Effect of irrigation regimes and application of humic acid on some morphological and physiological characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.)

Farnoosh Sabouri[1*], Alireza Sirousmehr[2], Hossein Gorgini Shabankareh[3]
[1.] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
[2.] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
[3.] Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract
This experiment was conducted in 2014 at research greenhouse, in a completely randomized design based on factorial arrangement with three replications. Treatments included irrigation regimes at 50, 75 and 100 % FC and humic acid spraying at three levels 0, 150 and 300 mg. lit^{-1}. The greatest and the least plant height, fresh and dry weight, number and length of leaves, chlorophyll a and carbohydrates was achieved at 100 and 50% FC, respectively. Plant cultivated at 300 mg. lit^{-1}humic acid had the greatest growth components. Interaction of irrigation at 100% of field capacity and 300 mg l^{-1} of humic acid had the greatest plant height, fresh and dry weight, leaf length and carbohydrates. While the greatest proline was obtained at irrigation at 50% FC and no humic acid spraying. Interaction effects was not significant for number of leaves, chlorophyll (a and b) and carotenoids. Growth parameters decreased with increasing drought severity. The results suggested savory planted at 300 mg. $lit^{-1}$of humic acid and no drought stress had the greatest productivity.

Keywords: Drought stress, Medicinal plants, Organic acid, Prolin

* Corresponding Author: asirousmehr@uoz.ac.ir

Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

Archive of SID

www.SID.ir

زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال نهم، شمارهٔ سی و چهارم، پاییز ۱۳۹۶، صفحهٔ ۲۴-۱۳
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۰۱
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۶/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۲/۰۶

اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی مرزه (*Satureia hortensis*)

فرنوش صبوری [۱]، علیرضا سیروس مهر [۲*]، حسین گرگینی شبانکاره [۳]
[۱]گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل،ایران
[۲]گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
[۳]گروه باغبانی، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

چکیده

گیاهان در دوران رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند که هریک از آنها باتوجه‌به میزان حساسیت و مرحلهٔ رشد گیاه آثار متفاوتی بر رشد و عملکرد آن دارند. آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر رژیم‌های هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در خرداد سال ۱۳۹۳ در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای بررسی‌شده شامل رژیم‌های آبیاری در ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی هیومیک اسید در سه غلظت صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. گیاهان محلول‌پاشی‌شده با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، بیشترین مقدار شاخص‌های رشد را داشتند. بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر و خشک، طول برگ و محتوای کربوهیدرات در شرایط آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید به دست آمد؛ درحالی‌که بیشترین مقدار پرولین از تیمار آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون کاربرد هیومیک اسید حاصل شد. برهم‌کنش رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های تعداد برگ، محتوای کلروفیل a، b و کارتنوئید اثر معنی‌داری نداشت. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند گیاهان مرزهٔ محلول‌پاشی‌شده با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید با آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین تولید را داشتند.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، پرولین، تنش خشکی، گیاه دارویی

* نگارندهٔ مسؤول: نشانی پست الکترونیک: asirousmehr@uoz.ac.ir، شمارهٔ تماس: ۰۵۴-۳۱۲۳۲۱۴۱

Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد. علاوه‌براین، کاهش جذب آب از ریشهٔ گیاه؛ کاهش تعرق، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و همچنین به هم خوردن موازنهٔ هورمونی را در گیاه باعث می‌شود (Khalafallah and Abo Ghalia, 2008). خشکسالی مهم‌ترین عامل محدودکنندهٔ رشد گیاه و تولید محصول در سراسر جهان است. زمانی که از دست دادن آب به‌صورت تعرق بر میزان آب جذب‌شده از خاک پیشی می‌گیرد، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی‌مدت بر همهٔ فرایندهای متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و درنتیجه، اغلب کاهش تولید گیاه را موجب می‌شود (Abedi and Pakniat, 2010).

گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) از خانوادهٔ Lamiaceae (نعناعیان) است و به‌صورت بوته‌ای رشد می‌کند. این گیاه گل‌های متعدد با اندازهٔ ۱/۵ میلی‌متر، برگ‌های نیزه‌ای‌شکل و غدد ترشحی حاوی اسانس دارد (Omidbeigi, 2000). سرشاخه‌های گل‌دار و به‌طورکلی قسمت‌های هوایی گیاه *S. hortensis* از مهم‌ترین بخش استفاده‌شدنی این گیاه هستند که معمولا در زمان گل‌دهی برداشت و در سایه خشک می‌شوند. این گیاه بوی معطر دارد و نیروبخش، تسهیل‌کنندهٔ عمل هضم، مقوی معده، مدر، بادشکن، قابض خفیف، ضد نزله، رفع‌کنندهٔ اسهال و ضد کرم است (Zargari, 1997). این گیاه در نواحی مختلف ایران به‌ویژه در مناطق شمال غرب، غرب، مرکز، شمال، جنوب غرب، شمال شرق ازجمله حوالی آذربایجان، همدان، کرمانشاه، تهران، کردستان، اصفهان، کهکیلویه و بویراحمد، بختیاری، فارس، کرمان، مازندران، لرستان، ایلام، گرگان، گیلان و خراسان می‌روید (Jamzad, 2012). مرزهٔ یک‌ساله یا مرزهٔ تابستانه (*S. hortensis*) یکی از مهم‌ترین گیاهان متعلق به خانوادهٔ نعناعیان است که بیش از ۳۰ گونهٔ آن در شرق مدیترانه می‌رویند (Hadian *et at*., 2008).

براساس نتیجهٔ پژوهش Fabriki ourang و Poorbonab Mehrabad (۲۰۱۶)، تنش شوری تأثیر منفی بر صفات مورفولوژیک مرزه نداشت؛ درحالی‌که تنش خشکی کاهش معنی‌دار را در همهٔ ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه سبب شد. همچنین نتایج پژوهش‌های Sodaizadeh و همکاران (۲۰۱۶) بیان می‌کنند گیاه مرزه با به‌کارگیری برخی سازوکارهای دفاعی، تاحدی در مقابل تنش خشکی مقاومت می‌کند.

در بررسی انجام‌شده بر بادرنجبویه (*Melisa officinalis* L.) مشخص شد تنش کم‌آبی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه و طول میانگره تأثیر می‌گذارد (Ardakani *et al*., 2007). پژوهشگران بیان کردند تنش خشکی؛ ارتفاع بوته، تعداد ساقهٔ جانبی و وزن خشک اندام‌های رویشی آویشن را کاهش می‌دهد (Babai *et al*., 2010).

استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمّی

Archive of SID

www.SID.ir

و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار اندک از اسیدهای آلی به‌علت وجود ترکیبات هورمونی، آثار درخورتوجهی بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Sabzevari *et al.*, 2010؛ بنابراین، استفاده از انواع کودهای طبیعی ازجمله هیومیک اسید، بدون اثر مخرب زیست‌محیطی ممکن است برای افزایش عملکرد، مؤثر واقع شود. هیومیک اسید ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که درنتیجهٔ پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که ممکن است برای افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود. از مزایای مهم هیومیک اسید، کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و غیره برای غلبه بر کمبود عناصر غذایی است که افزایش طول، وزن ریشه و ایجاد ریشه‌های جانبی را سبب می‌شوند (Abedi and Pakniat, 2010). هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. علاوه‌براین، مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب، پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حد زیادی مانع تبخیر آب می‌شود (Mirhajian, 2012). همچنین هیومیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه را سبب می‌شود (Delfine and *et al.*, 2005). در چای ترش، تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید، بهبود تحرک و کارایی عناصر غذایی، افزایش مقدار روی و آهن برگ و درنتیجه، افزایش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات و پروتئین را سبب شد (Minai and Heidari, 2013). در پژوهشی، کاربرد هیومیک اسید به‌میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک؛ افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و میزان عناصر غذایی را در گیاه فلفل (*Capsicum annum* L.) موجب شد (Tan, 2003). تنش خشکی در گل‌گاوزبان اروپایی بر میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول برگ همچنین بر عملکرد زیستی گل و سرشاخه‌های گل‌دار تأثیر معنی‌داری داشت. میزان پرولین با تأثیر متقابل تنش خشکی و هیومیک اسید تغییر کرد؛ اما میزان کربوهیدرات‌های محلول و کلروفیل تغییر نکرد (Arnon, 1997).

رویکرد جهانی در تولید گیاهان زراعی و باغی به‌سوی استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آنها مانند کاربرد کود زیستی و آلی برای ارتقاء عملکرد کمّی و کیفی گیاهان است. ازسوی‌دیگر، استفاده از کودهای زیستی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان مسئلهٔ مهمی برای حرکت به‌سوی کشاورزی پایدار است که در تنش کم‌آبی، اهمیت مضاعفی دارد. خشکی و کم‌آبی در ایران همواره از مهم‌ترین مسائل کشاورزی بوده است و از این پدیدهٔ طبیعی و تغییرنیافتنی راه فراری نیست. ازسویی، مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به‌طور روز افزونی در جامعه افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه مساحت

