



دانشگاه گیلو، رازی و سنجلی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

## مطالعه ویژگی‌های زراعی، عملکرد گل و درصد اینولین ریشه کاسنی (*Cichorium intibus*) تحت تاثیر حاصلخیزکننده‌های خاک و تنش خشکی

نوید رضایی‌نیا<sup>۱</sup>، محمود رمودی<sup>۲\*</sup>، محمد گلوی<sup>۳</sup> و محمد فروزنده<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشگاه زابل، <sup>۲</sup>دانشیار گروه زراعت، دانشگاه زابل،

<sup>۳</sup>استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل، <sup>۴</sup>مربی گروه زراعت پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** کاسنی گیاهی دارویی از خانواده آستراسه و دارای برگ‌های آبی و یا صورتی است. کاسنی گونه گیاهی با ارزش که سرشار از فلاونوئید و اینولین است. از طرفی تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد در دنیا به شمار می‌رود. پژوهش حاضر به منظور بررسی ویژگی‌های زراعی، عملکرد گل و درصد اینولین ریشه کاسنی تحت تیمارهای مختلف حاصلخیزکننده‌های خاک و تنش خشکی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. عامل اصلی تنش خشکی شامل: آبیاری بر اساس ۷۰، ۹۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در کل دوره رشد و عامل فرعی حاصلخیزکننده‌های خاک شامل: شاهد (عدم کاربرد کود)، نیتروکسین، ریزموجودات مفید (EM=Effective Microorganism) و نانو کلات پتاسیم بودند. ویژگی‌های از قبیل ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک، وزن خشک ریشه، درصد نیتروژن برگ و درصد اینولین مورد بررسی قرار گرفت. برای اعمال تنش خشکی از دستگاه TDR استفاده شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که برهمکنش تنش خشکی و حاصلخیزکننده‌های خاک، بر کلیه ویژگی‌های مورد بررسی به جز ارتفاع بوته معنی‌دار شد. نتایج نشان داد با افزایش شدت تنش ارتفاع بوته، تعداد ساقه و گل در بوته، عملکرد گل، وزن خشک ریشه، درصد اینولین ریشه و درصد نیتروژن برگ کاهش یافت. کاربرد حاصلخیزکننده‌های خاک نیز سبب افزایش ویژگی‌های مورد بررسی گردید. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه و گل در بوته، عملکرد گل خشک، وزن خشک ریشه و درصد اینولین ریشه از آبیاری کامل، همراه با کاربرد کود EM به دست آمد. کاربرد کود زیستی EM در تیمارهای آبیاری ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم درصد اینولین را نشان دادند. با افزایش شدت تنش از شاهد به تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد نیتروژن برگ ۶۲/۲ درصد کاهش یافت به طوری که بیشترین درصد نیتروژن (۰/۴۵) از آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی توأم با کاربرد نیتروکسین و کمترین آن (۰/۱۷) از اعمال تنش شدید خشکی و عدم کاربرد کود حاصل شد.

\*نویسنده مسئول: [Mramroudi42@uoz.ac.ir](mailto:Mramroudi42@uoz.ac.ir)

نتیجه‌گیری: در این آزمایش بهترین تیمار برای بیشترین وزن خشک و درصد اینولین ریشه، کاربرد ریز موجودات (EM) در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بود. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که استفاده از حاصلخیزکننده‌های خاک می‌تواند باعث تعدیل اثر تنش خشکی در گیاه دارویی کاسنی گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، درصد نیتروژن، نانو کلات پتاسیم.

## مقدمه

گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد موثره اساسی بسیاری از داروها می‌باشند. مواد موثره اگر چه اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی ساخت آن‌ها به‌طور بارزی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری که عوامل محیطی سبب تغییرات در رشد گیاهان دارویی، همچنین در مقدار مواد موثره آن‌ها می‌گردد (۲۶). امروزه به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، رویکرد عمومی به مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است (۱۷).

کاسنی (*Cichorium intybus* L.) گیاهی است متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae) دارای گل‌های زبانه‌ای به رنگ آبی یا گاهی اوقات صورتی هستند (۳۸). کاسنی در بیشتر کشور جهان برای تولید اینولین کشت می‌شود. این گیاه به دلیل دارا بودن فلاوونوئیدها، علاوه بر مدر بودن، معده را تقویت می‌کند و ملین بسیار ملایمی می‌باشد (۱۵). کلیه اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه مخصوصاً ریشه و برگ آن، محرک صفرا است و به عمل هضم غذا نیز کمک می‌کند (۳۸).

