یافته های نوین کشاورزی
سال هشتم- شماره۲- زمستان ۱۳۹۲

تاثیر کاربرد متانول و عنصر روی بر رشد و عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

رضا پیله وری خمامی*، کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران
محمدنقی صفرزاده ویشکایی، استادیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

چکیده

به منظور بررسی اثر متانول و روی بر شاخص های رشد و عملکرد بادام زمینی رقم NC2 از آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۹۰-۸۹ در شهرستان بندر کیاشهر واقع در استان گیلان استفاده گردید. مقادیر مختلف مصرف متانول (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد حجمی) و کلات روی (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ گرم در لیتر)، تیمارهای مورد بررسی را تشکیل دادند. نتایج حاصل نشان داد مقدار مصرف متانول و روی بر شاخص سطح برگ، وزن خشک غلاف، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف، عملکرد غلاف، عملکرد دانه، بادام زمینی تاثیر معنی دار داشت و بیشترین مقدار آنها مربوط به تیمارهای ۲۰ و ۳۰ ٪ حجمی متانول و ۱/۵ در هزار روی بود. اما مقدار روغن دانه ها بین شاهد و بوته های تیمار شده با متانول تفاوت معنی داری نداشت. همچنین اثر متقابل محلول پاشی متانول و روی در صفات اندازه گیری شده به جز مقدار روغن دانه معنی دار بود. حداکثر عملکرد غلاف و عملکرد دانه (٦٨٠٩ و ٥١٨١ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۳۰٪ حجمی متانول به همراه ۱/۵ در هزار روی به دست آمد. بالاترین شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و سرعت رشد غلاف به ترتیب در ۹۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت با همان مقدار مصرف متانول و روی نیز به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: متانول، روی، رشد، عملکرد، بادام زمینی

* نویسنده مسئول: E-mail : rezapilevari@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۵/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۱۰

مقدمه

بادام زمینی گیاهی است که منشأ آن آمریکای جنوبی می باشد و در مناطقی که میانگین بارندگی۱۲۰۰-۵۰۰ میلی متر و متوسط دمای روزانه بالاتر از ۲۰ درجه سانتی گراد دارند، کشت می‌شود. دانه بادام زمینی منبع غنی از روغن خوراکی است و حاوی ۵۵-٤۳٪ روغن و ۲۸-۲۵٪ پروتئین می‌باشد. حدود دو سوم تولید جهانی بادام زمینی برای استخراج روغن به کار می‌رود که این بیانگر اهمیت این گیاه به عنوان یک گیاه دانه روغنی است (۳). این گیاه روغنی در حالی در ایران به عنوان گیاه جدید کشت می‌شود که تحقیقات انجام شده روی آن پاسخگوی نیاز ناشی از توسعه سطح زیر کشت آن نبوده و در زمینه نیازهای کودی آن نیز بررسی‌های زیادی در کشور انجام نگرفته است. متانول دارای فرمول شیمیایی CH_3OH است که ساده ترین نوع الکل ها می باشد. نقطه جوش آن ٦٤/۷ درجه سانتی گراد و نقطه انجماد آن ۹۷/۸- درجه سانتی‌گراد بوده و در اثر سوختن در هوا، دی اکسید کربن و آب تولید می کند. این ترکیب از متابولیسم غیر هوازی گونه های زیادی از باکتری ها، توسط گیاهان عالی، پوسیده شدن مواد گیاهی مرده و نیز سوزاندن ماده خشک گیاهان تولید می شود (۵).

متانول در مقایسه با دی اکسید کربن، مولکول کوچکتری است که می تواند به راحتی توسط گیاهان سه کربنه برای افزایش مقدار فتوسنتزشان مورد استفاده قرار گیرد (١٦و ۱۷). در اوایل دهه ۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول های متانول روی قسمت های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی در آنها می شود. سپس اعلام گردید که اثرات متانول بر روی گیاهان، زمانی مشاهده می شود که گیاهان در شرایط نظیر تنش خشکی، دمای بالای هوا و یا در معرض نور زیاد خورشید قرار داشته باشند(٢٤). برخی از بررسی هایی که تاکنون انجام گرفته است، نشان داده اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند باعث افزایش بیوماس آنها می گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می دهد (٢٤، ٢٦، ۲۷ و۳۳). نکته جالب توجه این است که اسپری کردن متانول در شب هیچ تاثیری روی بیوماس گیاهان نخواهد داشت. بنابراین مشخص می شود که نور یکی از عوامل ضروری برای افزایش رشد حاصل از متانول می باشد. از طرف دیگر زمانی که گیاهان سه کربنه پس از مصرف متانول در معرض نور قرار نگیرند علائم مسمومیت حاصل از متانول را نشان می دهند (١١و ٢٤). در داخل گیاهان و در حضور نور، متانول نسخه برداری از ژن ها خصوصاً نسخه برداری از ژنی که در تولید کمپلکس آنزیمی گلیسین دکربوکسیلاز را که برای مصرف گلیسین حاصل از تنفس نوری وارد عمل می شود، افزایش می دهد (۸).