Archive of SID

www.SID.ir

زیادی از کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود، صرفه‌جویی در مصرف آب ضرورت دارد و تعیین نیاز آبی و دورهٔ آبیاری گیاهان، از نخستین اقدامات مهم در کشت گیاهان در سطح وسیع است. همچنین باتوجه‌به اهمیت فراوان تغذیه در عملکرد و کیفیت مواد مؤثر گیاهان دارویی و اینکه تاکنون پژوهش‌های اندکی دربارهٔ واکنش گیاهان خانوادهٔ نعناعیان به‌ویژه گیاه مرزه انجام شده‌اند، بنابراین، پژوهش حاضر برای ارزیابی اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر، در سال ۱۳۹۳ در شرایط گلخانه انجام شد. متوسط دمای گلخانه، ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی، ۷۰ درصد بود.

در پژوهش حاضر تأثیر دو عامل رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزه به‌صورت آزمایش فاکتوریل برپایهٔ طرح کاملا تصادفی در سه تکرار بررسی شدند. محلول‌پاشی هیومیک اسید در سه غلظت صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و رژیم‌های آبیاری در سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی اعمال شدند. پودر هیومیک اسید با نام تجاری ORYX HUM (حاوی ۷۳ تا ۷۴ درصد هیومیک اسید و ۱۰ تا ۱۲ درصد پتاسیم به‌شکل پتاسیم اکسید (K_2O)) تهیه‌شده از شرکت فنی‌مهندسی سروستان پاک ایرانیان، در آزمایشگاه دانشکدهٔ کشاورزی به‌دقت وزن شد؛ سپس رقت‌های مد نظر آن تهیه و برای اعمال تیمار هیومیک اسید استفاده شدند. بذر گیاه مد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و تعداد ۱۰ بذر داخل هر کدام از گلدان‌ها (گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۴۵ و ارتفاع ۳۲/۵ سانتی‌متر) کشت شدند. کاشت به‌صورت هیرم‌کاری با آب معمولی، پایان خرداد ماه در عمق ۰/۵تا۱ سانتی‌متری انجام شد. درمجموع، ۲۷ گلدان برای کشت استفاده شدند. پس از سبزشدن، بوته‌ها در چند مرحله تنک شدند و درنهایت، داخل هر گلدان سه بوته نگهداری شد. تا ۲۰ روز پس از کاشت (مرحلهٔ ۴ تا ۶ برگی‌شدن بوته‌ها)، گلدان‌ها در رژیم‌های یکسان آبیاری شدند. پس از این مرحله، برای تعیین دوره‌های آبیاری، رطوبت هرکدام از گلدان‌ها به‌طور روزانه اندازه‌گیری می‌شد و برای دوره‌های آبیاری (تیمار آبیاری) که درصد حجمی رطوبت خاک به حد مد نظر می‌رسید آبیاری برای هر تیمار انجام می‌شد. برای اعمال این تیمارها ابتدا پس از کاشت، گلدان‌ها وزن و آبیاری شدند و پس از ۳ ساعت (برای خارج‌شدن آب زهکش) گلدان‌ها دوباره توزین شدند. اختلاف حاصل از وزن اولیه و ثانویه، همان مقدار آب در حد ظرفیت زراعی بود (Hajebi and Heidari Sharifabad, 2006). درصد حجمی رطوبت، در ظرفیت زراعی، ۲۸/۵ درصد و در نقطهٔ پژمردگی، ۱۲/۵ درصد بود. آبیاری برای ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد حجمی) و برای ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۴/۲۵ درصد حجمی) انجام شد.

هیومیک اسید در غلظت‌های متمایز، با کودپاش دستی به‌صورت کودآبیاری و در سه مرحله، محلول‌پاشی شد. مرحلهٔ اول محلول‌پاشی، زمانی که گیاهان در مرحلهٔ ۴ تا ۶ برگی بودند و مرحلهٔ دوم و سوم آن به‌فاصلهٔ ۱۰ روز یک‌بار انجام شد.