آب از مهم‌ترین عوامل محیطی است که باعث تغییرات عمده‌ای در رشد و نمو و کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی می‌شود (۷). وقوع تنش خشکی بسته به این که در چه مرحله یا مراحل از نمو گیاه اتفاق افتاد، موجب صدمه به یک یا تعدادی از اجزای عملکرد و در نتیجه به عملکرد نهایی خواهد شد (۲۷). تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد بستگی به

ژنوتیپ گیاه دارد (۲)، اما شرایط محیطی و مدیریت نیز در میزان عملکرد کمی و کیفی گیاهان تعیین کننده می‌باشد (۳۰ و ۳۹). کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین بر مواد موثره دارویی گیاهان وارد نماید (۲۶). با افزایش شدت تنش خشکی از ۱۰۰ به ۲۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ )، ارتفاع ساقه، رشد ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه کاسنی کاهش می‌یابد (۴۱ و ۹). افزایش شدت تنش خشکی سبب کاهش تولید اینولین ریشه کاسنی می‌گردد (۴۱). گزارش شده است محدودیت آبی ناشی از اعمال تنش خشکی در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی بر تعداد دانه در سنبله گیاه دارویی اسفرزه تاثیر گذاشته است (۲۹).

مدیریت تغذیه گیاهی در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات زراعی و دارویی است (۲۳). گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر دریافت کرده باشد، مقاومت طبیعی بیشتری به خشکی خواهد داشت (۲۱). نتایج آزمایشی نشان داد که بیشترین درصد اینولین از کاربرد کود دامی و تنش ملایم (۹۰ میلی‌متر تبخیر) بوده است، همچنین گزارش شده است با افزایش سطح خشکی، نانو پتاسیم نسبت به کودهای آلی موثرتر واقع شده و سبب ایجاد مقاومت بیشتر در گیاه دارویی کاسنی گردید (۳۳).

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در بوم نظام‌های زراعی با هدف

کودهای آلی روش مناسبی برای تأمین و آزاد سازی مواد غذایی از منابع کودی مورد استفاده می‌باشد. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تلقیح کود ریزجانداران مفید با خاک مزرعه علاوه بر افزایش کیفی و کمی محصول، کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (۱۸). نتایج تحقیقی نشان داد که تلقیح بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار تولید ماده خشک در مقایسه با شاهد گردید (۱۱). نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد ۱۰ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاسیم (۲۷ درصد) نسبت به کودهای آلی سبب افزایش تولید اینولین ریشه کاسنی گردیده است (۳۲).

این پژوهش به منظور دستیابی به روشی مناسب، جهت استفاده از حاصلخیز کننده‌های خاک در شرایط بروز تنش خشکی و بهبود ویژگی‌های زراعی، درصد اینولین ریشه و درصد نیتروژن برگ گیاه دارویی کاسنی صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در چاه نیمه در خاک شنی لومی اجرا گردید. موقعیت جغرافیایی محل آزمایش ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۹۸/۲ متر از سطح دریا قرار دارد. از نظر آب و هوا، دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی در آن ۵۸/۹ میلی‌متر در سال، متوسط دمای سالانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط پتانسیل تبخیر سالانه آن ۴۸۶۵ میلی‌متر است.

برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از کشت، ۱۰ نمونه از نقاط مختلف مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد و سپس یک نمونه

حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی گاه به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (۱۴). کودهای زیستی متشکل از ریزجانداران مفیدی هستند که با اهداف خاصی هم‌چون تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند. این ریزجانداران معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (۴۲) و باعث بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و بالا رفتن کمیت و کیفیت و افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند (۲۵). کود زیستی نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد که علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد از جمله اکسین، همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی‌بیوتیک سبب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاهان شده و با محافظت ریشه از جمله عوامل بیماری‌زای خاکزی موجب افزایش کمیت و کیفیت محصول می‌گردد (۳۵).

امروزه نانو کودها فناوری نوینی هستند که با کوچک کردن اندازه ذرات در مقیاس نانو، امکان جذب بیشتری را فراهم می‌کنند. قابلیت جذب و مصرف بالا هم از طریق خاک به صورت سرک توأم با آب آبیاری، سیستم‌های قطره‌ای و بارانی و هم از طریق محلول‌پاشی برگ از ویژگی‌های این نوع کودها به شمار می‌روند. خاصیت آهسته رهاسازی نانو کود به استفاده بهینه از آن کمک شایانی می‌نماید. از سوی دیگر نانو و کمپلکس‌ها در بازه pH وسیعی قابل استفاده هستند (۲۲). استفاده از کود EM همراه با

مرکب انتخاب و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی منتقل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil Physical and chemical analysis.

بافت خاک Soil texture	P	K	N	ماده آلی Organic Matter	pH	هدایت الکتریکی EC
	ppm			%		dS.m <sup>-1</sup>
شنی لومی Sandy lom	12	135	0.06	0.59	7.8	2.5

اعمال شدند. برای اعمال تیمار تنش خشکی از دستگاه TDR مدل TRASE SYSTE استفاده شد. آب مصرفی در حد ظرفیت زراعی و سایر تیمارها از رابطه (۱) تعیین شد (۱).

