تأثیر مصرف کودهای گوگرددار بر شاخص‌های رشد و عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

علیرضا حسین‌زاده گشتی[۱]، مسعود اصفهانی[۲*]، جعفر اصغری[۲]، محمد نقی صفرزاده ویشکایی[۳] و بابک ربیعی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۹/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر منبع گوگرد و مقدار آن بر شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه بادام زمینی، یک آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل با دو عامل نوع منبع گوگرد در دو سطح (سوپر فسفات ساده و گچ) و مقدار مصرف در چهار سطح (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۴ در شهرستان بندر کیاشهر، استان گیلان به اجرا گذاشته شد. تیمارهای گوگردی در زمان کاشت بذر همراه با سایر کودها به صورت نواری در پای بوته‌ها جایگذاری شدند. نتایج نشان داد که مصرف گوگرد تأثیر معنی‌داری در افزایش رشد و عملکرد بادام زمینی داشت. مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد از هر دو منبع نسبت به سایر مقادیر برتری معنی‌داری داشت. حداکثر عملکرد غلاف و عملکرد دانه (به ترتیب ۶۴۰۰ و ۵۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد از منبع گچ به دست آمد. بالاترین شاخص سطح برگ (۶/۶)، سرعت رشد گیاه (۲۰/۲ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز - رشد) و سرعت رشد غلاف (۱۶ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز- رشد) به ترتیب با دریافت ۱۱۴۲، ۱۱۴۲ و ۱۲۸۹ واحد حرارتی و با مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، از منبع گچ به دست آمد. بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان اظهار داشت که مصرف گوگرد به طور چشمگیری باعث افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات مرتبط با عملکرد در گیاه بادام زمینی می‌شود و از بین دو منبع تأمین‌کننده گوگرد، تأثیر گچ بر بهبود عملکرد و شاخص‌های رشد بادام زمینی بیشتر است. بنابراین، به نظر می‌رسد که با مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از منبع گچ، می‌توان افزایش رشد و عملکرد بادام زمینی را انتظار داشت.

واژه‌های کلیدی: بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، سوپر فسفات ساده، شاخص‌های رشد، عملکرد دانه، گچ، گوگرد

۱. دانشجوی سابق کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. به ترتیب استادیار، دانشیار و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳. مربی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mesfahan@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

مقدمه

بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) بعد از سویا، یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که بیشتر به منظور تولید روغن (۵۵-۴۳ درصد) و پروتئین (۲۸- ۲۵ درصد) کشت می‌شود (۱۷، ۲۸ و ۳۰). بادام زمینی یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در مناطقی است که سایر گیاهان روغنی نمی‌توانند رشد کنند (۶، ۲۵ و ۳۴).

سطح زیر کشت بادام زمینی در ایران هم اکنون در حدود ۳ هزار هکتار و میزان تولید آن ۶ هزار تن دانه است. از این مقدار در حدود ۲۵۰۰ هکتار آن در استان گیلان و بقیه در استان‌های گلستان و خراسان شمالی واقع شده است. شهرستان‌های آستانه اشرفیه و بندر کیاشهر مراکز اصلی کشت و تولید بادام زمینی در استان گیلان هستند و بادام زمینی تولید شده در این مناطق از کیفیت بسیار بالایی برخوردار است. علی‌رغم گذشت حدود یک قرن از کشت بادام زمینی در ایران، هنوز این گیاه به عنوان یک محصول برای تولید روغن مورد توجه جدی قرار نگرفته است (۲ و ۳).

این گیاه روغنی در حالی در ایران به عنوان گیاه جدید کشت می‌شود که تحقیقات انجام شده پاسخگوی نیاز ناشی از توسعه سطح زیر کشت آن نبوده و در زمینه نیازهای کودی و عناصری که در متابولیسم آن نقش دارند، بررسی‌های کافی انجام نگرفته است (۳ و ۱۱).