حدود ۸ هفته پس از آغاز تیمارهای تنش (زمانی که ۵۰ درصد بوته‌ها در مرحلهٔ گل‌دهی کامل بودند) صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول برگ، تعداد برگ، وزن خشک و تر بوته (گرم در گلدان)، محتوای کلروفیل a، b، پرولین و کربوهیدرات برای هر گلدان اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌ها: مقادیر کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-160A، شرکت Shimadzu، ژاپن) و روش Arnon (۱۹۹۷) تعیین شدند. بدین‌منظور، مقدار ۰/۲ گرم از بافت سبز برگ‌های جوان در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شد. نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۱۶۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. درنهایت، قسمت بالایی عصاره، جدا و جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد؛ سپس مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳ نانومتر، کلروفیل b در طیف جذبی ۶۴۵ نانومتر و کاروتنوئید در ۴۷۰ نانومتر خوانده و اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌ها: ۰/۵ گرم برگ تازه در هاون چینی ساییده و سپس به آن ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه شد. روشناور در لولهٔ آزمایش ریخته شد و برای حذف ناخالصی آن دوباره ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه و کاملا ساییده شد و درنهایت به محتویات لولهٔ آزمایش اضافه شد؛ سپس در دستگاه سانتریفیوژ به‌مدت ۱۵ دقیقه و در دور ۱۵۰۰ قرار داده شده و ناخالصی‌های آن به‌طور دقیق جدا شد. این عصاره، عصارهٔ پایه برای اندازه‌گیری قند در نظر گرفته شد. ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون به ۱۰۰ میکرولیتر از عصارهٔ تهیه‌شده یا استانداردها اضافه و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. پس از خنک‌شدن نمونه‌ها جذب آنها در طول‌موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. برای رسم نمودار استاندارد از گلوکز خالص استفاده شد. غلظت‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه و مراحل انجام‌شده بر نمونه‌های اصلی بر آنها اعمال شد (Irrigoyen *et al* 1992).

اندازه‌گیری میزان پرولین: برای اندازه‌گیری مقدار پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. در این روش ۰/۵ گرم مادهٔ تر گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد سولفوسالیسیلیک اسید ساییده شد. از مخلوط همگن حاصل پس از صاف‌کردن، ۲ میلی‌لیتر برداشته شد. پس از افزودن ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین اسید و ۲ میلی‌لیتر استیک اسید خالص به آن، در بن‌ماری با دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۶۰ دقیقه و سپس در حمام آب یخ قرار داده شد. پس از افزودن ۴ میلی‌لیتر تولوئن مقدار جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر به‌کمک اسپکتروفتومتر خوانده شد و مقدار پرولین با نمودار استاندارد آن به دست آمد.

تحلیل آماری: تجزیهٔ واریانس داده‌ها و مقایسهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین با روش چنددامنه‌ای دانکن و با نسخهٔ ۹/۲ نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیک: تأثیر سادهٔ رژیم آبیاری و هیومیک اسید بر تعداد برگ در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل تیمارها بر این صفت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). برای اثر رژیم آبیاری بر تعداد برگ مشخص شد در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، کمترین تعداد برگ بود و دو سطح دیگر بدون اختلاف معنی‌دار تعداد برگ بیشتری داشتند (جدول ۲). در این زمینه اظهار شده است صفت تعداد برگ به‌طور ژنتیکی تنظیم می‌شود؛ ولی شرایط محیطی نیز بر آن اثر می‌گذارد که در شرایط آزمایش حاضر، کاهش بیشتر آب آبیاری در سطح اول (A1) به کاهش تعداد برگ منجر شده است. با افزایش میزان کاربرد هیومیک اسید، بر تعداد برگ افزوده شد (جدول ۵). برهم‌کنش محلول‌پاشی هیومیک اسید و رژیم‌های آبیاری برای شاخص‌های وزن تر و وزن خشک بوته، ارتفاع بوته و طول برگ معنی‌دار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد مرزه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد برگ	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	ارتفاع بوته	طول برگ
رژیم‌های آبیاری	۲	۶۲/۷۰**	۱۷۰/۰۶**	۱/۴۹**	۱۴/۴۲**	۱/۴۹**
هیومیک اسید	۲	۵۰/۸۱**	۱۸/۵۹**	۰/۰۴۵**	۲۹/۶۲**	۲/۳۶**
هیومیک اسید * خشکی	۴	۸۷/۲^{ns}	۰/۸۵**	۰/۰۰۱*	۱/۸۵**	۰/۱۸**
خطا	۱۸	۱/۲۹	۰/۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۱۸	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	_	۸/۸۰	۲/۳۱	۸/۵۲	۳/۴۴	۲/۱۲

*،** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ و $P\leq0.01$ و غیرمعنی‌دار

به‌طورکلی در تیمارهای برهم‌کنش در هر سطح هیومیک اسید، با کاهش میزان آبیاری تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، مقادیر شاخص‌های مورفولوژیک کاهش یافت؛ درحالی‌که با افزایش کاربرد هیومیک اسید تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در هر سطح آبیاری، مقادیر این شاخص‌ها افزایش یافت؛ به‌بیان‌دیگر از شدت اثر تنش کم‌آبی کاسته شد. براساس مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۶)، بیشترین مقدار وزن تر و وزن خشک بوته، طول برگ و ارتفاع بوتهٔ مرزه از برهم‌کنش کاربرد تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (A3B3) و کمترین مقدار آنها از برهم‌کنش تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون مصرف هیومیک اسید به دست آمد (A1B1).