رابطه (۱)

$$V_w = \{(FC - \theta)(Bd \times D \times A)\}$$

رطوبت حجمی / جرم مخصوص ظاهری خاک، FC:

عمق توسعه ریشه  $\theta D$ : درصد وزنی رطوبت خاک،

جرم مخصوص ظاهری خاک (کیلوگرم بر مترمربع)،

مساحت هر کرت (متر مربع) A (متر مکعب) و

بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها و در مرحله دوم پس

ساقه‌دهی (ارتفاع بوته ۱۵ سانتی‌متری) کود EM و

نانو کلات به صورت محلول‌پاشی با استفاده از

سم‌پاش پشتی و بعد از سرد شدن هوا در غروب در

هوای آرام انجام شد و وجین علف‌های هرز در طول

دوره رشد با دست انجام گرفت.

با ظهور گل‌ها اواخر دهه سوم خردادماه، از یک

متر وسط هر کرت بعد از حذف حاشیه‌ها، گل‌های

شکفته شده برداشت شدند. با توجه به اینکه کاسنی

رشد نامحدود بوده و به تدریج گل‌های آن باز می‌شود،

برداشت گل‌ها به صورت تدریجی و طی یک هفته در

۴ مرحله انجام شد و عملکرد گل تعیین گردید. اندازه

گیری ارتفاع بوته با استفاده از متر و از سطح خاک تا

انتهایی‌ترین بخش ساقه گیاه انجام پذیرفت. تعداد ۵

بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و تعداد

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب

طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد.

عامل اصلی تنش خشکی شامل: آبیاری بر اساس ۹۰،

۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک و عامل فرعی

انواع حاصلخیزکننده‌های خاک شامل: شاهد (عدم

کاربرد کود)، نیتروکسین به‌صورت بذر مال به میزان ۱

لیتر در هکتار، کود به ریزجانداران مفید صورت

محلول‌پاشی ۴۰ لیتر در هکتار و نانو کلات پتاسیم

(۲۷درصد) به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بودند

(۱۹). در اعمال کود زیستی مایع نیتروکسین نیز بذرها

به مدت ۴ ساعت در مایه تلقیح خیسانده شدند (۱۸).

پس از انجام تلقیح بذرهای روی کاغذ و در سایه به

مدت ۲ ساعت پهن تا خشک گردید و بلافاصله

کشت شدند. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف

کاشت به طول ۴ متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر

وفاصله روی ردیف ۲۰ سانتی متر بود (۹). بذر کاسنی

از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. زمین مورد نظر

در اوایل فصل پاییز ۹۳، توسط گاو آهن برگردان‌دار

شخم عمیق و سپس در اسفند ماه برای نرم کردن

خاک و کلوخه‌ها دو بار دیسک عمود برهم زده شد.

کاشت بذر با دست و به صورت ردیفی در اواسط

اسفند ماه انجام شد و بلافاصله بعد از کاشت آبیاری

صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی هر ۷ روز یکبار

به صورت نشتی تا مرحله استقرار گیاه انجام شد. پس

از آن (۳۰-۴۰ روز بعد از کاشت) تیمارهای خشکی

شاخه جانبی در بوته شمارش و میانگین آن‌ها ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، ابتدا ریشه‌ها از مزرعه با بیل برداشت و با آب سرد فراوان شستشو و سپس درون آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک ریشه تعیین گردید (۱۵). به منظور رسوب مواد قندی و اینولین ریشه از عصاره تغلیظ شده، محلول اتانول ۹۶ درصد به نسبت ۸ به ۱ به آن افزوده شد. سوسپانسیون تشکیل شده برای ته نشینی کامل رسوب به مدت ۲ روز در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس الکل آن جدا گردید. رسوب حاصل به مدت ۴ روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس رسوب خشک شده آسیاب و وزن نهایی آن نسبت به غده‌های اولیه محاسبه گردید (۵ و ۲۸). درصد نیتروژن برگ در آزمایشگاه به روش کجلدال (۶) تعیین گردید.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 تجزیه و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت.

