>bc</sup>	66/78 <sup>abcd</sup>	28/51 <sup>abc</sup>	1		
2/89 <sup>cde</sup>	0/69 <sup>bc</sup>	0/56 <sup>bc</sup>	52/4 <sup>bcd</sup>	29/83 <sup>ab</sup>	2	2	2
2/73 <sup>cde</sup>	0/74 <sup>bc</sup>	0/53 <sup>bc</sup>	52/93 <sup>bcd</sup>	26/54 <sup>bcd</sup>	3		
1/77 <sup>de</sup>	0/28 <sup>c</sup>	0/38 <sup>c</sup>	28/85 <sup>d</sup>	22/93 <sup>ef</sup>	1		
2/80 <sup>cde</sup>	0/74 <sup>bc</sup>	0/46 <sup>c</sup>	56/11 <sup>bcd</sup>	24/33 <sup>cdef</sup>	2	3	
2/03 <sup>de</sup>	0/43 <sup>c</sup>	0/41 <sup>bc</sup>	31/25 <sup>d</sup>	23/67 <sup>def</sup>	3		

جدول 8- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده بخش زایشی ریحان

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن بذر در بوته	تعداد بذر در بوته	وزن هزار دانه	تعداد شاخه جانبی	تعداد گل آذین	ارتفاع گل آذین	تعداد گره در بوته	عملکرد دانه
بلوک	2	0/014 <sup>ns</sup>	11441 <sup>ns</sup>	0/0062 <sup>ns</sup>	5/37 <sup>ns</sup>	2/68 <sup>ns</sup>	0/50 <sup>ns</sup>	61/1 <sup>ns</sup>	16/59 <sup>ns</sup>
خاک (S)	1	0/001 <sup>ns</sup>	64654 <sup>ns</sup>	0/0082 <sup>ns</sup>	4/49 <sup>ns</sup>	34/24 <sup>ns</sup>	5/90 <sup>ns</sup>	150 <sup>ns</sup>	7/67 <sup>ns</sup>
آبیاری (I)	2	7/77 <sup>**</sup>	3292732 <sup>**</sup>	0/053 <sup>*</sup>	24/01 <sup>**</sup>	268/67 <sup>**</sup>	26/50 <sup>**</sup>	7505/2 <sup>**</sup>	2309/30 <sup>**</sup>
کود (F)	2	0/08 <sup>ns</sup>	47428 <sup>ns</sup>	0/002 <sup>ns</sup>	0/26 <sup>ns</sup>	5/04 <sup>ns</sup>	1/58 <sup>ns</sup>	192/9 <sup>ns</sup>	18/12 <sup>ns</sup>
اثر متقابل S*I	2	1/51 <sup>**</sup>	630919 <sup>**</sup>	0/013 <sup>ns</sup>	8/97 <sup>ns</sup>	58/74 <sup>*</sup>	1/18 <sup>ns</sup>	1617/2 <sup>**</sup>	381/33 <sup>**</sup>
اثر متقابل S*F	2	0/11 <sup>ns</sup>	88515 <sup>ns</sup>	0/041 <sup>ns</sup>	11/34 <sup>ns</sup>	30/17 <sup>ns</sup>	5/42 <sup>**</sup>	561/6 <sup>*</sup>	39/65 <sup>ns</sup>
اثر متقابل I*F	4	0/268 <sup>*</sup>	236821 <sup>**</sup>	0/023 <sup>ns</sup>	0/79 <sup>ns</sup>	16/96 <sup>ns</sup>	2/09 <sup>ns</sup>	464/6 <sup>**</sup>	117/43 <sup>**</sup>
اثر متقابل S*I*F	4	0/86 <sup>**</sup>	509889 <sup>**</sup>	0/012 <sup>ns</sup>	9/65 <sup>ns</sup>	114 <sup>**</sup>	0/89 <sup>ns</sup>	1670/6 <sup>**</sup>	263/57 <sup>**</sup>
خطا	36	0/086	29029	0/014	4/032	16/72	0/92	112/6	24/10