به‌طورکلی، مرزهٔ کشت‌شده در تیمار آبیاری در مرحلهٔ ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و ۳۰۰ میلی‌گرم

Archive of SID

www.SID.ir

هیومیک اسید بیشترین تولید را برای شاخص‌های مورفولوژیک داشت. کاهش در صفات مورفولوژیک بررسی‌شده ممکن است نشان‌دهندهٔ کمبود آب باشد؛ زیرا تنش خشکی کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش در بزرگ‌شدن سلول‌ها و رشد رویشی را موجب می‌شود. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه به تقسیم سلولی، بزرگ‌شدن سلول‌ها و تمایز بستگی دارد و همهٔ این حوادث متأثر از تنش خشکی است (Harp *et al.*, 2000). از نخستین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و درنتیجه، کاهش رشد و توسعهٔ سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. کاهش تقسیم سلولی و بزرگ‌شدن سلول‌ها؛ کاهش سطح برگ و درنتیجه، کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی را موجب می‌شوند. با کاهش رشد و نمو سلول، اندازهٔ اندام محدود می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به‌علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد همانندسازی‌شده به‌سوی اندام‌های زایشی بر اثر تنش کمبود آب، کاهش عملکرد سرشاخه‌های گل‌دار را موجب می‌شود. به‌همین‌علت، نخستین تأثیر محسوس کم‌آبی بر گیاهان، از اندازهٔ کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان تشخیص داده می‌شود. عناصرغذایی و آب به‌شدت بر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گل‌دار مانند هر اندام رویشی یا زایشی اثر می‌گذارند (Dursun *et al.*, 2002). استفاده از هیومیک اسید رشد اندام‌های هوایی را باعث می‌شود که علت آن افزایش جذب عناصری مانند ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (Erkossa *et al.*, 2002). هیومیک اسید با کلات‌کردن عناصر ضروری، افزایش جذب عناصر و باروری خاک و افزایش تولید گیاهان را سبب می‌شوند (Salehi *et al.*, 2010). همچنین پلیمرهای هیومیک اسید مانند چسبی آلی عمل می‌کنند که ذرات معدنی خاک را به هم می‌چسبانند و ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر؛ فضای مناسب را برای موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی، نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه فراهم می‌کنند؛ درنتیجه، این پلیمرها عواملی کلیدی در اصلاح ساختار خاک هستند (Sebastiano *et al.*, 2005). کاربرد هیومیک اسید آثار تنش خشکی را کاهش داد. ازیک‌سو، هیومیک اسید با تولید بیشتر نوکلئیک اسیدها و آمینواسیدها، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به‌ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهند (Bronick and Lal, 2005)، ازسوی‌دیگر، هیومیک اسید با اصلاح دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های هیومیک اسید با پیوند با مولکول‌های آب، تا حد زیادی از تبخیر آب ممانعت می‌کنند (Aiken *et al.*, 1985). در پژوهش حاضر نیز تأثیرپذیری صفات مورفولوژیک از هیومیک اسید، بیان‌کنندهٔ مؤثربودن این کود است.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر تعداد برگ مرزه

رژیم آبیاری	۱۰۰ درصدظرفیت زراعی(A3)	۷۵ درصد ظرفیت زراعی (A2)	۵۰ درصد ظرفیت زراعی (A1)
تعدادبرگ	۱۴/۶۶a	۱۴/۲۲a	۹/۸۸b

Archive of SID

www.SID.ir

حروف غیرمشترک بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح P≤0.05 است.

شاخص‌های فیزیولوژیک: رژیم آبیاری بر کلروفیل a اثر معنی‌داری (p≤۰/۰۱) داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار برای کلروفیل a، از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۴).

اثر هیومیک اسید بر کلروفیل a، در مرزه معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود؛ درحالی‌که بر شاخص‌های کلروفیل b و کارتنوئید اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشترین مقدار کلروفیل a از گیاهان تیمارشده با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و کمترین مقدار آن هنگام مصرف‌نشدن هیومیک اسید حاصل شد (جدول ۵). اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان کلروفیل b و کارتنوئید معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های فیزیولوژیک مرزه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	پرولین	کربوهیدرات
رژیم‌های آبیاری	۲	۶/۶۱**	۰/۴۷^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۶۳۰/۰۱**	۱/۳۲**
هیومیک اسید	۲	۳/۶۹**	۳/۴۵^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۱۳۴/۵۷**	۱/۷۰**
هیومیک اسید * خشکی	۴	۰/۱۰^{ns}	۰/۹۷^{ns}	۳/۳۴^{ns}	۴۳/۴۱**	۰/۰۳۱**
خطا	۱۸	۰/۰۲۷	۲/۶۴	۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	_	۲/۹۸	۳۰/۴۹	۳۴/۸۵	۲/۵۶	۱/۱۹