### نتایج و بحث

**ارتفاع بوته:** نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی و کود بر ارتفاع بوته بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته از تیمار آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (آبیاری کامل) و کمترین آن از تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) به دست آمد که نسبت به شاهد ۴۲/۸ درصد کاهش نشان داد (جدول

۳). به‌طور کلی دسترسی آب از طریق افزایش طول میانگره‌ها و تعداد گره‌ها ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اختلاف ارتفاع بوته در اغلب گیاهان ناشی از خصوصیات ژنتیکی و تغییر شرایط محیطی است و از آنجا که تقسیم و افزایش اندازه سلول به تنش خشکی بسیار حساس است، بنابراین به نظرمی‌رسد که در تیمارهای تحت تنش آبی، افزایش اندازه سلول تحت تأثیر قرار گرفته و با ممانعت از رشد طولی ساقه، سبب کاهش ارتفاع بوته می‌گردد. با افزایش تنش خشکی، ارتفاع ساقه گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) از ۳۲ سانتی‌متر در تنش کم به ۲۷ سانتی‌متر در تنش شدید رسید (۱۰). افزایش رشد رویشی نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط عدم تنش خشکی نیز گزارش شده است (۸).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از کاربرد کود EM و کمترین آن از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). از آنجایی که کمبود عناصر غذایی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع بوته می‌باشد، به نظر می‌رسد که تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بود، افزون بر این ریزموجودات با تولید و ترشح مواد محرک رشد و اسیدهای آمینه و هم‌چنین آنتی‌بیوتیک‌ها رشد و توسعه ریشه و به دنبال آن سبب افزایش اندام‌های هوایی می‌گردد. این موضوع منتج به تولید مواد پرورده بیشتر و انتقال آن به دیگر اندام‌ها می‌گردد (۱۴). طبق نتایج تجزیه واریانس برهمکنش کود و تنش خشکی نیز بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های زراعی، عملکرد گل و درصد اینولین ریشه گیاه دارویی کاسنی

Table2. Analysis of variance for agronomical traits, flower yield and inulin percentage of *Cichorium intibus*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of branch per plant	تعداد گل در بوته Number of flower per plant	عملکرد گل خشکی Dry flower yield	وزن خشکی ریشه Shoot fresh weight	درصد نیتروژن برگ Leaf N percentage	محتوی اینولین InulinContent
تکرار Replication	2	16.80	0.0093	6224.31	0.04	27.37	0.0001	3.46
تنش خشکی Droght stress (D)	2	5959.99**	149.38**	2564.01**	1976.63**	122.54**	0.06**	285.87**
خطای a Error a	4	5.86	0.76	167.18	4.56	0.49	0.00004	2.79
کود Fertiliazer (B)	3	122.27**	29.17**	216.66**	3401.10**	66.19**	0.041**	1190.14**
تنش × کود B×D	6	2.93	5.92**	20.93**	47.80**	3.92*	0.0006**	37.70**
خطای b Error b	18	4.19	1.19	1.60	3.55	0.32	0.00002	1.34
CV (%)	-	2.4	7.7	1.5	1.13	8.5	1.58	2.4

\* و \*\* به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد

\* and \*\* significant at 5 and 1% levels of probability, respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات ساده تنش خشکی و کود بر ارتفاع بوته گیاه دارویی کاسنی

Table3. Mean comparisons of simple effects of droght stress and fertilizer for plant height of *Cichorium intibus*

Treatments تیمارها	Plant height (cm) ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
تنش خشکی (Droght stress (%F.C))	
90	102.84 a
70	86.64 b
50	58.78 c
کود (Fertilizer)	
Control	78.18 c
Netroxin	82.91 b
Em	87.21 a
K	82.70 b

\* میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

\*Means in each column having at least a common letter are not significantly different by the Duncan test at 5 % probability

شدید و بدون کود (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۴). به عبارت دیگر کمبود آب در گیاهان می‌تواند سبب اختلال‌های فیزیولوژیک، همچون کاهش کارایی مصرف نور و تنفس شود. کاهش تعداد شاخه‌ها در گیاه در شرایط تنش به دلیل کاهش رطوبت خاک

تعداد شاخه جانبی در بوته: نتایج نشان داد تنش خشکی، کود و برهمکنش آن‌ها بر تعداد شاخه جانبی در بوته بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد (۲۱/۲) از کاربرد کود EM در شرایط بدون تنش خشکی و کمترین آن (۷/۴) از اعمال تنش

درصد ظرفیت زراعی) کمترین (۸۰/۴) و در تیمار کاربرد کود EM با آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بیشترین تعداد گل در بوته (۱۰۱/۰۴) به دست آمد که معادل ۲۰/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد فراهم بودن آب و مواد غذایی، رشد رویشی و زایشی مطلوب را به دنبال دارد و از این طریق اندام‌های زایشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گل یکی از مهم‌ترین بخش گیاه دارویی کاسنی می‌باشد که حاوی عناصر و مواد غذایی مهمی می‌باشد. اثر تیمار تنش آبی را بر تعداد طبق در گلرنگ طی دو سال آزمایش معنی‌دار گزارش گردید به طوری که بیشترین تعداد طبق در بوته در تیمار شاهد و کمترین آن را تحت تأثیر تنش خشکی شدید مشاهده شد (۲۰). ریزموجودات (EM) نقش عمده‌ای در تولید ترکیباتی مهم مثل مواد معدنی، ویتامین‌ها و سایتوکاینین‌ها دارند و عاملی مهم در جهت‌دهی و انتقال متابولیت‌ها از برگ‌ها به اندام‌های به‌شمار می‌آیند (۲).