گوگرد مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاهان متفاوت بوده و ۰/۲ تا ۰/۵ درصد وزن خشک آنها را تشکیل می‌دهد. در بین تیره‌های مختلف گیاهان زراعی، گیاهان تیره خردل به گوگرد بیشتری نیاز دارند و تیره‌های بقولات و گندمیان به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. محتوای گوگرد موجود در بذر این تیره‌ها به ترتیب ۱/۱ تا ۱/۷، ۰/۲۵ تا ۰/۳ و ۰/۱۸ تا ۰/۱۹ درصد وزن خشک آن می‌باشد (۲۲). اگرچه محتوای گوگرد گیاهان به طور عمده مشابه فسفر می‌باشد، ولی دقت و حساسیتی که کشاورزان در مصرف کود فسفر برای گیاهان زراعی دارند، در رابطه با مصرف گوگرد مشاهده نمی‌شود (۸). برای بقولات دانه روغنی مانند سویا و بادام زمینی، عناصر غذایی اصلی، فسفر، گوگرد، کلسیم و روی می‌باشند، زیرا این گیاهان می‌توانند مقدار زیادی از نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق تثبیت بیولوژیک تأمین کنند. در این میان مصرف کودهای گوگردی برای افزایش عملکرد محصولات زراعی در شرایط کمبود گوگرد توصیه شده است (۱۶، ۲۳ و ۲۶).

افزایش عملکرد برخی از گیاهان مانند بادام زمینی با مصرف کودهای فسفری گوگرد دار در آفریقا به اثبات رسیده است. دلیل این افزایش، وجود گوگرد در این نوع کودها گزارش شده است. در مناطق زیادی از هند نیز گزارش‌های مشابهی در رابطه با مصرف کودهای گوگردی دریافت شده است (۲۴). گزارش‌های اخیر از هند نشان داده است که در خاک‌های آهکی، عملکرد بادام زمینی با مصرف کودهای حاوی گوگرد نظیر سوپر فسفات ساده، گوگرد عنصری، گچ و سولفات آمونیوم تا حد زیادی افزایش یافته است (۲۴، ۳۴ و ۳۶). صفرزاده (۲) گزارش کرد که با افزایش مصرف گچ در خاک، سرعت رشد گیاه بادام زمینی افزایش یافت و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گچ در خاک در دو مرحله کاشت و گل‌دهی، بالاترین سرعت رشد گیاه (حدود ۱۷ گرم در متر مربع در روز) به دست آمد. وی هم‌چنین نتیجه گرفت که گسترش رشد طولی و عرضی بوته‌ها و دسترسی ریشه‌ها به عناصر غذایی در خاک اطراف غلاف‌ها در طی مرحله بحرانی نیاز به این عناصر، از عوامل اصلی افزایش سرعت رشد گیاه بادام زمینی می‌باشند (۲).

تحقیقات نشان داده‌اند (۱۹، ۲۱ و ۲۹) که با مصرف کودهای گوگرددار مانند گچ، سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز، نه تنها عملکرد غلاف، دانه و روغن، بلکه در بیشتر موارد سرعت رشد غلاف و جذب سایر عناصر غذایی توسط غلاف‌ها نیز در بادام زمینی بهبود می‌یابد. هم‌چنین گزارش شده (۲۴ و ۳۴) که مصرف گوگرد از طریق افزایش جذب سایر عناصر غذایی، مخصوصاً فسفر و کلسیم از خاک، باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه شده و این موضوع نیز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