*،** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح P≤0.05 و P≤0.01 و غیرمعنی‌دار

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر رنگدانه‌های مرزه

رژیم‌های آبیاری	کلروفیل a (mg/gr)	کلروفیل b (mg/gr)	کاروتنوئید (mg/gr)
۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی(A3)	۶/۲۱a	۵/۵۳a	۱/۱۳a
۷۵ درصد ظرفیت زراعی (A2)	۵/۷۵b	۵/۳۷a	۱/۰۵a
۵۰ درصد ظرفیت زراعی (A1)	۴/۶۱c	۵/۰۸a	۱/۳۳a

در هرستون، حروف غیرمشترک بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح P<0.05 هستند.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر رنگدانه‌های مرزه و تعداد برگ

محلول‌پاشی هیومیک اسید	کلروفیل a (mg/gr)	کلروفیل b (mg/gr)	کاروتنوئید (mg/gr)	تعداد برگ
۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (B3)	۶/۱۸a	۵/۹۹a	۳/۳۱a	۱۵a
۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر (B2)	۵/۴۹b	۵/۲۳a	۱/۱۷a	۱۳b
بدون مصرف (B1)	۴/۹۰c	۴/۷۶a	۱/۰۳a	۱۰c

درهرستون، حروف غیرمشترک بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح P≤0.05 است.

Archive of SID

www.SID.ir

برهم‌کنش تیمارهای رژیم آبیاری و هیومیک اسید بر شاخص‌های پرولین و کربوهیدرات معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۳)؛ به‌طوری‌که بیشترین مقدار پرولین از آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون هیومیک اسید (A1B1) و بیشترین مقدار کربوهیدرات از برهم‌کنش آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (A3B3) حاصل شد (جدول ۶).

به نظر می‌رسد در شرایط تنش ملایم، کاهش میزان فتوسنتز خالص گیاه در درجهٔ اول، به‌علت بسته‌شدن روزنه‌ها باشد؛ اما در شرایط محدودبودن شدید آب، اثر روزنه‌ای ممکن است با افزایش مقاومت مزوفیلی و تأثیر سوء تنش بر غشای تیلاکوئیدها تشدید شود (Mishra and Sivstava, 1988). هیومیک اسید با قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر، تعرق و درنتیجه، قراردادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه آسان‌تر کند (Nasuti Miandoab *et al.*, 2010). به‌همین‌علت، کلروفیل a و b مقادیر بیشتری در تیمار با هیومیک اسید نشان دادند. محلول‌پاشی هیومیک اسید در لوبیا افزایش پروتئین و کلروفیل گیاه را با افزایش سرعت و میزان جذب مواد غذایی سبب شد (El-Bassiony *et al.*, 2010). آثار مثبت هیومیک اسید بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش مقدار رنگیزه‌های کلروفیل تأیید شده است. هیومیک اسید با قراردادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه می‌تواند ساخت کلروفیل a را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را راحت‌تر کند (Babai *et al.*, 2010). همچنین نتایج بررسی حاضر با نتایج آزمایش Kamari shahmeleki و همکاران (۲۰۱۲) مبنی بر افزایش کلروفیل در گیاه گوجه‌فرنگی با کاربرد تیمارهای مختلف هیومیک اسید مطابقت دارد. برای تغییرات پرولین در برهم‌کنش تیمارها علت‌های زیر ارایه شده است. در برخی از گیاهان ثابت شده است تغییرات میزان پرولین با توانایی آنها برای تحمل یا سازش به شرایط تنش خشکی مرتبط است و شاخصی برای انتخاب گیاهان مقاوم به تنش خشکی است (Abbaszadeh *et al.*, 2007). هنگامی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، تجزیهٔ پروتئین‌ها و درنتیجه، افزایش آمینواسیدها و آمیدها تسریع می‌شود که یکی از این آمینواسیدها پرولین است (El-Khateeb *et al.*, 2011). همچنین هنگامی‌که گیاه در معرض تنش‌ها قرار می‌گیرد، غلظت اسمولیت‌هایش را افزایش می‌دهد تا جذب آب در شرایط تنش ادامه یابد (تنظیم اسمزی). بین اسمولیت‌های آلی، پرولین احتمالا فراوان‌ترین و عمومی‌ترین مادهٔ حل‌شدهٔ سازگار است که تجمع می‌یابد (Sabzevari *et al.*, 2010). افزایش پرولین در تنش خشکی در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی نیز گزارش شده است (Ranganayakulu *et al.*,2015).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک مرزه

