نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۱(۳۳)، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۲۰-۱

بررسی برخی شاخص‌های رشد، روابط آبی و عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری و کودهای مختلف

احمد قنبری[۱]، جمیله باردل[۲*] و مصطفی خواجه[۳]

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی بر عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی زیره سبز، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. عامل اصلی در دو سطح آبیاری با آب معمولی و آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر، و عامل فرعی نوع کود مصرفی شامل شاهد، کود شیمیایی، کود دامی و تغذیه تلفیقی بودند. شاخص‌های رشد گیاه به روش آنالیز رشد طی چهار نوبت نمونه‌گیری پس از مرحله استقرار گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش غلظت نمک‌های محلول در آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر تأثیر معنی‌داری در کاهش ماده خشک، دوام زیست‌توده، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و محتوی نسبی رطوبت در اندام هوایی و ریشه و عملکرد در برابر افزایش شاخص نقصان آب نسبت به حالت اشباع اندام هوایی و ریشه داشت. همچنین، نتایج نشان داد کاربرد کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های رشد، محتوای رطوبت نسبی و عملکرد زیره سبز در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها گردد. به‌طوری‌که، بالاترین میزان ماده خشک تحت تأثیر برهمکنش عوامل آزمایش در ۱۰۵ روز پس از کاشت از تیمار کوددهی تلفیقی در شرایط آبیاری با آب معمولی (۰/۵۴۴ گرم در هر گیاه) به دست آمد. این امر می‌تواند با تأکید بر نقش کودهای آلی در تأمین متعادل عناصر کم‌نیاز و پرنیاز برای گیاه، مصرف یک‌جانبه کودهای شیمیایی در مزارع را کاهش دهد بدون آن‌که شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه کاهش یابد.

واژگان کلیدی: پارامترهای رشد، شوری، عملکرد، کودهای آلی و معدنی.

۱- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) jamileh.bardel@yahoo.com

۳- دانشیار گروه شیمی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۹

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین موانع در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک است. گیاهان مختلف توانایی‌های متفاوتی در محیط‌های شور از خود نشان می‌دهند. در بین گیاهان، تفاوت در قدرت مقاومت به شوری نه تنها در میان جنس‌ها و گونه‌ها بلکه حتی در میان گیاهان مربوط به یک گونه نیز مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، کمیابی منابع آب به همراه آمار رو به رشد جمعیت و افزایش تقاضای آب در بخش صنعت، استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین را در کشاورزی ضروری نموده است (Chartzoulakis, 2005). شوری از طریق تأثیر بر چندین مکانیزم از قبیل تنظیم فشار اسمزی، فتوسنتز، کاهش سطح برگ و کاهش آب قابل دسترس، رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Dadkhah and Griffith, 2006; Parida and Dass, 2005). واکنش گیاه در برابر شوری به‌صورت یک مدل دو مرحله‌ای گزارش شده است. در آغاز، وجود نمک در محیط ریشه سبب نوعی خشکی فیزیولوژیکی می‌گردد که عامل اصلی کاهش رشد سلول‌ها است. اما به تدریج تجمع املاح در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و به حد سمیت می‌رسد (De-Herralde *et al*., 1998).

وضعیت رطوبت نسبی بافت‌های گیاهی در شرایط تنش یکی از عوامل تعیین کننده ادامه حیات گیاه هنگام مواجهه با تنش‌ها است. محتوای نسبی آب به‌عنوان معیاری قابل اعتماد برای سنجش وضعیت آب در بافت‌های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد، زیرا محتوای نسبی آب از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می‌تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد (Schonfeild *et al*., 1988).

اکثر گزارش‌ها حاکی از آن است که شوری سبب کاهش رشد، تولید ماده خشک و عملکرد در گیاهان می‌شود (Rahimi, 2011; Dadkhah and Griffith, 2006). سرعت رشد محصول به بهترین شکل، مفهوم رشد را می‌رساند و با بیان سرعت رشد در واحد سطح زمین، اثر متقابل تنفس و فتوسنتز نشان داده می‌شود. رحیمی (Rahimi, 2011) تأثیر شوری (سطوح ۰، ۹، ۱۵ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر) را بر سه گونه دارویی اسفرزه اواتا[۱]، پسیلیوم[۲] و بارهنگ کبیر[۳] را مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمود با افزایش سطوح شوری تجمع ماده خشک، سرعت رشد و سرعت رشد نسبی کاهش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش، سرعت رشد نسبی بالاتر بارهنگ کبیر نسبت به دو گونه دیگر در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر و حفظ سطح برگ بود.

گزارش‌ها حاکی از این است که شوری سبب کاهش عملکرد و صفات رشدی نظیر ماده خشک، محتوای نسبی رطوبت در اکالیپتوس[۴] (Assareh *et al*., 2007)، زنیان[۵] (Ashraf and Orooj, 2006) و توت‌فرنگی (Rahimi *et al*., 2011) شده است.

با وجود این‌که نیاز به تولید فشرده روی زمین‌های موجود، به افزایش شدت مصرف انواع کودها منجر شده (Sadeghzade-Hemayati *et al*., 2006) اما تحت کشاورزی فشرده، کاربرد کود شیمیایی به تنهایی مفید نیست؛ زیرا منجر به تخریب خاک، کاهش ماده آلی، عدم تعادل اسیدیته و عناصر غذایی خاک می‌شود. پاسخ گیاه زراعی به کود شیمیایی بستگی به ماده آلی خاک دارد که از طریق برگشت طبیعی ریشه، کلش و گره‌های ریشه یا کاربرد

۱- *Plantago ovata*

۲- *P. psyllium*

۳- *P. major*

۴- *Eucalyptus sargentii*

۵- *Carum capticum*

کودهای دامی صورت می‌گیرد (Sharma and Mittra, 1991). نتایج تحقیقات ثابت کرده‌اند که عملکرد بالا و پایدار می‌تواند با استفاده از کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی به‌دست آید (Akbarinia *et al.*,2003). صادق‌زاده حمایتی و همکاران (Sadeghzade-Hemayati *et al.*, 2006) معتقدند مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم) و فسفر (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) علاوه بر افزایش صفات رشدی گیاه (وزن خشک برگ، آهنگ رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و دوام زیست‌توده)، زمان رسیدن به حداکثر زیست‌توده را نیز تسریع نمود، در حالی که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش عملکرد بذر چغندرقند گردید. شمس و همکاران (Shams *et al.*, 2012) نیز مشاهده نمودند بالاترین مقادیر شاخص‌های رشد آویشن از کاربرد ۱۵۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر حاصل شد. ولدآبادی و همکاران (Valadabadi *et al.*, 2009) گزارش نمودند کودهای آلی (از منبع کودهای زیستی) و کود شیمیایی فسفر توانست در دورهای آبیاری بالاتر، طی ۷ مرحله نمونه‌برداری شاخص‌های فیزیولوژیکی گشنیز را بهبود دهد.