می‌باشد که باعث کاهش رشد رویشی می‌شود (۳۱). تحت تأثیر تنش خشکی، کاهش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) گزارش گردیده است (۴). به نظر می‌رسد با افزایش فواصل آبیاری، تعداد سلول‌های آغازین تشکیل شده جهت تولید انشعابات اولیه ساقه کاهش می‌یابد و در نتیجه به کاهش تعداد شاخه فرعی در گیاه می‌انجامد. افزایش تعداد گل و شاخه‌ها را به دلیل ایجاد تعادل در جذب عناصر غذایی و آب در محیط ریشه و اثر مفید این باکتری‌ها بر آنزیم‌های حیاتی و هورمون‌های تحریک کننده بر رشد می‌باشد، این امر در مورد کود زیستی نیتروکسین گزارش شده است (۳۷).

**تعداد گل در بوته:** نتایج نشان داد که تنش خشکی، کود و برهمکنش آن‌ها بر تعداد گل در بوته تأثیر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی تعداد گل در بوته کاهش یافت، به طوری که در تیمار عدم مصرف کود با تنش شدید (آبیاری ۵۰

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های برهمکنش تنش خشکی و کود بر ویژگی‌های زراعی، عملکرد گل و درصد اینولین ریشه گیاه دارویی کاسنی.

**Table 4. Mean comparisons of interaction between drought stress and fertilizer for agronomical traits, flower yield and inulin percentage of *Cichorium intibus***

تنش خشکی Drought stress (%F.C)	کود Fertilizer	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of branch per plant	تعداد گل در بوته Number of flower per plant	عملکرد گل خشکی (کیلوگرم در هکتار) Dry flower yield (Kg ha <sup>-1</sup> )	وزن خشک ریشه (گرم) Shoot dry weight (g)	درصد نیتروژن برگ Leaf N percentage	محتوی اینولین Inulin content (%)	
90	Control	شاهد	14.86 c	89.65 d	153.86h	4.95 f	0.330e	33.80 i
	Netroxin	نیتروکسین	18.50 b	97.17 b	170.70de	7.79 ab	0.450a	41.20 g
	Em	ریزجانداران مفید	21.26 a	101.47a	208.20a	8.46 a	0.434b	65.98 a
	K	پتاسیم	17.06 b	94.13 c	180.98c	7.22b	0.398c	47.23 e
70	Control	شاهد	12.82 cde	70.72 h	144.11i	3.81g	0.200h	41.54 g
	Netroxin	نیتروکسین	13.86 cd	75.22 f	164.94f	6.45 cde	0.358d	51.57 d
	Em	ریزجانداران مفید	13.80 cd	81.08 e	185.66b	6.87 cd	0.286f	63.36 b
	K	پتاسیم	13.23 cd	80.42 e	172.94de	6.11de	0.352d	51.64 d
50	Control	شاهد	7.48 f	58.99 h	131.31g	2.90h	0.175i	31.09 j
	Netroxin	نیتروکسین	10.97 e	65.07 i	146.18i	3.58gh	0.335e	37.24 h
	Em	ریزجانداران مفید	13.19 cd	70.26 h	174.85d	5.82e	0.334e	61.19 c
	K	پتاسیم	12.22 de	72.89 g	158.90g	3.83g	0.241g	43.41 f

\*میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

\*Means in each column having at least a common letter are not significantly different by the Duncan test at 5 % probability

وزن خشک ریشه: وزن خشک ریشه تحت تاثیر تنش خشکی و کود در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است بیشترین وزن خشک ریشه در شرایط عدم تنش خشکی توام با کاربرد EM به دست آمد و نیتروکسین و نانو کلات پتاسیم در شرایط عدم تنش به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند و کمترین آن در شرایط تنش شدید (آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) با عدم کاربرد کود مشاهده شد (جدول ۴). این مطلب را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که گیاه برای جذب بیشتر آب، با کاهش تعداد ریشه، مواد ذخیره‌ای خود را صرف طویل شدن آن می‌کند، بنابراین تعداد ریشه‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال رطوبتی، کمتر خواهد شد (۲۴). نتایج مبین این است که در شرایط تنش خشکی و وضعیت نامناسب آماس سلولی، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه قادر نخواهد بود، کربوهیدرات مورد نیاز را برای ادامه رشد فراهم کند. با افزایش شدت تنش خشکی، وزن خشک ریشه در گیاه دارویی گزنه (*Ortica dioica*) کاهش یافت. وزن خشک ریشه گیاه در شرایط بدون تنش خشکی وضعیت آماس سلولی مناسب دارد که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلولی و تقسیم آن فراهم است. بنابراین این شرایط موجب افزایش فعالیت سوخت و سازی، رشد و سرعت توسعه ریشه می‌شود، به طوری که با افزایش رشد ریشه جذب یون-های غذایی بیشتر می‌شود و با تولید اندام هوایی بیشتر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز افزایش می‌یابد، ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت تغذیه‌ای که با کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش

عملکرد گل خشک: تاثیر تنش خشکی، کود و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد گل خشک کاسنی معنی‌دار شد (جدول ۲). به طوری که شاهد کودی با سطح تنش شدید (آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) کمترین عملکرد گل (۱۳۱/۳) کیلوگرم در هکتار) و کاربرد کود EM با شرایط عدم تنش (آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) نیز بیشترین آن (۲۰۸/۲) کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند (جدول ۴). دلیل این امر را چنین می‌توان بیان کرد که گیاه برای تولید سرشاخه‌های گلدار نیاز به رشد رویشی مناسب دارد و به نظر می‌رسد که کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش خشکی سبب کاهش عملکرد سرشاخه‌های گلدار و گل در گیاه دارویی کاسنی می‌شود. کاهش عملکرد گل خشک در تیمارهای تحت تنش آب، ناشی از افت وزن خشک بخش‌های رویشی به واسطه افزایش رقابت برای جذب آب بود و عملکرد ماده خشک را کاهش می‌دهد (۲۲). بروز تنش خشکی موجب کاهش سطح برگ می‌شود و در نتیجه جذب نور نیز کاهش می‌یابد و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش خواهد یافت. بنابراین با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، تولید ماده خشک گیاه کاهش می‌یابد. شکوهمان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که کاربرد EM، و آبیاری کامل، سبب افزایش تشکیل تعداد جوانه‌های گل بادام (*Amygdalus communis*) می‌شوند (۳۶). گورسکی و کلیبر، (۲۰۱۰) گزارش نمودند که ریزموجودات مفید، به علت اثر مثبت و در عین حال معنی‌دار، بر رشد و عملکرد گیاهان سودمند باشد (۱۲). محلول‌پاشی ریزموجودات مفید اثر مثبتی در قطر گل‌ها و تعداد گل‌آذین‌های تشکیل شده دارد.



می‌دهد (۱۳). کود زیستی آزوسپریلیوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن با تولید مواد محرک رشد، از طریق بهبود رشد ریشه، سبب افزایش عملکرد می‌شود (۴۰). لازم به ذکر است که حاصلخیزکننده‌های خاک موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش می‌گردد (۳۴).

**درصد نیتروژن برگ:** تاثیر تنش خشکی، کود و برهمکنش آن‌ها بر درصد نیتروژن برگ گیاه دارویی کاسنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج با افزایش شدت تنش از شاهد آبیاری به تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد نیتروژن برگ کاهش یافت، به طوری که بیشترین درصد نیتروژن از آبیاری کامل توام با کاربرد نیتروکسین و کمترین آن از اعمال تنش شدید خشکی و عدم کاربرد کود حاصل شد (جدول ۴). در شرایط تنش شدید خشکی گیاه با کمبود آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن قرار می‌گیرد، جذب نیتروژن از خاک کاهش می‌یابد. کود زیستی نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد. باکتری‌های تثبیت‌کننده غیر همزیست آزوسپریلیوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن و متعادل کردن جذب عناصر غذایی اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با تولید مواد محرک رشد (ایندول استیک اسید، جیبرلین و سیتوکینین و غیره) و ویتامین‌های گروه B، سبب بهبود رشد ریشه (افزایش پتانسیل ریشه زایی، طویل شدن ریشه‌ها و افزایش ریشه‌های جانبی) و متعاقب آن افزایش جذب آب و عناصر غذایی می‌شود (۳۵). نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد مجزای تلقیح باکتریایی، کود زیستی و تلفیق آنها با کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، درصد نیتروژن کاسبرگ چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (۱۶).

**محتوای اینولین:** بر اساس نتایج تجزیه واریانس محتوای اینولین ریشه کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی، کود و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در کل تنش خشکی باعث کاهش درصد اینولین ریشه گردید، بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین درصد اینولین در شرایط آبیاری کامل با کاربرد کود EM و کمترین میزان آن در شرایط تنش شدید و عدم کاربرد تیمار کود (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴) که با نتایج ساعدی (۲۰۱۵) مبنی بر اینکه در شرایط عدم تنش خشکی بیشترین میزان اینولین تولید می‌شود، هم‌خوانی دارد (۳۲). تنش خشکی فعالیت ساکارز فسفات سنتتاز<sup>۱</sup> را در برگ افزایش می‌دهد، اما در ریشه این عمل اتفاق نمی‌افتد. ترکیبات اینولین ریشه تحت تنش خشکی کاهش پیدا می‌کند، در حالی که درجه پلیمریزاسیون آن دچار تغییر نمی‌شود (۴۱).