جدول 9- بررسی اثر متقابل میانگین عملکرد و اجزای عملکرد بخش زایشی ریحان

عملکرد دانه (gr.m <sup>-2</sup> )	تعداد گره در بوته	ارتفاع گل آذین (cm)	تعداد گل آذین	تعداد شاخه جانبی	وزن هزار دانه (gr)	تعداد بذر در بوته	وزن بذر در بوته (gr)	سطوح مورد بررسی		
								F	I	S
25/87 <sup>bcd</sup>	55 <sup>cde</sup>	7/66 <sup>ab</sup>	12/66 <sup>abcd</sup>	11/33 <sup>ab</sup>	1/420 <sup>a</sup>	1044/7 <sup>cde</sup>	1/48 <sup>bcd</sup>	1		
22/32 <sup>cdef</sup>	49/33 <sup>cde</sup>	6/83 <sup>ab</sup>	14 <sup>abcd</sup>	11/66 <sup>ab</sup>	1/347 <sup>a</sup>	931/7 <sup>cdef</sup>	1/27 <sup>de</sup>	2	1	
41/56 <sup>a</sup>	95/33 <sup>a</sup>	8/33 <sup>a</sup>	24/33 <sup>a</sup>	13 <sup>ab</sup>	1/418 <sup>a</sup>	1626/7 <sup>ab</sup>	2/24 <sup>abc</sup>	3		
24/18 <sup>cdef</sup>	48/67 <sup>cdef</sup>	6/83 <sup>ab</sup>	16 <sup>abcd</sup>	14 <sup>ab</sup>	1/560 <sup>a</sup>	882/3 <sup>cdef</sup>	1/38 <sup>cde</sup>	1		
40/73 <sup>ab</sup>	88/33 <sup>ab</sup>	6/16 <sup>ab</sup>	21 <sup>ab</sup>	13/33 <sup>ab</sup>	1/283 <sup>a</sup>	1664/3 <sup>ab</sup>	2/33 <sup>ab</sup>	2	2	1
22/08 <sup>cdef</sup>	52/67 <sup>cde</sup>	6/66 <sup>ab</sup>	13 <sup>abcd</sup>	12/66 <sup>ab</sup>	1/370 <sup>a</sup>	918/7 <sup>cdef</sup>	1/26 <sup>de</sup>	3		
10/96 <sup>fg</sup>	28 <sup>efg</sup>	4/83 <sup>bc</sup>	11 <sup>bcd</sup>	12/33 <sup>ab</sup>	1/336 <sup>a</sup>	463 <sup>fgh</sup>	0/62 <sup>ef</sup>	1		
11/77 <sup>efg</sup>	32/67 <sup>defg</sup>	5 <sup>bc</sup>	10 <sup>bcd</sup>	12 <sup>ab</sup>	1/374 <sup>a</sup>	498/3 <sup>fgh</sup>	0/67 <sup>ef</sup>	2	3	
5/71 <sup>g</sup>	16/33 <sup>g</sup>	5/16 <sup>bc</sup>	4/66 <sup>d</sup>	8/33 <sup>b</sup>	1/347 <sup>a</sup>	241 <sup>h</sup>	0/32 <sup>f</sup>	3		
42/13 <sup>a</sup>	88 <sup>ab</sup>	7/10 <sup>ab</sup>	19/66 <sup>ab</sup>	13/66 <sup>ab</sup>	1/447 <sup>a</sup>	1822/3 <sup>a</sup>	2/41 <sup>a</sup>	1		
35/36 <sup>abc</sup>	73/67 <sup>abc</sup>	7/66 <sup>ab</sup>	17 <sup>abc</sup>	14/66 <sup>a</sup>	1/413 <sup>a</sup>	1300 <sup>bc</sup>	2/27 <sup>ab</sup>	2	1	
31/93 <sup>abcd</sup>	61/33 <sup>bcd</sup>	6/33 <sup>ab</sup>	13/33 <sup>abcd</sup>	14 <sup>ab</sup>	1/493 <sup>a</sup>	1222/3 <sup>bcd</sup>	1/82 <sup>abcd</sup>	3		
18/41 <sup>defg</sup>	42/67 <sup>cdefg</sup>	6/10 <sup>ab</sup>	11 <sup>bcd</sup>	12/33 <sup>ab</sup>	1/437 <sup>a</sup>	730/3 <sup>defgh</sup>	1/05 <sup>def</sup>	1		
16/95 <sup>efg</sup>	32/67 <sup>defg</sup>	4/93 <sup>bc</sup>	10/33 <sup>bcd</sup>	12/33 <sup>ab</sup>	1/539 <sup>a</sup>	630/3 <sup>efgh</sup>	0/97 <sup>def</sup>	2	2	2
18/35 <sup>defg</sup>	38/67 <sup>defg</sup>	5 <sup>bc</sup>	11/66 <sup>bcd</sup>	13/33 <sup>ab</sup>	1/361 <sup>a</sup>	769/3 <sup>defg</sup>	1/05 <sup>def</sup>	3		
6/11 <sup>g</sup>	17 <sup>fg</sup>	5/16 <sup>bc</sup>	5/66 <sup>cd</sup>	10 <sup>ab</sup>	1/228 <sup>a</sup>	271/3 <sup>gh</sup>	0/35 <sup>f</sup>	1		
15/90 <sup>efg</sup>	51 <sup>cde</sup>	6/25 <sup>ab</sup>	14/50 <sup>abcd</sup>	13/50 <sup>ab</sup>	1/388 <sup>a</sup>	655/5 <sup>efgh</sup>	0/91 <sup>ef</sup>	2	3	
13/22 <sup>efg</sup>	32/67 <sup>defg</sup>	3 <sup>c</sup>	9/16 <sup>bcd</sup>	10 <sup>ab</sup>	1/305 <sup>a</sup>	562/3 <sup>efgh</sup>	0/71 <sup>ef</sup>	3		