باعث افزایش سرعت رشد غلاف بادام زمینی می‌شود. با توجه به این که بر خلاف سایر گیاهان دانه‌ای، میوه‌ها یا غلاف‌های بادام زمینی به دلیل رشد زیرزمینی و تماس مستقیم با محلول و ذرات خاک، قسمت اعظم عناصر غذایی مورد نیاز خود را مستقیماً از خاک جذب می‌کنند، این موضوع تأثیر زیادی در افزایش سرعت رشد غلاف بادام زمینی دارد. ایدینوبا و همکاران (۱۸) نشان دادند که حداکثر جذب تشعشعات خورشیدی (۸۲ درصد) توسط پوشش گیاهی بادام زمینی در شاخص سطح برگ حداکثر (۵/۹) صورت گرفته و هم‌چنین گزارش شده که اگر تنش‌های خشکی و کمبود عناصر غذایی در مدت رشد بادام زمینی وجود نداشته باشند، این گیاه توانایی تولید شاخص سطح برگی معادل ۷ را نیز دارد (۱۳، ۱۴ و ۱۸). ماهاکوکار و همکاران (۱۹) گزارش کردند که حداکثر ماده خشک، شاخص سطح برگ و سرعت رشد نسبی بادام زمینی زمانی به دست آمد که گوگرد به همراه بر یا منگنز مصرف شده بود.

با توجه به بالا بودن میزان نزولات جوی در استان گیلان و شستشوی گوگرد از افق خاک، عدم استفاده از کودهای گوگردی در زراعت بادام زمینی و کمبود گوگرد در خاک و هم‌چنین کمبود اطلاعات مربوط به تأثیر مصرف گوگرد بر رشدو عملکرد بادام زمینی در منطقه، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر نوع منبع گوگرد (سوپر فسفات ساده و گچ) و مقدار آن بر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه بادام زمینی در شرایط اقلیمی استان گیلان بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در شهرستان بندر کیاشهر با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی، میانگین درجه حرارت حداکثر ۲۷°C و میانگین حداقل ۲۲°C در طول دوره رشد و مقدار بارندگی ۱۰۳۵ میلی‌متر در سال، در شرق استان گیلان به اجرا درآمد. بافت خاک لوم رسی با ۱۶ درصد شن، ۱۶ درصد رس، ۶۸ درصد سیلت و pH = ۷/۶ بود. نیتروژن کل خاک ۰/۰۵۴ درصد، فسفر قابل جذب ۳/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، میزان شوری ۰/۳۲ دسی زیمنس بر متر و سولفات محلول خاک ۰/۰۴ میلی‌اکی والان در لیتر بود.

در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. عامل اول نوع منبع گوگرد در دو سطح (سوپر فسفات ساده (S) با فرمول شیمیایی $Ca(H_2PO_4)_2,CaSO_4.2H_2O$ و گچ (G) با فرمول شیمیایی $CaSO_4.2H_2O$) و عامل دوم مقدار گوگرد از هر یک از این دو منبع در چهار سطح (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) بود. تیمارهای کود گوگردی به صورت پایه و در زمان کاشت بذر همراه با سایر کودها به صورت نواری در پای بوته‌ها و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک جایگذاری شدند. سوپر فسفات ساده حاوی ۲۰ درصد P_2O_5، ۱۲ درصد گوگرد و ۲۱ درصد کلسیم می‌باشد و گچ دارای ۱۸ درصد گوگرد و ۲۲ درصد کلسیم است. جهت تهیه بستر کاشت، زمین در اوایل بهار ابتدا شخم نسبتاً عمیق و سپس دیسک زده شد. واحدهای آزمایشی در ابعاد ۳×۴ متر و به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از هم ایجاد شدند. کاشت بذرهای بادام زمینی در خرداد ۱۳۸۴، 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 ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و در عمق ۴ سانتی‌متری خاک کشت شدند (۱۲، ۱۴ و ۲۷). تراکم بوته‌ها معادل ۶۲۵۰۰ بوته در هکتار بود. تعداد ردیف‌های کشت ۸ ردیف و روی هر ردیف ۱۰ بوته کشت شدند. در زمان کاشت با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی خاک مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه (به عنوان کود پایه) از منبع اوره و به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر مورد نیاز تیمارهای گچ از منبع سوپر فسفات تریپل و به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در بین ردیف‌های کاشت به صورت نواری و در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک قرار داده شدند. مقدار کمبود فسفر تیمارهای سوپر فسفات ساده با افزودن سوپر فسفات