### نتیجه گیری کلی

پاسخ‌های مختلف گیاه کاسنی به شرایط متفاوت تغذیه‌ای مانند نانو کودها و کودهای زیستی، طبیعی به نظر می‌رسد. بر اساس نتایج این بررسی می‌توان چنین نتیجه گرفت با توجه به اینکه بیشترین وزن خشک و درصد اینولین ریشه که از اهمیت اقتصادی و دارویی برخوردار است از کاربرد کود EM با آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد، این تیمار به عنوان تیمار خوبی برای کاسنی خواهد بود. آبیاری کامل و کاربرد کود EM سبب افزایش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت افزایش سطح برگ شده، به طوری که بیشترین عملکرد گل (۲/۲۰۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. همچنین استفاده از کود EM که تاثیر مثبت آن در نتایج این آزمایش تایید شده، نقش موثری در راستای کشاورزی پایدار و کاهش خطرات زیست

۷۰ درصد ظرفیت زراعی در رتبه بعدی قرار گرفت، آبیاری این گیاه در ۷۰ درصد ظرفیت زراعی می‌تواند مناسب می‌باشد.

محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌تواند ایفا کند. با عنایت به مسئله خشکسالی و کمبود آب از یک سو و یا اینکه تامین آب از نظر اقتصادی توجیه پذیر نباشد و اینکه کاربرد کود EM با آبیاری

#### منابع

1. Arazmjo, A., Heidari, M., Ghanbari, A., Siahshar, B. and Ahmadian, A. 2010. Effects of three types of fertilizers on essential oil, photosynthetic pigments, and osmoregulators in chamomile under drought stress. *Environ Stres. Crop Sci.* 3(1): 23-33. (In Persian)
2. Attala, E., Amal, S., El-seginy, M. and Eliwa, G.I. 2000. Response of leconnte pear trees to foliar application with active dry yeasts. *J. Agric. Sci.* 25: 7701-7707.
3. Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *Ind. Crops. Produc.* 17: 11-16.
4. Behdani, M.A. and Jami Al-Ahmadi, M. 2011. Response of spring safflower varieties to different irrigation distance in Birjand. *Iran. J. Field Crops Res.* 8: 315-323. (In Persian with English abstract).
5. Bloordi, M. 1999. Production of kambojia using plant extract containing inulin. M.Sc Thesis Faculty of Agriculture Biosystem. University of Tehran. (In Persian).
6. Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Total nitrogen, In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeny, (Eds.), *Methods of Soil Analysis*, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madision, pp. 1119-1123.
7. Charles, D.J., Joly, R.J. and Simon, J.E. 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. *Phytochem.* 29: 2837-2840.
8. Ehyae, H., Parsa, M., Kafi, M. and Nasiri Mahallati, M. 2011. Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. *Iranian J. Pulses Res.* 1(2): 37-48. (In Persian).
9. Foaadeini, M., Seghatoleslami, M.J. and Moosavi, S.G.R. 2015. Effect of water deficit stress on traits of chichory (*Cichoriumintybus* L.) in different planting dates. *Iran. J. Med. Aromatic Plants.* 31(3): 383-395. (In Persian).
10. Gholizadeh, A., Amin, M.S.M., Anuar, A.R., Esfahani, M. and Saberioon, M.M. 2010. The study on the effect of different levels of zeolite and water stress on growth, development and essential oil content of moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *Amer. J. Appl. Sci.* 7(1): 33-37.
11. Ghorbani, S., Paknejad, F., Oroui Nia, S., Mirzaei, M.M. and Babaei, B. 2013. Effect of biofertilizers on grain yield, biological yield and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under ecological cropping system. *Iran. J. Agron. Plant Breed.* 9(1):63-73. (In Persian with English Summary)
12. Gorski, R. and Kleiber, T. 2010. Effect of effective microorganisms (EM) on nutrient contents in substrate and development and yielding of Rose (*Rosa x hybrida*) and Gerbera (*Gerberajamesonii*). *Ecol. Chemist. Engine.* 17(4): 505-513.
13. Gregory, P.J. 2006. *Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils)*, Blackwell Publishing 150-173.
14. Han, H.S., Supanjani, D. and Lee, K.D. 2006. Effect of coin coculation with phosphate andpotassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environ.* 52: 130-136.
15. Hashemi-Nejad, A. and Bahadori, A. 2010. *Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants*. Farhikhtegan Daneshgah Press, Tehran. (In Persian).