هیومیک اسید *خشکی (A*B)	وزن تر (gr in plant)	ارتفاع بوته (cm)	طول برگ (cm)	وزن خشک (gr in plant)	پرولین (µmol/gr)	کربوهیدرات (mg/gr)
A1B1	۷/۶۴h	۱۰/۱۳f	۲/۰۱g	۰/۱۰f	۳۶/۱۵a	۲/۸۳g
A1B2	۸/۵۸g	۱۱/۱۰e	۲/۳۴e	۰/۱۶cd	۳۲/۹۲b	۳/۳۴e
A1B3	۱۰/۲۱f	۱۲/۲۱d	۲/۴۹d	۰/۱۹c	۲۶/۱۵d	۳/۴۴d
A2B1	۱۳/۷۰e	۹/۸۷f	۲/۲۴f	۰/۱۱ef	۲۸/۳۳c	۳/۰۲f
A2B2	۱۴/۱۵e	۱۳/۵۴c	۲/۸۱c	۰/۲۶ab	۲۴/۳۵e	۳/۸۵c
A2B3	۱۵/۹۳c	۱۴/۰۳bc	۳/۵۹a	۰/۲۷ab	۲۱/۶۸f	۳/۸۹c
A3B1	۱۵/۲۶d	۱۱/۱۷e	۲/۴۰ed	۰/۱۳ed	۱۸/۱۹g	۳/۴۲d
A3B2	۱۷/۶۴b	۱۴/۵۴b	۳/۱۲b	۰/۲۵b	۱۵/۳۷h	۴/۱۶b
A3B3	۱۹/۰۷a	۱۵/۳۲a	۳/۶۵a	۰/۲۹a	۱۱/۷۰i	۴/۳۴a

درهرستون، حروف غیرمشترک بیان‌کنندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$ هستند. A1 (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، A2 (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، A3 (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، B1 (بدون کاربرد هیومیک اسید)، B2 (۱۵۰ میلی گرم هیومیک اسید)، B3 (۳۰۰ میلی گرم هیومیک اسید)

جمع‌بندی

باتوجه‌به نتایج پژوهش حاضر، در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌توان بخش زیادی از نیاز عناصر غذایی گیاه مرزه را با کاربرد کودهای آلی هیومیک اسید تأمین کرد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان دادند افزایش شدت تنش خشکی، کاهش صفات بررسی‌شده را سبب شد؛ بااین‌حال تیمارهای هیومیک اسید از گیاهان در برابر تنش خشکی محافظت کردند و خسارت‌های ناشی از تنش خشکی را کاهش دادند. نقش حفاظتی و تعدیل‌کنندگی کاربرد هیومیک اسید بر تنش خشکی ممکن است به تأثیر مثبت کود آلی هیومیک اسید در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان در رژیم‌های وقوع تنش، نسبت داده شود. همچنین می‌توان در صورت انجام مطالعات تکمیلی برای افزایش عملکرد گیاه مرزه در شرایط آب و هوایی مشابه و در مواجهه با تنش‌های ملایم کم‌آبی، کاربرد کودهای حاوی اسید هیومیک را پیشنهاد کردند.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم آزمایشگاه علوم باغبانی و تحقیقات گیاهان دارویی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه کردستان به‌علت همکاری در انجام پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

References

Abbaszadeh, B., Sharifi Ashurabadi, E., Lebaschi, M. H., Naderi Hajibagher, M. and Moghadami, F. (2007) Effect of drought stress on proline, soluble sugar, chlorophyll and relative water content (RWC) lemon balm (*Melicinal officinalis* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 23(4): 504-513 (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Abedi, T. and Pakniyat, H. (2010) Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 46(1): 27-34.

Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. and Mac Carthy, P. (1985) An introduction to Humic Substances in Soil, Sediment, and Water. In: Humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. (Eds. Aiken, G. R. *et al*) 1-9. Wiley InterScience, New York.

Ardakani, M. R., Abaszadeh, B., Ashurabadi, A., Lebaschi, M. H. and Paknezhad, F. (2007) The effect of water shortages on the quantity and quality of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research 23(2): 251-261 (in Persian).

Arnon, A. N. (1997) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy journal 23: 112-121.

Babai, K., Amini dahaghi, M., Modaress sanavi, S. A. and Jabari, R. (2010) Effect of drought stress on morphological traits, proline and thymol in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research 26(2): 251-259 (in Persian).

