

تأثیر تنش رطوبتی انتهای فصل و محلول پاشی هیومیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی، تولید و اسانس سه بوم گونه رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)

سمانه کیانی^۱، سید عطاءاله سیادت^۲، محمدرضا مرادی تلاوت^{۳*}

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲. استاد، زراعت، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳. دانشیار، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۳

چکیده

رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)، یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده چتریان است که اسانس آن در صنایع مختلف آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با هدف ارزیابی محلول پاشی هیومیک اسید و تنش رطوبتی در مراحل رشد زایشی سه بوم‌گونه‌ی رازیانه، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. سطوح مختلف تنش رطوبتی (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه) و محلول پاشی هیومیک اسید (عدم محلول پاشی و محلول پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و بوم‌گونه (اصفهان، همدان و بوشهر) در کرت‌های فرعی بررسی شدند. صفات مورد مطالعه شامل تعداد گره، قطر ساقه، طول میانگره دوم، تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی و فرعی، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد و راندمان آبیاری تولید اسانس بود. نتایج نشان داد که تنش رطوبتی اثر کاهشی بر صفات مورد مطالعه داشت. محلول پاشی هیومیک اسید طول میانگره و تعداد چتر در شاخه فرعی را افزایش داد. همچنین بیشترین عملکرد دانه مربوط به بوم‌گونه‌ی بوشهر با ۱۷۲۰/۱۲ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی و شاخه‌های فرعی هر دو از بوم‌گونه‌ی بوشهر حاصل شد ضمن اینکه بیشترین چتر در شاخه‌های فرعی در آبیاری کامل (۶۱/۵۸ عدد) به دست آمد. بیشترین میزان درصد اسانس نیز در آبیاری کامل و در بوم‌گونه‌ی اصفهان (۳/۸ درصد) حاصل شد. بالاترین عملکرد و راندمان اسانس در بوم‌گونه‌ی بوشهر و در شرایط آبیاری کامل و محلول پاشی هیومیک اسید حاصل شد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری کامل، بوم‌گونه‌ی بوشهر به جهت دارا بودن عملکرد بالاتر، درصد و عملکرد اسانس بالا به همراه محلول پاشی هیومیک اسید بهترین بوم‌گونه بود. همچنین در شرایط تنش رطوبتی در هر دو مرحله‌ی گلدهی و پر شدن دانه بوم‌گونه‌ی بوشهر و اصفهان هر دو با محلول پاشی هیومیک اسید راندمان آبیاری تولید اسانس بالاتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: پر شدن دانه، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره گلدهی، راندمان آبیاری.

مقدمه

آن‌ها، به لحاظ ژنتیکی و نیز داشتن برخی متابولیت‌های ثانویه و خصوصیات مورفولوژیک، در مقایسه با سایر گیاهان، پتانسیل تحمل به تنش بیشتری دارند و گزینه‌های مناسبی برای کشت و کار در شرایط تنش‌زا به حساب می‌آیند. یاران پور (Yaran Pour, 2012) در ارزیابی تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک دو بوم‌گونه زیره سبز دریافت که

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد، نمو و مواد مؤثره‌ی گیاهان دارویی دارد (Zhu et al., 2009). یکی از راه‌های مقابله با مشکل کمبود آب، توسعه کشت و کار گیاهانی است که ضمن برآورده کردن نیازهای اقتصادی، دارای حداقل نیاز آبی و حداکثر تولید در شرایط کم‌آبی باشند. گیاهان دارویی و مخصوصاً گونه‌های بومی

مورفولوژیکی، تولید دانه و اسانس بوم‌گونه‌های رازیانه در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۹۵ در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، به صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۸ تیمار انجام گردید. سطوح تنش رطوبتی (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی و قطع آبیاری از مرحله‌ی پر شدن دانه) و هیومیک اسید (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی قرار گرفتند و بنابراین در هر تکرار شش کرت اصلی تشکیل شد. بوم‌گونه‌های رازیانه (اصفهان، همدان، بوشهر) نیز در کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. هر واحد آزمایش شامل ۶ خط کاشت به طول ۳ متر، فاصله بین دو خط کشت ۴۰ سانتی‌متر و تراکم گیاهی رازیانه ۱۳ بوته در مترمربع بود. نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره به میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استفاده گردید. تاریخ کاشت ۲۲ آبان ماه بود کاشت به صورت دستی و بذور هر بوم‌گونه در عمق یک سانتی‌متری خاک کشت شدند. خصوصیات خاک مورد آزمایش در جدول یک آورده شده است.

یک‌سوم از سطوح تیمار نیتروژن در ابتدای کاشت و باقی‌مانده نیز در مرحله‌ی ساقه روی نیز اعمال گردید. از زمان کاشت تا مرحله آغاز رشد زایشی و شروع گلدهی، آبیاری به صورت معمول و تأمین صددرصد نیاز آبی گیاه انجام شد. سپس تیمارهای تنش رطوبتی در سه سطح (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه) اعمال گردید. در زمان اعمال تیمار آبیاری نیز جهت ممانعت از ورود آب باران به واحدهای آزمایش از محافظ نایلونی جهت حفظ دوره‌های قطع آبیاری مدنظر استفاده گردید. محلول‌پاشی هیومیک اسید نیز، طی سه مرحله در طول دوره رشد گیاه انجام شد، دو مرحله از محلول‌پاشی در طول دوره رویشی (شروع از ابتدای رشد طولی ساقه) و مرحله سوم در زمان ظهور چترها و آغاز گلدهی و هم‌زمان با اعمال تیمار کم‌آبیاری بود. هیومیک اسید مورد استفاده بانام تجاری هیومکس که دارای ۸۰ درصد اسید هیومیک و ۱۵ درصد فولیک اسید است، با توجه به مقدار توصیه‌شده ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده گردید. به منظور محاسبه حجم آب آبیاری در هر کرت آزمایشی، آبیاری با استفاده از سیستم

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی و وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. رفیعی و محمدی‌نژاد (Rafiei and Mohammadi, 2014) در ارزیابی میزان تحمل ۴۹ بوم‌گونه زیره سبز به تنش خشکی دریافتند که اختلاف میانگین عملکرد ۳ ساله در دو محیط تنش و نرمال معنی‌دار است. همچنین عملکرد دانه و اسانس رازیانه تحت تأثیر تنش رطوبتی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Pouryosef et al., 2012). با کاهش مقدار آب آبیاری، ارتفاع گیاه، تعداد چتر در گیاه، تعداد چترک در هر چتر، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اسانس آنیسون به طور معنی‌داری کاهش یافتند (Heidari et al., 2012).