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

ترپیل (فاقد گوگرد می‌باشد) با مقدار فسفر تیمارهای گچ و شاهد برابر گردید. بذرهای بادام 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 ضد عفونی شدند. در طول رشد بوته‌ها کنترل علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت و مزرعه تحقیقاتی در طول فصل رویش سه بار وجین شد. خاکدهی در یک نوبت و در زمان تشکیل پگ‌ها انجام شد.

جهت نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات گیاهی، بوته‌های موجود در نیم مترمربع از هر کرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای به طور تصادفی برداشت شدند. عملیات نمونه‌برداری از یک ماه پس از کاشت تا زمان برداشت و با فاصله زمانی ۱۵ روز انجام گرفت و نمونه‌ها بعد از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

نمونه‌های مربوط به هر مرحله به بخش‌های ساقه، برگ و غلاف (پس از تشکیل و رشد غلاف‌ها) تقسیم شدند. ابتدا سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ(LAI meter) (Li core 3100, USA) اندازه‌گیری شد و پس از خشکانیدن در خشک کن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵°C، توزین شدند. نمونه‌برداری از غلاف‌ها برای تعیین سرعت رشد غلاف زمانی آغاز شد که طول غلاف‌های در حال رشد دو برابر قطر پگ‌ها بودند (۱۲ و ۱۴). برای تعیین روند رشد گیاه از واحد روز- درجه رشد استفاده شد. برای این منظور از آمار هواشناسی منطقه شامل کمینه و بیشینه درجه حرارت روزانه در طی دوره رشد گیاه استفاده شد (۹ و ۳۱). درجه حرارت پایه (T_b) برای بادام زمینی، ۱۳°C در نظر گرفته شد (۲۰ و ۳۴). شاخص‌های رشد بادام زمینی با استفاده از روش رگرسیونی برازش یافته از ماده خشک گیاه، ماده خشک غلاف و سطح برگ و تعیین ضرایب رگرسیونی مربوطه به صورت زیر محاسبه شدند (۱، ۴، ۵، ۶، ۹ و ۱۴).

$$NAR= (b + 2cx)\, e^{(a-a')+(b-b')t+(c-c')x^2} \quad [۱]$$

$$CGR= (b + 2cx)\, e^{a+bx+cx^2} \quad [۲]$$

$$LAI= e^{a'+b'x+c'x^2} \quad [۳]$$

$$PGR= (b" + 2c" x)\, e^{a"+b"x+c"x^2} \quad [۴]$$

در این معادلات، X = روز- درجه رشد (GDD)، a، b و c = ضرایب رگرسیونی حاصل از برازش وزن خشک گیاه طی دوره رشد، a'، b' و c' = ضرایب رگرسیونی حاصل از برازش سطح برگ گیاه طی دوره رشد و a"، b" و c" = ضرایب رگرسیونی حاصل از برازش وزن خشک غلاف طی دوره رشد می‌باشند. ضریب تسهیم، از نسبت ماده خشک غلاف به ماده خشک گیاه در طی دوره رشد غلاف و بر حسب درصد به دست آمد (۱۲و ۱۳). 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 ۶۵°C به مدت ۴۸ ساعت خشکانیده شده و سپس توزین شدند. عملکرد غلاف و عملکرد دانه (بدون پوسته غلاف) برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شدند (۱۲ و ۱۴). کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۳ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با روش توکی(Tukey test) و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