Bates, S., Waldern, R. P. and Teare, E. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Bronick, C. J. and Lal, R. (2005) Soil structure and management: A review. Geoderma 124: 3-22.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development 25: 183-191.

Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M. (2002) Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro andmicronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agronomy Botanica 56: 81-88.

El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F., Abd El-Baky, M. M. H. and Mahmoud Asmaa, R. (2010) Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 6(2): 169-175.

El-khateeb, M. A., El-lethy, A. S. and Alyemaa, B. A. (2011) Effect of mycorrhizal fungi inoculation and humic acid on vegetative growth and chemical composition of *Acacia saligna* Labill. seedlings under different irrigation intervals. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants 3(3): 283-289.

Erkossa, T., Stahr, K. and Tabor, G. (2002) Integration of organic and inorganic fertilizers: effect on vegetable productivity. Ethiopian institute of Agricultural Research 82: 247-256.

Fabriki ourang, S. and Mehrabad-Poorbonab, S. (2016) Effects of drought and salinity on morphological and biochemical properties of medicinal plant (*Satureha hortensis* L.). Eco-phytichemical Journal of Medicinal Plants 15(3): 23-35.

Hadian, J., Tabatabaei, S. M. F., Naghavi, M. R., Jamzad, Z. and Ramak-Masoumi, R. (2008) Genetic diversity of Iranian accession of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. Scientia Horticulturae 115: 196-202 (in Persian).

Hajebi, A. and Heidari Sharif Abad, H. (2006) Investigation of effect of drought on growth and nodulation of three species of clover. Pajouhesh and Sazandegi in Agronomy and Horticulture 66: 13-22 (in Persian).

Harp, S. M., Kerven, G. L., Edwards, D. G. and Ostatek-Boczynski, Z. (2000)

Archive of SID

www.SID.ir

Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. Soil Biochemical 32: 1331-1336.

Irrigoyen, J. H., Emerich, D. W. and Sanchez, D. M. (1992) Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plant. Physiology of Plant 84: 55-66.

Jamzad, Z. (2012) Flora of Iran, Lamiaceae, Research Institite of Forests ans Rangelands 76: 691 (in Persian).

Kamari shahmaleki, S., Peivast, G. H. A. and Ghasemnezhad, M. (2012) The effect of humic acid on growth characteristics and yield of tomato cultivar *Isabella*. Journal of Horticulture Science 26(4): 358-363 (in Persian).

Khalafallah, A. A. and Abo Ghalia, H. H. (2008) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. Journal of Applied Sciences Research 4(5): 559-569.

Minai, A. and heidari, M. (2013) The impact of drought and humic acid on performance and concentriation of macro elements in the herb boage flowers (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Production 21(1): 167- 182 (in Persian).

Mirhajian, A. (2012) What is humic acid. Agricultural Engineering 33: 7-16 (in Persian).

Mishra, B. and Srivastava, L. L. (1988) Physiological properties of has isolated form major soil associations of Bihar. Soil Science 36: 1-89.

Nasuti Miandoab, R., Samavat, S. and Tehrani, M. M. (2010) Humic acid fertilizer on plants and soil properties. Food Agriculture 101: 53-55 (in Persian).

Omidbeigi, R. (2000) Approaches to production and processing of medicinal plants. 2nd edition, vol. 2, Fekre ruz press, Tehran (in Persian).

Ranganayakulu, G. S., Chinta, S. and Sivakumar Reddy, P. (2015) Effect of water stress on proline metabolism and leaf relative water content in two high yielding genotypes of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting drought tolerance. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences 3(1): 97-103.

Sabzevari, S., Khazaii, H. and Kafi, M. (2010) The effect of humic acid on the growth of roots and aerial parts Sayvnz and Sabalan cultivars of wheat (*Triticuma estivum* L.). Journal of Soil Water Conservation 94: 23-87 (in Persian).

Salehi, B., Bagherzadeh, A. and Ghasemi, M. (2010) The effect of organic matter and humic acid on growth characteristics, yield, and three varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Agroecology 2(4): 640-647 (in Persian).

Sebastiano, D., Roberto, T., Ersilio, D. and Arturo, A. (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Journal Agricultural Research 25: 183-191.

Sodaizadeh, H., Shamsai, M., Tajamolian, M. and Mirmohammadi Meibodi, A. M. (2016) Effect of drought stress on morphological and physiological traits of satureja (*Satureja hortensis* L.) Plant Process and Function 5(15): 1-12 (in Persian).

Tan, K. H. (2003)Humic matter in soil and environment. Marcel Dekker, New York.

Zargari, A. (1997) Medicinal plants. vol. 4, 6th edition, Tehran university publication, Tehran (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir