بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis*) تحت شرایط کم آبی

The effect of Application of bio fertilizer on quantity and quality of borage under Water deficit stress

محمد مهدی میرزایی[۱]، صادق قربانی*[۲]، آرش روزبهانی[۱] و افشین قادری[۱]

۱-گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن- ایران.
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج- ایران.

* **نویسنده مسوول مکاتبات**: S_ghorbani1962@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۸/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان تحت شرایط قطع آبیاری، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی تنش قطع آبیاری در چهار سطح، ۱- قطع آبیاری در مرحله ساقه (رویشی)، ۲- قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی (زایشی)، قطع آبیاری در مرحله رویشی+ زایشی، ۴- آبیاری کامل (شاهد) و عامل فرعی عامل کودی در سه سطح: ۱- مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی ۲- کاربرد ۵۰ درصد کودهای شیمیایی + کود بیولوژیک (نیتروکسین) ۳- کاربرد ۲۵ درصد کود شیمیایی + کود بیولوژیک (نیتروکسین) بود. نتایج نشان داد که قطع آبیاری تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، درصد اسانس، درصد موسیلاژ، عملکرد گل و محتوای کلروفیل داشت اما بر عملکرد اسانس تاثیر معنی‌داری نداشت. قطع آبیاری باعث افزایش درصد اسانس شد و تنش در مرحله زایشی اثر بیش‌تری در افزایش درصد اسانس داشت. همچنین اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته، عملکرد گل، عملکرد اسانس و محتوی کلروفیل معنی‌دار و بر درصد اسانس، و درصد موسیلاژ تاثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد گل و عملکرد اسانس معنی‌دار بود و بیش‌ترین آن در تیمار مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک و آبیاری کامل (بدون تنش) با میانگین‌های ۴۸۱ و ۱/۷۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین عملکرد گل و عملکرد اسانس در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ قطع آبیاری در مرحله رویشی+ زایشی با متوسط ۳۰۱ و ۱/۱۳۶ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

واژگان کلیدی: کود بیولوژیک، گل گاوزبان، گیاهان دارویی، قطع آبیاری

مقدمه

یکی از گیاهان دارویی مهم ایران گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*) است. این گیاه از تیره *Boraginaceae*، علفی، یک‌ساله، رنگ گل‌های آن آبی و به‌ندرت سفید یا گلی است. این گیاه امروزه در اغلب دنیا به‌منظور گیاه دارویی جهت مصارف درمانی پرورش می‌یابد و مورد توجه قرار می‌گیرد، به این صورت که از گل و برگ این گیاه به‌عنوان یک ماده معرق، آرام‌کننده و تصفیه‌کننده خون استفاده می‌شود (Wettasinghe and Shahidi, 2005).

یکی از ارکان اساسی کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است (Sharma, 2002). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در اکثر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Han *et al*., 2006). کودهای زیستی متشکل از ریزسازواره‌های مفیدی هستند که هر یک به‌منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند. این ریزسازواره‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (Wu *et al*., 2005). اکنون مسلم است این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند، یعنی علاوه بر کمک به‌جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیش‌تر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول و افزایش تحمل گیاه به تنش‌های محیطی می‌شوند (Nagananda *et al*., 2010).

کمبود آب از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیاست (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). تنش خشکی یا کم‌آبی در مراحل مختلف رشد، به‌خصوص مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی، محدودکننده عملکرد است (کلامیان و همکاران، ۱۳۸۴). کمبود رطوبت در عملکرد و مواد موثره گیاهان دارویی دارای ویژگی‌های خاصی است که باید به‌طور کامل مورد ارزیابی قرارگیرد.

در مطالعه‌ای که روی گیاه دارویی رازیانه انجام شد، کودهای بیولوژیک به‌طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه شد (Kapour *et al.,* 2004). آزاز و همکاران (Azzaz *et al*., 2009) گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک، رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس را در گیاه دارویی رازیانه افزایش داد. نتایج تحقیقات نشان داد که کودهای بیولوژیک، در شرایط تنش خشکی سبب افزایش اسانس و عملکرد بیولوژیک در گیاه دارویی پونه گردید و وضعیت ریشه این گیاه را بهبود بخشید و با افزایش مقدار فسفر اندام هوایی در این گیاه وزن هزار دانه افزایش داشت (Khaosaa *et al*., 2006). کاربرد کود بیولوژیک، میزان فسفر، منگنز و آهن را در اندام هوایی گیاه دارویی درمنه افزایش و با توسعه شاخ و برگ سبب افزایش اسانس و عملکرد ماده خشک در این گیاه شد و بازده مصرف آب را در شرایط تنش بهبود بخشید (Chaudhary *et al*., 2007). در آزمایشی در هند تأثیر تلقیح ترکیبی از آزوسپیریلوم و کود بیولوژیک حاوی باسیلوس و سودوموناس به‌همراه کود شیمیایی نیتروژن و خاک فسفات بر گیاه سورگوم بررسی شد و مشخص گردید که عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و محتوای نیتروژن و فسفر با ترکیب ریزسازواره‌ها نسبت به کاربرد تنها افزایش یافت (Ramadan *et al.,* 2002).

در آزمایشی اثرات ریزسازواره‌های حل کننده فسفات بر گندم در مالی بررسی شد نتایج نشان داد که از ترکیب باکتری حل‌کننده فسفر و قارچ‌های آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم به‌همراه فسفات معدنی بیش‌ترین تراکم فسفر و عملکرد گیاه به‌دست آمد (Babana and Antoun, 2006).

فاطما و همکاران (Fatma *et al*., 2006) در تحقیقی بر روی مرزنجوش گزارش کردند کودهای زیستی نیتروژن دار و باکتری‌های حل کننده فسفات می‌توانند جایگزین کودهای معدنی نیتروژن و فسفر در زراعت این گیاه باشند.

ناگانانـدا و همکاران (Nagananda *et al*., 2010) مشاهده کردند که اعمال کودهای زیستی نیتروژن‌دار بر روی گیاه شنبلیله موجب بهبود

و تسریع در مرحله جوانه‌زنی و رشد شنبلیله می‌گردد. شایان ذکر است که استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش تحمل گیاهان نسبت به تنش نیز می‌گردد (Saravanakumar *et al*., 2011).