شکل 2- درصد اسانس در سطوح مختلف آبیاری و کود

است. نتایج آنالیز واریانس کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد تر برگ ریحان در جدول (10) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری، بافت خاک اثر معنی-داری روی کارایی مصرف آب دارد به طوری که در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. در حالی که تیمار کودی در سطح احتمال 0/05 معنی‌دار شده است. نتایج مقایسه

کارایی مصرف آب حسب عملکرد تر برگ ( $WUE_{wet}$ ) بیشترین حجم آب مصرفی از زمان اعمال کم آبیاری در تیمار آبیاری کامل (منظور 100 درصد تبخیر از تشت) به میزان 19/2 لیتر و کمترین آن در تیمار کم آبیاری 50 درصد ( $I_3$ ) به میزان 9/72 لیتر بدست آمد. حجم کل آبیاری از شروع کشت 36/2 لیتر در آبیاری کامل بوده

داری بر کارایی مصرف آب دارد که در سطح پنج درصد معنی دار شده است. اثر متقابل سه گانه روی کارایی مصرف آب دانه ریحان معنی دار نشده و تمام تیمارها در یک سطح قرار گرفتند. با این حال بیشترین میانگین در تیمار  $S_1I_2F_2$  (0/37) کیلوگرم بر مترمکعب) بدست آمد.

### نتیجه گیری

نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که تیمار آبیاری اثر معنی داری روی خصوصیات رشد گیاه ریحان داشته و با افزایش تنش بر گیاه ریحان به علت کمبود رطوبت لازم برای رشد مطلوب گیاه منجر به کاهش صفات مورد بررسی و حصول نامطلوب شاخص‌های رشد شده است. به طور کلی، نتایج نشان داد که تیمار کودی بر روی عملکرد ریحان موثر است به طوری که نتایج جدول آنالیز واریانس عملکرد دانه در بوته نشان داد که تیمار آبیاری اثر معنی داری روی عملکرد دانه داشته است درحالی که بافت خاک و کود اثر معنی داری نداشته ولی اثر متقابل بافت خاک، کود و آبیاری روی عملکرد دانه معنی دار شده است، به طوری که بیشترین میانگین عملکرد دانه در بوته، در تیمار با کلاس بافت خاک لومی، آبیاری کامل و کود با غلظت 100 درصد ( $S_2I_1F_1$ ) به میزان 42/13 گرم بر متر مربع بدست آمد.

همچنین، کمترین میزان عملکرد دانه در بوته از تیمار  $S_1I_3F_3$  (5/71) گرم بر متر مربع) بدست آمد. بیشترین میزان اسانس گیاه ریحان در تیمار کم آبیاری و تیمار کودی با غلظت 100 درصد بدست آمد. همچنین، بیشترین میزان کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد تر و خشک در تیمار  $S_2I_3F_3$  به میزان 2/06 و 0/37 کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. درحالی که بیشترین کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد دانه در تیمار  $S_1I_2F_2$  (0/37) کیلوگرم بر مترمکعب) بدست آمد.

میانگین‌های اثر متقابل تیمارهای سه گانه جدول (11) نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار  $S_2I_3F_3$  به میزان 2/06 کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد در حالی که کمترین کارایی مصرف آب در تیمار  $S_1I_1F_3$  (0/34) کیلوگرم بر مترمکعب) بدست آمد. حمزه زاده و همکاران (1390) در پژوهشی که روی کارایی مصرف آب گیاه ریحان رقم کشکنی لولو انجام دادند که نتایج آن‌ها نشان داد که کارایی مصرف آب بیشینه ( $WUE_{max}$ ) در عملکرد بیشینه اتفاق نمی افتد. همچنین، نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد که مقدار تبخیر- تعرق در شرایط عملکرد بیشینه هشت درصد بیشتر از تبخیر- تعرق در شرایط کارایی مصرف آب بیشینه بوده، در صورتی که مقدار عملکرد 4/2 درصد افزایش یافته است.

### کارایی مصرف آب حسب عملکرد خشک برگ ( $WUE_{dry}$ )

نتایج آنالیز واریانس کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد خشک برگ ریحان در جدول (10) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری، بافت خاک و اثر متقابل سه گانه، اثر معنی داری روی کارایی مصرف آب دارد به طوری که در سطح یک درصد معنی دار شده است. در حالی که تیمار کودی معنی دار نشده است. همچنین، مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای سه گانه جدول (11) روی  $WUE_{dry}$  نشان داد که بیشترین میانگین کارایی در تیمار  $S_2I_3F_3$  (0/37) کیلوگرم بر مترمکعب) و کمترین کارایی مصرف آب در تیمار  $S_2I_1F_3$  (0/05) کیلوگرم بر مترمکعب) بدست آمد.

### کارایی مصرف آب حسب عملکرد دانه ( $WUE_{seed}$ )

نتایج آنالیز واریانس کارایی مصرف آب بر حسب عملکرد دانه ریحان در جدول (10) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فقط تیمار کودی اثر معنی-

جدول 10- نتایج آنالیز واریانس کارایی مصرف آب (WUE)

منابع تغییر	درجه آزادی	بر حسب عملکرد تر	بر حسب عملکرد خشک برگ	بر حسب عملکرد دانه
بلوک	2	0/0028 <sup>ns</sup>	0/0002 <sup>ns</sup>	0/012 <sup>ns</sup>
خاک (S)	1	1/03 <sup>**</sup>	0/032 <sup>**</sup>	0/013 <sup>ns</sup>
آبیاری (I)	2	0/33 <sup>**</sup>	0/017 <sup>**</sup>	0/008 <sup>ns</sup>
کود (F)	2	0/11 <sup>*</sup>	0/003 <sup>ns</sup>	0/035 <sup>*</sup>
اثر متقابل S*I	2	0/14 <sup>*</sup>	0/006 <sup>*</sup>	0/003 <sup>ns</sup>
اثر متقابل S*F	2	0/09 <sup>ns</sup>	0/003 <sup>ns</sup>	0/017 <sup>ns</sup>
اثر متقابل I*F	4	0/47 <sup>**</sup>	0/013 <sup>**</sup>	0/001 <sup>ns</sup>
اثر متقابل S*I*F	4	1/05 <sup>**</sup>	0/035 <sup>**</sup>	0/007 <sup>ns</sup>
خطا	36	0/032	0/0012	0/008