مشاهده شده است که کاربرد محلول متانول می تواند باعث افزایش وزن تر بوته های توتون شود و مقدار افزایش ماده خشک تولید شده توسط گیاه بستگی به مقدار متانول مصرفی دارد. این موضوع نشان می

دهد که متانول می تواند بر آسیمیلاسیون CO_2 در گیاه اثر بگذارد (۸، ۱٦، ۲٦ و ۳۲). افزایش رشد به-وجود آمده در اثر محلول پاشی متانول در گوجه فرنگی ۵۰٪، توت فرنگی ٦۰٪، پنبه ۵۰٪، گل کلم ۵۰٪، گل رز ٤۰٪، پالم ۷۰٪ و هندوانه ۳٦٪ گزارش شده است (۲٤). این موضوع در گیاهان زراعی نیز مشاهده شده است (۸، ۱۸، ۱۹، ۲۷ و ۳۳). با توجه به بررسی های انجام شده در زمینه اثر متانول بر سطح برگ گیاهان مختلف مشخص شده است که متانول عمدتا از طریق به تاخیر انداختن پیری برگ ها و نیز تحریک افزایش ساخت هورمون های اکسین و سایتوکینین توسط باکتری های متیلوتروفیک موجود در سطح برگ های گیاهان، باعث افزایش سطح برگ موثر آن ها می شود (۱۵، ۱۸، ۲٤ و ۲۵). در بررسی های صفرزاده و همکاران (۱۳۸۸) بیشترین سرعت رشد غلاف در تیمارهای ۲۰ و ۳۰٪ حجمی متانول مشاهده گردید. با افزایش مقدار مصرف متانول از ٤۰ به ٦۰٪ سرعت رشد غلاف های بادام زمینی کاهش پیدا کرد. افزایش سرعت رشد غلاف در بادام زمینی عمدتا ناشی از افزایش ضریب تسهیم و نیز افزایش سرعت رشد گیاه می باشد. روی یکی از عناصری است که کمبود آن در اکثر خاک‌های دنیا وجود دارد(۱۰).

بر اساس بررسی انجام شده در اکثر مناطق کشت بادام زمینی در ایران مقدار روی در خاک سطحی کمتر از خاک لایه‌های زیرین بوده و علاوه بر آن عوامل متعددی بر مقدار روی قابل جذب در خاک تاثیر می-گذارند از مهمترین عوامل ایجاد کمبود این عنصر در زمین‌های زیر کشت بادام زمینی می‌توان به فقیر بودن این خاک‌ها از کانی‌های حاوی روی، وجود pH قلیایی و مقدار زیاد کربنات کلسیم در مزارع بادام زمینی و نیز زیاد بودن فسفر در بسیاری از خاک‌های زیر کشت بادام زمینی در این نقاط اشاره نمود (۳) مشخص شده است که روی نقش مهمی در مقدار روغن دانه‌های بادام زمینی دارد (۳۱).

کمبود روی می‌تواند باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی گیاه بادام زمینی گردد (۲۸ و ۲۹). تحقیقی در آفریقا نشان داد که روی باعث افزایش طول ریشه و ساقه در بادام زمینی به ترتیب به میزان ۳۰ و ٦۰ و افزایش عملکرد غلاف به میزان ۷۸٪ شده است. همچنین روی باعث افزایش جمعیت باکتری (*Azotobacter sp*) به میزان ۳۳٪ و باکتری (*Rhizobium sp*) به میزان ۸۹٪ گردید (۲۳). تحقیقات هالپیاتی (۱۹۹۸) در هندوستان نشان داد که مقادیر ۷/۵ و ۱۲ کیلوگرم روی در هکتار به همراه آبیاری در مراحل بحرانی رشد گیاه بادام زمینی تاثیر معنی داری بر افزایش رشد و عملکرد غلاف بادام زمینی داشته است. سینگ (۲۰۰۷) گزارش داد که کاربرد روی چه به شکل خاکی و چه به صورت محلول پاشی تاثیر معنی داری را در افزایش عملکرد غلاف، تعداد غلاف و درصد روغن بادام زمینی داشته است.

چونی و سینگ (۲۰۰۷) نشان دادند ژنوتیپ‌هایی که مقدار جذب و ذخیره روی آنها در دانه بیشتر بود مقدار عملکرد غلاف آنها نیز افزایش داشت به طوری که ژنوتیپ ICGV-86590 با عملکرد غلاف ۱٤۷۷ کیلوگرم در هکتار و داشتن ۵۷ میلی گرم در کیلوگرم روی در دانه خود برترین ژنوتیپ بود. مطابق به

نظر منا و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین سینگ و اسوالت (۱۹۹۵) روی در گیاه بادام زمینی باعث افزایش معنی دار غلظت کلروفیل، افزایش تعداد گره‌های تثبیت کننده نیتروژن و عملکرد غلاف گردید. مطالعه واکنش برخی مصولات زراعی به سولفات روی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار در هندوستان نشان داد که در گیاه بادام زمینی میانگین عملکرد در سال ۲۰۰٦-۲۰۰۵، ۱۹/۸٪ و در سال ۲۰۰۷-۲۰۰٦، ۳٤/٤٪ افزایش داشت (۲۱). بنابراین با توجه به اهمیت تغذیه مطلوب در بالابردن کمیت و کیفیت دانه بادام زمینی، تحقیق حاضر با هدف مطالعه اثر متانول و روی بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه بادام زمینی در منطقه بندر کیاشهر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراع ۹۰-۸۹ در شهرستان بندر کیاشهر در استان گیلان به اجرا در آمد. میانگین درجه حرارت حداکثر $۲۷^{\circ}C$ و میانگین حداقل $۲۲^{\circ}C$ در طول فصل رشد و مقدار بارندگی ۱۰۳۵ میلی متر در سال بود. بافت خاک لومی رسی با ۱۸٪ شن، ۱٦٪ رس، ٦٦٪ سیلت و pH =۷/۸ بود. نیتروژن کل خاک ۰/۰۵۱ ٪، فسفر قابل جذب ۳/۱ میلی گرم در کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۳۰ میلی گرم در کیلوگرم، میزان شوری ۰/۳۲ دسی‌زیمنس‌برمتر، کلسیم تبادلی خاک ۳۲/۳ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک، کلسیم محلول در خاک ۳/۲ میلی اکی‌والان در لیتر و آهن قابل جذب ۱۲ میلی گرم در کیلوگرم بود. عامل اول، مقادیر مختلف متانول در آب مقطر در ٤ سطح که عبارتند از: ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ حجمی متانول. به هریک از این مقادیر مقدار ۲گرم در لیتر گلیسین و ۱ میلی گرم در لیتر تتراهیدروفولیت نیز اضافه شد. همچنین جهت بهبود و افزایش چسبندگی محلول‌های متانول، از توئین۸۰[1] به عنوان سورفاکتانت[2] و به مقدار یک میلی لیتر استفاده شد. عامل دوم مقادیر مختلف عنصر روی در ٤ سطح شامل ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در هزار سی سی بود که از طریق مصرف کلات روی تامین شد. محلول پاشی بوته های بادام زمینی با متانول و روی، ۳ بار و با فاصله ۱۰ روز از یکدیگر صورت گرفت. محلول پاشی بر روی بوته ها زمانی آغاز شد که غلاف های بادام زمینی در زیر خاک شروع به رشد نمایند. جهت تعیین زمان دقیق شروع رشد غلاف‌ها، از بوته های مختلف در مزرعه طی دوره رشد نمونه برداری به عمل آمد و زمانی که قطر ۵۰٪ از پگ های وارد شده به خاک، به اندازه ۳ برابر قطر اولیه پگ شده بود (٦۰ روز پس از کاشت)، اولین محلول پاشی شروع شد.

محلول های تهیه شده در کلیه کرت ها توسط سمپاش پشتی تلمبه ای و با فشار یکسان روی بوته های بادام زمینی اسپری شدند. اسپری کردن بوته ها تا زمان جاری شدن قطرات محلول های مورد استفاده از روی گیاه ادامه یافت. اسپری کردن بوته ها نیز درساعت ۱۷ تا ۱۹ روزهای تعیین شده جهت محلول

1-Toein 80
2- Surphactant

پاشی، انجام گرفت. جهت تهیه بستر کاشت، شخم نسبتا عمیقی در اوایل بهار زده شد و پس از آن عملیات دیسک زنی اجرا گردید. سپس واحدهای آزمایش در ابعاد ۳×٤ متر و با فاصله ۸۰ سانتی‌متر از واحد های آزمایش مجاور ایجاد شدند.

کاشت بذرهای بادام زمینی در اردیبهشت ۱۳۸۹، به صورت مسطح و در شرایط دیم (بدون آبیاری) انجام گرفت. بذرهای بادام زمینی از کشاورزان منطقه تهیه و با آرایش کاشت مربع و با فاصله ٤۰×٤۰ و در عمق ٤ سانتی‌متر خاک کاشته شدند (٦ و۱۲). براساس تراکم کاشت معادل ٦۲٥۰۰ بوته در هکتار بود. بذرهای بادام زمینی رقم نورث کارولینا ۲ (NC_2) که رقم غالب مورد استفاده در منطقه است، قبل از کاشت با قارچ کش تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند.

مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت و مزرعه تحقیقاتی دوبار وجین شد. خاکدهی در یک نوبت و در زمان تشکیل پگ‌ها صورت گرفت. جهت نمونه برداری و اندازه گیری صفات گیاهی، نمونه‌ها بعد از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و صفات مورد نظر اندازه گیری شدند. نمونه برداری از غلاف‌ها برای تعیین سرعت رشد غلاف زمانی آغاز شد که طول غلاف‌های در حال رشد دو برابر قطر پگ‌ها بودند (٦ و۱۲). برای تعیین روند رشد گیاه از واحد تاریخ بعد از کاشت استفاده شد. شاخص‌های رشد بادام زمینی با استفاده از روش رگرسیونی برازش یافته از ماده خشک گیاه، ماده خشک غلاف و تعیین ضرایب رگرسیونی مربوطه به صورت زیر محاسبه شدند (٤ و ۱۲).

رابطه ۱ $CGR= (b+2ct) Exp (a+bt+ct^2)$

رابطه ۲ $PGR =(b+ 2 c't) Exp (a' + b't + c't^2)$

رابطه ۳ $LAI= (b+2ct) Exp (a''+b''t+c''t^2)$

در این معادلات t روز بعد از کاشت، a، b و c = ضرایب رگرسیونی حاصل از برازش وزن خشک گیاه طی دوره رشد و a'، b' و c' ضرایب رگرسیونی حاصل برازش وزن خشک غلاف طی دوره رشد و "a، "b و "c ضرایب رگرسیونی حاصل از برازش سطح برگ گیاه طی دوره رشد می‌باشند. برای تعیین عملکرد غلاف، غلاف‌های رسیده از بوته‌های واقع در منطقه برداشت (یک متر مربع در وسط هر کرت)، جدا شدند و ابتدا جهت کاهش رطوبت به مدت یک هفته در هوای آزاد و سپس تا رسیدن به وزن خشک ثابت، در خشک کن در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت خشکانیده شده و سپس توزین شدند. عملکرد غلاف و عملکرد دانه (بدون پوسته غلاف) بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شدند (٦ و ۱۲). همچنین جهت جداسازی روغن از روش جداسازی توسط حلال استفاده گردید (۳۱). حلال مصرفی استون مرک بود و دستگاه مورد استفاده سوکسله تکاتور مدل HT-1046 ساخت کشور سوئد

بود. عمل جداسازی طبق توصیه‌های شرکت سازنده دستگاه انجام گرفت. این اندازه گیری در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی از نرم افزار SAS و همچنین برای مقایسه میانگین از نرم افزار M-STATC و از روش LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

تغییرات شاخص سطح برگ نشان داده که دو تیمار متانول و روی در کنار یکدیگر تاثیرات مثبت‌تری نسبت به تیمار های ساده بر شاخص سطح برگ داشتند. به طوری که در تیمار ۳۰٪ حجمی متانول و ۱/۵ در هزار روی در۹۰ روز بعد از کاشت، بالاترین میزان شاخص سطح برگ (۵/۹۵) به دست آمد که نسبت به سایر تیمارها چشمگیرتر بود و بعد از آن سیر نزولی نیز مشاهده گردید. با توجه به این که توسعه و گسترش برگ در گیاهان زراعی به چهار عامل دما، مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه، تراکم بوته در واحد سطح و مقدار آب موجود در خاک بستگی دارد، در نتیجه فراهم بودن این عوامل ممکن است باعث به وجود آمدن اختلافاتی در شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف شده باشد (۵ و ۲۷). مقایسه شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف معمولا زمانی مفهوم بهتری خواهد داشت که در مراحل ویژه ای از رشد گیاه مورد بررسی قرار گیرند.

به عنوان مثال در گیاهان رشد محدود، غالبا شاخص سطح برگ در زمان شروع رشد زایشی ملاک مقایسه می باشد، در حال که در گیاهان رشد نامحدود ممکن است بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در هر مرحله از رشد گیاه برای بررسی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به این که بادام زمینی یک گیاه رشد نامحدود است، در نتیجه توجه به حداکثر شاخص سطح برگ در یک زمان مشخص در تیمارهای مختلف می تواند تا حدودی اثر محلول پاشی ها را بر گسترش سطح برگ نشان دهد. به نظر می رسد گسترش بیماری لکه قهوه ای برگ (*Cercosporidium personata*) در مزرعه که علی رغم کنترل شیمیایی پس از هر بارندگی شیوع پیدا می کرد و افزایش رطوبت نسبی هوای منطقه در اثر بارندگی (در حدود ۳۵ میلی متر در مراحل انتهایی رشد) و نیز مسن شدن بوته‌ها باعث ریزش برگ‌ها و کاهش سطح برگ در کلیه تیمارها شده باشد که این کاهش در سطوح پایین تر متانول و روی شدید تر بوده است. در سطوح بالاتر دو عامل به خصوص در تیمار متقابل ۳۰٪ حجمی متانول به همراه ۱/۵ در هزار روی علاوه بر بالا بودن مقدار متوسط شاخص سطح برگ، در فاصله رشد غلاف تا رشد دانه نیز، شاخص سطح برگ بالاتر از سایر تیمارها بود و به نظر می رسد که این موضوع به دلیل تاثیر مثبت متانول و روی بر افزایش توسعه

سطح برگ‌ها و دوام سطح برگ ها در اثر افزایش تولید انشعابات ثانویه ساقه با تاثیر این عاملها بر مقدار کلروفیل و فتوسنتز بود (۵).

سرعت رشد گیاه

نتایج نشان داد که از ٦٠ روز پس از کاشت گیاه بادام زمینی یعنی پس از اولین مرحله محلول پاشی، با افزایش مقدار مصرف متانول تا ۳۰ ٪ حجمی سرعت رشد گیاه افزایش یافت. این روند به طوری بود که پس از محلول پاشی های دوم و سوم مقادیر مختلف مصرف متانول، سرعت رشد گیاه بادام زمینی افزایش بیشتری پیدا کرد. به طوری که بیشترین سرعت رشد گیاه از تیمار ۲۰ و۳۰٪ حجمی متانول به دست آمد. همچنین پس از اولین محلول پاشی مقادیر مختلف مصرف روی در همه تیمارها، شاهد افزایش سرعت رشد گیاه بودیم. اما تغییر سرعت رشد بین کلیه تیمارها تقریبا مشابه بود. اما با انجام محلول پاشی های بعدی تفاوت هایی در سرعت رشد گیاه بادام زمینی مشاهده شد. به این صورت که مقادیر ۱ و ۱/۵ در هزار روی سرعت رشد بالاتری نسبت به ۰/۵ در هزار روی و شاهد داشتند و این موضوع تا اواخر دوره رشد مشهود بود. همچنین در تیمارهای متقابل، افزایش مقادیر مصرف متانول و روی تاثیرات چشمگیری را بر سرعت رشد گیاه داشته به طوری که بالاترین سرعت رشد گیاه (۱۸/۵۷ گرم در متر مربع در روز) از تیمار متانول ۳۰٪ حجمی به همراه تیمار ۱ در هزار روی به دست آمد. به نظر می رسد یکی از دلایل افزایش سرعت رشد گیاه بادام زمینی در تیمارهای ۲۰ تا ۳۰ ٪ حجمی متانول، افزایش بیشتر سطح برگ در این تیمارها نسبت به شاهد بود (۵).

این موضوع به عنوان یکی از مهمترین عوامل در به وجود آمدن اختلاف سرعت رشد مطرح می باشد. همچنین پس از محلول پاشی غلظت های مختلف متانول بر روی گیاه بادام زمینی احتمالا سرعت تنفس گیاه بادام زمینی بسته به غلظت متانول دچار تغییراتی شد که این موضوع نیز بر اختلاف سرعت رشد گیاه بادام زمینی در تیمارهای مختلف تاثیر گذاشت (۵ و ۲۷). زیرا همینگ و همکاران (۱۹۹۵) اعلام نمودند که بلافاصله پس از محلول پاشی متانول و با افزایش مقدار مصرف متانول از ۱۰ به ۳۰ در صد حجمی، سرعت گرم شدن بافت های گیاهی افزایش پیدا می کند. این عکس العمل اولیه بافت های گیاهی، با افزایش غلظت متانول مصرفی بیشتر می شود. به نظر می رسد کاهش سرعت رشد محصول از ۹۰ روز پس از کاشت گیاه بادام زمینی ناشی از کاهش سطح برگ، پایین آمدن دمای محیط، مسن شدن گیاه و همچنین شروع سنتز روغن و پروتئین در دانه های بادام زمینی باشد (۲). بنابراین می توان به این نتیجه رسید که متانول و روی اثر بازدارندگی نسبت به هم ندارند و همچنین تاثیر مشترکی روی فرآیندهای زیستی گیاه از جمله فتوسنتز، ضریب تسهیم و سرعت رشد گیاه داشته اند.

سرعت رشد غلاف

مصرف متانول و روی بر سرعت رشد غلاف تاثیر مثبت داشته و با افزایش مقادیر مصرف این دو عامل سرعت رشد غلاف نیز افزایش یافت. سرعت رشد غلاف در طول دوره رشد غلاف در تیمارهای متقابلی که دارای سطوح بالاتر متانول و روی بودند در مقایسه با تیمارهای ساده بیشتر بود. در تیمارهای متقابل افزایش مقدار مصرف متانول و روی باعث افزایش تعداد غلاف رسیده در گیاه شدند. (از۲۰ غلاف رسیده در تیمار شاهد به ۳۱ عدد در تیمار۳۰٪ حجمی متانول به همراه ۱/۵ در هزار روی) که این موضوع منجر به تفاوت سرعت رشد غلاف در مقادیر مختلف مصرف در تیمارهای متقابل گردیده است. به نظر می‌رسد که در سطوح بالاتر متانول و روی، افزایش وزن خشک گیاه و سرعت رشد گیاه سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به غلاف‌های در حال رشد شده باشد. بنابراین با افزایش وزن و تعداد غلاف‌ها ماده خشک و سرعت رشد غلاف نیز افزایش یافت. همچنین روند افزایش سرعت رشد غلاف تا ۱۰۵ روز پس از کاشت ادامه داشته و سپس به حداکثر خود در مرحله رشد دانه (۱٤/۱۱ گرم در متر مربع در روز) رسید. پس از آن به دلیل نزدیک شدن گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، پیر شدن بوته-ها، ریزش برگ‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف روند کاهشی داشت (۱، ۲، ٤).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر متانول و روی بر عملکرد غلاف، عملکرد دانه و درصد روغن بادام زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد غلاف	عملکرد دانه	درصد روغن
تکرار	۲	۱۲۵٥٦۱/۹۷	۷٤۱۹۳/۷۸	۲/۳۰
متانول	۳	۷٤۱٦٤۰٥/٥۹**	٦۰٦٤۹۹۸/۱٦**	۱/۹۳ ns
روی	۳	٤٤۹۱٦٦۸/۷۱**	۳۱٥۱٥۰۲/۱۹**	۳٦/٤٦**
متانول × روی	۹	۳۲٤٤۱۹/۰٥*	۱۷۲۷۷۹/٦۱*	۱/۹۳ns
خطا	۳۰	۱۳۲۸٦٥/۸٥	۷٥۰۳۷/٥۹	۱/۱۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۲۳	۹/٥۹	٤/٤۸

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

عملکرد غلاف

نتایج تجزیه واریانس اثر مصرف متانول و روی بر عملکرد غلاف بادام زمینی در جدول ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود مقدار مصرف متانول و روی اثر بسیار معنی داری بر عملکرد غلاف بادام زمینی داشته اند. این امر نشانگر آن است که با محلول پاشی متانول و روی عملکرد غلاف بادام زمینی تحت تاثیر قرار گرفته و این اثر با توجه به مقدار مصرف متانول متفاوت بود به طوری که با افزایش مقدار مصرف متانول و روی، عملکرد بادام زمینی نیز افزایش پیدا کرده و بیشترین عملکرد غلاف

به ترتیب در مقادیر ۳۰ ٪ حجمی متانول و ۱/۵ در هزار روی مشاهده شد که اختلاف بسیار معنی داری با سایر تیمارها داشت (جدول۲). همچنین اثر متقابل در سطح احتمال ۵٪ معنی دار گردید و بالاترین عملکرد غلاف (٦٨٠٩/٦ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۳۰٪ حجمی متانول به همراه ۱/۵ در هزار روی به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت. به نظر می رسد با افزایش مقادیر متانول و روی دوام سطح برگ بادام زمینی افزایش پیدا کرده است که این امر باعث افزایش بیشتر بازده فتوسنتزی گیاه بادام زمینی شده است (۵ و٢٤).

همچنین ممکن است مصرف متانول و روی تعداد پگ هایی را که به غلاف تبدیل شده اند افزایش داده باشد. علاوه بر این با افزایش مقدار مصرف متانول و روی سرعت رشد گیاه بادام زمینی نیز در اثر افزایش بازده فتوسنتزی زیاد شده و در اثر این امر ممکن است تخصیص مواد پرورده به سمت غلاف های در حال رشد افزایش یافته باشد. تحقیقات نشان می دهد که افزایش سرعت رشد گیاه، افزایش سرعت رشد غلاف و نیز بالا بودن ضریب تسهیم از دلایل عمده افزایش عملکرد غلاف می باشد (۲ و ٤). زیرا بر اساس نظریه دانکن و همکاران ۱۹۷۸ عملکرد غلاف بادام زمینی تحت تاثیر سرعت رشد گیاه، ضریب تسهیم و دوره موثر پر شدن غلاف می باشد. از طرفی افزایش تعداد غلاف های رسیده در هر بوته و نیز افزایش وزن هر غلاف با افزایش مقدار مصرف متانول و روی در بالا رفتن عملکرد غلاف نقش داشته است. علاوه بر این به نظر می رسد با توجه به نقش روی در افزایش فعالیت آنزیم های نظیر فروکتوز ۱و٦ بی فسفاتاز و نیز آلدولاز و اثر مثبت متانول بر فعالیت این آنزیم ها که نقش مهمی در انتقال ترکیبات ۳ کربنه دارند. مجموعه این عوامل ممکن است باعث افزایش ظرفیت تثبیت Co_2 در گیاه و نیز تجمع هیدرات های کربن در دوره پر شدن غلاف ها شود و این امر منجر به افزایش عملکرد غلاف می شود (۱۰ و ۲۰).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر مصرف متانول و روی و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه بادام زمینی در جدول۱ آمده است. همانطور که ملاحظه می شود مقادیر متانول و روی مصرفی اثر بسیار معنی داری بر عملکرد دانه بادام زمینی داشت به طوری که با افزایش مقدار مصرف متانول و روی عملکرد دانه بادام زمینی افزایش یافت. همچنین اثر متقابل دو عامل نیز در سطح ۵٪ معنی دار گردید به طوری که بالاترین عملکرد دانه (٥١٨١/٧ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۳۰٪ حجمی متانول به همراه ۱/۵ در هزار روی به دست آمد (جدول۲). افزایش مقدار و عملکرد دانه عمدتا ناشی از افزایش ضریب تسهیم، وزن صد دانه، افزایش تعداد غلاف قابل برداشت و کاهش تعداد غلاف نارس در بوته های بادام زمینی می باشد. به عبارت دیگر با افزایش سرعت رشد غلاف بادام زمینی و تخصیص بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی به غلاف های در حال رشد در تیمارهای ۳۰٪ حجمی متانول و ۱/۵ در هزار روی دانه های بزرگتر و بیشتری

تولید شد که با نتایج نانومیورا و بنسون (۱۹۹۲)، رامبرگ (۲۰۰۲)، مخدوم (۲۰۰۲)، رامیرز (۲۰۰۶)و صفرزاده (۱۳۸۸) مطابقت دارد. از طرفی روی به دلیل فعال ساختن آنزیم هایی که در متابولیسم کربوهیدرات ها شرکت دارند سبب افزایش ذخیره کربوهیدرات دانه های گرده، افزایش طول عمر آن ها و در نتیجه باعث افزایش گرده افشانی و تشکیل دانه می شود. علاوه بر این کاربرد روی باعث افزایش رشد ریشه، عملکرد دانه و انتقال این عنصر به دانه های گیاه می گردد (۱۰، ۲۹ و ۳۱).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متانول و روی بر عملکرد غلاف، عملکرد دانه و درصد روغن بادام زمینی

تیمار	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن
شاهد (M_1)	۳٦۹۷۷/٦ c	۲٥۳۸/۰ c	٤۳/۹۲ a
متانول ۱۰ ٪ (M_2)	۳۹۱٥/۱ c	۲۷۲۳/۷ c	٤۳/٥٤ a
متانول ۲۰ ٪ (M_3)	٤٦٦۸/٦ b	۳۳۸٥/۱ b	٤۳/۸۸ a
متانول ۳۰ ٪ (M_4)	٥٤۲۷/۸ a	٤۱۰٤/۲ a	٤۳/٥۷ a
LSD(٪٥)	۳۰۳/۹۱	۲۲۸/۳۹	۰/۹۰٥
شاهد (Z_1)	۳۸۸۰/۸ c	۲۷٦۸/۷ c	٤۱/٥۱ d
روی ۰/٥ در هزار (Z_2)	٤۰٤۹/٦ c	۲۸۰٥/۸ c	٤۳/۲۷ c
روی ۱/۰ در هزار (Z_3)	٤٥۳۲/٦ b	۳۳۱۸/٥۱ b	٤٤/٦۱ b
روی ۱/٥ در هزار (Z_4)	٥۲٤٦/۱ a	۳۸٥۸/۰ a	٤٥/٥۲ a
LSD (٪٥)	۳۰۳/۹۱	۲۲۸/۳۹	۰/۹۰٥
M_1Z_1	۳٤٤۱/۲ hi	۲۲۹٤/۳۳ g	٤۱/۳۷ d
M_1Z_2	۳۷٤٤/۹ ghi	۲٥۰٤/٦٤ fg	٤۳/٤۲ abcd
M_1Z_3	٤۱٤۸/۳ efg	۲۹۲۰/٤۷ ef	٤٥/۲۳ ab
M_1Z_4	٤۸٦۳/۷ cd	۳٥۰۳/۷۷ Cd	٤٥/٦٦ a
M_2Z_1	۳۳٦۲/٤ hi	۲۲٥۹/٤۰ g	٤۲/۹۸ abcd
M_2Z_2	۳٤۸۱/۲ hi	۲۳۸۸/۳٦g	٤۳/٥۳ abcd
M_2Z_3	٤۰٤۰/۰ fgh	۲۸٦٤/۳۹ ef	٤۳/۸۱ abcd
M_2Z_4	٤٦۳۹/۳ def	۳٥٦۲/٥۹ c	٤۳/۸٥ abcd
M_3Z_1	۳۸٤۸/۸ ghi	۲٦۷٦/۸۷ efg	٤۲/۳۱ cd
M_3Z_2	٤۱۲۹/۸ fg	۲۸۹٦/۳۳ ef	٤۳/۷٦ abcd
M_3Z_3	٤۷٥۳/۲ de	۳٥۳۲/۲۸ cd	٤٤/٥٥ abc
M_3Z_4	٥۳۹۸/٥ bc	٤۱٦۸/٥٥ b	٤٤/۹۰ abc
M_4Z_1	٤۱۳۷/۷ fg	۲۹۲۱/٤۹ ef	٤۲/٦۰ bcd
M_4Z_2	٤۳۰٤/۳ defg	۳۱۰٥/٥٥ de	٤۲/۷۷ bcd
M_4Z_3	٥۷۳۲/۷ b	٤۲۲۳/۳۳ b	٤٤/۳۳ abc
M_4Z_4	٦۸۰۹/٦ a	٥۱۸۱/۷۷ a	٤٤/٦۱ abc
LSD(٪٥)	٦۰۷/۸	٤۰٤/٦	۲/۷٤

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند، فاقد تفاوت معنی دار در سطح آماری ٥٪ می باشند

مقدار روغن دانه

همان‌طور که ملاحظه می شود محلول پاشی متانول اثر معنی داری بر مقدار روغن دانه بادام زمینی نداشته است. به عبارت دیگر محلول پاشی متانول بر روی قسمت های هوایی گیاه بادام زمینی بر سنتز روغن در این گیاه اثر چندانی نداشت. با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر مقدار مصرف روی بر مقدار روغن دانه بادام زمینی بسیار معنی دار گردید. به طوری که با افزایش مقدار مصرف روی، محتوی روغن دانه افزایش یافت و بالاترین مقدار روغن از مقدار ۱/۵ در هزار روی (٤٥/٥٢) به دست آمد که اختلاف بسیار معنی داری با تیمار شاهد (٤١/٥١) داشت. احتمالا این امر ناشی از بالاتر بودن شاخص سطح برگ در فاصله زمانی ۹۰ تا ۱۲۰ روز پس از کاشت در تیمار ۱/۵ در هزار روی و نیز بالاتر بودن تولید مواد پرورده فتوسنتزی در این تیمار بوده است. زیرا سنتز روغن در دانه بادام زمینی بستگی به مقدار ماده فتوسنتزی تولید شده طی ۵ تا ۱۲ هفته پس از گلدهی دارد و بیشتر مواد پرورده تولید شده طی این مدت در سنتز روغن مصرف می شود (۳۱). همچنین محلول پاشی توام مقادیر متانول و روی تاثیری بر مقدار روغن دانه بادام زمینی نداشت.

منابع

1- Pilehvari khomami, R., Safarzadeh Vishkaei, M, N., Sajedi, N. and Moradi, M. 2009. Effect of methanol and zinc application on peanut qualities and quantities characteristics in Guilan region. Journal of Agricultural Arak Yaftehaye Novin. 4:339-351.

2- Hosseinzadeh Gashti, A. 2006. Effects of gypsum and superphosphate on growth, yield and yield components of peanuts. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Guilan. Pp: 124.

3- Safarzadeh Vishkaei, M. N. 1998. Peanut. Islamic Azad University of Rasht publications. Pp: 46.

4- Safarzadeh Vishkaei, M. N. 1998. Effect of sulfur on growth and yield of peanut. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Isfahan Technology. Pp: 105.