این تحقیق با هدف کاهش مصرف کود شیمیایی و در راستای کشاورزی پایدار در کشت گیاهان‌دارویی گاوزبان در منطقه رودهن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان تحت شرایط قطع آبیاری به‌صورت اسپلیت پلات (کرت‌های خرد شده) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن واقع در کولیئک انجام شد. عامل اصلی تنش قطع آبیاری در چهار سطح، ۱- قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی (رویشی)، ۲- قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی (زایشی)، قطع آبیاری در مرحله رویشی+ زایشی، ۴- آبیاری کامل (شاهد) بودند. عامل فرعی عامل کودی در سه سطح: ۱- مصرف ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی ۲- کاربرد ۵۰ درصد کودهای شیمیایی+ کود بیولوژیک (نیتروکسین) ۳- کاربرد ۲۵ درصد کودشیمیایی + کودبیولوژیک(نیتروکسین) بود. مقدار و روش مصرف کود بیولوژیک، یکسان صورت‌گرفت. کودهای زیستی مورد استفاده نیتروکسین (حاوی مجموعه‌ای از سوش‌های باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل آزتوباکتر و آزوسپیریلیوم، به‌میزان دو لیتر در هکتار) و کود زیستی بیوفسفات (حاوی مجموعه‌ای از سوش‌های باسیلوس و سودوموناس به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار) استفاده گردید. طول هر کرت شش و عرض آن ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف ۵۰ و فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. کشت در اردیبهشت ماه انجام شد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۰). پس از کشت آبیاری اولیه صورت گرفت و به‌منظور حصول اطمینان از سبزشدن بذرها، آبیاری دوم به فاصله چهار روز پس از کشت و آبیاری‌های بعدی با فاصله هفت روز و به روش نشتی انجام شد.

بذور یک ساعت قبل از کشت با کودهای بیولوژیکی براساس دستورالعمل توصیه شده روی بسته، تلقیح شدند. به این صورت که محتوی بسته با آب مخلوط و روی بذرها اسپری شدند تا یک پوشش کاملا یکنواخت روی سطح آن‌ها تشکیل شود و سپس بذرها در سایه خشک شدند و عملیات کاشت صورت گرفت.

اسانس‌گیری از سرشاخه گلدار (کرمی و همکاران، ۱۳۹۰) پس از خشک نمودن نمونه‌ها با آون به‌مدت ۱۱ ساعت و در دمای ۳۱ درجه سانتی‌گراد به‌روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام گردید (Aflatuni, 2005). برای این منظور ۱۰۰ گرم نمونه خشک شده به‌همراه آب مقطر به‌مدت ۱۲۰ دقیقه در بالن کلونجر جوشانده شد و سپس جریان قطع و اندازه‌گیری بر حسب میلی‌لیتر انجام‌گرفت (Aflatuni, 2005) برای تعیین درصد موسیلاژ از روش استخراج سرد استفاده گردید، به‌طوری‌که ۱۰ گرم سرشاخه گل‌دار انتخاب و آسیاب گردید. ماده گیاهی با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اسیدی شده با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای آزمایشگاه به وسیله شیکر همزده و این عمل دو بار متوالی تکرار و عصاره‌های حاصل شده با هم ترکیب گردید و به محلول موسیلاژی، چهار حجم اتانول ۹۶ درصد افزوده و اجازه داده شد تا موسیلاژ طی شب و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد رسوب نماید (پیریقارنایی و همکاران، ۱۳۸۸).

برای سنجش کلروفیل کل و کلروفیل a و b مقدار ۰/۰۵ گرم برگ تر را وزن نموده و با ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ سائیده و سپس مخلوط به دست آمده را صاف نموده و با استن ۸۰٪ به حجم دو۰ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب محلول در طول موج ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد

برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد و میانگین‌های هر صفت، با آزمون LSD

در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول یک). در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین ارتفاع بوته با میانگین ۳۶ سانتی‌متر در تیمار شاهد (بدون تنش) و کم‌ترین ارتفاع نیز از تیمار تنش در هر دو مرحله زایشی+رویشی با میانگین ۲۸ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل یک). البته بین تیمار شاهد و تیمار تنش در مرحله زایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به‌نظر می‌رسد قطع آبیاری در مرحله رویشی اثر بیش‌تری در کاهش ارتفاع گیاه دارد و قطع آبیاری در زمان رشد زایشی اثر معنی‌داری بر ارتفاع نداشت (شکل یک). در تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی با توجه به زمان اعمال قطع آبیاری در واقع تنشی در دوره رشد رویشی به گیاه وارد نشد و گیاه در آن زمان به حداکثر ارتفاع خود رسید. مشخص شد که هرچه اعمال قطع آبیاری به انتهای فصل رشد نزدیک‌تر باشد تأثیر کم‌تری بر ارتفاع گیاه دارد (رستمی، ۱۳۸۳). در مطالعه دیگری سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (لطفی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین بر طبق نتایج، اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول یک). بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته در تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک (نیتروکسین) و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌ترتیب با میانگین ۴۰ و ۲۳ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل دو). ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی قرارنگرفت و اختلاف به‌وجود آمده از تظر آماری معنی‌دار نبود (جدول یک).

به‌طور کلی ارتفاع بوته به‌مقدار قابل توجهی تحت تأثیر شاخص‌های ژنتیکی قرار دارد ضمن آن‌که شرایط محیطی و کاربرد کودهای مختلف هم بر آن مؤثر است (فروزان، ۱۳۷۹). از دلایل مهمی که می‌توان برای تأثیر کود بیولوژیک در افزایش ارتفاع بوته برشمرد این که مصرف این کودها منجر به افزایش طول میانگره‌ها شد،که این امر می‌تواند مربوط به تحریک تولید هورمون‌های گیاهی تولید شده توسط این کودها باشد (حسن‌پور و همکاران ۱۳۸۹). نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Kumar *et al*., 2009).

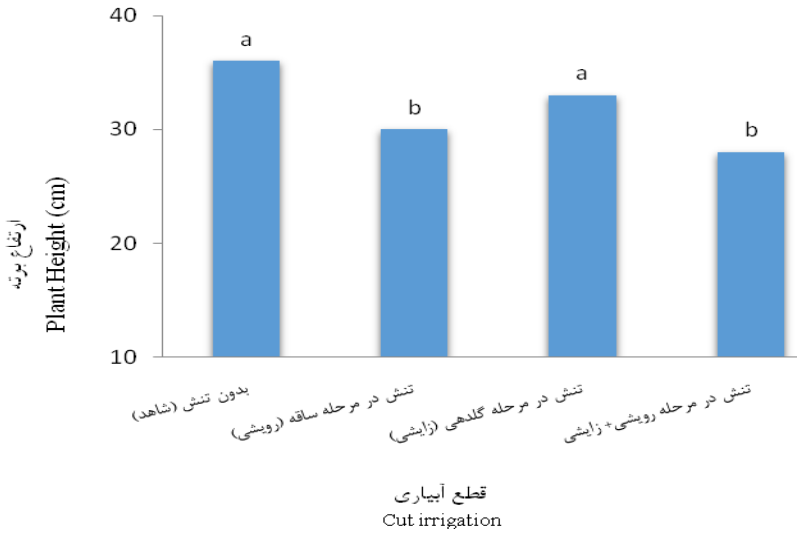
جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، درصد اسانس و درصد موسیلاژ گاوزبان در تیمارهای کودی و قطع آبیاری