شاخص‌های رشد در تعیین چگونگی رشد و اجزای عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Rahimi, 2011). همچنین، به دلیل رویش تعداد زیادی از گیاهان دارویی در مناطق شور، شناخت واکنش صفات رشدی گیاهان دارویی اهمیت دارد. هدف از این بررسی برخی شاخص‌های رشد، روابط آبی و عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری و کودهای مختلف بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل کیفیت آب آبیاری در ۲ سطح (آبیاری با آب معمولی و آبیاری با آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان عامل اصلی و نوع کود مصرفی شامل شاهد، کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم اوره، ۴۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۴۰ تن در هکتار کود دامی و تغذیه تلفیقی به میزان نصف مقادیر یاد شده به عنوان عامل فرعی بود. مشخصات خاک مزرعه و آب‌های مورد استفاده در آزمایش، مطابق جداول ۱ و ۲ است. پس از آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک و لولر) در هر تکرار ۲ کرت اصلی برای عامل اصلی و در هر کرت اصلی، ۴ کرت کوچک (۳×۲ متر) جهت سطوح کودی ایجاد شد. فواصل بین تکرارها و کرت‌های بزرگ ۱/۵ متر و فاصله بین واحدهای آزمایشی کوچک ۰/۵ متر بود که جهت تخمین بدون اریب میانگین تیمارها و اشتباه آزمایشی، اختصاص تیمارها در واحدهای آزمایشی به صورت تصادفی صورت گرفت. عملیات کاشت زیره سبز توده بومی زابل در ۱۳۹۱/۱۰/۲۰ در ۶ ردیف به فاصله ۳۰ سانتی‌متر به روش خشکه‌کاری (بلافاصله آبیاری) صورت گرفت. کود دامی قبل از کاشت و کودهای شیمیایی همزمان با کاشت (جز نیتروژن در دو نوبت همزمان با کاشت و در اواخر دوره رشد رویشی-گلدهی معادل ۸۶ روز پس از کاشت) اضافه گردید. با توجه به شرایط اقلیمی سیستان، مزرعه دچار آفت یا بیماری خاصی نگردید. پس از مرحله استقرار، سه نوبت آبیاری با آب شور طبیعی در ۶۷، ۹۱ و ۱۰۴ روز پس از کاشت (به‌ترتیب در اواخر دوره رشد رویشی، گلدهی و پرشدن دانه) انجام شد. عملیات برداشت زیره سبز در اواسط اردیبهشت ماه ۹۲ زمانی

که رنگ شاخ و برگ زرد مایل به قهوه‌ای بود، از سطحی معادل ۵ متر مربع از هر کرت جمع‌آوری شده و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

پارامترهای رشد شامل ماده خشک[۱]، دوام زیست‌توده[۲]، سرعت رشد[۳]، سرعت رشد نسبی[۴] از داده‌های حاصل از ۴ نوبت نمونه‌برداری طی فصل رشـــد (۷۱، ۸۱، ۹۳ و ۱۰۵ روز پس از کاشت) که به‌ترتیب مصادف با اواخر دوره رشد رویشی، گلدهی کامل، پر شدن دانه و تغییر رنگ دانه‌ها به قهوه‌ای کم‌رنگ بود، محاسبه گردید. نمونه‌برداری از ۴ گیاه و از قسمت‌های غیر حاشیه به‌صورت تصادفی و آنالیز صفات مرتبط با رشد بر اساس روابط زیر انجام شد. پس از هر نوبت نمونه‌گیری، گیاهان در پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و سپس وزن خشک آنها با ترازوی آزمایشگاهی Satorius مدل CP225D تعیین گردید.

دوام زیست‌توده (BMD) بیان‌کننده توسعه و در نهایت حصول ماده خشک در نتیجه انجام فرآیندهای آنابولیکی و کاتابولیکی طی دوره زمانی مشخص می‌باشد. اگر سطح زیر منحنی تولید بیوماس در واحد زمان محاسبه شود، دوام زیست‌توده در رابطه با زمان به دست می‌آید که نشان‌دهنده دوام وزن ماده خشک در طول دوره رشد گیاه است. واحد آن گرم در روز یا گرم در هفته است و با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2007):

$$BMD = \frac{W2 - W1}{2} \times (T2 - T1)$$ معادله ۱

سرعت رشد محصول (CGR) بامعناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در عالم گیاهی است که میزان تجمع ماده خشک یک جامعه گیاهی را در واحد زمانی مشخص و در واحد سطح زمین بر حسب گرم بر متر مربع در روز ($g.m^{-2}.day^{-1}$) نشان می‌دهد که با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2007):

$$CGR = \frac{1}{GA} \times \frac{W2 - W1}{T2 - T1}$$ معادله ۲

سرعت رشد نسبی (RGR) عبارت از سرعت افزایش ماده خشک در واحد زمان و واحد وزن خشک اولیه گیاه است. این پارامتر در واقع بیان‌کننده تغییرات وزن خشک گیاه نسبت به وزن خشک اولیه در واحد زمان بوده و بر حسب گرم بر گرم در روز ($g.g^{-1}.day^{-1}$) می‌باشد و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Dadkhah and Griffith, 2006; Rahnama, 2007):

$$RGR = \frac{\mathbf{Ln\,W2 - Ln\,W1}}{\mathbf{T2 - T1}}$$ معادله ۳

در معادله‌های بالا، GA: سطح زمین اشغال‌شده توسط گیاه در نمونه‌گیری، W_2-W_1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی، LnW_1 و LnW_2 به‌ترتیب نشان‌دهنده لگاریتم ماده خشک تولیدی در دوره اول و دوم نمونه‌برداری، و T_2-T_1: فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی است.

تحلیل روابط آبی گیاه بر اساس شناخت وضعیت آب در داخل گیاه است. مقدار آب نسبی[۵] و کمبود آب نسبت به حالت اشباع[۶] در شمار برخی از روش‌های کمی تعیین آب گیاه است (Rahnama, 2007). محتوای نسبی آب اندام هوایی و ریشه بر

۱- Dry Weight (DW)
۲- Biomass Duration (BMD)
۳- Crop Growth Rate (CGR)
۴- Relative Growth Rate (RGR)
۵- Relative Water Content (RWC)
۶- Water Saturation Deficient (WSD)

اساس روش سیلورا و همکاران (Silveira *et al.*, 2003) و نقصان آب نسبت به حالت اشباع به روش اساره و همکاران (Assareh *et al.*, 2007) از معادله‌های زیر به‌دست آمد.

$$RWC = \frac{wf - wd}{wt - wd} \times 100$$ معادله ۴

در این معادله، wf: وزن تر نمونه گیاهی، wd: وزن خشک و wt: وزن آماس می‌باشد.

$$WSD = 100 - RWC$$ معادله ۵

برای محاسبه مؤلفه نقصان آب نسبت به حالت اشباع، کمبود آب نسبت به ۱۰۰ درصد رطوبت بافت گیاهی درنظر گرفته شد (Rahnama, 2007).

تجزیه آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و MSTATC، و مقایسات میانگین با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

روند تجمع ماده خشک: تغییرات وزن خشک کل گیاه تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری از روند نسبتاً مشابهی پیروی کرد (شکل ۱). با گذشت زمان میزان تجمع ماده خشک، روندی افزایشی داشت اما در انتهای دوره آزمایش همراه با ریزش برگ‌ها از مقدار آن کاسته شد. شوری آب آبیاری وزن کل ماده خشک گیاهان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد؛ به طوری که در انتهای دوره آزمایش، وزن ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت تنش شوری نسبت به وزن خشک گیاهان تحت تیمار آبیاری با آب معمولی ۲۶/۳۲ درصد کاهش نشان داد. درصد کاهش وزن خشک گیاه در ۱۲ روز پایانی دوره رشد در مقایسه با ۹۳-۷۱ روز پس از کاشت، کمتر بود (شکل ۱)، که ممکن است به علت اختلال بیشتر در جذب مواد غذایی در مراحل اولیه تنش و بهبود در جذب مواد غذایی بعد از سازگارشدن گیاهان به شوری در مراحل بعدی باشد (Dadkhah and Griffith, 2006). از دیدگاه پسرکلی و توکر (Pessarakli and Tucker, 1988) نیز اختلاف در جذب نیتروژن در گیاهان گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری در مراحل اولیه رشد بیشتر از مراحل بعدی بود. تجمع ماده خشک در حقیقت تبدیل نور به زیست‌توده طی فرآیند فتوسنتز می‌باشد که خود در ارتباط با سطح فتوسنتزکننده و به تبع آن جذب نور فعال فتوسنتزی است. از سوی دیگر، کاهش محتوای کلروفیل‌ها و کارتنوئید برگ‌ها تحت تنش شوری، کلروز برگ و ریزش و در نهایت کاهش سطح فتوسنتزکننده از اثرات معمول شوری عنوان شده است (Parida and Dass, 2005). به نظر می‌رسد سرعت افزایش و تجمع ماده خشک بالاتر در آبیاری با آب معمولی به دلیل بالابودن سطح فتوسنتزکننده و به تبع آن جذب نور فعال فتوسنتزی بوده است. بنابراین، با افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر و به واسطه اثر آن بر کاهش سطح سبز، میزان فتوسنتز و طول دوره اسیمیلاسیون در نهایت تجمع ماده خشک در تیمار کیفیت پایین آب کاهش یافت. در این ارتباط گزارش‌های رحیمی (Rahimi, 2011) در سه گونه دارویی اسفرزه اواتا، پسیلیوم و بارهنگ کبیر وجود دارد.

روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای مختلف کودی نشان داد که میزان آن در شرایط کاربرد، بیشتر از عدم کاربرد بود. با مصرف کودهای شیمیایی و دامی در کلیه مراحل به ماده خشک افـزوده شد، به‌طوری‌که سیستم کوددهی تلفیقی به‌صورت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی کامل در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی در ۹۳ روز پس از کاشت، به حداکثر وزن خشک کل در بوته (۱/۰۷۹

گرم) منجر شد. در شرایط عدم کاربرد کود نیز حداکثر ماده خشک به میزان ۰/۸۱۸ گرم در بوته در همین زمان از دوره رشد گیاه به‌دست آمد (شکل ۲). بر اساس گزارش‌های شمس و همکاران (Shams *et al.*, 2012) حداکثر تولید ماده خشک آویشن، با افزایش سطح مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به‌ترتیب تا میزان ۱۵۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در ترکیب با یکدیگر به‌دست آمده است. همچنین بیان شده است که استفاده از کودهای دامی با تأمین اکثر نیازهای غذای پرمصرف و کم‌مصرف گیاه، افزایش ظرفیت نگهداری آب و حاصلخیزی خاک از طریق افزایش ماده آلی شرایط رشد مطلوبی ایجاد می‌نماید (Daneshian *et al.*, 2009). بنابراین، مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود دامی از طریق اثر مکملی منجر به تولید وزن خشک بالاتر در گیاهان گردید.

تجمع ماده خشک گیاه تحت تأثیر برهمکنش کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی در ۸۱ و ۱۰۵ روز پس از کاشت نشان داد حداکثر ماده خشک در کلیه کودهای مصرفی از شرایط آبیاری با آب معمولی به‌دست آمده است. به‌طوری‌که بالاترین میزان ماده خشک در ۸۱ روز پس از کاشت به‌ترتیب از تیمارهای کوددهی تلفیقی (۰/۷۹۳) و کاربرد جداگانه کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار (۰/۷۸۲ گرم در هر گیاه) بود. مقادیر وزن خشک تولیدی برای تیمارهای مشابه در ۱۰۵ روز پس از کاشت به‌ترتیب ۰/۵۴۴ و ۰/۵۳۷ گرم در هر گیاه بود (شکل ۳ و ۴). علت آن می‌تواند بالاتر بودن میزان سطح فتوسنتزکننده و انتقال مواد به اندام‌های مختلف باشد.

روند تغییر دوام زیست‌توده: پارامتر دوام زیست‌توده بیان‌کننده پایداری وزن خشک تولیدی در طول دوره رشد است که معمولاً بر حسب گرم در روز بیان می‌شود. در پژوهش حاضر روند تغییرات دوام وزن خشک تقریباً مشابه تجمع وزن خشک بود و حداکثر این شاخص در دوره رشد ۹۳-۸۱ روز پس از کاشت، مربوط به رژیم آبیاری با آب معمولی (۱۰/۷۸ گرم در روز) بود که با افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر، به ۷/۸۳ گرم در روز تنزل نمود (شکل ۵). در این رابطه، می‌توان تأثیرپذیری مستقیم دوام زیست‌توده از وزن خشک کل گیاه، و کاهش وزن خشک در اثر کاهش رشد، سطح فتوسنتز کننده و میزان تولیدات فتوسنتزی را بیان نمود. مشابه روند تغییرات وزن خشک کل در ۱۰۵-۹۳ روز پس از کاشت (شکل ۱)، شاخص دوام زیست‌توده در اثر کاهش وزن خشک کل ناشی از پیری گیاه و ریزش خفیف برگ‌ها، کاهش نشان داد (شکل ۵).

مطابق شکل ۶، مصرف جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی در مقایسه با عدم کاربرد آنها با افزایش دوام زیست‌توده همراه شد. مصرف جداگانه و تلفیقی کودهای معدنی و آلی نسبت به یکدیگر مزیت چندانی نداشته، بلکه تغذیه تلفیقی اثر کارآتری داشت. چنین به نظر می‌رسد کاربرد کود شیمیایی کامل در تلفیق با کود دامی از طریق تداوم سطح سبز گیاه در طول دوره رشد و به تبع آن افزایش تولیدات فتوسنتزی و در نهایت ماده خشک، تأثیر قطعی‌تری بر تولید زیست‌توده گیاهی داشت. در مجموع، حداکثر شاخص دوام وزن خشک در دوره رشد ۹۳-۸۱ روز پس از کاشت از سیستم کوددهی تلفیقی به میزان ۱۰/۶۹ گرم در روز بود که پس از آن تیمارهای کود دامی، شیمیایی و شاهد به‌ترتیب با ۷/۷۶، ۱۵/۶۹ و ۴۵/۲۴ درصد کاهش در رتبه‌های بعدی قرار گرفت (شکل ۶).

روند تغییر سرعت رشد محصول: سرعت رشد محصول میزان تجمع ماده خشک در طی زمان در واحد سطح زمین را نشان می‌دهد. الگوی سرعت رشد

زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری یکسان بود. سرعت رشد محصول از آغاز مراحل نمونه‌برداری رو به افزایش داشته و در نتیجه افزایش سطح فتوسنتز کننده و گسترده‌شدن چترها (در زیره سبز گل‌آذین نیز قابلیت فتوسنتز دارد) در زمان ۹۳-۸۱ روز پس از کاشت به حداکثر خود (۱/۸۵ گرم بر مترمربع در روز) رسید، سپس سیری نزولی نشان داد و به صفر رسید (شکل ۷). زمانی که سرعت رشد محصول به مرز صفر می‌رسد بدین معناست که وزن خشک کل گیاه ثابت شد. پس از آن به علت اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه، کاهش سطح برگ (پیری و ریزش خفیف برگ‌ها) این شاخص روند کاهشی خود را ادامه داد. در این ارتباط بیان شده است با گذشت زمان بر بافت‌های غیرزنده گیاه افزوده می‌شود که موجب افزایش تنفس نسبت به فتوسنتز شده و در نهایت منجر به کاهش سرعت رشد محصول می‌گردد (Valadabadi *et al*., 2009). در رژیم آبیاری با آب معمولی افزایش ماده خشک گیاهی با سرعت بیشتری انجام شد که خود ناشی از حفظ سطح سبز و ادامه فتوسنتز است. با افزایش غلظت نمک در محیط رشد به دلیل اثرات اسمزی شوری ممکن است گیاه با درجاتی از تنش کم‌آبی و در نتیجه کاهش سرعت رشد مواجه شده باشد (Parida and Dass, 2005). کاهش سرعت رشد محصول به دنبال افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری، ممکن است در اثر پژمردگی برگ‌ها و هم‌چنین تأثیر سوء نمک در جهت تبدیل بافت‌های فعال متابولیکی به بافت‌های ساختمانی باشد (Dadkhah and Griffith, 2006).

در بین تیمارهای نوع کود مصرفی، سرعت رشد محصول در مراحل اولیه نمونه‌برداری (۸۱-۷۱ روز پس از کاشت) سیر صعودی داشت که سرعت رشد محصول در این دوره رشد به‌ترتیب در تیمارهای شاهد، کود شیمیایی، دامی و تلفیقی ۰/۰۴۴، ۰/۰۷۳، ۰/۰۸۶ و ۰/۰۸۴ گرم بر مترمربع در روز بود. حداکثر سرعت رشد گیاه زمانی ایجاد می‌شود که پوشش گیاهی و از جمله پوشش برگ در سطح مزرعه کامل شود. در این زمان توانایی تولید ماده خشک و تبدیل انرژی خورشیدی در جامعه گیاهی به اوج خود می‌رسد (Daneshian *et al*., 2009). آهنگ رشد گیاه پس از دست‌یابی به حداکثر مقدار خود (۲/۰۹ گرم بر مترمربع در روز) در نتیجه مصرف کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار با ۲۰ تن در هکتار کود دامی در دوره رشد ۹۳-۸۱ روز پس از کاشت، به تدریج تا پایان فصل رشد کاسته گردید. در مجموع در ۱۰۵-۸۱ روز پس از کاشت، تیمار تغذیه تلفیقی آهنگ رشد بالاتری از نظر مقدار عددی داشته و سایر تیمارها در گروه‌های پایین‌تری قرار گرفت (شکل ۸). نتایج تحقیقات سایر پژوهندگان نیز نشان می‌دهد تأمین عناصر غذایی پرنیاز و کم‌نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند از دلایل افزایش سرعت رشد گیاه به واسطه بهبود شرایط رشد از جمله افزایش سطح فتوسنتزکننده و سرعت رشد گیاه در اثر مصرف کود دامی (Daneshian *et al*., 2009) و کودهای شیمیایی نظیر فسفر و نیتروژن (Sageghzade-Hemayati *et al*., 2006) باشد.

سرعت رشد نسبی: این شاخص بیان‌کننده میزان افزایش وزن خشک گیاه نسبت به وزن خشک اولیه در واحد زمان است و بر حسب گرم بر گرم در روز بیان می‌شود (Rahnama, 2007). همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود تغییرات سرعت رشد نسبی زیره سبز در دو سطح کیفیت آب آبیاری در طول فصل رشد، به صورت روند کاهشی بوده است. شدت کاهش سرعت رشد نسبی با پیشرفت به اواخر دوره رشد در ۱۰۵-۹۳ روز پس از کاشت روند کاهشی داشت. بالاترین میزان سرعت رشد نسبی (۰/۱۴۳

گرم بر گرم در روز) در ۸۱-۷۱ روز پس از کاشت بود (شکل ۹). علت کاهش سرعت رشد نسبی، این است که گرچه با گذشت زمان وزن خشک کل گیاه افزایش می‌یابد ولی قسمت عمده این افزایش مربوط به بافت‌های بالغ و مسن بوده که فعالیت متابولیکی خود را از دست داده‌اند. بنابراین با گذشت زمان از بافت‌های فعال و جوان کاشته‌شده اما بر بافت‌های مسن افزوده شده و در نتیجه سرعت رشد نسبی که همان کارآیی وزن گیاه می‌باشد، کاهش می‌یابد (Rahimi, 2011). سرعت رشد نسبی زیره سبز در تیمار آبیاری با آب شور کمتر بود (شکل ۹). طی شروع و افزایش تنش شوری، فرآیندهای اصلی گیاه مانند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، متابولیسم چربی و انرژی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و مجموع این عوامل باعث کاهش رشد و تولید ماده خشک می‌گردد. نتایج مشابهی در رابطه با کاهش سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در گیاه توت‌فرنگی با افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری گزارش شده است (Rahimi *et al*., 2011).

مقدار سرعت رشد نسبی زیره سبز تحت تأثیر کودهای مصرفی در اوایل مراحل نمونه‌برداری نسبت به انتهای دوره رشد، حداکثر و پس از آن به‌واسطه افزایش نسبت بافت‌های از رشد بازمانده، روند کاهشی در پیش گرفت. حداکثر سرعت رشد نسبی در سطوح تیمارهای شاهد، کود شیمیایی، کود دامی و تغذیه تلفیقی به‌ترتیب معادل ۰/۱۱۲، ۰/۱۴۱، ۰/۱۳۸ و ۰/۱۴۵ گرم بر گرم در روز بود. بنابراین، کاربرد کود به‌ویژه مصرف کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با عدم کود، منجر به افزایش سرعت رشد نسبی شد (شکل ۱۰). در ارتباط با تأثیر مثبت کود دامی در گیاه سویا (Daneshian *et al*., 2009) و کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن در آویشن بر سرعت رشد نسبی (Shams *et al*., 2012) در مقایسه با عدم کود، گزارش‌هایی وجود دارد.

مطابق شکل ۱۱، سرعت رشد نسبی زیره سبز در روزهای پایانی رشد (۱۰۵-۹۳ روز پس از کاشت) تحت تأثیر برهمکنش عوامل آزمایش بوده است. در تیمار عدم کود و شرایط آبیاری با آب شور طبیعی مقدار سرعت رشد نسبی (۰/۰۵۸- گرم بر گرم در روز) نسبت به سایر تیمارها منفی‌تر بود، در حالی‌که با توجه به نقش و اهمیت کودهای آلی، کاربرد جداگانه ۴۰ تن در هکتار کود دامی در آبیاری با کیفیت پایین آب (۰/۰۴۶- گرم بر گرم در روز) مقدار مثبت‌تری را نشان می‌دهد.

محتوای نسبی آب اندام هوایی و ریشه: مطابق نتایج مقایسات میانگین، با افزایش غلظت نمک‌های محلول در آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر محتوای نسبی آب اندام هوایی و ریشه به‌ترتیب ۱۸/۵۲ و ۲۰/۱۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۵). محتوای نسبی آب وضعیت روزنه‌ها و تعرق برگ‌ها را بهتر منعکس می‌کند. تنظیم اسمزی از علایم پاسخ به تنش اسمزی می‌باشد و در شرایط کمبود آب ناشی از هر گونه تنش، پتانسیل اسمزی کاهش یافته و در نتیجه محتوای نسبی آب کمتر می‌شود. این پدیده پاسخی غیرفعال در مقابل تنش است. محتوی نسبی آب با شاخص‌های فیزیولوژیکی نظیر وزن خشک اندام گیاهی، سرعت رشد محصول همبستگی دارد (Kafi and Mahdavi-Damghani, 2002). موارد ذکرشده در این پژوهش هماهنگ می‌باشند.

بر اساس نتایج، واکنش رطوبت نسبی اندام هوایی و ریشه زیره سبز تحت تأثیر کودهای مختلف تقریباً مشابه بود (جدول ۴). دامنه تغییرات این شاخص در اندام هوایی ۸۹/۹۵-۵۷/۷۰ و در ریشه ۳۴/۷۸-۲۱/۵۸ درصد بود. بالاترین محتوی نسبی آب در هر دو بخش اندام هوایی (۷۹/۹۹ درصد) و ریشه

(۳۱/۵۵ درصد) از مصرف ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد و بین این تیمار با کاربرد جداگانه ۴۰ تن در هکتار کود دامی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). با توجه به این‌که نمو گیاه وابسته به حاصلخیزی خاک است، بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی بستر کشت در اثر کاربرد کود دامی (Daneshian *et al*., 2009) و اثر آن بر بهبود روابط آبی در اندام هوایی و ریشه زیره سبز متصور است.

نقصان آب نسبت به حالت اشباع اندام هوایی و ریشه: به‌منظور درک بهتر روابط آبی، مؤلفه نقصان آب در مقایسه با حالت اشباع نیز در هر دو بخش اندام هوایی و ریشه زیره سبز بررسی گردید. دامنه تغییرات این مولفه در ریشه (۶۵/۲۲-۷۶/۷۸) در مقایسه با اندام هوایی (۱۰/۰۵-۴۲/۳۰ درصد) بیشتر بود. این موضوع را می‌توان با تماس مستقیم ریشه‌ها با تنش نمک، همچنین حجم آنها مرتبط دانست. در اثر افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری تا سطح ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر مؤلفه کمبود آب به ترتیب در اندام هوایی و ریشه کاهش ۳۲/۵۰ و ۷۳/۴۶ درصدی نشان داد (جدول ۵). بای‌بوردی (Bybordi, 2012) معتقد است وجود نمک در محیط رشد سبب کاهش قدرت جذب آب و میزان آب در گیاه شده، که در نهایت منجر به افزایش کمبود آب در اندام گیاهی می‌گردد.

مصرف کود در مقایسه با عدم کاربرد، با کاهش مؤلفه کمبود آب نسبت به حالت اشباع همراه شد. به‌طوری‌که سیستم کوددهی تلفیقی و کاربرد جداگانه کود دامی در هر دو بخش اندام هوایی و ریشه به خوبی توانست کمبود آب را جبران کند. در حالی‌که تیمار عدم کود بالاترین میزان کمبود آب را به خود اختصاص داد (جدول ۵). با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار میان تغذیه تلفیقی و کاربرد جداگانه کود دامی بر پارامتر مورد بررسی می‌توان این‌طور استنباط نمود که در این ارتباط کود دامی اثر قطعی‌تری داشته است. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد یکی از اثرات سازنده کود دامی افزایش قدرت نگهداری آب در خاک است. اثرات هم‌افزایی کودهای دامی و شیمیایی را نیز می‌توان دلیلی منطقی بر بهبود روابط آبی در گیاه دانست.

عملکرد دانه: تولید دانه حاصل رویدادهای متعدد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی است که موجب گلدهی و تولید دانه می‌گردد. عملکرد محصول می‌تواند به واسطه تأثیر شوری و ایجاد عوارض تغذیه‌ای در حد رضایت‌بخشی نباشد. این تأثیرات می‌تواند ناشی از تأثیرات شوری بر قابلیت دسترسی، رقابت در جذب و انتقال یا توزیع عناصر غذایی در گیاه باشد (Grattan and Greive, 1999). به‌طوری که در شرایط تحقیق کنونی نیز بالاترین میزان عملکرد (۲۳۹/۸۶۶ کیلوگرم در هکتار) از آبیاری با آب معمولی حاصل شد (جدول ۵).

یکی از روش‌های افزایش عملکرد گیاهان مصرف کودها (شیمیایی، آلی و دیگر) برای افزایش سرعت رشد و کارایی فتوسنتزی سطح برگ‌ها است (Rahnama, 2007). بر اساس نتایج، کاربرد جداگانه یا تلفیقی کودهای معدنی و آلی در مقایسه با عدم کاربرد آن، منجر به افزایش عملکرد گردید. این افزایش به‌ترتیب معادل ۱۴/۶۶، ۲۸/۸۹ و ۴۱ درصد نسبت به گیاهان شاهد بود (جدول ۵). اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia *et al*., 2003) گزارش نمودند کمیت و کیفیت محصول تحت تأثیر کودهای دامی و شیمیایی به صورت تلفیقی در گیاه زنیان افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی با افزایش غلظت نمک در محیط ریشه، تجمع ماده خشک، دوام زیست‌توده، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی، رطوبت نسبی در اندام هوایی و ریشه و عملکرد کاهش یافته در حالی‌که مؤلفه نقصان آب افزایش نشان داد. با توجه به اهمیت عناصر غذایی پرمصرف و اثرات قابل‌ملاحظه کود دامی ناشی از بهبود وضعیت بستر کاشت، تکمیل عناصر غذایی در شرایط استفاده از آب شور در آبیاری وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشید. در مجموع می‌توان گفت زیره سبز دارای تحمل نسبی به شوری بوده و پتانسیل آبیاری با آب شور در منطقه وجود دارد. همچنین، کاربرد توأم کود شیمیایی در تلفیق با کود دامی ضمن کاهش نیاز به منابع معدنی کود، مؤثرتر نیز می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات مهم آب‌های مورد استفاده برای آبیاری در آزمایش

Table 1- Importante properties of water used for irrigation in the experiment

	CEC	ESP	SAR	Sodium	Magnesium	Calcium	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	Exchangable Na
					$Meq.l^{-1}$				
آب معمولی (Fresh water)	12.7	0.40	1.85	5.1	3.4	4.2	7.29	0.59	5.08
آب شور (Saline water)	49.4	0.66	8.00	32.7	9.2	7.5	8.01	4.180	32.60

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 2- Some physical and chemical properties of soil

بافت خاک Texture	Sand	Clay	Silt	**پتاسیم** Potassium	**فسفر** Phosphorus	**نیتروژن** Nitrogen	**ماده آلی** Organic matter	pH	EC ($dS.m^{-1}$)
	درصد Percent			**قسمت در میلیون** ppm		**درصد** Percent			
Loamy Sand	42	30	28	148	10.4	0.07	1.63	7.5	1.6

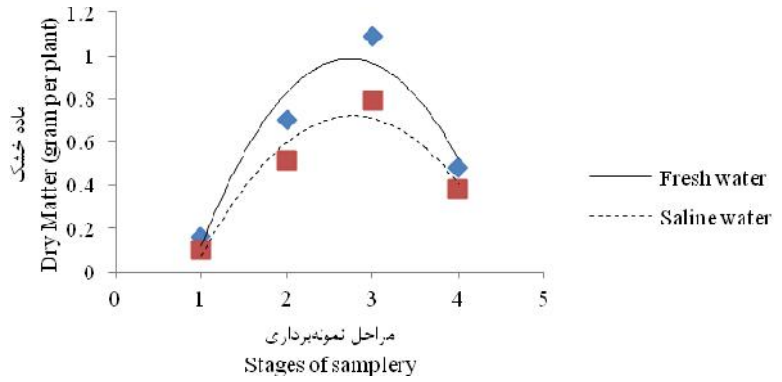
جدول ۳- تجزیه واریانس برخی شاخص‌های رشد زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آبیاری و نوع کود

Table 3- Analysis of variance of some growth parameters in cumin affected by water irrigation's quality and kind of fertilizer

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Means of Square)												
		تجمع ماده خشک (مرحله ۱) DM_1	تجمع ماده خشک (مرحله ۲) DM_2	تجمع ماده خشک (مرحله ۳) DM_3	تجمع ماده خشک (مرحله۴) DM_4	دوام زیست توده (مرحله ۱) BMD_1	دوام زیست توده (مرحله ۲) BMD_2	دوام زیست توده (مرحله ۳) BMD_3	سرعت رشد محصول (مرحله ۱) CGR_1	سرعت رشد محصول (مرحله ۲) CGR_2	سرعت رشد محصول (مرحله ۳) CGR_3	سرعت رشد نسبی (مرحله ۱) RGR_1	سرعت رشد نسبی (مرحله ۲) RGR_2	سرعت رشد نسبی (مرحله ۳) RGR_3
تکرار replication	2	0.003^{**}	0.0008^{ns}	0.022^{ns}	0.0003^{ns}	0.365^{**}	0.834^{ns}	0.953^{ns}	0.00001^{ns}	0.247^{*}	0.007^{ns}	0.00003^{ns}	0.00003^{ns}	0.00003^{ns}
کیفیت آب آبیاری Water irrigation's quality	1	0.024^{**}	0.221^{**}	0.536^{**}	0.055^{**}	11.120^{**}	52.038^{**}	33.559^{**}	0.002^{**}	2.939^{**}	0.278^{ns}	0.002^{**}	0.0006^{**}	0.00008^{ns}
خطای اصلی Main error	2	0.017	0.040	0.121	0.027	0.224	0.812	0.632	0.007	0.224	0.340	0.013	0.006	0.005
نوع کود Fertilizer	3	0.0009^{ns}	0.117^{**}	0.069^{*}	0.033^{**}	3.040^{**}	12.189^{**}	6.740^{**}	0.002^{**}	1.195^{**}	0.758^{**}	0.001^{**}	0.0002^{**}	0.0003^{**}
آب×کود water×Fertilizer	3	0.00004^{ns}	0.004^{**}	0.004^{ns}	0.005^{**}	0.096^{ns}	0.022^{ns}	0.044^{ns}	0.00007^{ns}	0.045^{ns}	0.039^{ns}	0.00008^{ns}	0.00004^{ns}	0.0006^{**}
خطای فرعی Sub error	12	0.0003	0.001	0.015	0.0007	0.050	0.659	0.399	0.00004	0.050	0.116	0.0002	0.00003	0.00002
ضریب تغییرات CV (%)		12.87	6.60	12.84	6.21	6.11	8.72	7.68	9.25	14.94	17.01	9.55	20.93	7.78

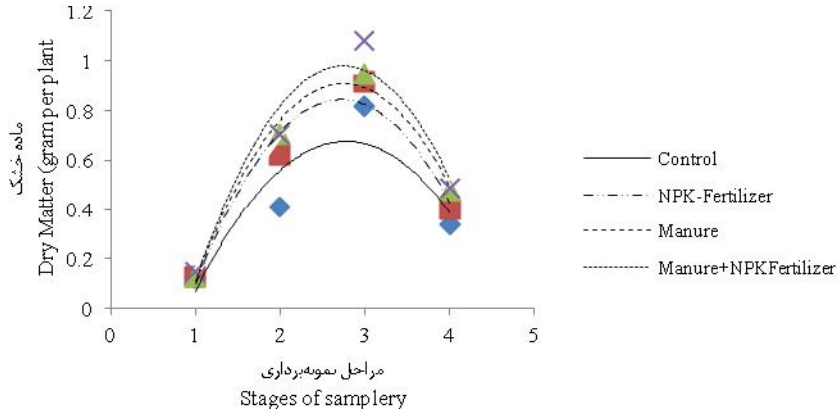
^{ns}، ** و * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, ** and * : no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively



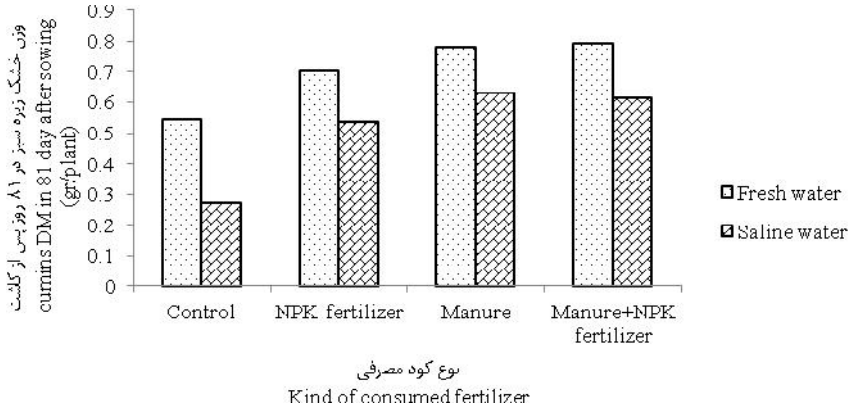
شکل ۱- روند تجمع ماده خشک زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری

Figure 1- Total dry matter trends of cumin affected by water irrigation's quality



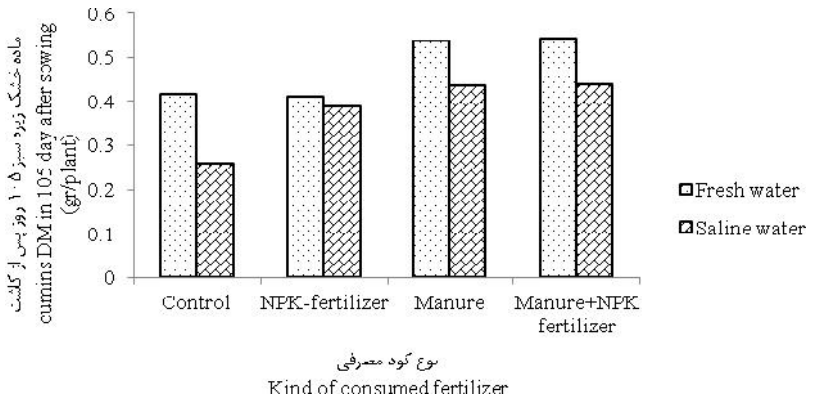
شکل ۲- روند تجمع ماده خشک زیره سبز تحت تأثیر نوع کود مصرفی

Figure 2- Total dry matter trends of cumin affected by kind of consumed fertilizer



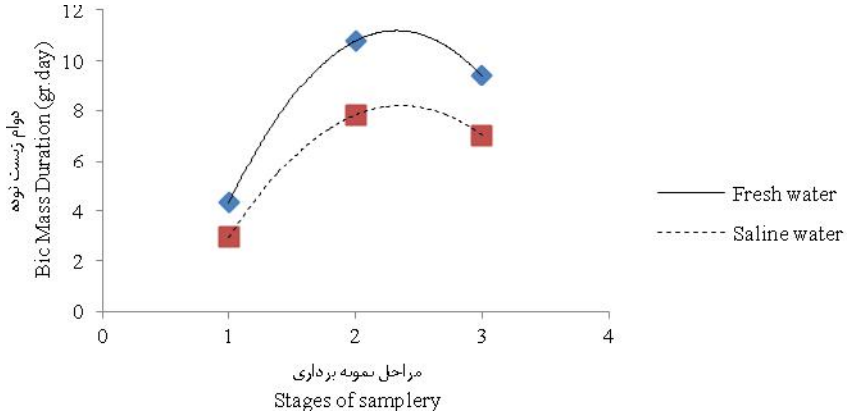
شکل ۳- تجمع ماده خشک زیره سبز در ۸۱ روز پس از کاشت تحت تأثیر ترکیب تیماری کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی

Figure 3- cumin's total dry matter in 81 days after sowing affected by water irrigation's quality and kind of consumed fertilizer



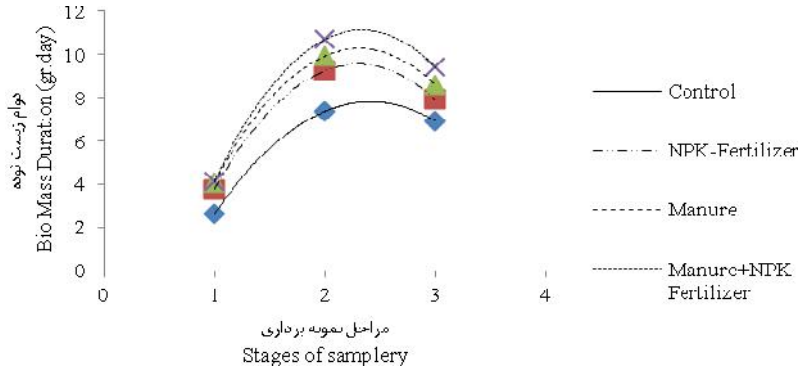
شکل ۴- تجمع ماده خشک زیره سبز در ۱۰۵ روز پس از کاشت تحت تأثیر ترکیب تیماری کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی

Figure 4- cumin's total dry matter in 81 days after sowing affected by water irrigation's quality and kind of consumed fertilizer



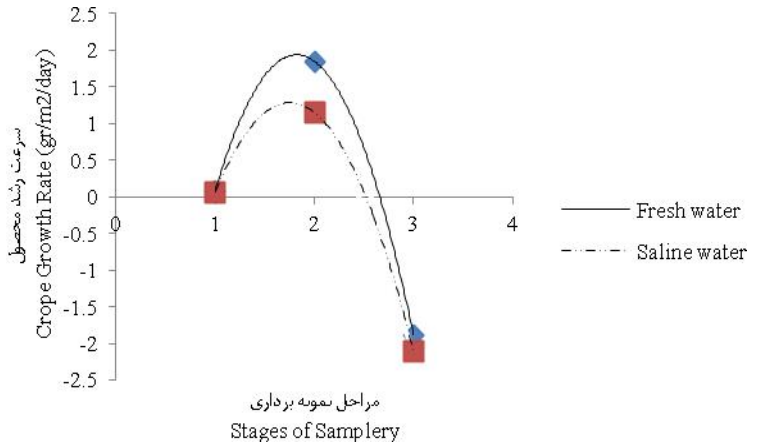
شکل ۵- روند تغییر شاخص دوام زیست‌توده زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری

Figure 5- Biomass duration trends of cumin affected by water irrigation's quality



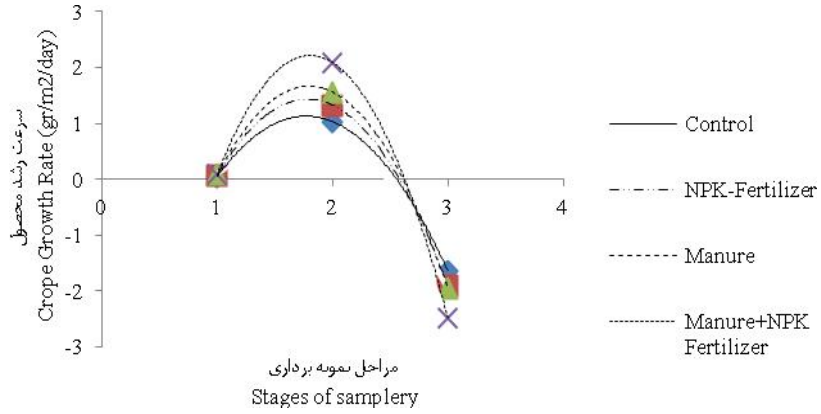
شکل ۶- روند تغییر شاخص دوام زیست‌توده زیره سبز تحت تأثیر نوع کود مصرفی

Figure 6- Biomass duration trends of cumin affected by kind of consumed fertilizer



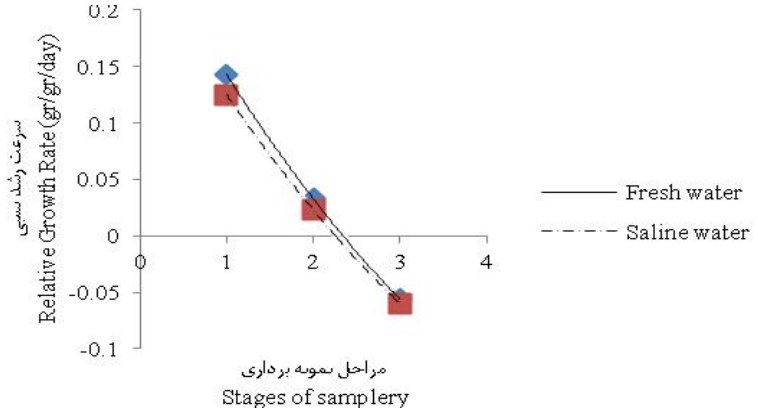
شکل ۷- روند تغییر سرعت رشد زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری

Figure 7- Crop growth rate trends of cumin affected by water irrigation's quality



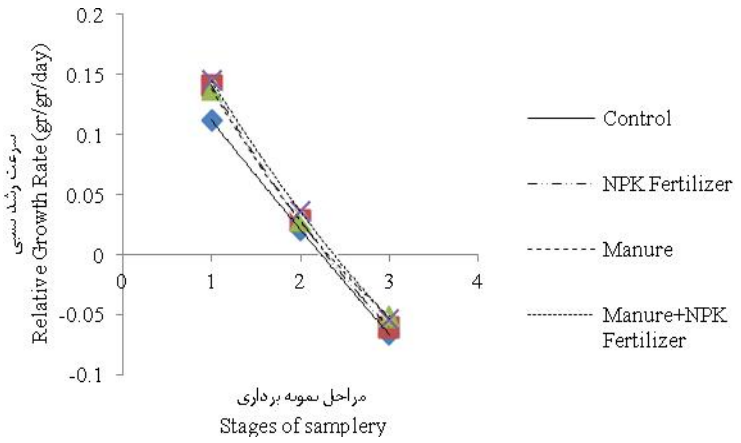
شکل ۸- روند تغییر سرعت رشد زیره سبز تحت تأثیر نوع کود مصرفی

Figure 8- Crop growth rate trends of cumin affected by kind of consumed fertilizer



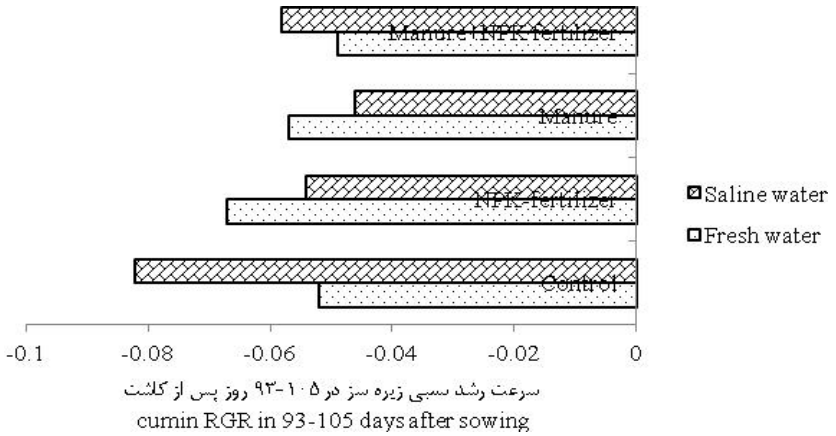
شکل ۹- روند تغییر سرعت رشد نسبی زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری

Figure 9- Relative growth rate trends of cumin affected by water irrigation's quality



شکل ۱۰- روند تغییر سرعت رشد نسبی زیره سبز تحت تأثیر نوع کود مصرفی

Figure 10- Relative growth rate trends of cumin affected by kind of fertilizer



شکل ۱۱- سرعت رشد نسبی زیره سبز در ۱۰۵-۹۳ روز پس از کاشت تحت تأثیر ترکیب تیماری کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی

Figure 11- cumin's RGR in 93-105 days after sowing affected by water irrigation's quality and kind of consumed fertilizer

جدول ۴- تجزیه واریانس روابط آبی و عملکرد زیره سبز تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی

Table 4- Analysis of variance of water relation and yield of cumin affected by water irrigation quality and kind of fertilizer

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات(Means of square)				
		رطوبت‌نسبی ریشه Root RWC	نقصان آب اندام هوایی Aerial parts WSD	رطوبت نسبی اندام هوایی Aerial parts RWC	نقصان آب ریشه Root WSD	عملکرد Yield
تکرار replication	2	4.055^{ns}	27.877^{ns}	27.904^{ns}	2.917^{ns}	117.513^{ns}
کیفیت آب آبیاری Water irrigations quality	1	167.831**	937.300**	936.051**	152.843**	16656.837**
خطای اصلی Main error	2	1.587	0.297	3.506	1.606	15.376
نوع کود Fertilizer	3	38.193**	240.792**	241.055**	32.162**	5861.994**
آب×کود water×Fertilizer	3	0.381^{ns}	7.139^{ns}	7.113^{ns}	0.466^{ns}	216.178^{ns}
خطای فرعی Sub error	12	2.519	12.295	12.294	2.578	236.449
ضریب تغییرات CV (%)		5.48	13.34	4.76	2.26	7.20

^{ns}، ** و * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

^{ns}, ** and * : no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر روابط آبی و عملکرد زیره سبز

Table 5- Means comparison of Main and subsidiary effects on water relations and yield of cumin

صفات/ تیمارها Treatment/ characters	نقصان آب ریشه Root WSD	رطوبت‌نسبی ریشه Root RWC	نقصان آب اندام هوایی Aerial parts WSD	رطوبت نسبی اندام هوایی Aerial parts RWC	عملکرد Yield (Kg.ha^{-1})
درصد percent					
کیفیت آب آبیاری water irrigation's quality					
آب معمولی Fresh water	68.41b	31.60a	20.00b	80.00a*	239.866a
آب شور طبیعی Saline water	73.46a	26.30b	32.50a	67.50b	187.177b
نوع کود kind of fertilizer					
شاهد Control	73.74a	25.76c	33.97a	66.03c	176.264d
کود شیمیایی NPK-fertilizer	71.77ab	28.21b	28.82b	71.18b	202.104c
کود دامی Manure	69.77bc	30.23a	22.34c	77.68a	227.186b
تغذیه تلفیقی Manure+NPK fertilizer	68.45c	31.55a	20.01c	79.99a	248.534a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

*Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability (by Duncan test).

References منابع مورد استفاده

- Akbarinia, A., A. Ghalavand, F. Sefidkan, M.B. Rezaei, and E. Sharifi. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). *Research and Development*. 16(61): 32-41. (In Persian).
- Ashraf, M., and A. Orooj. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). *Journal of Arid Environment*. 64(2): 209-20.
- Assareh, M.H., T. Rostami Shahraji, A. Shariat, and F. Rafie. 2007. Tolerance of few Eucalypt species to salinity in *Vitro*. *Forest and Polar Research*. 14(4): 313-325. (In Persian).
- Bybordi, A. 2012. Study effect of some physiologic and morphologic properties of two grape cultivars. *Life Sciences*. 9(4): 1092-1102.
- Chartzoulakis, K. 2005. Salinity and olive: growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*. 78(1): 108-121.
- Dadkhah, A., and H. Griffith. 2006. The study of growth traits of five sugar beet cultivars under two levels of salt stress. *Journal of Agriculture Science*. 12(5): 98-108. (In Persian).
- Daneshian, G., M. Poormusavi, M. Galavi, H. Asgharzade, and N. Sabaghnia, 2009. Evaluation of drought stress and manure on some growth parameters of soybean. *Journal of Agronomy*. 84(3): 14-21. (In Persian)
- De-Heralde, F., C. Beil, R. Save, M.A. Morales, A. Torrecillas, and J. Alarcon. 1998. Effect of salt stress on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopiflium*. *Crop Sciences*. 139: 9-17.
- Grattan S.R., and C.M. Grieve. 1999. Salinity – mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulture*. 78(1): 127-157.
- Kafi, M., and A.M. Mahdavi-Damghani. 2002. Resistance mechanisms of plants to environmental stresses. Firdausi University of Mashhad's Press. 467 pages. (In Persian).
- Parida, A.K., and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60(3): 324-349.
- Pessarakli, M., and T.C. Tucker. 1988. Dry matter yield and nitrogen uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Science Society*. 52(3): 698-700.
- Rahimi, A. 2011. The effects of salt stress on some growth traits in three medicine species of *Plantago ovate*, *P. psylium* and *P. major*. *Processing of horticultural products*. 2(4): 27-40. (In Persian).

- Rahimi, A., A. Biglarifard, H. Mirdehghan, and S.F. Borghei. 2011. Influence of *NaCl* salinity on growth analysis of strawberry cr. Camarosa. *Stress Physiology and Biochemistry*. 7(4): 145-156.
- Rahnama, A. 2007. Plant physiology. First edition, Pooran Pajuhesh Pub. Tehran, 332 pages. (In Persian)
- Sadeghzade-Hemayati, S., D. Taleghani, V. Saednia, S. Khodadadi, H. Nikpanah, and M. Dehghanshoar. 2006. The effects of nitrogen and phosphorous application on physiological parameters of sugar beet seed bearing plants in Ardabil. *Journal of Sugarbeet*. 22(1): 75-90. (In Persian).
- Schonfield, M.P., J.C. Richard, B.P. Carver, and N.W. Mornhi. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Sciences*. 28(3): 526-531.
- Shams, A., G.A. Akbari, M.H. Lebaschi, G.A. Akbari, and H. Zeinali. 2012. Growth index of Thymus daensis as influenced by nitrogen and chemical phosphorus in dry land. *Annual of Biological Research*. 3(6): 2854-2858.
- Sharma, A.R., and B.N. Mitra. 1991. Effect of different rates of application of organic and nitrogen fertilizers in a rice- based cropping system. *Agricultural Sciences*. 117(3): 313-318.
- Silveira, J.A.G., R.A. Viegas, I.M.A. Rocha, A.C. Moreira, R.A. Moreira, and J.T. Oliveira. 2003. Proline accumulation and glutamine syntheses activity are increased by salt-induced proteolysis in cashew leaves. *Plant Physiology*. 160(2): 115-123.
- Valadabadi, S.A.R., M.H. Lebaschi, and H. Aliabadi Farahani. 2009. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), P_2O_5 fertilizer and irrigation according to physiological growth indices of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Medicinal and Aromatic Plants*. 25(3): 413-428. (In Persian)

Evaluating Some Growth Parameters, Water Relations and Yield of Cumin *(Cuminum cyminum* L.) as Affected by Quality Water Irrigations and Different Fertilizers

Ghanbari, A.[1], J. Bardel [2*], and M. Khajeh[3]

Received: February 2014, Accepted: 28 February 2015

Abstract

To evaluate the effects of quality of irrigation water and kinds of fertilizer on yield and some cumin's physiological parameters, a split-plot experiment in randomized complete block design with three replications was conducted at the Research Farm of Zabol University. Main factor was two levels of water irrigation, fresh and natural saline water (EC: 4.180 $dS.m^{-1}$) and the sub-plots consisted of control, NPK fertilizer, manure and their combination. Analysis of plant growth parameters were performed according to the four times samplings. The results indicated that increasing the concentration of soluble salts in water irrigation until 4.180 $dS.m^{-1}$ resulted in significant decrease in dry matter, biomass duration, crop growth rate, relative growth rate, relative water content of shoots and roots and yield; It was also showed that application NPK-fertilizer at rate 40:20:15 $kg.ha^{-1}$ combined with manure with 20 $ton.ha^{-1}$ can improve growth characters, RWC and yield of cumin as compared to the use of fertilizer separately. The highest dry matter (0.544 g. per plant) were obtained from integrated fertilizer and saline water irrigation treatments at 105 days after sowing. It also emphasized that balanced supply organic fertilizers of micro and macro nutrients for plants can reduce application of chemical fertilizer in fields, without reducing of growth characters and yield of cumin.

Key words: Growth parameters, Salinity, Yield, Organic and mineral fertilizers.

1- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
2- M.Sc Student in Medicinal Plant, University of Zabol, Zabol, Iran.
3- Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran.
**** Corresponding Author:*** *jamileh.bardel@yahoo.com*