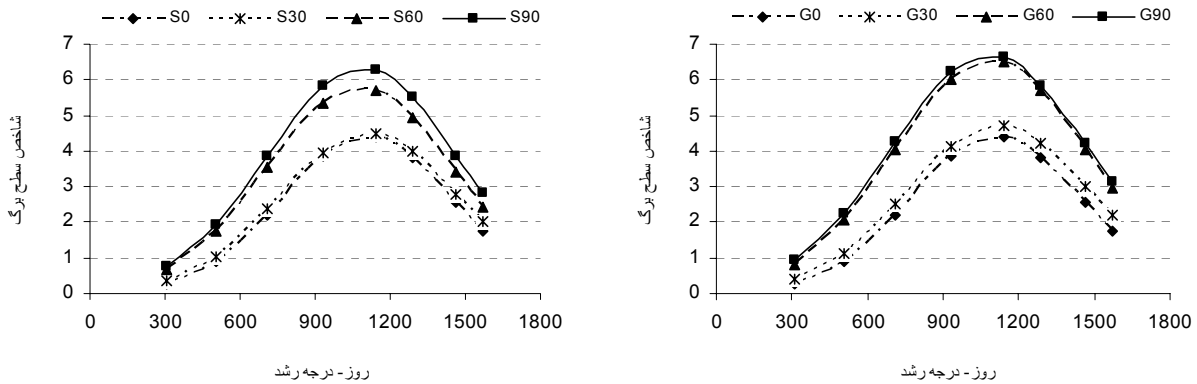
نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

با افزایش مصرف گوگرد از هر دو منبع گوگردی، مقدار شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد ولی مقادیر مصرف ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از هر دو منبع، نسبت به مقادیر صفر و ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، شاخص سطح برگ را به مقدار بیشتری افزایش دادند (شکل ۱). گچ بهتر از سوپرفسفات ساده در افزایش شاخص سطح برگ تأثیرگذار بود و ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، بالاترین شاخص سطح برگ را تولید کرد. به نظر می‌رسد که دلیل اصلی این موضوع حل شدن بیشتر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]



$Y(G0)= \exp(-3.86692+ 0.00966 x -0.00000436 x^2)$
$Y(G30)= \exp(-3.14378+ 0.0084 x -0.00000376 x^2)$
$Y(G60)= \exp(-2.16523+ 0.00745 x -0.00000343 x^2)$
$Y(G90)= \exp(-1.89922+ 0.00702 x -0.00000324 x^2)$

$Y(S0)= \exp(-3.86692+ 0.00966 x -0.00000436 x^2)$
$Y(S30)= \exp(-3.35372+ 0.00873 x -0.00000392 x^2)$
$Y(S60)= \exp(-2.49721+ 0.00788 x -0.00000365 x^2)$
$Y(S90)= \exp(-2.29784+ 0.00763 x -0.00000351 x^2)$

شکل ۱ . تأثیر مصرف گچ (راست) و سوپرفسفات ساده (چپ) بر شاخص سطح برگ گیاه بادام زمینی

گچ در خاک، تأثیر مثبت آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز افزایش جذب سایر عناصر باشد (۲، ۱۵ و ۳۶). با توجه به این که توسعه و گسترش سطح 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 (۷، ۸ و ۱۰)، در نتیجه، فراهم بودن این عوامل ممکن است باعث به وجود آمدن اختلافاتی در شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف شده باشد. مقایسه شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف معمولاً زمانی مفهوم بهتری خواهد داشت که در مراحل ویژه‌ای از رشد گیاه مورد بررسی قرار گیرند. به عنوان مثال در گیاهان رشد محدود، غالباً شاخص سطح برگ در زمان شروع رشد زایشی ملاک مقایسه می‌باشد، در حالی 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 می‌تواند تا حدودی اثر نوع و مقدار کود را بر گسترش سطح برگ نشان دهد (۸ و ۱۰). بالاترین شاخص سطح برگ در کلیه تیمارها در ۹۰ روز پس از کاشت (۱۱۴۲ درجه روز- رشد) و پس از شروع رشد غلاف‌ها به دست آمد و سپس روند نزولی پیدا کرد (شکل ۱). به نظر می‌رسد گسترش بیماری لکه قهوه‌ای برگ (*Cercosporidium personata*) در مزرعه که علی‌رغم کنترل شیمیایی پس از هر بارندگی شیوع پیدا می‌کرد و افزایش رطوبت نسبی هوای منطقه در اثر بارندگی (در حدود ۳۵ میلی‌متر 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 پایین‌تر گوگرد شدیدتر بوده است (شکل ۱). در سطوح بالاتر گوگرد، علاوه بر بالاتر بودن مقدار متوسط شاخص سطح برگ، در فاصله رشد غلاف تا رشد دانه نیز، شاخص سطح برگ بالاتر از سطوح صفر و حداقل گوگرد بوده و به نظر می‌رسد که این موضوع به دلیل تأثیر مثبت گوگرد بر افزایش توسعه سطح برگ‌ها و دوام سطح برگ‌ها در اثر افزایش تولید انشعابات ثانویه ساقه باشد (۳ و ۷).