Table 1. Analysis of variance of plant Height, essence percentage and mucilage percentage of borage in cut irrigation and fertilizer treatments

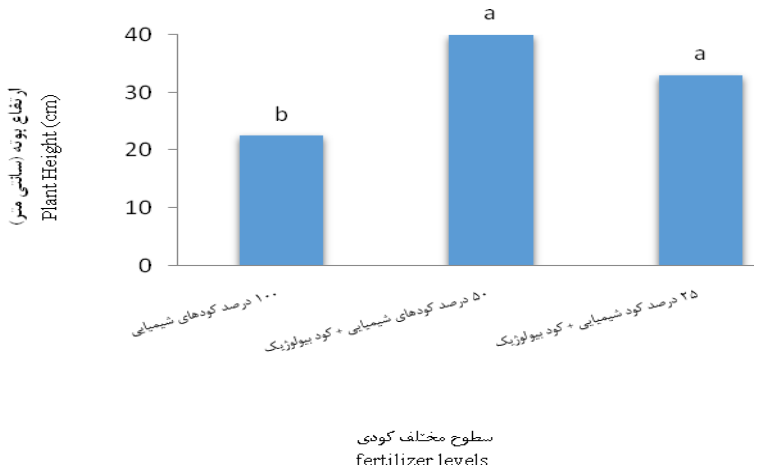
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	درصد اسانس Essence Percentage	درصد موسیلاژ Mucilage Percentage
Replication	تکرار	2	75^{**}	0.0005^{ns}	0.27^{ns}
Cut irrigation (A)	قطع آبیاری	3	111^{**}	0.0061^{**}	14.95^{**}
Error a	خطای a	6	7.62	0.0015	3.69
Fertilizer Treatments (B)	تیمارهای کودی	2	928^{**}	0.0010^{ns}	1.01^{ns}
A*B	اثر متقابل	6	2.15^{ns}	0.0007^{ns}	0.57^{ns}
Error b	خطای b	16	9.19	0.0005	2.12
CV(٪)	ضریب تغییرات(٪)		9.49	6.32	22.00

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، ns برابر با عدم تفاوت معنی‌دار.

ns, * and ** Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.



شکل ۱- اثر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه دارویی گاوزبان
Fig 1. Effect of cut irrigation on height of borage



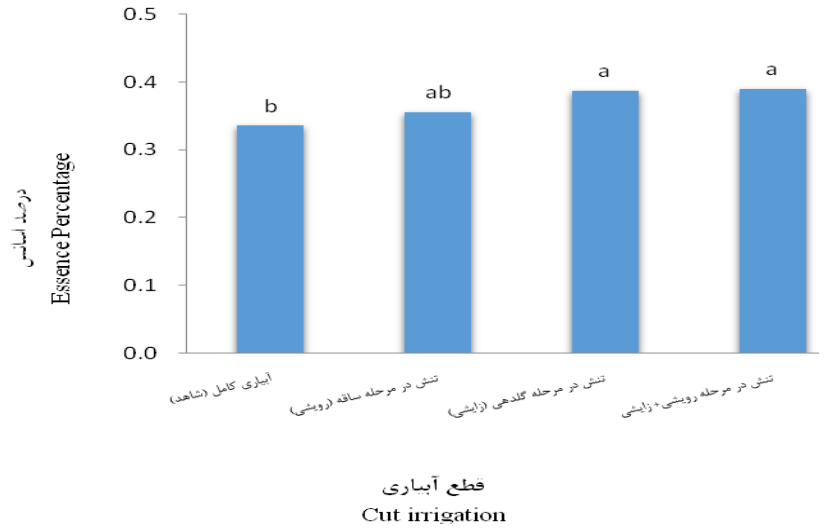
شکل ۲- اثر سطوح مختلف کودی بر ارتفاع بوته گیاه دارویی گاوزبان
Fig 2. Effect of different level of fertilizer on height of borage

درصد اسانس

نتایج نشان داد که اثر قطع آبیاری بر درصد اسانس اثر معنی‌داری داشت اما درصد اسانس تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی قرار نگرفت و اختلاف به‌وجود آمده از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول یک). در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین درصد اسانس با میانگین ۰/۳۹درصد از تیمار قطع آبیاری در هر دو مرحله زایشی+رویشی و کم‌ترین درصد اسانس نیز مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش) با میانگین ۰/۳۳ درصد به‌دست آمد (شکل سه). البته بین تیمار تنش در هر دو مرحله زایشی + رویشی و تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به‌نظر می‌رسد قطع آبیاری در مرحله زایشی اثر بیش‌تری در افزایش درصد اسانس دارد (شکل سه).

باهر نیک (۱۳۸۳) در آزمایشی که روی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه در طی تنش خشکی در

مزرعه انجام گرفت، نشان داد که مقادیر اسانس در سرشاخه‌های گل‌دار با افزایش تنش، افزایش یافت و در بالاترین سطح تنش این مقدار، بالاترین میزان را دارا بود، به‌طوری‌که در صد اسانس از ۱/۷ درصد در تیمار آبیاری کامل در حد ظرفیت مزرعه به ۲/۳۵ درصد در تیمار تنش شدید افزایش یافت. در آزمایشی خلید (Khalid, 2006) نشان داد که اعمال تنش خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی، درصد و ترکیبات روغن ضروری را افزایش می‌دهد. تنش خشکی درصد روغن‌های ضروری اکثر گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در موارد تنش اکثر متابولیت‌های بیش‌تری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در سلول می‌شوند (علی‌آبادی فراهانی و همکاران، ۱۳۸۶).



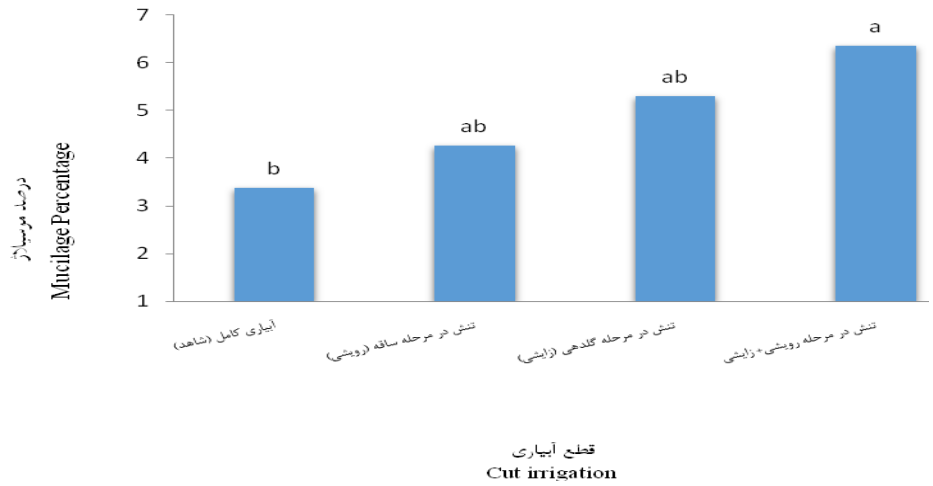
شکل ۳- اثر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه دارویی گاوزبان

