تأثیر محرک‌های زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.)

حسین گلزاده[۱]، علی مهرآفرین[۲]، حسنعلی نقدی‌بادی[۳]*، فائزه فاضلی[٤]، اردشیر قادری[٥]، نسیم زرین‌پنجه[٦]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاداسلامی واحد رودهن، رودهن
۲- عضو هیأت علمی گروه پژوهشی کشت و توسعه، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج
۳- دانشیار پژوهش، گروه پژوهشی کشت و توسعه، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج
٤- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن
٥- عضو هیأت علمی گروه بیوتکنولوژی گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج
٦- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تهران و عضو واحد تحقیق و توسعه شرکت فرآورده‌های بیولوژیکی ایناگروپارس
*آدرس مکاتبه: کرج، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، صندوق‌پستی: ۳٦۹ – ۳۱۳۷٥
تلفن: ۱۹ – ۳٤۷٦٤۰۱۰ (۰۲٦)، نمابر: ۳٤۷٦٤۰۲۱ (۰۲٦)
پست الکترونیک: Naghdibadi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۷ **تاریخ تصویب:** ۹۰/٦/۷

چکیده

مقدمه: کاربرد محرک‌های زیستی در راستای تولید فرآورده‌های بیولوژیکی سازگار با محیط زیست و در پیوند با کشاورزی نوین می‌تواند سبب افزایش رشد کیفی و کمی گیاهان و کاهش اثرات تنش‌های محیطی بر آنها شود.

هدف: این پژوهش به منظور ارزیابی و تعیین تأثیر کاربرد محرک‌های زیستی و ترکیب اسیدهای آمینه بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی اجرا شد.

روش بررسی: این تحقیق در سال ۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۱۰ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل **C** (شاهد)، **CF** (کود کامل)، A_1 (آمینول‌فورته ۰/۷۵ لیتر در هکتار)، A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار)، K_1 (کادوستیم ۰/۷۵ لیتر در هکتار)، K_2 (کادوستیم ۱/۵ لیتر در هکتار)، H_1 (هیومی فورته ۰/۷۵ لیتر در هکتار)، H_2 (هیومی فورته ۱/۵ لیتر در هکتار)، F_1 (فسنوترن ۰/۷۵ لیتر در هکتار) و F_2 (فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) بودند.

نتایج: تیمارهای اعمال شده دارای اثرات معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر کاپیتول، تعداد کاپیتول بوته، وزن تر و خشک کاپیتول در هکتار، عملکرد اسانس در هکتار، مقدار کامازولن، مقدار فلاونوئید کل ($p<۰/۰۱$) و شاخص برداشت ($p<۰/۰۵$) بودند، اما بر محتوای رطوبتی بوته تأثیر معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: کاربرد محرک‌های زیستی توانست عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی را افزایش دهد و تیمارهای A_2 و F_2 (به ترتیب آمینول‌فورته و فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) بهترین تیمارها از نظر عملکرد کاپیتول و اسانس در هکتار بودند. همچنین کاربرد محرک‌های زیستی توانست سبب افزایش عملکرد محصول شود و گامی در راستای کاهش آلودگی‌های محیطی و کشاورزی پایدار باشد.

گل‌واژگان: *Matricaria recutita* L.، محرک‌های زیستی، عملکرد اسانس، کامازولن، فلاونوئید، عملکرد کمی

مقدمه

رویکرد و میزان مصرف داروهای گیاهی و گیاهان دارویی در سراسر جهان روز به روز در حال افزایش است [۱] و یکی از گیاهان دارویی مهم که در طب سنتی و جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد، بابونه آلمانی یا مجاری با نام علمی *Matricaria chamomilla* L. یا *Matricaria recutita* (L.) Rausch. است [۲،۳]. بابونه گیاهی است علفی، یک ساله متعلق به تیره کاسنی (*Asteraceae*) و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده توسط انسان است و قدمت استفاده از آن به یونان باستان می‌رسد [۱،۳،٤]. اسانس گل‌های این گیاه در صنایع داروسازی، بهداشتی و آرایشی و غذایی نیز استفاده می‌شود [۳]. همچنین عصاره آن دارای انواع خواص درمانی ضدالتهابی، مقوی معده، ضدنفخ شکم و دل درد، ضدتورم و اسپاسم روده می‌باشد [۱،۲،۳،٤]. به هر حال، اهمیت بابونه به سبب ترکیباتی نظیر آلفابیزابولول، ماتریسین و کامازولن موجود در اسانس [۳،٤،٥] و یا فلاونوئیدهای موجود در عصاره آن می‌باشد [٦]. بنابراین با توجه به اهمیت روزافزون فرآورده‌های دارویی و بهداشتی بابونه ضرورت دارد در راستای تولید و افزایش عملکرد کمی و کیفی آن در واحد سطح، مطالعات لازم انجام شود.

به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد. نتیجه این فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر بحران آلودگی‌های محیط زیست و به ویژه آلودگی منابع خاک و آب بوده که زنجیره‌وار به منابع غذایی انسان‌ها راه یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است [٤]. به این منظور تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. کاهش این مخاطرات زیست محیطی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی به خصوص در گیاهان دارویی نیازمند بکارگیری تکنیک‌های نوین زراعی است [۱،٤]. از جمله این تکنیک‌ها، استفاده از محرک‌های زیستی می‌باشد.

لازم به ذکر است اکثر مطالعات انجام شده در مورد تغذیه گیاهان دارویی معطر و اسانس‌دار از جمله بابونه بر اساس مصرف کودهای شیمیایی بوده است و تاکنون گزارشی از واکنش این گونه به محرک‌های زیستی در کشور در دسترس نیست.

اصطلاح محرک‌های زیستی از نظر لغوی، به معنای مجموعه‌ای از ترکیباتی است که زیستن را تحریک می‌کنند. گروهی از آنها به عنوان ترکیبات مؤثر در افزایش پاسخ‌های مطلوب گیاهی و همچنین گروهی دیگر، به عنوان موادی که رشد کیفی و کمی گیاه را تحریک می‌کنند، فعالیت دارند [۷،۸،۹]. به طور کلی محرک‌های زیستی موادی هستند که باعث تحریک متابولیسم و فرآیندهای متابولیکی در جهت افزایش کارآیی گیاهان می‌شوند [۱۰]. پایه فرمولاسیون محرک‌های زیستی و رشدی در نهاده‌های جدید از اسیدهای آمینه و یا اسیدهای آمینه در اختلاط با مواد مغذی، پروتئین‌های هیدرولیز شده، اسید هیومیک، عصاره جلبک‌ها و گیاهان دریایی و دیگر متابولیت‌ها می‌باشد [۸،۹،۱۱]. اسیدهای آمینه مولکول‌های دوقطبی با فرمول مشترک $C_2H_4O_2NR$ بوده و نقش آنها به عنوان بیومولکول‌ها و پیش‌سازهای حیات، شرکت در ساختمان پروتئین‌ها و پپتیدها است که تمام عملکرد اصلی گیاه اعم از ساختاری، آنزیمی، متابولیکی و انتقال را بر عهده دارند. آنها اغلب پیشرو ترکیب انواع زیادی از مولکول‌های کوچک با نقش بیولوژیکی بسیار مهم می‌باشند. استراتژی تجزیه اسیدهای آمینه تشکیل متابولیت‌های حدواسط می‌باشد که ترکیبات فوق به گلوکز تبدیل شده یا در سیکل اسیدسیتریک اکسیده می‌شوند [۱۲]. اسیدهای آمینه برخلاف اسیدهای چرب و قندها، ذخیره نشده و دفع نمی‌شوند. با این حال اسیدهای آمینه اضافی به عنوان مواد متابولیک سوختی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۷]. در متابولیسم گیاهی گروه آمینی‌اسیدهای آمینه می‌تواند برداشته شده و اسکلت کربنی باقی‌مانده به ترکیبات حدواسط متابولیکی ضروری تبدیل شوند [۷،۱۲]. گروه‌های آمینی اکثر اسیدهای آمینه اضافی به اوره تبدیل می‌شوند، در حالی که اسکلت کربنی آنها در نهایت به

هفت مولکول پیروات، استیل کوآ، استواستیل کوآ، آلفا – کتوگلوتارات، سوکسینیل کوآ، فومارات و اگزالواستات و یا یکی از متابولیت‌های حدواسط سیکل اوره تبدیل می‌شوند [۱۲]. در خصوص کاربرد و نقش محرک‌های زیستی در گیاهان، Vogtmann و همکاران (۱۹۹۳)، Kumar و همکاران (۱۹۹۹)، Li و همکاران (۲۰۰۰)، Asad و همکاران (۲۰۰۲)، Percival و Fraser (۲۰۰۳)، Sabirov و همکاران (۲۰۰۳)، Mandal و همکاران (۲۰۰۷)، Yildirim (۲۰۰۷)، Gawronska (۲۰۰۸) و Thomas و همکاران (۲۰۰۹) بر روی سبزیجات، چای، درختان مثمر و گیاهان علوفه‌ای گزارش‌های‌ارزشمندی رااعلام‌کردند [۲۰–۱۳، ۸،۹].

طی چندین سال گذشته موضوع اصلی فعالیت گسترده پژوهشی در اکثر مراکز تحقیقات جهانی، پیرامون کاربردهای مختلف اسیدهای آمینه تحت عنوان Bio-Synthesized Free Amino Acid (SFAA) و الیگوپپتیدهای با وزن مولکولی پایین (Low Weight Oligopeptide (LWOP)) متمرکز شده است [۷،۸]. با درک اهمیت نهاده‌های کشاورزی در توسعه پایدار و لزوم ورود به عرصه‌های جدید تولید، شناخت کاربرد محرک‌های زیستی و ترکیبات اسید آمینه‌ای در گیاهان دارویی ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق در نظر است اثرات محرک‌های زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی بررسی شود و با شناسایی محرک‌های زیستی و مواد بیولوژیک مناسب بتوان همگام با افزایش عملکرد دارویی، مصرف نهاده‌های شیمیایی و هزینه‌های مصرفی را کاهش و در راستای حفظ محیط زیست و کشاورزی پایدار گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۹–۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی گروه پژوهشی کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی واقع در هلجرد کرج به منظور ارزیابی محرک‌های زیستی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد (جدول شماره ۱).

در نیمه اسفندماه ۱۳۸۸ پس از پیاده کردن نقشه طرح و انجام عملیات خاک‌ورزی، تعداد ۳۰ واحد آزمایشی آماده برای کشت شد. بذر بابونه آلمانی از بانک بذر گروه پژوهشی کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی با کیفیت جوانه‌زنی مناسب تهیه شد و به منظور سهولت در کاشت بذرهای ریز بابونه، بذرها به نسبت ۱ به ۵ با ماسه بادی مخلوط شد [۱]. بذر تهیه شده در ۲۱ فروردین ماه سال ۱۳۸۹ در واحدهای آزمایشی به ابعاد ۲/۵ در ۲/۵ متر، به مقدار ۰/٦ گرم در مترمربع [۲۱] بر روی ردیف‌هایی به فاصله ۱۲ سانتی‌متر [۳] کشت شد. فاصله تکرارها از یکدیگر ۱/۵ متر و فاصله واحدهای آزمایشی در هر بلوک از هر طرف ۱ متر در نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه به روش سیفونی و با دور آبیاری ۱۰ روز انجام شد. برای حفظ وضعیت بوته‌ها در حد مطلوب سایر عملیات زراعی بر اساس نیاز مزرعه انجام شد. ۱۰ تیمار اجرا شده در این آزمایش و کدهای آن در جدول شماره ۲ نشان داده شده‌اند.

فرمولاسیون محرک‌های زیستی آزمایش

مقدار و نوع اسیدهای آمینه آزاد به کار رفته در فرمولاسیون محرک‌های زیستی (جدول شماره ۳) مورد استفاده در این تحقیق بر اساس درصد از کل ترکیب اسیدهای آمینه عبارتند از: گلایسین ۱۱/۲ درصد، والین۵/۱ درصد، پرولین ۸/۳ درصد، آلانین ۱۳/۲ درصد، اسید آسپارتیک ٤/٤ درصد، آرژنین ۸/۳ درصد، اسید گلوتامیک ۰/۹ درصد، لیزین ۵/۱ درصد، لوسین ١٦/٤ درصد، ایزولوسین ٤/٤ درصد، فنیل آلانین ۵/۱ درصد، متیونین٤/۲ درصد، سرین ۳/۹ درصد، ترئونین ۳ درصد، هیستیدین ۳ درصد، تیروزین ۱/۵ درصد، گلوتامین ۰/۹ درصد، سیستئین ۰/۳ درصد، آسپارژین ۰/٤ درصد و تریپتوفان ۰/٤ درصد.

جدول شماره ۱- مشخصات مزرعه تحقیقاتی

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	بافت خاک	شوری (dS/m)	اسیدیته (pH)	میانگین سالیانه بارندگی (میلی‌متر)	میانگین سالیانه دما (سانتی‌گراد)
۵۰° ۵۶′	۳۶° ۳۵′	۱٤۲٦	لومی- سیلتی	۰/۹۵	۷/۸	۲٦۳	۱۳/۲۱

جدول شماره ۲- تعداد و نوع تیمارهای مورد آزمایش

ردیف	کد تیمار	تیمار واحدهای آزمایشی
۱	**C**	شاهد (Control) بدون کاربرد محرک زیستی و کود
۲	**CF**	کود شیمیایی کامل (حاوی ۱۵ درصد پتاسیم، ۸ درصد فسفر، ۱۵ درصد ازت و ۱/۵ درصد روی)، به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت
۳	**A_1**	۰/۷۵ لیتر در هکتار محرک زیستی آمینول‌فورته (Aminolforte)
٤	**A_2**	۱/۵ لیتر در هکتار محرک زیستی آمینول‌فورته (Aminolforte)
۵	**K_1**	۰/۷۵ لیتر در هکتار محرک زیستی کادوستیم (Kadostim)
٦	**K_2**	۱/۵ لیتر در هکتار محرک زیستی کادوستیم (Kadostim)
۷	**H_1**	۰/۷۵ لیتر در هکتار محرک زیستی هیومی فورته (Humiforte)
۸	**H_2**	۱/۵ لیتر در هکتار محرک زیستی هیومی فورته (Humiforte)
۹	**F_1**	۰/۷۵ لیتر در هکتار محرک زیستی فسنوترن (Fosnutren)
۱۰	**F_2**	۱/۵ لیتر در هکتار محرک زیستی فسنوترن (Fosnutren)

جدول شماره ۳- فرمولاسیون محرک‌های زیستی مورد استفاده در تیمارهای مورد آزمایش

محرک‌های زیستی*	فرمولاسیون ترکیبات
آمینول‌فورته	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد و ازت تام ۱/۱ درصد (ازت اوره‌ای ۰/۸ درصد و ازت آلی ۰/۳ درصد)
کادوستیم	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، ازت تام ۵ درصد (ازت آمونیاکی ۱/٦ درصد، ازت نیتریکی ۳/۱ درصد و ازت آلی ۰/۳ درصد) و پتاسیم (K_2O) ٦ درصد
هیومی فورته	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، ازت تام ٦ درصد (ازت آمونیاکی ۱/٤ درصد، ازت اوره‌ای ۳/۷ درصد، ازت نیتریکی ۰/۵ درصد و ازت آلی ۰/۳ درصد)، پتاسیم (K_2O) ۵ درصد و فسفر (P_2O_5) ۳ درصد
فسنوترن	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، ازت تام ۳/۸ درصد (ازت آمونیاکی ۲/۱ درصد، ازت نیتریکی ۱/٤ درصد و ازت آلی ۰/۳ درصد) و فسفر (P_2O_5) ٦ درصد

*محرک‌های زیستی از منبع شرکت فرآورده‌های بیولوژیک ایناگروپارس جهت مصرف در اقلیم ایران تهیه شده است.

زمان و نحوه محلول‌پاشی

جهت افزایش بازده نفوذ محلول در گیاه، محلول‌پاشی محرک‌های زیستی در شرایط عدم وزش باد و باران و قبل از طلوع آفتاب در زمانی که روزنه‌های گیاهی باز بودند، انجام شد. نسبت رقیق‌سازی برای هر یک از محرک‌های زیستی ۰/۷۵ و ۱/۵ لیتر در هکتار از ماده موثره در ۵۰۰ لیتر آب به

صورت جداگانه بود. محلول‌پاشی در سه نوبت از تاریخ ۲ خرداد ۱۳۸۹ (نوبت اول ٤۳ روز بعد از کاشت) به فاصله ۱۵ روز از هم انجام شد.

صفات و پارامترهای مورد ارزیابی

۱- عملکرد اندام دارویی گیاه در واحد سطح شامل وزن تر و خشک کاپیتول، ۲- صفات اکوفیزیولوژیکی شامل محتوای رطوبتی بوته و شاخص برداشت (مقدار تولید کاپیتول نسبت به تولید بیوماس در واحد سطح)، ۳- صفات مورفومتری شامل ارتفاع بوته، قطر کاپیتول و تعداد کاپیتول در بوته، ٤- عملکرد فیتوشیمیایی گیاه شامل عملکرد اسانس در واحد سطح، میزان (درصد) کامازولن اسانس و میزان (درصد) فلاونوئید کل. برای اسانس‌گیری، ۵۰ گرم پودر کاپیتول (گل) بابونه را به طور دقیق توزین کرده و به روش تقطیر با آب، اسانس آن با استفاده از کلونجر به مدت ۳ ساعت استخراج شد [۵]. اسانس توسط سولفات سدیم بدون آب، آب‌گیری شد. برای تعیین میزان کامازولن، اسانس به یک بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری منتقل شد و با دی کلرومتان به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس جذب (E) محلول تهیه شده در طول موج ٦۰۳ نانومتر توسط کوت یک سانتیمتری اندازه‌گیری شد. در صورتی که جذب محلول مورد آزمایش در دستگاه بیشتر از ۰/۸ بود محلول به نسبت ۱:۱۰ با استفاده از دی‌کلرومتان رقیق شد و در شرایطی که جذب کمتر از ۰/۱ بود محلول تغلیظ شد. ضمناً قبل از خواندن جذب نمونه‌ها، نخست دستگاه اسپکتروفتومتر با استفاده از حلال خالص دی‌کلرومتان کالیبره شد [۲۲، ۵]. ثابت جذب مولار کامازولن٤۲۰ = ε و وزن مولکولی کامازولن برابر ۱۸٤/۳ می‌باشد. درصد کامازولن از رابطه ذیل به دست آمد [۲۳، ۲۲]:

(ε×۱۰۰۰)÷(۳۰×۱۰×E×۱۸٤/۳)= درصد کامازولن

همچنین مقدار فلاونوئیدها به روش ذکر شده در فاماکوپه گیاهی ایران اندازه‌گیری شد. در ضمن میزان فلاونوئید کل نیز بر مبنای هیپروزید بیان شد [۲۳].

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزارهای SPSS (ver. 17) و Excel (2003) انجام شد و میانگین‌های صفات مورد سنجش بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار محافظت شده (Fisher's protected Least Significant Differences (FLSD) test) (FLSD) در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند.

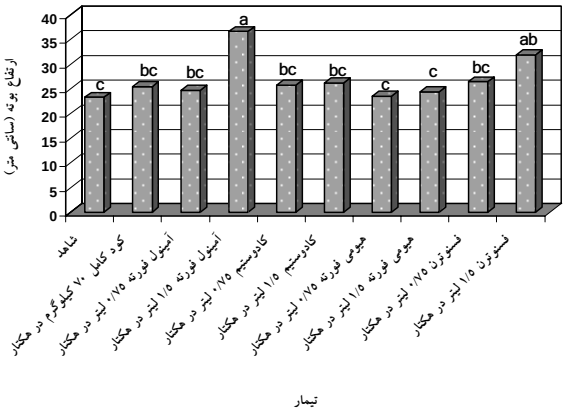
نتایج

نتایج نشان داد که تیمارها بر صفات ارتفاع بوته، قطر کاپیتول بوته، تعداد کاپیتول در بوته، وزن تر و خشک کاپیتول در هکتار، عملکرد اسانس در هکتار، مقدار کامازولن و مقدار فلاونوئید کل در سطح آماری ۱ درصد و بر شاخص برداشت در سطح آماری ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. اما محتوای رطوبتی بوته در تیمارهای مختلف از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول شماره ٤). به استثنای شاخص برداشت، کمترین میزان برای همه صفات مورد مطالعه در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل‌های شماره ۱ تا ۱۰). به طور کلی با توجه به وجود تفاوت در بین مقادیر اثر هریک از تیمارهای محرک زیستی و کودی با یکدیگر می‌توان گفت که تیمارهای A_2 و F_2 از نظر ارتفاع بوته (شکل شماره ۱)، تیمارهای A_2، F_2، F_1، K_2، K_1، CF، A_1 و H_2 از نظر قطر کاپیتول (شکل شماره ۲)، تیمارهای F_2، A_2، F_1، H_2 و K_2 از نظر تعداد کاپیتول در بوته (شکل شماره ۳)، تیمارهای A_2، F_2، F_1، K_2 و K_1 از نظر وزن تر و خشک کاپیتول در هکتار (شکل‌های شماره ٤ و ۵)، تیمارهای A_2، F_2، K_2، F_1، K_1 و H_2 از نظر عملکرد اسانس در هکتار (شکل شماره ۸)، تیمارهای A_2، F_2، K_2، K_1، H_2، CF و F_1 از نظر درصد کامازولن اسانس (شکل شماره ۹) و تیمارهای A_2، F_2، F_1 و CF از نظر درصد فلاونوئید کل اسانس (شکل شماره ۱۰)، هرکدام با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌داری بودند.

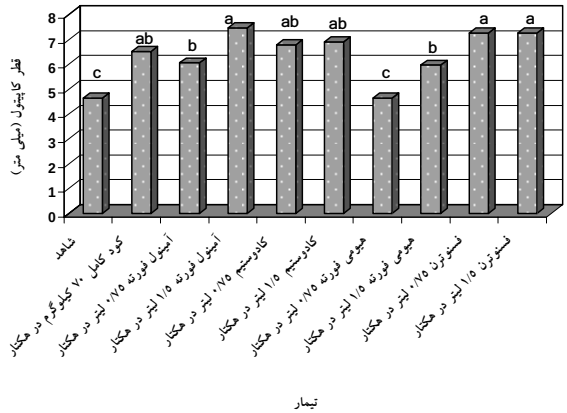
جدول شماره ٤- تجزیه واریانس (ANOVA) میانگین مربعات ویژگی‌های مورفولوژیکی، زراعی و فیتوشیمیایی بابونه آلمانی

	منابع تغییرات (S.O.V)			
	تکرار (R)	تیمار (T)	خطای آزمایش (Error)	ضریب تغییرات (%C.V)
درجه آزادی (D.F)	٢	٩	١٨	---
ارتفاع بوته	١٢/٩٢٧	٥٣/١٢٣**	١٤/٨٢٦	١٤/٣٤٥
قطر کاپیتول بوته	٠/٦٦٨	٣/١٥٥**	٠/٣٣٦	٩/١٣٢
تعداد کاپیتول در بوته	٠/٩٧٤	١٣/٩٩١**	٠/٧٨٤	١٢/٧٤٦
وزن تر کاپیتول در هکتار	١٣٥٣٠٥/٣٢٣	٤٥٧٧٤٥٦/١٨٢**	١٢٤١٨٠/٧٨٩	١٢/٩٢٣
وزن خشک کاپیتول در هکتار	٣٢٨٦٤/٢٥٦	١٢٢٣٣٩/٥٠٠**	٦٣٤٣/٨٩١	٩/٦٧٢
محتوای رطوبتی بوته	٢٢/٣١٦	١١/٠١٤^{ns}	١١/٤٧١	٤/٤٠٩
شاخص برداشت بابونه	١٩/٤٤٨	٣٤/٨٢*	١٠/١٥٧	١٤/٥١٨
عملکرد اسانس بابونه در هکتار	٤٤٥٤/٨٨٣	٢٦٩٧٦٩٤/٤٦٩**	١٤٩٠٥١/٧٢٣	٥/٦٨٧
میزان کامازولن	٠/٠٠٠٠٠٧٨	٠/٠٠١**	٠/٠٠٠٠٣	٩/٨٢٣
میزان فلاونوئید کل	٠/٠١٢	٠/٠٣٥**	٠/٠٠٤	١٤/١٤٧

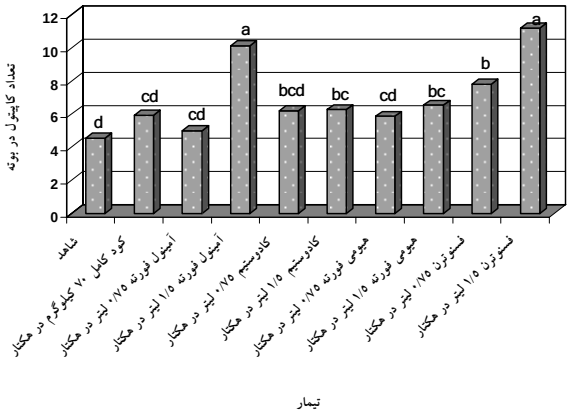
*و** به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ٥ درصد و ١ درصد و ^{ns}عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.



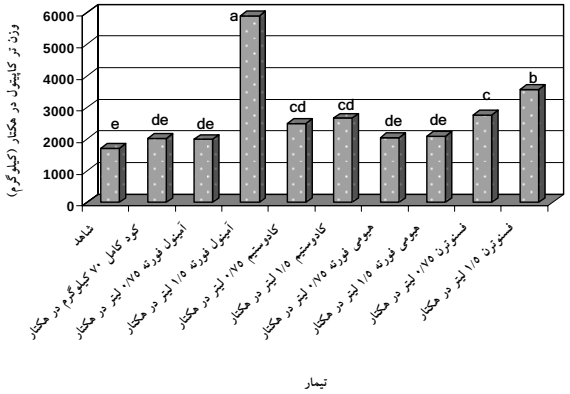
شکل شماره ١- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر ارتفاع بوته بابونه



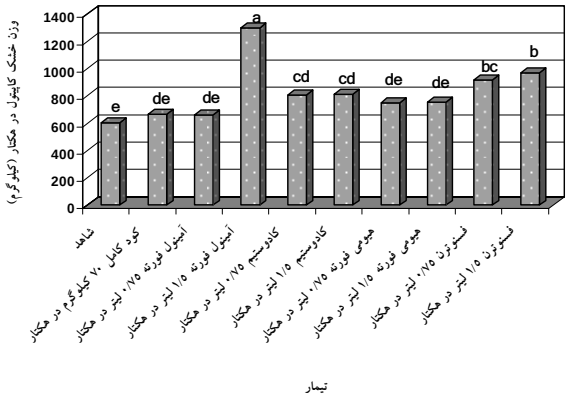
شکل شماره ٢- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر قطر کاپیتول بوته بابونه



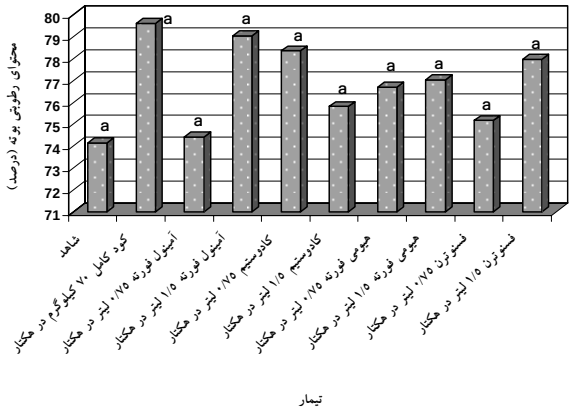
شکل شماره ۳- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر تعداد کاپیتول در بوته بابونه



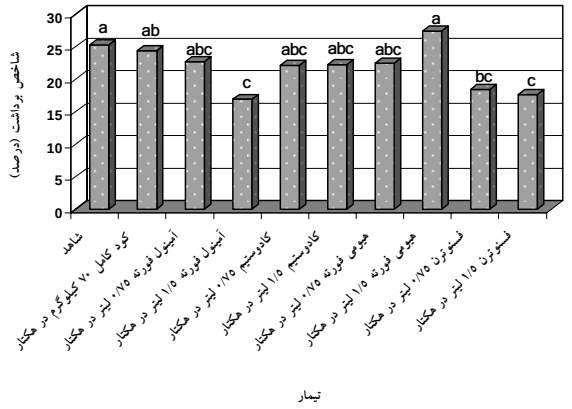
شکل شماره ٤- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر وزن تر کاپیتول بابونه در هکتار



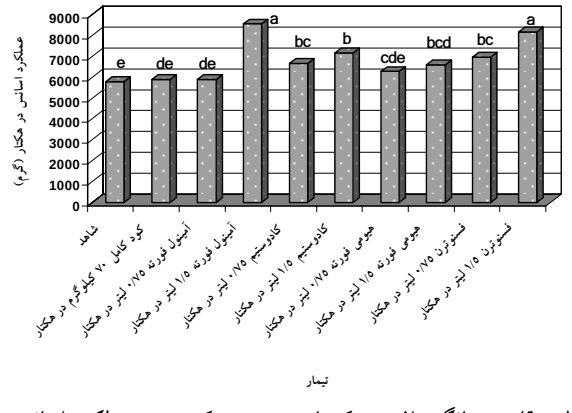
شکل شماره ۵- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر وزن خشک کاپیتول بابونه در هکتار



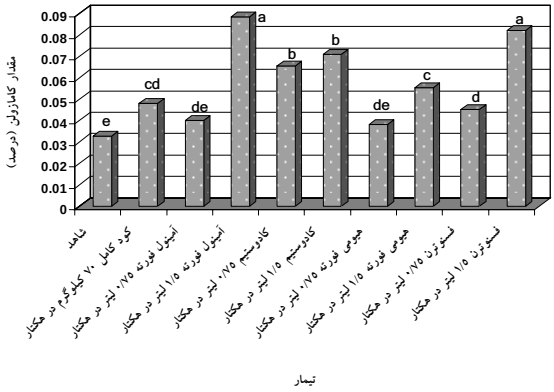
شکل شماره ٦- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر محتوای رطوبتی بوته بابونه



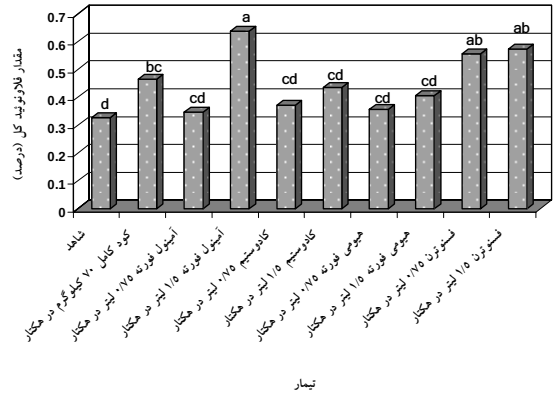
شکل شماره ۷- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر شاخص برداشت بابونه



شکل شماره ۸- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر عملکرد اسانس بابونه در هکتار



شکل شماره ۹- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر مقدار کامازولن بابونه



شکل شماره ۱۰- مقایسه میانگین اثر محرک‌های زیستی و کودی بر مقدار فلاونوئید کل بابونه

در مجموع نتایج به دست آمده نشان دادند که بیشترین مقدار برای ارتفاع بوته با ۳٦/٦۲ سانتی‌متر (شکل شماره ۱)، قطر کاپیتول با ۷/٤٥ میلی‌متر (شکل شماره ۲)، وزن تر کاپیتول در هکتار با ۵۸۹۳/۵۷ کیلوگرم (شکل شماره ٤)، وزن خشک کاپیتول در هکتار با ۱۲۹۸/٤۲ کیلوگرم (شکل شماره ۵)، عملکرد اسانس در هکتار با ۸۵٤۹/۲۷ گرم (شکل شماره ۸)، مقدار کامازولن اسانس با ۰/۰۸۸۵ درصد (شکل شماره ۹) و مقدار فلاونوئید کل با ۰/٦۳٦۹ درصد (شکل شماره ۱۰) در تیمار A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) حاصل شده است. همچنین بیشترین مقدار برای تعداد کاپیتول در بوته با ۱۱/۲ کاپیتول در بوته (شکل شماره ۳) در تیمار F_2 (فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) و بیشترین مقدار برای شاخص برداشت با ۲۷/۳۹ درصد (شکل شماره ۷) در تیمار H_2 (هیومی‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) مشاهده شد. اگر چه بیشترین مقدار محتوای رطوبتی با ۷۹/۵۸ درصد در تیمار کود شیمیایی کامل مشاهده شد ولی از نظر آماری با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل شماره ٦). در این مطالعه، کمترین شاخص برداشت (مقدار تولید کاپیتول نسبت به تولید کل بیوماس در واحد سطح) در تیمارهای A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) و F_2 (فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) مشاهده شد. جالب آنکه این دو تیمار از لحاظ سایر صفات مورد مطالعه، بهترین تیمار بودند (شکل شماره ۷).

بحث و نتیجه‌گیری

محرک‌های زیستی، عوامل بیولوژیکی با غلظت بسیار کم هستند که قادرند فرآیندهای بیوشیمیایی اصلی را در گیاهان و خاک بهبود دهند و در نهایت باعث رشد و توسعه گیاهان شوند [۸]. بنابراین کاربرد محرک‌های زیستی می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل در کشت موفق یک گیاه دارویی باشد. چون هم بر شاخص‌های عملکرد کمی و هم بر شاخص‌های عملکرد کیفی گیاه تأثیر می‌گذارند. به هر حال این تحقیق نشان داد که تیمارهای محرک‌های زیستی از نظر عملکرد کمی و کیفی با تیمار شاهد به طور معنی‌داری تفاوت داشته‌اند و بیشترین عملکرد کمی و کیفی با کاربرد این گونه محرک‌های زیستی حاصل شده است (شکل‌های شماره ۱ تا ۱۰) که ممکن است اسیدهای آمینه به کار رفته در فرمولاسیون این محرک‌های زیستی با افزایش نسخه‌برداری mRNA تا میزان ۲/۵ برابر، فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در رشد زایشی، فعال‌سازی فرآیند تشکیل کربوهیدرات‌ها، افزایش جذب و انتقال عناصر و افزایش میزان پروتئین در گیاهان موجب بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی در مدت زمان کوتاهتری به خصوص در شرایط تنش‌های محیطی شده باشند [۷،۸،۹]. اسیدهای آمینه موجود در این محرک‌های زیستی در بیوسنتز ترکیبات ثانویه متابولیسمی و هورمونی نقش مهمی دارند. در طی مراحلی از دوره رشد نیاز فیزیولوژیکی به جذب عناصر غذایی برای انجام فعالیت‌های متابولیسمی بسیار زیاد است. اما معمولاً در این مواقع به دلیل برخی محدودیت‌ها در جذب مواد غذایی از خاک، گیاه نمی‌تواند به میزان کافی از این عناصر بهره‌مند شود و به دلیل وجود فاصله زمانی نسبتاً طولانی بین جذب این عناصر توسط گیاه و تبدیل آنها به عناصر مورد نیاز گیاه (از جمله اسیدهای آمینه) اقدامات مدیریتی همچون افزودن انواع کودهای موردنیاز در زمان مناسب باز هم نمی‌تواند پاسخگوی نیاز گیاه باشد و گیاه دچار نقصان رشد و کاهش عملکرد می‌شود. بنابراین گیاه پس از جذب محرک‌های زیستی (دارای اسیدهای آمینه) می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان بدون هیچ‌گونه استرس و افت عملکردی نسبت به تأمین نیازهای خود اقدام کند [۷،۸].

به هرحال نتایج مطالعات اخیر نشان داده است که محلول‌پاشی محرک‌های زیستی و اسیدهای آمینه آزاد سبب افزایش رشد و عملکرد در گیاهان مختلف می‌شود. در این رابطه Thomas و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی مشخص نمودند که محلول‌پاشی محرک‌های زیستی هیومی‌فورته، کادوستیم، فسنوترن و آمینول‌فورته (بر پایه فرمولاسیون حاوی اسیدهای آمینه آزاد) می‌تواند شاخص‌های فیزیولوژیکی، ترکیبات بیوشیمیایی و عملکرد بوته‌های چای را به نحو گسترده‌ای بهبود بخشد [۹]. همچنین در تحقیقی بر روی گیاه *Picea abies* (L.) Karst.، اثرات مفیدی در رابطه رشد و سرعت گسترش ریشه و اندام هوایی آن توسط کاربرد محرک‌های زیستی هیومی‌فورته، کادوستیم، فسنوترن و آمینول‌فورته حاصل شد [۲٤]. در گزارشات دیگری نیز بر روی پسته، برنج، سویا، مرکبات، زیتون، پنبه، ذرت، سیب‌زمینی، گندم، کلزا، چغندر و توت‌فرنگی، فرآورده‌های بیولوژیکی آمینول‌فورته، فسنوترن، کادوستیم و هیومی‌فورته توانستند عملکرد این گیاهان را مشابه با نتایج به دست آمده به خوبی افزایش دهند [۷].

همچنین در این تحقیق مشخص شد که تیمارهای A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) و F_2 (فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) دارای بیشترین اثر بر روی شاخص‌های عملکرد کمی و کیفی در گیاه دارویی بابونه آلمانی بوده‌اند. تیمار A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) به ترتیب باعث ۵۳/۵٦ و ۳۲/۲۵ درصد افزایش عملکرد ماده خشک کاپیتول و عملکرد اسانس در هکتار شد. از سوی دیگر تیمار F_2 (فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) نیز به ترتیب باعث ۳۷/۷۳ و ۲۹/۰۱ درصد افزایش عملکرد ماده خشک کاپیتول و عملکرد اسانس در هکتار گردید. بنابراین در مقایسه با دیگر تیمارها، بهترین پاسخ از کاربرد تیمار A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) حاصل شده است. نکته لازم به ذکر در فرمولاسیون این تیمار، عدم

استفاده از عناصر K و P در قیاس با دیگر فرمولاسیون‌های مورد استفاده بود. این مسأله را می‌توان در امکان وجود اثر آنتاگونیستی ضعیف اسیدهای آمینه آزاد با این عناصر بر روی رشد/ عملکرد بابونه آلمانی بیان داشت. با توجه به این که تیمار A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) دارای دوز دو برابر اسیدهای آمینه نسبت به تیمار A_1 (آمینول‌فورته ۰/۷۵ لیتر در هکتار) است و فاقد عناصر K و P نیز می‌باشد می‌توان تأثیر بیشتر آن را بر عملکرد گیاه به غلظت مناسب اسیدهای آمینه موجود در آن نسبت داد که سبب تحریک بیشتر متابولیسم گیاه شده و اثر آنتاگونیستی سایر عناصر را نیز به حداقل رسانده است. به طور کلی در این تحقیق تأثیر کاربرد محرک زیستی تیمار A_2 (آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار) که بیشتر بر پایه اسیدهای آمینه آزاد می‌باشد بر روی عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی از مخلوط محرک‌های زیستی با عناصر معدنی با همان غلظت و یا کمتر و نیز تیمارهای کود شیمیایی و شاهد بیشتر بود. با توجه به این که اساساً اسیدهای آمینه بیشتر از طریق روزنه‌ها جذب می‌شوند و به مقدار کمتر از طریق اپیدرم سطحی نفوذ می‌کنند و از سوی دیگر چون اسیدهای آمینه به دلیل ماهیت حامل بودن خود همچون ذرات الکتریکی باردار در متابولیسم گیاه عمل می‌کنند [۷،۸،۹،۱۰]، این امکان وجود دارد که اسیدهای آمینه در اختلاط با دیگر کودها به خوبی نتوانند جذب گیاه و یا درون بافت‌های گیاهی انتقال یابند و در این صورت از اثر مستقیم و خالص اسیدهای آمینه کاسته می‌شود. جذب سلولی اسیدهای آمینه در گیاهان و قارچ‌ها از طریق انتقال کمکی با پروتون (H^+) که همان انتقال سیم پورت (Symport) (یا هم‌جهت) است، انجام می‌شود. به این صورت که انرژی موردنیاز برای انتقال اسیدهای آمینه به درون سلول از طریق انتقال و حرکت رو به داخل پروتون‌ها حاصل می‌شود. با توجه به این موضوع و در رقابت با جذب اسیدهای آمینه، انتقال اسیدهای آمینه به همراه دیگر مولکول‌های زیستی فعال، برای جذب سلولی هزینه و انرژی بیشتری را نیاز خواهد داشت و از سوی دیگر اگر مسیر انتقالی مولکول‌ها و یون‌های همراه از طریق مسیرهای دیگری (مانند یونی پورت (Uniport) و آنتی‌پورت (Antiport)) باشد، انتقال اسیدهای آمینه به درون سلول مشکل‌تر خواهد شد. مولکول‌های ازته نیز مانند اسیدهای آمینه از مسیر سیم‌پورتی وارد سلول می‌شوند و از این روی هزینه جذب اسیدهای آمینه برای سلول زیاد نخواهد بود [۲۵]. نتایج حاصل از این تحقیق نیز مؤید این موضوع بود که فرمولاسیون آمینول‌فورته A_2 (اسیدهای آمینه به همراه ازت) دارای عملکرد بهتری نسبت به سایر تیمارهای محرک زیستی (که دارای عناصر دیگری هستند) می‌باشد.

در این مطالعه، تیمارهایی که از لحاظ عملکرد کمی و کیفی، بهترین تیمار شناخته شدند (A_2 یا آمینول‌فورته ۱/۵ لیتر در هکتار و F_2 یا فسنوترن ۱/۵ لیتر در هکتار) دارای کمترین شاخص برداشت بودند (شکل شماره ۷). بنابراین شاخص برداشت (مقدار تولید کاپیتول نسبت به تولید کل بیوماس در واحد سطح) در این آزمایش معیار مناسبی برای سنجش عملکرد بابونه آلمانی نبوده است. زیرا در محاسبه این شاخص، عملکرد اقتصادی (عملکرد کاپیتول) نسبت به کل بیوماس تولیدی سنجش شده و تیمارهایی که عملکرد بیوماس کل کمتری داشته‌اند دارای شاخص بیشتری شده‌اند. بنابراین تیمارهای A_2 و F_2، اگرچه باعث افزایش عملکرد وزن خشک کاپیتول شده‌اند اما رشد رویشی را بیشتر از زایشی تحریک کرده و در نهایت منجر به کاهش شاخص برداشت شدند.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس ناصر زرین‌پنجه از شرکت فرآورده‌های بیولوژیکی ایناگروپارس و مهندس محمد راستی‌فر به خاطر زحمات علمی و اجرایشان تقدیر و تشکر می‌شود. این پژوهش با حمایت معاونت پژوهش و فناوری جهاد دانشگاهی انجام شده است.

منابع

1. Fallahi J, Koocheki A, Rezvani Moghaddam P. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita* L.) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops* 2008; 7 (1): 127 - 35.

2. Ayoughi F, Barzegar M, Sahari MA and Naghdibadi H. Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracunculus* L. and endemic Matricaria *chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects. *J. Agr. Sci. Tech*. 2011; 13: 79 – 88.

3. Omidbaigi R. Production and processing of medicinal plants. Astan Quds Razavi publications (Behnashr Co.). 2004; 3: 249 - 65.

4. Jahan M, Koocheki A. Effect of organic production of german chamomile (*Maricaria chamomilla* L.) on it's chemical composition. *Pajouhesh & Sazandegi* 1999; 61: 87 - 95.

5. British Pharmacopoeia. HMSO, London, 1988, pp: 2, A137 – A138.

6. Ghassemi Dehkordi N, Aslani A, Gordanpour N. Optimization and development of chamomil drop formulation. *Pajouhesh & Sazandegi* 2007; 75: 146 - 51.

7. Research and development unit of Inagropars. Inagropars production (Agro-Biological industries Co.) No. 21, Golestan 2, Pasdaran Ave. Tehran 16669 Iran. 16 pp: http://www.inagropars.com/Catalogue.pdf.

8. Gawronaka H. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta LifeScience. Published by the editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw 2008, 7, 25. Pp: 89.

9. Thomas J, Mandal AKA, Raj Kumar R, Chordia A. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). *Int. J. Agric. Res.* 2009; 4: 228 – 36.

10. Starck Z. Growing assistant: Application of growth regulators and biostimulators in modern plant cultivation (in Polish). *Rolnik Dzierawca* 2005; 2: 74 - 6.

11. Niyogi KK, Fink GR. Two anthranilate synthase genes in Arabidopsis: Disease related regulation of the tryptophan pathway. *Plant Cell* 1992; 4: 721 - 33.

12. Nouri M, Rohbani M, Mahboub SA. Biochemistry, International Student Edition (3rd edition). Ahrar Tabriz Publications. pp: 768.

13. Vogtmann H, Matthies K, Kehres B, Meier-Ploger A. Enhanced food quality: Effect of composts on the quality of plant foods. *Compost Sci. Utiliz*. 1993; 1: 82 - 100.

14. Kumar RR, Marimuthu S, Muraleedharan N. Tea leaf photosynthesis in relation to light. *J. Plantn. Crops*. 1999; 27: 93 - 8.

15. LiYC, Stoffella PJ, Bryan HH. Management of organic amendments in vegetables crop production systems in Florida. *Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc*. 2000; 59: 17 - 21.

16. Asad A, Blamey FPC, Edwards DG. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plants grown in nutrient solution. *Plant Soil*. 2002; 243: 243 - 52.

17. Fraser GA, Percival GC. The influence of biostimulants on growth and vitality of three urban tree species following transplanting. *Aboricult. J*. 2003; 27: 43 - 57.

18. Sabirov AM, Gibadullina FS, Loseva NL, Fattakhov SG. Effect of growth regulators on productivity of fodder crops. *Kormoproizvodstvo* 2003; 5: 21 - 3.

19. Mandal AKA, Kumar RR, Thomas J. An overview of PGR trials in UPASI TRF. *Planters Chron*. 2007; 103: 12 - 6.

20. Yildirim E. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agric. Scand. Sect. B-Soil Plant Sci.* 2007; 57: 182 - 6.

21. Baghalian K, Haghiry A, Naghavi MR, Mohammadi A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae* 2008; 116: 437 – 41.

22. Ghasemi Dehkordi N (Ed.). Iranian Herbal Pharmacopoeia. Ministry of Health Pub. Tehran. 2002, vol.1, pp: 105.

23. Ghasemi Dehkordi N (Ed.). Iranian Herbal Pharmacopoeia. Ministry of Health Pub. Tehran. 2002; vol. 2, pp: 707.

24. Slawik M. Production of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings on substrate mixes using growth stimulants. *Journal of Forest Sci*. 2005; 51 (1): 15 – 23.

25. Fischer WN, Andre B, Rentsch D, and Krolkiewicz S. Amino acid transport in plants (reviews). *Trends in Plant Sci*. 1998; 3: 188 - 95.