نظر به حساسیت‌های توجه به مسائل زیست‌محیطی استفاده از انواع اسیدهای آلی جهت بهبود در کمیت و کیفیت محصولات زراعی و باغی رواج یافته است. هیومیک اسید یک ماده‌ی آلی کاملاً طبیعی است که از تجزیه‌ی نهایی مواد آلی خاک توسط میکروارگانیسم‌ها به دست می‌آید. اسید هیومیک رشد قسمت‌های هوایی و ریشه‌ی گیاهان را تحریک می‌کند. کاربرد آن حجم ریشه‌ها را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌گردد (Sabzevari et al., 2009). همچنین علائم کلروز در گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه توانایی این اسید برای نگهداری آهن خاک به فرم قابل جذب است (Samavat, 2008). عزیزی و صفایی (Azizi and Safaei, 2016) در خصوص سیاه‌دانه دریافتند که محلول‌پاشی با اسید هیومیک با غلظت ۶ میلی‌گرم در لیتر بر ارتفاع، وزن خشک، تعداد شاخه فرعی، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، میزان و عملکرد اسانس تأثیر معنی‌داری داشت. رازیانه گیاهی است علفی، معطر و چندساله از تیره چتریان، گیاهی گرمسیری بوده و در مناطق گرم کشور کشت می‌شود، در خوزستان نیز به دلیل کشت پاییزه، مرحله‌ی زایشی گیاه با شروع گرما و قطع بارندگی‌ها (اواسط اسفندماه) مواجه است و خشکی در این دوره حادث می‌شود، بنابراین باید به تعیین سطوح کم‌آبیاری و ارائه‌ی راهکارهایی جهت کاهش اثر تنش رطوبتی در تولید محصول پرداخت. موفقیت برای دستیابی به بوم‌گونه‌های سازگار به شرایط محیطی تنش‌دار مستلزم مقایسه مواد ژنتیکی و معرفی بوم‌گونه‌ی برتر است؛ بنابراین هدف این تحقیق بررسی تنش رطوبتی انتهای فصل و سطوح مختلف هیومیک اسید بر خصوصیات

دانه به ترتیب به میزان ۳۵۲۸/۱۶، ۲۸۶۶/۶۳ و ۳۰۸۷/۱۴ مترمکعب در هکتار بود.

تحت فشار مجهز به شیلنگ و کنتور انجام شد. حجم آب ورودی به کرت‌های آزمایشی در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی و قطع آبیاری از مرحله پر شدن

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پژوهشی در زمان شروع آزمایش (۹۶-۱۳۹۵)

Table 1. Physical and chemical characteristics of the field soil at the start of the experiment (2016- 2017)

عمق نمونه برداری Sampling depth (cm)	نیترژن N(%)	فسفر P(ppm)	پتاسیم K (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	ماده آلی Organic matter(%)	بافت خاک Soil texture
0-30	0.07	7.2	214	7.4	3.6	0.76	رسی-سیلتی clay-silt

بوشهر و همدان بود. گلدانی (Goldani, 2010) در ارزیابی دو بوم‌گونه‌ی کنجد دریافت که ارتفاع بوته و تعداد گره در بوم‌گونه‌ی سه قلعه بیشتر از بوم‌گونه‌ی کلات بود.

قطر ساقه

اثر سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید ($P < 0.01$) و اثر متقابل سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید بر قطر ساقه معنی‌دار بود ($P < 0.05$). اثر متقابل سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید نشان داد که بیشترین قطر ساقه در شرایط آبیاری کامل و محلول پاشی هیومیک اسید (۱/۹۳ سانتی‌متر) و کمترین مقدار آن تحت تأثیر تنش رطوبتی از مرحله‌ی گلدهی با عدم محلول پاشی هیومیک اسید (۱/۳۳ سانتی‌متر) به دست آمد (جدول ۴). به‌طور کلی با اعمال تنش رطوبتی قطر ساقه نیز در اثر کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و رشد نیز کاهش معنی‌داری یافته و احتمالاً انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه‌ها در شرایط تنش افزایش می‌یابد؛ بنابراین قطر ساقه در این شرایط کاهش می‌یابد. موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2014) دریافتند که تنش رطوبتی قطر ساقه‌ی رازیانه را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد و بیشترین قطر ساقه از آبیاری مطلوب به دست آمد. از طرف دیگر کاربرد هیومیک اسید در افزایش قطر ساقه طی تنش رطوبتی مؤثر بود. مصرف اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر قطر ساقه‌ی چای ترش داشت (Sanjari et al., 2016).