Fig 3. Effect of cut irrigation on essence percentage of borage

درصد موسیلاژ

نتایج نشان داد درصد موسیلاژ تحت تاثیر قطع آبیاری قرارگرفت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر تیمارهای مختلف کودی و همچنین اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی بر درصد موسیلاژ معنی‌دار نبود (جدول دو). در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین درصد موسیلاژ با میانگین ۶/۳۵ درصد در تیمار تنش در هر دو مرحله زایشی+رویشی و کم‌ترین درصد موسیلاژ نیز مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش) با میانگین ۳/۳۸ درصد بود (شکل چهار). بین تیمار قطع آبیاری در هر دو مرحله زایشی+رویشی و تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی و همچنین تنش در مرحله رویشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل چهار). با توجه به این‌که امروزه نقش دفاعی متابولیت‌های ثانویه از جمله موسیلاژ برای همه تقریباً محرز است. اما هنوز بررسی سازوکار تأثیر تنش‌های محیطی بر تولید این موارد تصویر پیچیده و پرابهامی پیش روی می‌گذارد، شواهد نشان می‌دهد که تحت شرایط تنش، تولید برخی از این ترکیب‌ها تا چندین برابر افزایش می‌یابد، اما دلایل زیادی وجود دارد که این تأثیر همیشگی نیست. در موارد زیادی نیز کاهش میزان متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش دیده می‌شود (صالحی ارجمند، ۱۳۸۴). کمبود هر منبعی که رشد را بیش از فتوسنتز محدود کند، تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). از طرفی تأثیر تنش خشکی بر همه این ترکیب‌ها یکسان نیست، بنابراین کیفیت مواد موثره نیز تحت تنش قرار می‌گیرد و به‌علاوه تأثیر تنش بر بیوماس کل نیز عموماً منفی است (صالحی ارجمند، ۱۳۸۴). عواملی همچون زمان وقوع و مدت زمان دوام تنش، فراوانی وقوع خشکی،

خصوصیات ذاتی خاک، تغییرات و نوسان‌های بارندگی بر تحمل به خشکی گیاه اثردارند و این نشانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی از سالی به سال دیگر است (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۴- اثر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه دارویی گاوزبان
Fig 4. Effect of cut irrigation on mucilage percentage of borage

عملکرد گل

براساس نتایج اثر قطع آبیاری، تیمارهای کودی و اثر متقابل عوامل مورد بررسی بر عملکرد گل در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول دو).

بیش‌ترین عملکرد گل (با میانگین ۴۸۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار مصرف ۵۰ درصد کود شیمایی + کود بیولوژیک و آبیاری کامل (بدون تنش) و کم‌ترین مقدار آن نیز از تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمایی + قطع آبیاری در مرحله رویشی و زایشی (با میانگین ۳۰۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل پنج). نتایج تحقیقات رشدی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که عملکرد گیاه تحت تأثیر کودهای بیولوژیک، به دلیل فراهمی عناصرغذایی پرمصرف در اختیار گیاه افزایش می‌یابد. محسن‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) اظهار داشتند که بالابودن عملکرد به این دلیل است که تیمار کودهای بیولوژیک توانسته موادغذایی کافی در اختیار گیاهان تحت این تیمار قراردهد و بدیهی است زمانی‌که عناصرغذایی به‌مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به‌طبع آن فتوسنتز به‌خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده به‌میزان کافی تولید می‌شود. نتایج تحقیقات یوسف و همکاران (Youssef *et al.*, 2004) نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیک در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* .L) سبب افزایش رشد گیاه شد. تنش خشکی به‌صور مختلفی سبب تغییراتی در عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی می‌شود. بسته به گونه‌ی گیاهی، شدت و مدت تنش و نیز مرحله‌ی رشدی گیاه، میزان تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن‌ها متفاوت است.

آرزمجو و همکاران (Arazmjo *et al.*, 2010) در بررسی اثر تنش خشکی و سه نوع کود بر عملکرد گل تولیدی در گیاه بابونه گزارش کردند، تنش خشکی باعث کاهش عملکرد گل در گیاه بابونه می‌شود. مون و آلگر (Munne and Alegre, 2009) عوامل کاهش عملکرد در گیاه بادرنجبویه در اثر تنش خشکی را مربوط به بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش میزان رطوبت نسبی برگ‌ها و کم‌شدن جذب دی‌اکسیدکربن در برگ‌ها ذکر کردند.

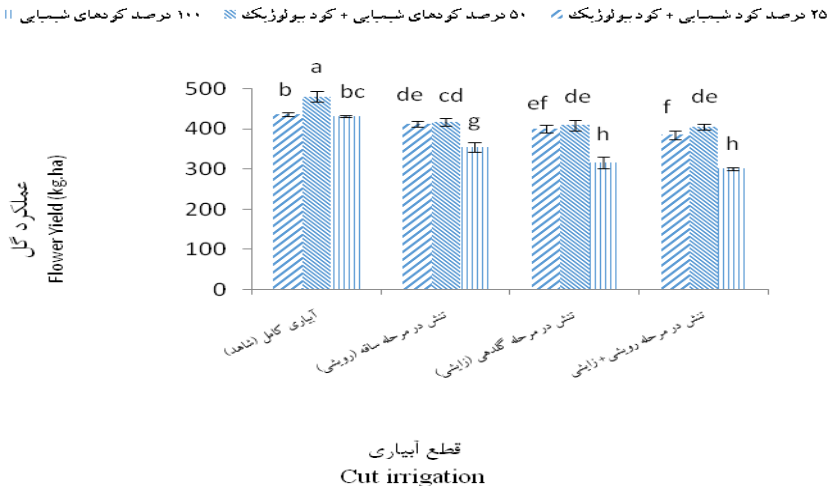
جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد گل و عملکرد اسانس گاوزبان در تیمارهای کودی و قطع آبیاری

Table 2. Analysis of variance of flower yield and essence yield of borage in cut irrigation and fertilizer treatments

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد گل Flower Yield	عملکرد اسانس Essence Yield
Replication	تکرار	2	113^{ns}	0.016^{ns}
Cut irrigation (A)	قطع آبیاری	3	12843^{**}	0.019^{ns}
Error a	خطای a	6	76.14	0.029
Fertilizer Treatments (B)	تیمارهای کودی	2	19477^{**}	0.415^{**}
A*B	اثر متقابل	6	1173^{**}	0.028^{**}
Error b	خطای b	16	100	0.005
CV	ضریب تغییرات		11.25	5.10

*و **به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، ns برابر با عدم تفاوت معنی‌دار.

ns, * and ** Non significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.



شکل ۵- اثر متقابل قطع آبیاری و سطوح مختلف کودی بر عملکرد گل گیاه دارویی گاوزبان

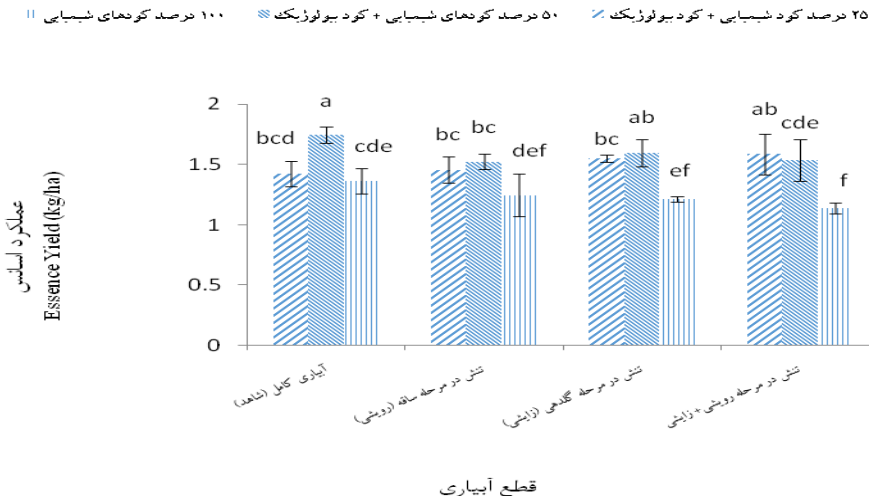
Fig 5. Means of interactions between of cut irrigation and fertilizer on flower yield of borage

عملکرد اسانس

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر قطع آبیاری بر عملکرد اسانس معنی‌دار نشد (جدول دو). عملکرد اسانس تحت تأثیر تیمارهای کودی و اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی قرارگرفت و اختلاف به‌وجود آمده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول دو).

بیش‌ترین عملکرد اسانس در تیمار مصرف ۵۰ درصد کودشیمیایی+کودبیولوژیک و آبیاری کامل (بدون تنش) با میانگین ۱/۷۵ کیلوگرم در هکتار بود، که با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک+ تنش در مرحله زایشی و همچنین تیمار ۲۵ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک+تنش در مرحله رویشی و زایشی اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین عملکرد اسانس از تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ قطع آبیاری در مرحله رویشی+ زایشی با میانگین ۱/۱۳۶ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (شکل شش). در آزمایشی که توسط لیتی و همکاران (Leithy *et al.*, 2006) انجام شد کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس گیاه دارویی رزماری داشت.

آزمایشات دیگر نیز اثر کودهای بیولوژیک را بر عملکرد اسانس گیاهان دارویی گزارش کردند (Badran and Safwat, 2004). عملکرد اسانس، تابع عملکرد گل و درصد اسانس می‌باشد، با اعمال تنش خشکی عملکرد گل کاهش یافت و درصد اسانس افزایش یافت اما این افزایش درصد اسانس در زمان اعمال تنش خشکی نتوانست کاهش میزان عملکرد گل را جبران نماید، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد اسانس در تیمار مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک و آبیاری کامل (بدون تنش) حاصل شد.



شکل ۶- اثر متقابل قطع آبیاری و سطوح مختلف کودی بر عملکرد اسانس گیاه دارویی گاوزبان

Fig 6. Means of interactions between of cut irrigation and fertilizer on essence yield of borage

جدول ۳- تجزیه واریانس کلروفیل گاوزبان در تیمارهای کودی و قطع آبیاری

Table 3. Analysis of variance of chlorophyll content of borage in cut irrigation and fertilizer treatments

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll
Replication	تکرار	2	0.014^{ns}	0.009^{ns}	0.041^{ns}
Cut irrigation (A)	قطع آبیاری	3	0.237**	0.095**	0.612**
Error a	خطای a	6	0.014	0.002	0.010
Fertilizer Treatment (B)	تیمار کودی	2	0.134**	0.045**	0.325**
A*B	اثر متقابل	6	0.035^{ns}	0.003^{ns}	0.054^{ns}
Error b	خطای b	16	0.019	0.002	0.029
CV(%)	ضریب تغییرات (٪)		13.24	8.12	10.35

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، ns برابر با عدم تفاوت معنی‌دار.

ns, * and ** Non significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

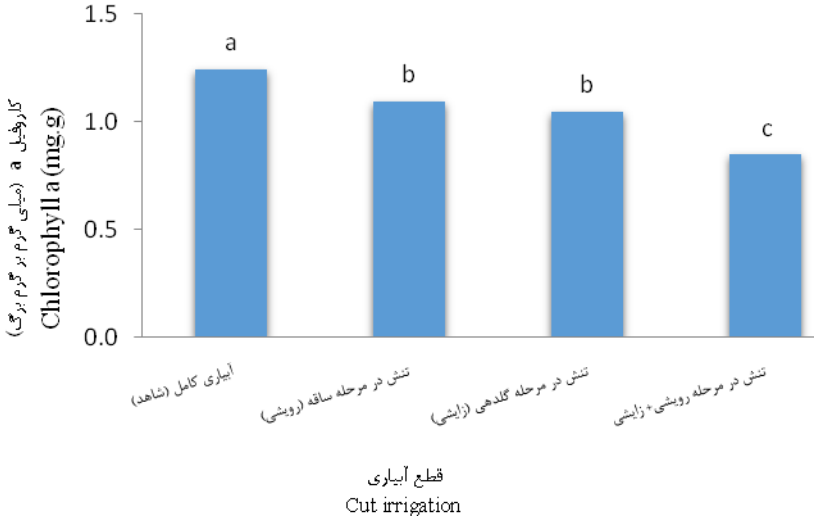
کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر قطع آبیاری بر کلروفیل a در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول سه). در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین کلروفیل a با میانگین ۱/۲۴میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در تیمار شاهد (بدون تنش) و کم‌ترین کلروفیل a نیز در تیمار قطع آبیاری در هر دو مرحله زایشی+رویشی به‌دست آمد (شکل هفت). بین تیمار قطع آبیاری فقط در مرحله رویشی و تیمار قطع آبیاری فقط در مرحله زایشی اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل هفت). در تحقیقی فینگر و همکاران (Finger *et al*., 2005) با اعمال تنش

خشکی دریافتند که تنش، با افزایش تنفس و تولید اتیلن سبب فعال‌سازی آنزیم‌های مسیر کاتابولیسم کلروفیل (کلروفیلاز، پراکسیداز و لیپوکسیژناز) و متعاقب آن تجزیه کلروفیل می‌شود. همچنین از عوامل دیگر کاهش محتوای کلروفیل در هنگام مواجه گیاهان با تنش خشکی، تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن و متعاقب آن پراکسیداسیون لیپیدها و تخریب کلروفیل است.

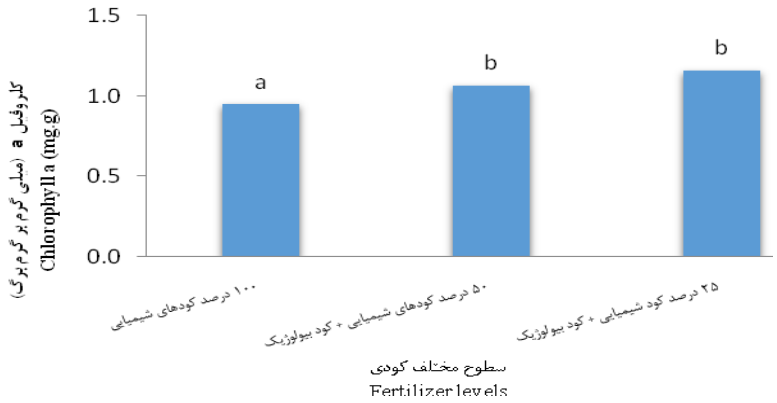
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمار کودی بر کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل a در تیمار ۲۵ درصد کودشیمیایی+کودبیولوژیک و تیمار ۱۰۰ درصد کودشیمیایی به‌ترتیب با میانگین ۱/۱۶ و ۰/۹۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به‌دست آمد (شکل هشت). اثر متقابل قطع آبیاری و تیمار کودی معنی‌دار نبود (جدول سه). با بالارفتن مصرف کود نیتروژنه، میزان کلروفیل افزایش و فتوسنتز بهبود می‌یابد.

به‌نظر می‌رسد این امر با تولید آسیمیلات بیش‌تر موجب افزایش تقسیم سلولی و اندازه سلول‌ها می‌شود، احتمالا در نهایت شاخص سطح برگ نیز بیش‌تر می‌گردد (Yasari and Patwardhan, 2007). میرشکاری و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که کاربرد کودزیستی نیتراژین توأم با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کودشیمیایی نیتروژن بیش‌ترین مقدار کلروفیل را دارا بود و از این نظر بین سطوح ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کودشیمیایی نیتروژن در حالت تلقیح با نیتراژین اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین کم‌ترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار عدم تلقیح نیتراژین و مصرف کود شیمیایی نیتروژن با ۶۱ درصد کاهش معنی‌داری داشت. کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به‌همین دلیل از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده می‌شود و می‌توان با اندازه‌گیری کلروفیل، وضعیت نیتروژن را در گیاه به‌دست آورد (Scharf *et al*., 2006).



شکل ۷- اثر قطع آبیاری بر کلروفیل a گیاه دارویی گاوزبان

Fig 7. Effect of cut irrigation on chlorophyll a of borage

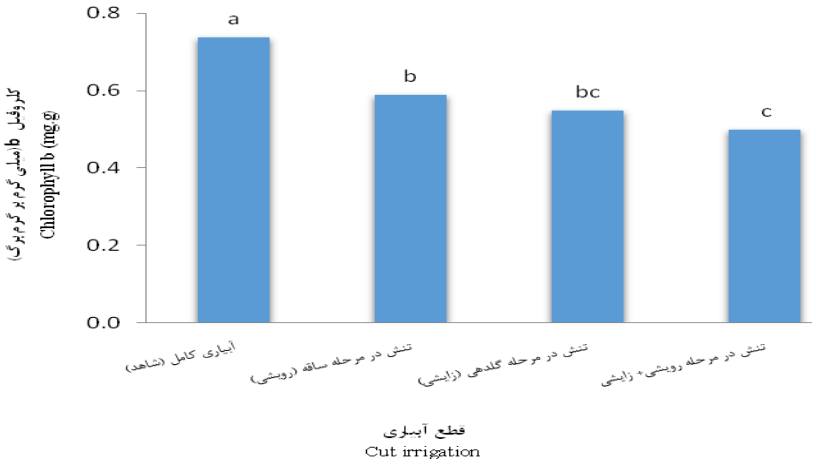


شکل ۸- اثر سطوح مختلف کودی بر کلروفیل a گیاه دارویی گاوزبان
Fig 8. Effect of different level of fertilizer on chlorophyll a of borage

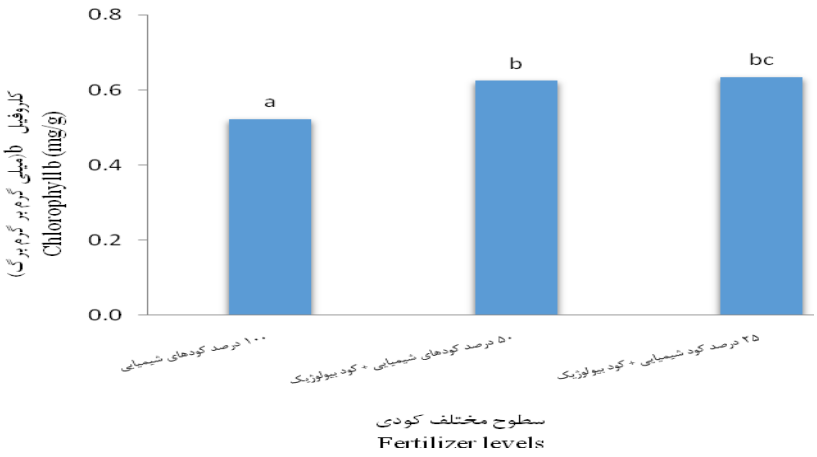
کلروفیل b

نتایج نشان داد که اثر قطع آبیاری و همچنین تیمارهای کودی در سطح احتمال یک درصد بر کلروفیل b معنی‌دار بود (جدول سه). مقایسه میانگین تیمارهای قطع آبیاری نشان داد که بیش‌ترین کلروفیل b با میانگین ۰/۷۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در تیمار شاهد (بدون تنش) و کم‌ترین کلروفیل b نیز در تیمار قطع آبیاری در هر دو مرحله زایشی+رویشی (۰/۴۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به‌دست آمد (شکل نه). براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای کودی بر کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل b در تیمار ۲۵ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌ترتیب با میانگین ۰/۶۳ و ۰/۵۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به‌دست آمد و بین تیمار ۵۰ درصد کودشیمیایی+کود بیولوژیک و تیمار ۲۵ درصد کود شیمیایی+کود بیولوژیک اختلاف معنی‌داری از نظر آماری دیده نشد (شکل ۱۰). این امر با نتایج زبارت و همکاران (Zebarth *et al*., 2001) مطابقت داشت.

در آزمایشی که روی گیاه بادرنجبویه انجام شد نیز با اعمال قطع آبیاری کلروفیل b کاهش یافت (Abbas-Zade *et al*., 2007). قربانعلی و نیاکان (۱۳۸۴) بعد از سنجش میزان کلروفیل b در گیاه سویا، از کاهش معنی‌دار این صفت در تیمارهای تحت تنش آبی نسبت به گیاه شاهد گزارش دادند.



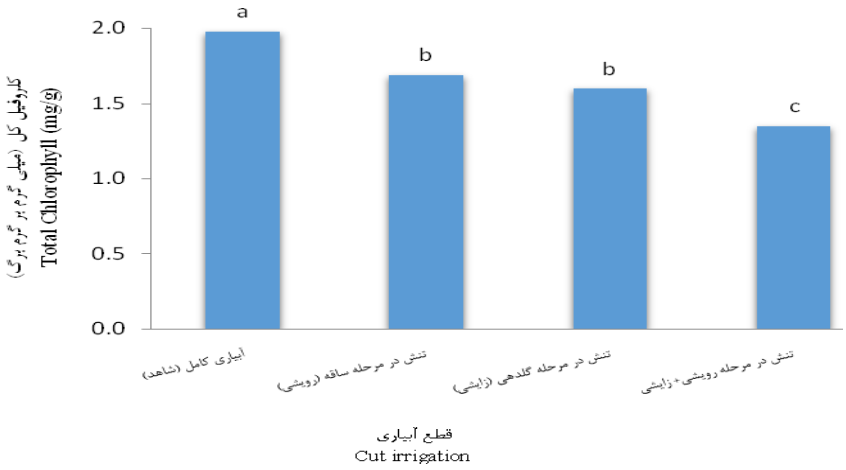
شکل ۹- اثر قطع آبیاری بر کلروفیل b گیاه دارویی گاوزبان
Fig 9. Effect of cut irrigation on chlorophyll b of borage



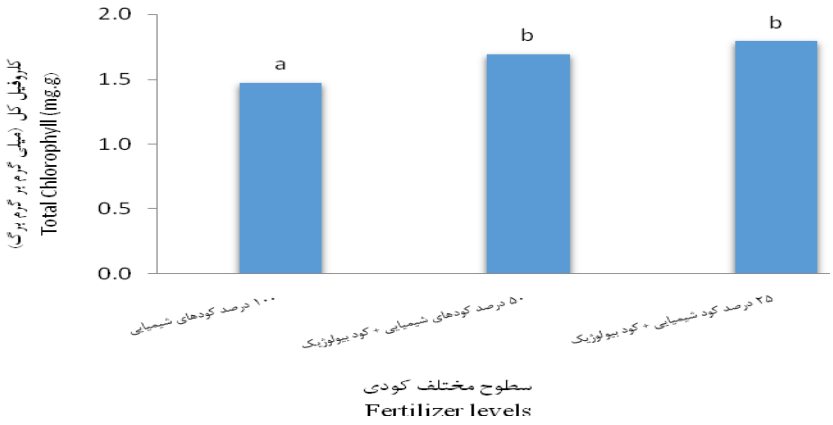
شکل ۱۰- اثر سطوح مختلف کودی بر کلروفیل b گیاه دارویی گاوزبان
Fig 10. Effect of different level of fertilizer on chlorophyll b of borage

کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده قطع آبیاری و تیمارهای کودی بر کلروفیل کل در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول سه). در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین کلروفیل کل با میانگین ۱/۹۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در تیمار شاهد (بدون تنش) و کم‌ترین کلروفیل کل نیز در تیمار تنش در هر دو مرحله زایشی+رویشی (۱/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به‌دست آمد (شکل ۱۱). بین تیمار قطع آبیاری فقط در مرحله رویشی و تیمار قطع آبیاری فقط در مرحله زایشی اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل ۱۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین کلروفیل کل در تیمار ۲۵ درصد کود شیمیایی+کودبیولوژیک و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌ترتیب با میانگین ۱/۷۹ و ۱/۴۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به‌دست آمد (شکل ۱۲). اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی معنی‌دار نبود (جدول سه). الیویرانتو و همکاران (Oliviera-Neto *et al.*, 2009) تغییرات متابولیکی را عامل کاهش سطوح رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی بیان نمودند. این محققان گزارش کردند که کاهش کارآیی استفاده از کربن و افزایش تولید اتانول و لاکتات سبب کاهش سنتز کلروفیل می‌شود. همچنین اعمال تنش خشکی، تسریع پیری برگ و تجزیه رنگدانه‌های فتوسنتزی را در پی خواهد داشت.



شکل ۱۱- اثر قطع آبیاری بر کلروفیل کل گیاه دارویی گاوزبان
Fig 11. Effect of cut irrigation on total chlorophyll of borage



شکل ۱۲- اثر سطوح مختلف کودی بر کلروفیل کل گیاه دارویی گاوزبان
Fig 12. Effect of different level of fertilizer on total chlorophyll of borage

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت کاربرد کودبیولوژیک در شرایط قطع آبیاری سبب کاهش اثرات تنش گردید. در بین تیمارهای قطع آبیاری، بیش‌ترین خسارت وارد شده بر صفات اندازه‌گیری شده، در تیمار قطع آبیاری در هر دو مرحله زایشی + رویشی مشاهده شد. قطع آبیاری سبب افزایش درصد اسانس و درصد موسیلاژ گردید که این موضوع با توجه به نقش دفاعی متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس و موسیلاژ در زمان تنش قابل توجیه می‌باشد. اما قطع آبیاری عملکرد اسانس را کاهش داد که به‌دلیل کاهش عملکرد گل بود. همچنین در بین تیمارهای کودی با کاربرد ۵۰ درصد کودشیمیایی+کودبیولوژیک بهترین نتیجه حاصل شد. اثر متقابل قطع آبیاری و تیمارهای کودی نیز بر عملکرد گل و عملکرد اسانس معنی‌دار بود و

بیش‌ترین آن در تیمار مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی+کودبیولوژیک و آبیاری کامل (بدون تنش) با میانگین ۴۸۱ و ۱/۷۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین عملکرد گل و عملکرد اسانس در تیمار ۱۰۰ درصد کودشیمیایی+ قطع آبیاری در مرحله رویشی+ زایشی با میانگین ۳۰۱ و ۱/۱۳۶ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

سپاسگزاری

نگارندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن به‌خاطر تأمین هزینه‌های تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع **References**

اردکانی، م.، عباس‌زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، و پاک‌نژاد، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ، ۲۳ (۲):۲۶۱-۲۵۱.

باهر نیک، ز.، رضایی، م.ب.، قربانلی، م.ل.، عسگری، ف. و عراقی، م.ک. ۱۳۸۳. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه .*Satureja hortensis* L در طی تنش خشکی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد۲۰، شماره ۲. ۲۳-۳۷.

حسن‌پور، ر.، پیردشتی، ه.، اسماعیلی، م.ع.، عباسیان، ا. ۱۳۸۹. تأثیر کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس و کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد. صفحه‌های ۴۲۱۷ تا ۴۲۲۰. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی. دانشگاه شهید بهشتی تهران. ۲-۴ مرداد ماه.

حیدری، م.، بخشنده، ع.م.، نادیان، ح.، فتحی، ق.، عالمی‌سعید، خ. ۱۳۸۵. تاثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تنظیم-کننده‌های اسمزی و جذب عناصر سدیم و پتاسیم در گندم رقم چمران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷، شماره ۳، صفحات ۵۰۱-۵۱۰.

رستمی، م. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۲۱ صفحه.

رشدی، م.، رضادوست، س.، خلیلی‌محله، ج.، حاجی حسنی اصل، ن. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان روغنی. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، سال سوم، شماره۱۰.

صالحی‌ارجمند، ح. ۱۳۸۴. تأثیر تنش‌های محیطی در افزایش متابولیت‌های ثانویه در گیاهان. مجموعه مقالات همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی.

کرمی، ا.، سپهری، ع.، حمزه یی، ج.، سلیمی، ق. ۱۳۹۰. تاثیر کودهای زیستی فسفر و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis L*) تحت تنش کمبود آب. فن‌آوری تولیدات گیاهی، جلد یازدهم، شماره اول.

کلامیان، س.، مدرس‌ثانوی، ع.، سپهری، ع. ۱۳۸۴. تاثیر تنش کمبود آب در مراحل رشد رویشی و زایشی در هیبریدهای پر برگ و تجاری ذرت. مجله پژوهش کشاورزی آب خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ۵، شماره ۳، صفحات ۳۸-۵۱.

کوچکی، ع.، زند، ا.، بنایان اول، م.، رضوانی مقدم، پ.، مهدوی دامغانی، ع.، جامی الاحمدی، و وصال، س. ۱۳۷۶. اکوفیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

علی‌آبادی فراهانی، ح.، لباسچی، م.ح.، شیرانی‌راد، ا.ح.، ولدآبادی، ع.ر. ۱۳۸۶ . تاثیر قارچ *Glomus hoi* سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گشنیز *Coriandrum sativum*. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. فصلنامه کشاورزی. سال بیست و سوم، شماره ۳ صفحه ۷۶.

فروزان، ک. ۱۳۷۹. گلرنگ. انتشارات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۵۴ صفحه.

قربانلی، م.، نیاکان، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان ۳. علوم دانشگاه تربیت معلم۵: ۵۵۰-۵۳۷.

لطفی، پ.، محمدی‌نژاد، ق.، گلکار، پ. ۱۳۹۱. بررسی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ زراعی (*Carthamus tinctorius* L). مجله دانش زراعت، سال پنجم، شماره۷.

محسن‌نیا، ا.، جلیلیان، ج. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۴، شماره ۳، ۲۳۵-۲۴۵.

میرشکاری، ب.، باصر، س.، جوانشیر، ع. ۱۳۸۸. تأثیر کود زیستی نیتراژین و سطوح مختلف کود اوره بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بیولوژیک ذرت هیبرید ۷۰۴ در مناطق نیمه خشک سرد. یافته‌های نوین کشاورزی، سال سوم، شماره‌ی ۴. صفحه‌های ۴۱۱-۴۰۲.

Abbas-Zade, B., Sharifi Ashour-Abadi, A., Lebaschi, M.H., Naderi Haji-Bagher Kandi, M., and Maghdami, F. 2007. Effect of drought stress on proline, soluble sugars, chlorophyll and relative water content of Melissa officinalis L. J. Res. Aroma. Plants Iran, 23: 4. 504 - 513.

Arazmjo, A., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian, J. Medicine. Aroma. Plant. 25(4):482-489.

Azzaz, N.A., Hassan, E.A., and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and bio fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 579-587**.**

Babana, A.H., and Antoun, H. 2006. Effect of Tilemsi phosphate rock solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field grown wheat (*Triticumaestivum* L.) in mail. Plant and Soil . 287(1-2):51-58.

Badran, F.S., and Safwat, M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian J. Agric. Res., 82: 247-256.

Chaudhary, V., Kapoor, R., and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of carbuncular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in Artemisia annua L. Mycorrhiza. 17: 581 - 587**.**

Fatma, E.M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H.I., Abd El-Fattah, L., and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of bio fertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil of marjoram(*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous .Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt 212-264**.**

Finger F.L., Puschmann R., and Barros R.S. 2005. Effects of water loss on respiration, ethylene production and ripening of banana fruit. Revista Brasileira De Fisiologia Vegtal, 7: 115-118.

Herman, M.A.B., Nault, B.A., and Smart. C.D. 2008. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestation in New York. Crop Protection 27: 996-1002.

Khalid, K.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). Int. Agrophysics. 20: 289-296.

Kumar. B., Pandey, P., and Maheshwari, D.K. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent Pseudomonas aeruginosa LES4. European Journal of Soil Biology 45: 334–340.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*foeniculum vulgare* Mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. Bio resource Technology. 93: 307-311.

Khaosaad, T., Vierheilig, H., Zitterl-Eglseer, M. N. K., and Novak. J. 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., *Lamiaceae*.) Mycorrhiza. 16: 443-446.

Munne, S., and Alegre, L. 2009. Role of dew on the recovery of water stressed Melissa officinalis L. plants. J. Plant Physiol. 154(5-6): 756-766.

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. Botany 6: 394-403.

Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of bio fertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research. 2: 773-779.

Sharma, A.K. 2002. Bio fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407p.

Ramadan, L.A., Abd-Allah, A.R., Aly, H.A., Saad-El-Din, A.A. 2002. Toxicity effects of magnetic field exposure and prophylactic role of coenzyme Q1O and L-carnitine in mice. Pharmacology. Res. 46 (4), 363–370.

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.

Sharma, A.K. 2002. Bio fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407p.

Scharf, P.C., Brouder, S.M., and Hoef, R.G. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north- central USA. Agronomy Journal 95: 655-665.

Oliviera-Neto, C.F., Silva-Lobato, A.K., Goncalves-Vidigal, M.C., Costa, R.C.L., Santos.Filho, B.G., Alves G.A.R., Silva-Maia, W.J.M., Cruz, F.J.R., Neres, H.K.B., and Santos Lopes, M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Science and Technology, 7: 588-593.

Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of bio fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125:155–166.

Wettasinghe, M., and Shahidi, F. 2005. Fe (III) chelation activity of extract of Borago and evening primrose meals. Food Research International 35: 65-71.

Yasari, E., Patwardhan, A.M. 2007. Effects of Aztobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola .Asian Journal Plant Sciences 6(1):77-82.

Youssef, A.A., Edris, A.E., and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salviaofficinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science 49: 299-311.