جدول 11- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه بر کارایی مصرف آب

WUE <sub>seed</sub> (kg.m <sup>-3</sup> )	WUE <sub>dry</sub> (kg.m <sup>-3</sup> )	WUE <sub>wet</sub> (kg.m <sup>-3</sup> )	F	I	S
0/33 <sup>a</sup>	0/11 <sup>def</sup>	0/69 <sup>def</sup>	1		
0/33 <sup>a</sup>	0/13 <sup>def</sup>	0/76 <sup>def</sup>	2	1	
0/29 <sup>a</sup>	0/14 <sup>def</sup>	0/82 <sup>cdef</sup>	3		
0/33 <sup>a</sup>	0/13 <sup>def</sup>	0/73 <sup>def</sup>	1		
0/37 <sup>a</sup>	0/09 <sup>ef</sup>	0/58 <sup>ef</sup>	2	2	1
0/21 <sup>a</sup>	0/25 <sup>bc</sup>	1/32 <sup>bc</sup>	3		
0/22 <sup>a</sup>	0/13 <sup>def</sup>	0/70 <sup>def</sup>	1		
0/28 <sup>a</sup>	0/16 <sup>cde</sup>	0/84 <sup>cdef</sup>	2	3	
0/23 <sup>a</sup>	0/13 <sup>def</sup>	0/76 <sup>def</sup>	3		
0/35 <sup>a</sup>	0/20 <sup>bcd</sup>	1/18 <sup>bcd</sup>	1		
0/28 <sup>a</sup>	0/15 <sup>cdef</sup>	0/94 <sup>cde</sup>	2	1	
0/16 <sup>a</sup>	0/05 <sup>f</sup>	0/34 <sup>f</sup>	3		
0/30 <sup>a</sup>	0/20 <sup>bcd</sup>	1/13 <sup>bcd</sup>	1		
0/22 <sup>a</sup>	0/29 <sup>ab</sup>	1/65 <sup>ab</sup>	2	2	2
0/22 <sup>a</sup>	0/15 <sup>cdef</sup>	0/84 <sup>cdef</sup>	3		
0/32 <sup>a</sup>	0/15 <sup>cdef</sup>	0/83 <sup>cdef</sup>	1		
0/22 <sup>a</sup>	0/15 <sup>def</sup>	0/84 <sup>cdef</sup>	2	3	
0/19 <sup>a</sup>	0/37 <sup>a</sup>	2/06 <sup>a</sup>	3		

## فهرست منابع

1. بیوندی، م.، پرنده، ه.، و میرزا، م. 1390. مقایسه تأثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر پارامترهای رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ریحان *Ocimum Basilicum*. مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی - ملکولی. 1 (4): 89-99.
2. تهمی زرنندی، م. ک.، رضوانی مقدم، پ.، و جهان، م. 1389. مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. 2 (1): 63-74.
3. دادوند سراب، م. ر.، نقدی بادی، ح.، نصری، م.، مکی زاده، م.، و امید، ح. 1387. تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر تراکم و کود نیتروژن. فصلنامه گیاهان دارویی. 7 (3): 60-70.

4. سپاسخواه، ع. ر.، توکلی، ع. ر.، و موسوی، س. ف. 1385. اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. 288 صفحه.
5. علیزاده، ا. 1383. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد مقدس. چاپ چهارم. 326 صفحه.
6. فرزانه، ا.، غنی، ع.، و عزیزی، م. 1389. اثر تنش آبی بر ویژگی‌های ظاهری، عملکرد و درصد اسانس در گیاه ریحان (رقم کشکنی لو لو) (*keshkeni luvelou*). مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. 17 (1): 103-111.
7. کشاورز، ع.، و صادق زاده، ک. 1379. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران اقتصادی وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه سازی مصرف آب. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. 29 صفحه.
8. حمزه‌زاده، م.، فتحی، پ.، جوادی، ت.، و حسینی، ع. 1390. بررسی تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر کارایی مصرف آب در گیاه ریحان رقم کشکنی لولو با استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). 25 (5): 953-960.
9. 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.
10. 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.
11. 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
12. 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.
13. 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.
14. Letchamo, W., and Gosseline, A. 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. *J. Hort. Sci.*, 71: 123-134.
15. Naderi, M.R. and Abedi, A. 2012. Application of nanotechnology in agriculture and refinement of environmental pollutants. *J. Nanotech*, 11(1):18-26. (In Persian).
16. 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.
17. Omidbaigi, R. 1997. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants. Vol two. Tarrahane Nashr Publication. Tehran.
18. Ozcan, M., Derya, A.M., and Unver, A. 2005. Effect of drying methods on the mineral content of Basil (*Ocimum basilicum*). *J. Food Engine.*, 69: 375-379.
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. 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.
21. 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.
22. Vömel, A., and Ceylan, A. 1997. The cultivation of some medicinal plants in Aegean region. *J. Natural Sci.*, 1: 69 - 73.