5- Safarzadeh Vishkaei, M, N., NourMohammadi, GH. and Hosseinzadeh Gashti, A. 2009. Methanol synthesis and metabolism in plants and its role in increasing crop yield. The first National Conference on New Technologies in Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Rasht. Iran.

6- Bell, M. J., R. C. Muchow and G. L. Wilson. 1987. The effect of plant population on peanuts (*Arachis hypogaea*) in a monsoonal tropical environmental. *Field Crop Res*., 17: 91-107.

7- Chuni, L. and Singh, A. L. 2007. Screening for High Zinc Density Groundnut Genotypes in India. 24-26 May. Istanbul. Turkey.

8- Downie, A., S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry and Haslam. R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochem. 65:2305-2316.

9- Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw and Boote, K. J. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. *Crop Science*. 18: 1015-1021.

10- Fageria, N. K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press. pp: 448.

11- Fall, R. and A.A. Benson. 1996. Leaf methanol-the simplest natural product from Plants. Trends Plant Sci. 1(9):296-301.

12- Gardner, F. P. and E. O. Auma. 1988. Canopy structure, light interception, yield and market quality of peanut genotypes as influenced by planting pattern and planting date. Field Crop Res., 20: 13-29.

13- Halepyati, A. S. 1998. Effect of moisture regimes and zinc levels on growth and yield of summer groundnut. University of Agriculture Sciences. India.

14- Hemming, D. J. B., Criddle, R. C. and Hansen, L.D. 1995. Effects of methanol on plant respiration. J. Plant Physiol. 146:193-198.

15- Ivanova, F. G., Doronina, N. V. and Trotsenko, Y. A. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiol. 70:392-397.

16- Kotzabasis, K., A. Hatziathanasiou, M.V. Begoa-Ruigomes, M. Kentouri and Divanach, P. 1999. Methanol as alternative carbon source for quicker efficient production of the microalgae Chlorella minutissima: role of the concentration and frequence of administration. J. Biotechnol. 70:357-362.
17- Li, Y., Gupta, G., Joshi, J. M. and Siyumbano, A. K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. J. Plant Nutr. 18:1875-1880.
18- Madhaiyan, T., S. Poonguzhali, S.P. Sundaram and T. Sa. 2006. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) and sugarcane (*Saccharum officinarum L.*). Env. Exp. Bot. 57:168-176.
19- Makhdum, M. I., Malik, N. A., Udin, S., Ahmad, F. and Chaudhry, F. I. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application J. Res. Sci. 13(1):37-43.
20- Marschner. H., Oberle, H., Cakmak, L. and Romheld, V. 1990. Growth enhancement by silicon in cucumber (*cucumis sativus*) plants depends on imbalance in phosphorus and zinc supply. Plant and Soil. 124:211-219.
21- Marwaha, B. C. Study of the Significance of Zinc Nutrition on Crop Productivity and Quality of Produce at Farmers' Fields in India. 24-26 May **2007**. Istanbul. Turkey.
22- Meena, S., Malarkodi, M. and Senthilvalavan, P. 2007. Secondary and micronutrients for groundnut. Indian Journals of Agronomy.
23- Murugesan, K. 1995. Influence of zinc the growth and yield of groundnut and its effect on microbial population. Journal Ecotoxicoligy & Environmental Monitoring. 5:15-18.
24- Nonomura, A. M. and Benson, A. A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yield with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. 89:9794-9798.
25- Omer, Z. S., Tombolini, R., Broberg, A. and Gerhardson, B. 2004. Indole-3- acetic acid production by pink-pigmented □acultative methylotrophic bacteria. Plant Growth Regul. 43:93-96.
26- Ramberg, H. A., Bradley, J. S. C., Olson, J. S. C., Nishio, J. N., Markwell, J.and Osterman, J. C. 2002. The role of methanol in promoting plant growth: An Update. Rev. Plant Biochem. Biotechnol. 1:113-126.
27- Ramirez, I, Dorta, F., Espinosa, V., Mercado, A. and Pena-cortes, H. 2006. Effect of foliar and root application of Methanol on the growth of Arabidopsis, Tobacco, and Tomato plants. J. Plant Growth Regulation. 56:165-174.
28- Singh, A. L. 2007. Prevention and Correction of Zinc Deficiency of Groundnut in India. Zinc Crop conference 24-26 May. Istanbul. Turkey.
29- Singh, Y. P. S. 2007. Mannj. Interaction effect of sulphur and zinc in groundnut (*Arachis hypogaea*) and their availability in tonk district of Rajasthan. Indian Journal of Agronomy.
30- Singh, F. and Oswalt, D. L. 1995. Groundnut production practices. ICRISAT. Pp: 39.
31- Sukhija, P.S., Randhawa, V., Dhillon, K. S. and Munshi, S. K .1987. The influence of Zinc and Sulphur deficiency on Oil-Filling in peanut kernels. J. Plant and soil. 103:261-267.
32- Theodoridou, A., Dornemann, D. and Kotzabasis, K. 2002. Light-dependent induction of strongly increased microalgal growth by methanol. Biochim. Biophys. Acta. 1573:189-198.
33- Zbiec, I., Karczmarczyk, S. and Podsiadlo, C. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Elec. J. Polish Agri. Univer. Agronomy. 6(1):1-7.