16. Hassan, F.A.S. 2009. Response of *Hibiscus sabdariffa* L. plant to some biofertilization treatments. *Annal. Agric. Sci.* 54:437-446.
17. Hecl, J. and Sustrikova, A. 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1<sup>st</sup> International Symposium on Chamomile Research, Development and Production pp. 69.
18. Higa, T. and Parr, J.F. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.
19. Jafarzadeh, R., Jamimoeini, M. and Hokmabadi, M. 2013. Response of yield and yield components in wheat to soil and foliar application of nano potassium fertilizer. *J. Agro. Res.* 5: 1-7. (In Persian).
20. Kafi, M., and Rostami, M. 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. *Iranian J. Agric. Res.* 5(1): 121-131. (In Persian).
21. Lal, P., Chhipa, B.R. and Kumar, A. 1993. Salt affected soil and crop production: A modern synthesis. *Agro Botanical Publishers India*, 375.
22. Mazaheri, D., Askri, M. and Bankehsaz, A. 2002. Effect of plant density and sowing patterns on yield and yield components of maize. *Pajouhesh Va Sazandegi*, 50: 46-48. (In Persian).
23. Mohammadkhani, N. and Heidari, R. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. *Pakistan J. Bio. Sci.* 10(22): 4022-4028.
24. Moridpur, A., Sateei, A. and Ghorbanli, M. 2013. Growth and pigments content and total protein medicinal herb nettle (*Urtica dioical* L.) in different water regimes. *J. Plant Ecophysiol. Iran.* 118: 9-127.
25. Nagananda, G.S., Das, A., Bhattacharya, S., and Kalpana, T. 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (*Azotobacter* and *Rhizobium*) on seed germination and development of *Trigonella foenum graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. *Int. J. Bot.* 6: 394-403.
26. Omid-Beigi, R. 2000. Production and Products of Medicinal Plants. *Astane hods Razavi Press. Mashhad.* (In Persian).
27. Paknejad, F. 2005. Effect of drought stress on physiological parameters, yield and yield components of three wheat cultivars. PhD Thesis of Agronomy, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian)
28. Pasephol, T., Small, D. and Sherkat, F. 2007. Process optimization for fractionating Jerusalem artichoke fructans with ethanol using response surface methodology. *J. Food Chemis.* 104: 73-80.
29. Ramroudi, M., Keikha Jaleh, M., Galavi, M., Seghatoleslami, M.J. and Baradran, R. 2011. The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on quantitative and qualitative yields of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). *Agroe. J.* 3(3): 277-289. (In Persian with English Summary)
30. Rathke, G.W., Behrens, T. and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agric. Eco. Environ.* 117: 80-108.
31. Rezaeianzadeh, E. 2008. The effect of supplemental irrigation on yield and growth indices of chickpea. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
32. Saedi, F. 2015. Effects of different fertilizer surces and drought stress qualitative and quatitive yield of chichory (*Cichorium intybus* L.). Thesis M.Sc. University of Zabol (In Persian).
33. Saedi, F., Mousavi Nik, S.M. and Rahimian bogar, A. 2015. Effect of water stress and different fertilizer sources on physiological characteristics of chicory (*Cichorium intybus* L). 1st National Conference on Herbs and Herbal Medicine, May 15, 2015. Tehran, Iran. (In Persian)

34. Saravanakumar, D., Kavino, M. Raguchander, T., Subbian, P. and Samiyappan, R. 2011. Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiol. Plant.* 33: 203-209.
35. Sharifi, Z. and Haghnia, A. 2007. Effect of nitroxin biofertilizer on yield and yield components of wheat (*Var Sabalan*). 2nd National Congress of Ecological Agriculture, Gorgan, Iran. (In Persian).
36. Shokouhian, A.A., Davarynejad, Gh., Tehranif, A., Imani, A. and Rasoulzadeh, A. 2013. Influence of effective microorganisms on flower buds formation of two almond genotypes in water stress conditions. *J. Horti. Sci.* 27: 217-226. (In Persian).
37. Swaefy Hend, M.F., Weaam, R.A., Sabh, A.Z. and Ragab, A.A. 2007. Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil. *J. Agric. Sci.* 52(2): 451-463.
38. Tavakoli-Saberi, M. and Sedaghat, R. 2005. In: *Medicinal Plants*. (6th ed). Gulshan Press. Tehran. 201.
39. Tesfamariam, E.H., Annandale, J.G. and Steyn, J.M. 2010. Water stress effects on winter canola growth and yield. *Agro. J.* 102: 658-666.
40. Tilak, K.V.B., Ranganayaki, N., Pal, K.K., Saxena, R., De, R.K., Nautiyal, C.S., Mitral, S., Tripathi, A.K. and Johri, B.N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current. Sci.* 89: 136-150.
41. Vandoorne, B., Mathieu, A.S., Van den ende, W., Vergauwen, R., Perilleux, C., Javaux, M. and Lutts, S. 2012. Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in *Chicoriumintybus* (*var. sativum*) independently of photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 63(12): 4359-4373.
42. Wu, S.C., Caob, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma.* 125: 155-166.