طول میانگره دوم

سطوح مختلف تنش رطوبتی، محلول پاشی هیومیک اسید ($P < 0.01$) و بوم‌گونه ($P < 0.05$) بر طول میانگره دوم در

پس از رسیدگی دانه، برداشت و نمونه برداری جهت ارزیابی صفاتی نظیر تعداد گره، قطر ساقه، طول میانگره دوم، تعداد چتر در ساقه اصلی، تعداد چتر در شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس و راندمان مصرف آب تولید اسانس انجام شد. جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژی ۵ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌های مذکور انجام شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری انجام شد (Sefeidkon, 2002). عملکرد اسانس نیز از ضرب مقدار اسانس در عملکرد دانه به دست آمد. بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس در هر کرت نیز از تقسیم عملکرد اسانس هر کرت بر میزان آب مصرفی به‌دست آمد (Irannejad and Resam, 2002). تجزیه‌ی آماری، شامل تجزیه‌ی واریانس، مقایسه میانگین‌ها، با استفاده از نرم‌افزار سیستم آنالیز آماری SAS ۹/۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد گره

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بوم‌گونه ($P < 0.01$) در خصوص تعداد گره در ساقه‌ی اصلی معنی‌دار بود (جدول ۲). بوم‌گونه‌ی اصفهان با ۶/۲۲ گره بیشترین و بوم‌گونه‌ی همدان با ۴/۷۵ گره کمترین تعداد گره را داشتند (جدول ۳). تعداد گره در ساقه‌ی اصلی تحت تأثیر ژنتیک بوده و شرایط محیطی نیز در بروز این خصوصیت ژنتیکی مؤثر است در این میان، بوم‌گونه‌ی اصفهان دارای تعداد گره بیشتر از دو بوم‌گونه‌ی

تقسیم و افزایش اندازه سلول به تنش خشکی بسیار حساس است لذا در تیمارهای تحت تنش رطوبتی افزایش اندازه سلول تحت تأثیر قرار گرفته و با ممانعت از رشد طولی ساقه، سبب کاهش ارتفاع گیاه گردیده است. سایر محققان (Salar Pour, Gharba and Farahbakhsh, 2014) دریافتند که اثر تنش رطوبتی بر طول میانگره رازیانه اثر معنی‌داری دارد و تنش رطوبتی منجر به کاهش طول میانگره در گیاه شد. محلول‌پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نیز (۱۱/۳۱ سانتی‌متر) طول میانگره را افزایش داد درحالی‌که طول میانگره در شرایط عدم محلول‌پاشی ۹/۶۶ سانتی‌متر بود (جدول ۳).

رازیانه تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین طول میانگره (۱۱/۳۶ سانتی‌متر) در شرایط آبیاری کامل به دست آمد و نسبت به کمترین طول میانگره ۱۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).
با افزایش سطح تنش رطوبتی و کاهش رطوبت در مرحله‌ی زایشی، طول میانگره کاسته شد. نتایج این آزمایش همسو با نتایج امیری ده احمدی و همکاران (Amiri deahmadi, 2012) در مطالعه تنش رطوبتی بر روی ارتفاع سه گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه بود که آن‌ها اعلام کردند

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر صفات مورفولوژی، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس و راندمان آبیاری عملکرد اسانس سه بوم‌گونه‌ی رازیانه

Table 2. Analysis of variance of the effects of irrigation levels and foliar spraying of humic acid on morphological traits, grain yield, percentage and yield of essential oil and irrigation efficiency of essential oil yield of three fennel ecotypes

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات Ms				
			تعداد گره Number of nodes	قطر ساقه Stem diameter	میانگره دوم Second internode length	تعداد چتر در ساقه فرعی Number of sub umbrellas in branches	تعداد چتر در ساقه اصلی Number of umbrellas in main stem
Replication	تکرار	2	0.962 ^{ns}	0.039 ^{ns}	3.53 ^{ns}	59.61 ^{ns}	0.143 ^{ns}
Irrigation cease (S)	قطع آبیاری (S)	2	3.57 ^{ns}	0.891 ^{**}	11.61 ^{**}	2147.6 ^{**}	0.967 ^{ns}
Humic Acid (H)	هیومیک اسید (H)	1	0.018 ^{ns}	0.481 ^{**}	36.67 ^{**}	703.4 ^{**}	3.17 [*]
S×H		2	0.032 ^{ns}	0.108 [*]	1.25 ^{ns}	66.71 ^{ns}	0.652 ^{ns}
H×S		2	0.032 ^{ns}	0.108 [*]	1.25 ^{ns}	66.71 ^{ns}	0.652 ^{ns}
Error H×S	خطای H×S	10	2.92	0.015	1.32	66.64	0.511
Ecotype (B)	بوم‌گونه (B)	2	10.72 ^{**}	0.062 ^{ns}	6.68 [*]	254.7 [*]	3.63 ^{**}
S×B		4	0.379 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.754 ^{ns}	277.42 ^{**}	0.494 ^{ns}
B×S		4	0.379 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.754 ^{ns}	277.42 ^{**}	0.494 ^{ns}
H×B		2	1.94 ^{ns}	0.003 ^{ns}	2.07 ^{ns}	7.83 ^{ns}	2.72 ^{**}
B×H		2	1.94 ^{ns}	0.003 ^{ns}	2.07 ^{ns}	7.83 ^{ns}	2.72 ^{**}
S×H×B		4	1.12 ^{ns}	0.006 ^{ns}	2.32 ^{ns}	169.77 ^{ns}	0.910 ^{ns}
B×H×S		4	1.12 ^{ns}	0.006 ^{ns}	2.32 ^{ns}	169.77 ^{ns}	0.910 ^{ns}
Error B	خطای B	24	0.976	0.023	1.56	66.86	0.361
C.V (%)	ضریب تغییرات (%)		18.46	9.85	11.94	20.15	16.21

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns عدم معنی‌داری

* and ** significant at the level 5% and 1% respectively, ns not significant

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات			
			عملکرد دانه Grain yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield	راندمان آبیاری تولید اسانس Irrigation efficiency of essential oil yield
Replication	تکرار	2	57.32 ^{ns}	0.115 ^{ns}	42.08 ^{ns}	3.04 ^{ns}
Irrigation cease (S)	قطع آبیاری (S)	2	785139.74 ^{**}	0.399 ^{ns}	1399.42 ^{**}	23.93 ^{ns}
Humic Acid (H)	هیومیک اسید (H)	1	519074.08 ^{**}	0.208 ^{ns}	975.85 ^{**}	97.27 ^{**}
S×H		2	51752.47 [*]	0.145 ^{ns}	131.32 ^{ns}	13.02 ^{ns}
H×S		2				
Error H×S	خطای H×S	10	11025.24	0.221	79.89	7.63
Ecotype (B)	بوم گونه (B)	2	388124.48 ^{**}	1.45 ^{**}	631.35 ^{**}	60.34 ^{**}
S×B		4	7441.53 ^{ns}	0.226 [*]	83.61 ^{ns}	6.89 ^{ns}
B×S		4				
H×B		2	8359.21 ^{ns}	0.016 ^{ns}	9.37 ^{ns}	1.12 ^{ns}
B×H		2				
S×H×B		4	2857.79 ^{ns}	0.068 ^{ns}	37.84 ^{ns}	3.77 ^{ns}
B×H×S		4				
Error B	خطای B	24	15646.26	0.076	56.26	5.43
(%) C.V	ضریب تغییرات		16.21	8.5	14.67	14.48

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns عدم معنی داری

* and ** significant at the level 5% and 1% respectively, ns not significant

سطوح آبیاری و بوم گونه اثر معنی داری بر تعداد چتر در شاخه‌ی فرعی نشان داد (جدول ۲). از طرف دیگر، محلول پاشی هیومیک اسید تعداد چتر در ساقه فرعی را به میزان ۴۳/۳۱ عدد و در شرایط عدم محلول پاشی ۳۶/۰۹ عدد افزایش داد (جدول ۳).

به طور کلی محلول پاشی هیومیک اسید افزایش ۲۰ درصدی در تعداد چتر در شاخه‌ی فرعی ایجاد کرد. اسید هیومیک احتمالاً از طریق اثر هورمونی بر متابولیسم سلولی اثر گذاشته و سبب افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه موجب افزایش تعداد چتر در شاخه فرعی می‌شود. برغمندی و نجفی (Barghmadi and Najafi., 2015) اثر مثبت و معنی دار استفاده از هیومیک اسید در افزایش تعداد چتر در زینان را تأیید کردند. سطوح آبیاری و بوم گونه نیز اثر معنی داری بر تعداد چتر در شاخه‌ی فرعی داشت. بوم گونه‌ی

به نظر می‌رسد هیومیک اسید به دلیل داشتن ترکیبات شبه هورمونی بر غشای سلول و رشد آن اثر گذاشته و منجر به افزایش طول میانگره می‌شود. فاطمی و همکاران (Fatemi et al., 2011) اثر مثبت استفاده از هیومیک اسید را در افزایش طول میانگره در ریحان گزارش کردند. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین طول میانگره مربوط به بوم گونه همدان با ۱۱/۱۹ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به بوم گونه بوشهر و اصفهان هر دو با ۱۰/۱۳ سانتی‌متر بود (جدول ۳). اثر بوم گونه بر اندازه میانگره‌ها و تعداد گره‌ی بوم گونه‌های رازیانه معنی دار بود (Ahmadi Khandangholi et al., 2014).

تعداد چتر در شاخه‌ی فرعی

آبیاری، محلول پاشی هیومیک اسید و بوم گونه اثر معنی داری بر تعداد چتر در ساقه‌ی فرعی داشت. همچنین اثر متقابل

آب و عناصر غذایی کاهش یافته و رشد زایشی نیز کاهش می‌یابد. اثر تنش رطوبتی بر تعداد چتر در ساقه‌ی فرعی معنی‌دار بود و در شرایط تنش این صفت کاهش یافت. بوم‌گونه‌های رازیانه از نظر تعداد چترهای فرعی نیز تفاوت معنی‌دار داشتند (Norouzi Shahri et al., 2015).

بوشهر با ۶۱/۲۵ عدد در شرایط آبیاری کامل بیشترین تعداد چتر در شاخه فرعی را داشت و کمترین نیز در بوم‌گونه‌ی همدان با قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی (۲۵/۴۱ عدد) مشاهده شد (جدول ۵). تعداد چتر علاوه بر ژنوتیپ بسیار متأثر از شرایط آب و هوایی و در دسترس بودن رطوبت است. با قطع آبیاری و اعمال تنش رطوبتی در محیط ریشه جذب

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورفولوژی، عملکرد دانه، عملکرد و راندمان آبیاری تولید اسانس تحت تأثیر سطوح آبیاری، محلول‌پاشی هیومیک اسید و بوم‌گونه‌های رازیانه

Table 3. Mean comparison for morphological characteristics, grain yield, yield and irrigation ratio of essential oil production affected by irrigation levels, humic acid spraying and fennel ecotypes

Treatment	تعداد گره Number of nodes	طول میانگره Internode length (cm)	تعداد چتر در شاخه فرعی Number of umbrellas in lateral branches	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha ⁻¹)	راندمان آب تولید اسانس
						water efficiency of essential oil production (g.m ⁻³)
سطوح آبیاری						
Irrigation levels						
آبیاری کامل Full irrigation	-	11.36 ^a	-	-	60.07 ^a	-
قطع آبیاری از مرحله گلدهی Interrupting irrigation from flowering stage	-	9.77 ^b	-	-	42.44 ^c	-
قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه Interrupting irrigation from grain filling stage	-	10.33 ^b	-	-	50.81 ^b	-
LSD(0.05)	-	0.85	-	-	6.63	-
محلول‌پاشی هیومیک اسید						
Humic acid spraying						
عدم محلول‌پاشی No spraying	-	9.66 ^b	36.09 ^b	-	46.85 ^b	14.75 ^b
محلول‌پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر Spraying 400 milligrams per liter	-	11.31 ^a	43.31 ^a	-	55.36 ^a	17.43 ^a
LSD(0.05)	-	0.698	4.95	-	5.42	1.67
بوم‌گونه						
Ecotype						
اصفهان Esfahan	6.22 ^a	10.13 ^b	-	1528.38 ^b	55.26 ^a	17.35 ^a
همدان Hamedan	4.75 ^b	11.19 ^a	-	1431.60 ^c	44.32 ^b	13.99 ^b
بوشهر Bushehr	5.08 ^b	10.13 ^b	-	1720.12 ^a	53.73 ^a	16.93 ^a
LSD(0.05)	0.68	0.861	-	86.05	5.16	1.60

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test.

جدول ۴. مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تأثیر سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید

Table 4. Mean comparison for stem diameter and grain yield under the influence of irrigation levels and humic acid spraying

Irrigation levels	سطوح آبیاری		قطر ساقه	
	Spraying		Stem diameter (cm)	
Full irrigation	آبیاری کامل	No spraying	عدم محلول پاشی	1.63 ^b
		Spraying 400 mg.l ⁻¹	محلول پاشی ۴۰۰ میلی گرم در لیتر	1.93 ^a
Irrigation cease from flowering stage	قطع آبیاری از گلدهی	No spraying	عدم محلول پاشی	1.33 ^c
		Spraying 400 mg.l ⁻¹	محلول پاشی ۴۰۰ میلی گرم در لیتر	1.34 ^c
Irrigation cease from grain filling stage	قطع آبیاری از پر شدن دانه	No spraying	عدم محلول پاشی	1.41 ^c
		Spraying 400 mg.l ⁻¹	محلول پاشی ۴۰۰ میلی گرم در لیتر	1.66 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی

اثر بوم‌گونه و محلول پاشی هیومیک اسید بر تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین چتر در ساقه‌ی اصلی در بوم‌گونه‌ی بوشهر در شرایط محلول پاشی (۴/۸۲ عدد) و کمترین آن نیز در بوم‌گونه‌ی همدان در شرایط تیمار محلول پاشی هیومیک اسید مشاهده شد (جدول ۶). تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی در بوم‌گونه‌ی بوشهر بیشتر از سایر بوم‌گونه‌ها بود که نشان از پتانسیل ژنتیکی بوم‌گونه است و محلول پاشی هیومیک اسید اثر مثبتی در بروز این پتانسیل داشته است. نوروزی شهری و همکاران (Norouzi Shahri et al., 2015) دریافتند که توده‌های رازیانه از نظر تعداد چترهای اصلی تفاوت معنی‌دار داشته به طوری که توده‌ی زنجار دارای بیشترین و اصفهان و همدان کمترین تعداد چتر در ساقه‌های اصلی را داشتند. غلامی و همکاران (Gholami et al., 2015) اثر معنی‌دار محلول پاشی هیومیک اسید بر تعداد چتر در بوته رازیانه را گزارش کردند به طوری که محلول پاشی هیومیک اسید نسبت به عدم محلول پاشی ۶/۴ درصد تعداد چتر در بوته را افزایش داد.

عملکرد دانه

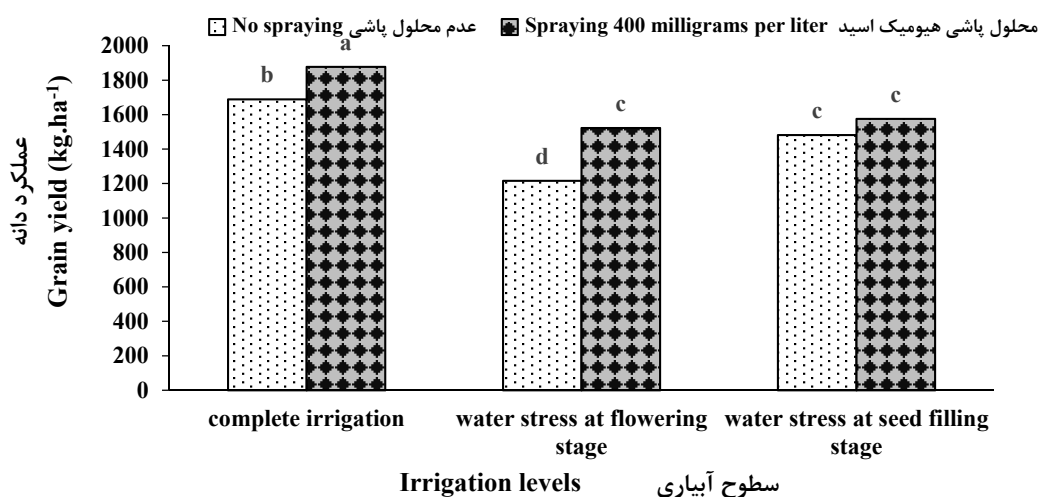
سطوح آبیاری، محلول پاشی هیومیک اسید و بوم‌گونه ($P < 0.01$) و اثر متقابل سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید ($P < 0.05$) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). بوم‌گونه‌ی بوشهر با ۱۷۲۰/۱۲ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت و در مقایسه با بوم‌گونه‌ی

همدان با کمترین تولید دانه ۲۰ درصد افزایش عملکرد نشان داد (شکل ۱).

بوم‌گونه‌ی بوشهر به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد چتر در بوته که از مهم‌ترین اجزای عملکرد است، همچنین از لحاظ پتانسیل ژنتیکی نیز قابلیت تولید بالاتری از سایر بوم‌گونه‌ها را داشته، بنابراین بوم‌گونه‌ی بوشهر از عملکرد بالاتری برخوردار بود. رضایی و همکاران (Rezaei chianeh et al., 2012) تفاوت عملکرد بوم‌گونه‌ی رازیانه از میر را با دو بوم‌گونه‌ی همدان و گازی آنتپ تأیید کردند. اثر متقابل سطوح آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید بر عملکرد دانه نیز معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه را تیمار آبیاری کامل با محلول پاشی هیومیک اسید به میزان ۱۸۷۶/۹۵ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد در حالی که کمترین آن مربوط به تنش رطوبتی در مرحله گلدهی با عدم محلول پاشی هیومیک اسید (کاهش ۵۴ درصدی در عملکرد) بود (جدول ۴). در واقع محلول پاشی هیومیک اسید نقش مثبتی در کاهش اثر تنش رطوبتی داشته است. آثار منفی کم‌آبی بر روی اجزای عملکرد کاملاً مشهود بوده و دلیل این کاهش نیز مربوط به کاهش رشد رویشی در اثر تقلیل سطح فتوسنتز کننده، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش قابلیت تبادل گازی روزنه‌ها، کاهش آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل که سبب تقلیل و محدود شدن فتوسنتز می‌گردد و در نهایت رشد و عملکرد نهایی گیاه را کاهش می‌دهد (Bettaieb et al., 2009). کاربرد اسید هیومیک در شرایط رژیم آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) برای صفات مورفولوژیکی و عملکرد ماده

زایشی، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تنش رطوبتی احتمالاً از طریق کاهش فتوسنتز در اثر کاهش سطح برگ، کاهش طول دوره زایشی، اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، تولید و عرضه مواد پرورده را کاهش داده و سبب ایجاد تغییر در اجزای عملکرد از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چترک شد و در نهایت عملکرد دانه را کاهش داد.

خشک خرفه (*Portulaca oleracea* L.) معنی‌دار بود (Mozafari et al., 2016). اسید هیومیک از طریق ایجاد شرایط مناسب برای افزایش محتوای نیتروژن گیاهان سبب افزایش عملکرد می‌شود و با بالا بردن میزان تولید ترکیبات آلی نیتروژن‌دار همانند پروتئین و اسیدهای آمینه سرعت رشد و تولید بیوماس را در گیاهان افزایش می‌دهد (Tan, 2003). به‌طور کلی تنش رطوبتی در مرحله‌ی



شکل ۱. اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر عملکرد دانه رازیانه

Fig 1. Effect of irrigation levels and foliar spraying of humic acid on fennel seed yield

محققان بر افزایش درصد اسانس در تنش رطوبتی و همچنین اثر معنی‌دار تفاوت بوم‌گونه‌های رازیانه در درصد اسانس تأکید کردند (Norouzi Shahri et al., 2015).

عملکرد اسانس

اثرات ساده هر سه عامل مورد آزمایش بر عملکرد اسانس معنی‌دار بود. اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر عملکرد اسانس نشان داد که با محلول‌پاشی هیومیک اسید عملکرد اسانس به میزان ۱۸ درصد نسبت به عدم محلول‌پاشی افزایش یافت (جدول ۳). با توجه به عدم معنی‌داری محلول‌پاشی بر درصد اسانس، افزایش عملکرد اسانس تحت محلول‌پاشی را می‌توان به اثر مثبت هیومیک اسید در افزایش رشد رویشی و عملکرد دانه نسبت داد. مصرف اسید هیومیک به‌تنهایی یا همراه با سایر کودهای دیگر در گیاه مرزه (*Satureja hotensis* L.) از طریق ایجاد شرایط تغذیه‌ای بهتر موجب

درصد اسانس

درصد اسانس تحت تأثیر بوم‌گونه ($P < 0.01$) قرار گرفت. همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری و بوم‌گونه بر درصد اسانس نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین درصد اسانس به میزان ۳/۸ درصد از بوم‌گونه‌ی اصفهان در شرایط آبیاری کامل حاصل شد در حالی که کمترین آن از بوم‌گونه‌ی همدان با قطع آبیاری از گلدهی به میزان ۲/۹۶ درصد به دست آمد (جدول ۵).

بالا بودن درصد اسانس در بوم‌گونه‌ی اصفهان نشان از بالاتر بودن منبع ذخیره اسانس در بوم‌گونه مذکور نسبت به سایر بوم‌گونه‌ها است. در شرایط قطع آبیاری رشد گیاه کاهش یافته و احتمالاً گیاه کربن در دسترس را به‌جای افزایش رشد، صرف تولید متابولیت‌های ثانویه می‌کند؛ بنابراین، تشکیل و تجمع اسانس در گیاهان، تحت شرایط تنش رطوبتی تمایل به افزایش دارد (Banayan et al., 2008).

میزان عملکرد اسانس در این شرایط نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش معنی داری یافت. نتایج نشان داد که بوم گونه‌ی اصفهان دارای بالاترین عملکرد اسانس (۵۵/۲۶ کیلوگرم در هکتار) بود که با بوم گونه‌ی بوشهر تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). بوم گونه‌های رویش یافته در مناطق مختلف جغرافیایی، به جهت ژنتیک مختلف، دارای درصد و عملکرد اسانس متفاوت نیز خواهند بود. با وجود عملکرد کمتر بوم گونه‌ی اصفهان نسبت به بوم گونه‌ی بوشهر، درصد اسانس بالاتری داشته و عملکرد اسانس که حاصل ضرب مقدار اسانس در عملکرد دانه است نیز افزایش یافت. میزان اسانس در توده‌های مختلف زیره (*Cuminum cyminum* L.) در ایران نیز متفاوت بود (Hashemian et al., 2013).

رشد رویشی و افزایش عملکرد اسانس گردید (Farahani and Madani., 2014). محلول پاشی پتاسیم هیومیات بر عملکرد اسانس پونه کوهی (*Mentha pulegium*) مؤثر بود (Said-Al Ahl et al., 2009). آبیاری کامل عملکرد اسانس را به میزان ۶۰/۰۷ کیلوگرم در هکتار افزایش داد که نسبت تنش رطوبتی در مرحله‌ی گلدهی و تنش رطوبتی در مرحله‌ی پر شدن دانه به ترتیب ۴۱ درصد و ۱۸ درصد افزایش داشت (جدول ۴). کاهش عملکرد اسانس تحت شرایط قطع آبیاری در اثر کاهش درصد اسانس و عملکرد دانه در این شرایط بود. بتآیب و همکاران (Bettaieb et al., 2011) گزارش نمودند که تنش رطوبتی با اینکه باعث افزایش درصد اسانس زیره سبز شد ولی به دلیل کاهش میزان عملکرد دانه در تیمار کم آبی،

جدول ۵. مقایسه میانگین تعداد چتر شاخه فرعی و درصد اسانس تحت تأثیر سطوح آبیاری و بوم گونه‌های رازبانه

Table 5. Mean comparison for number of umbrella in lateral branches and essential oil percentage affected by irrigation levels and fennel ecotypes

Irrigation levels	سطوح آبیاری	Ecotype	بوم گونه	تعداد چتر در شاخه فرعی Number of umbrellas in lateral branches	درصد اسانس Percentage of essential oil
Full irrigation	آبیاری کامل	Esfahan	اصفهان	42.31 ^{bcd}	3.8 ^a
		Hamedan	همدان	48.08 ^b	3.09 ^b
		Bushehr	بوشهر	61.25 ^a	3.18 ^b
Irrigation cease from flowering stage	قطع آبیاری از گلدهی	Esfahan	اصفهان	26.5 ^{de}	3.19 ^b
		Hamedan	همدان	25.41 ^e	2.96 ^b
		Bushehr	بوشهر	34.2 ^d	3.10 ^b
Irrigation cease from grain filling stage	قطع آبیاری از پر شدن دانه	Esfahan	اصفهان	44.63 ^{bc}	3.76 ^a
		Hamedan	همدان	38.26 ^{cd}	3.22 ^b
		Bushehr	بوشهر	36.65 ^{cd}	2.99 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

راندمان آبیاری عملکرد اسانس

۱۷/۳۵ گرم بر مترمکعب بیشترین راندمان را در میان بوم گونه‌ها داشت که با راندمان آب بوم گونه‌ی بوشهر تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). دلیل این افزایش به جهت بالا بودن عملکرد اسانس بوم گونه‌ی اصفهان در مقایسه با دو بوم گونه‌ی دیگر است و بوم گونه‌ی اصفهان و بوشهر در این مورد تفاوت معنی داری نداشتند. عبداللهی و همکاران در ارزیابی گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia* sp.) نیز در گونه‌ی *L.iberica*، اکوتیپ مشهد در مقایسه با اکوتیپ ارومیه کارایی مصرف آب بیشتری داشت (Abdollahi et al., 2013).

محلول پاشی هیومیک اسید و بوم گونه (P<0.01) بر راندمان آبیاری عملکرد اسانس معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین محلول پاشی هیومیک اسید نشان داد که با محلول پاشی هیومیک اسید راندمان آبیاری تولید اسانس به میزان ۱۸ درصد افزایش می‌یابد (جدول ۳). محلول پاشی هیومیک اسید از طریق افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد سبب افزایش عملکرد اسانس و در نهایت موجب افزایش راندمان آبیاری تولید اسانس گردید. بوم گونه‌ی اصفهان نیز با

جدول ۶. مقایسه میانگین تعداد چتر در ساقه‌ی اصلی تحت تأثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید و بوم‌گونه‌های رازیانه

Table 6. Mean comparison for the number of umbrellas in the main stem affected by the foliar application of humic acid and fennel ecotypes

محلول‌پاشی Spraying	محلول‌پاشی Ecotype	بوم‌گونه Ecotype	تعداد چتر در ساقه اصلی
			Number of umbrellas in the main stem
No spraying	عدم محلول‌پاشی	Esfahan	3.38 ^{bc}
		Hamedan	3.44 ^{bc}
		Bushehr	3.55 ^{bc}
Spraying of 400 milligrams per liter	محلول‌پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر	Esfahan	3.86 ^b
		Hamedan	3.15 ^c
		Bushehr	4.82 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتیجه‌گیری

همچنین بوم‌گونه‌ی بوشهر به دلیل داشتن تعداد چتر بیشتر در ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی به همراه محلول‌پاشی هیومیک اسید، عملکرد دانه‌ی بالاتر (۵۴ درصد)، راندمان مصرف آب بالاتر (۱۸ درصد)، قابل توصیه جهت کشت در منطقه‌ی مورد مطالعه و همچنین سایر اقلیم‌های مشابه در ایران است.

نتایج نشان داد که تنش رطوبتی در مراحل رشد زایشی رازیانه می‌تواند اثر نامطلوبی بر عملکرد دانه داشته باشد، اما تأثیر تنش رطوبتی در مرحله گلدهی به مراتب بیشتر از مرحله پر شدن دانه است. استفاده از محلول‌پاشی هیومیک اسید تا حدی اثر منفی حاصل از تنش رطوبتی را کاهش داد.

منابع

- Abdollahi M., Maleki Farahani, S., Photocian, M.H., Hassanzadeh Qurta Tape, A., 2013. Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of urban balango and shirazi under drought conditions for irrigation management. *Water and Irrigation Management*. 3(2), 103-120. [In Persian with English summary].
- Ahmadi Khandanagoli, Y., Akbari, Gh.A.S., Allah Dadi, A., 2014. Effect of drought stress on some growth indices of fennel aphid. P 10. In *Second National Conference on Applied Research in Agricultural Sciences*. University of Tehran [In Persian].
- Amiri Dehahmadi, S.R., Rezvani Moghadam, P., Ehyae, H.R., 2012. The effects of drought stress on morphological traits and yield of three medicinal plants (*Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare* and *Anethum graveolens*) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(1), 116-124. [In Persian with English summary].
- Azizi, M., Safai, Z., 2016. The effect of foliar application of humic acid and nanofertilizer Farnks on morphological traits, yield and essential oil amount of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Horticulture (Agricultural Sciences and Technology)*. 30(4), 271- 680. [In Persian with English summary].
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., Rastgoo, M., 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *Industrial Crops and Products*. 27, 11-16
- Barghmadi K., Najafi, Sh., 2015. Effect of different levels nitroxin and humic acid on some quantitative characteristics and essential oil of ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke). *Journal of Horticulture*. 29(3):. 332-341. [In Persian with English summary].
- Bettaieb I, Zakhama N, Aidi-Wannes N, Kchouk M E., Marzouk B, 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential

- oils composition. *Scientia Horticulturae*. 120, 271-275.
- Bettaieb, I., Knioua, S., Hamrouni, I., Limam, F., Marzouk, B., 2011. Water-deficit impact on fatty acid and composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from Northeast of essential oil composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) aerial parts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 328-334.
- Farahani, A., Madani, H., 2014. Evaluation of the Efficiency of Humic Acid Use in Comparison with Fertilizer, Manure and Combined in *Satureja* Horticulture (*Satureja hortensis* L.). *New Agricultural*. 8(4), 323- 337.
- Fatemi, H., Ameri, A., Amini Fard, M., Aroei, H., 2011. Effect of humic acid on growth characteristics in essential oil of basil. P 4. The first national conference on modern topics in agriculture. October. Islamic Azad University Saveh Branch. [In Persian with English summary].
- Gholami, A., Akbari, A., Abbas Dukht, H., 2015. Application of bio-fertilizers and organic fertilizers on growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Journal of Agroecology*. 7(2), 215- 224. [In Persian with English summary].
- Goldani; M. 2010. Effect of irrigation regimes on morpho-physiological Sesame ecotypes (*Sesamum indicum* L.) under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2(4), 658- 666. [In Persian with English summary].
- Hashemian, N., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Golparvar, A., Hamedi, B., 2013. Diversity in chemical composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from northeast of Iran. *Australian Journal of Crop Science*. 7(11), 1752- 1760.
- Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakkoli, A., Saba, J., 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 28(1), 121-130. [In Persian with English summary].
- Irannejad, h., Rassam, Gh., 2002, Investigation of the effect of different levels of nitrogen and phosphorus on yield and essential oil content of anise seed. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 9(1), 93- 101. [In Persian with English summary].
- Mousavi, S.M., Mousavi, S. Gh., Saghat Al-Islam, M.J., 2014. Effect of water stress and nitrogen levels on growth and yield of fruits and essential oils in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Biomedical Journal of Iranian Herbs and Medicinal Herbs Research*. 30(3), 453- 462. [In Persian with English summary].
- Mozafari, S., Khorasani Nejad, S., Gorgini Shabankar, H., 2016. The effect of irrigation amounts on the basis of percent capacity and agronomic application on some morphophysiological characteristics of the purple (*Portulaca oleracea* L.) herb. *Electronic Journal of Crop Production*, 9(3), 153- 175. [In Persian with English summary].
- Norouzi Shahri, F., Puriyosf, M., Tavakoli, A., Saba, J., Yazdinejad, A. 2015. Evaluation of the function of some fennel ecotypes (*Foeniculum vulgare* Mill.) native to Iran under drought conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 46 (1), 49-56. [In Persian with English summary].
- Pouryousef, M., Tavakoli, A., Maleki, M., Barkhordari, K., 2012. Effects of drought stress and harvesting time on grain yield and its components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *National Congress on Medicinal Plants, Kish Island, 16-17 May: p 315*. [In Persian].
- Rafiei, N., Mohammadinejad, Gh., 2014. Evaluation of the tolerance of 49 green Cumin ecotypes to drought stress, p 5, 13 *Iranian Crop Sciences Congress & 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference*. Karaj. [In Persian].
- Rezaei Chianeh, A., Zahtab Salmasi, S., Ghasemi Golazani, K., Del Azar, AS., 2012. Effect of irrigation treatments on yield and yield components of three fennel populations. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*. 22(4), 57-70. [In Persian with English summary].
- Sabzevari, S., Khazae, H.R. 2009. Effects of humic acid foliar application on growth characters, yield and yield components of wheat: var. Pishtaz. *Agroecology*. 1, 53-63. [In Persian with English summary].
- Said-Al Ahl, H.A.H., Hasnaa Ayad, S., Hendawy, S.F., 2009. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different

- irrigation intervals. *Journal of Applied Sciences*. 2(3), 319- 329.
- Salarpur Gharba, Gh., Farahbakhsh, h. 2014. Effect of drought stress and salicylic acid on physiological and physiological traits of fennel. *Agricultural Crop Management*, 16(3), 765-778. [In Persian with English summary].
- Samavat, S., Pazooki, A., Ladan Moghadam, A., Samacat, S. 2008. Principles of organic matter application in agriculture. Technical Report. Garmsar Islamic Azad University Press. (In Persian with English Summary).
- Sanjari, M., Sirus Mehr, A., Fakhri, b. 2016. Effect of drought stress and humic acid on morphological traits, yield and anthocyanin Chaytrsh (*Hibicus sabdarifa* L.). *Agroecology*. 8(3), 346- 358. [In Persian with English summary].
- Sefeidkon, F., 2002. Quality and quantity evaluation the essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different growth stages. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 7, 85-104. [In Persian with English summary].
- Tan, K.H. 2003. *Humic Matter in Soil and Environment*. Marcel Dekker, New York. P408.
- Yaran Pour, M. 2012. The effect of biological fertilizers and drought stress on morphological characteristics of two cumin ecotypes, p 7, In the 1st national conference on solutions to access sustainable development in agriculture, natural resources and the environment, Tehran. [In Persian].
- Zhua, Z., Lianga, Z., Hana, R., Wang, X., 2009. Impact of fertilization on drought response in the medicinal herb *Bupleurum chinense* DC. growth and saikosaponin production. *Industrial Crops Products*. 29, 629-633.