سرعت رشد گیاه

سرعت رشد گیاه در همه تیمارها تا مرحله رشد کامل غلاف‌ها روند افزایشی و سپس روند کاهشی داشت، ولی مقدار متوسط آن در طول فصل رشد در سطوح بالاتر گوگرد از هر دو منبع، بیشتر از مقادیر صفر و حداقل آن بود. در تیمار سوپر فسفات ساده، در سطوح بالای گوگرد، تفاوت بین سرعت‌های رشد گیاه در فاصله رشد غلاف تا رشد دانه، بیشتر بود. در تیمار گچ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

اگرچه این تفاوت کمتر بود، لیکن مقدار سرعت رشد گیاه در این مرحله بالاتر از تیمار سوپر فسفات ساده بود (شکل ۲). گچ بهتر از سوپرفسفات ساده در افزایش سرعت رشد گیاه تأثیرگذار بود و مقدار ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بالاترین سرعت رشد گیاه (۲۰/۲ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز- رشد) را داشت. به نظر می‌رسد که تجزیه گچ در خاک و آزاد شدن یون کلسیم در محلول خاک، زمینه را برای تبادل این کاتیون با یون H^+ موجود روی کلوئیدی‌های خاک فراهم نموده و بنابراین در این تیمارها کاهش اندک pH محیط خاک، محیط مناسب‌تری را برای بوته‌های بادام زمینی فراهم نموده باشد. صفرزاده (۲) گزارش نمود که پس از مصرف تیمارهای گچ، واکنش (pH) و هدایت الکتریکی محلول خاک، کاهش پیدا کرد. این شرایط می‌تواند زمینه را برای رشد مناسب بادام زمینی از طریق جذب بهتر سایر عناصر غذایی به ویژه فسفر فراهم نماید. هم‌چنین با توجه به این که برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک گیاه در واحد سطح هستند، می‌توان نتیجه گرفت که تیمار حائز شاخص سطح برگ بالاتر، سرعت رشد گیاه بالاتری نیز خواهد داشت. این موضوع با مقایسه شکل‌های مربوط به شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه بارز می‌باشد. بالاترین سرعت رشد گیاه در کلیه تیمارها در ۹۰ روز پس از کاشت (۱۱۴۲ درجه روز- رشد) به دست آمد و پس از آن سرعت رشد گیاه روند نزولی پیدا کرد (شکل ۲). به نظر می‌رسد با کاهش سطح برگ، کاهش دمای محیط (حدود $19^{\circ}C$)، مسن شدن گیاه و هم‌چنین شروع تجمع روغن و پروتئین در دانه‌ها، تولید مواد فتوسنتزی در بوته‌های بادام زمینی کاهش یافته و در نتیجه سرعت رشد گیاه طی این مراحل نیز کاهش پیدا کرد (۳۵).

سرعت جذب خالص

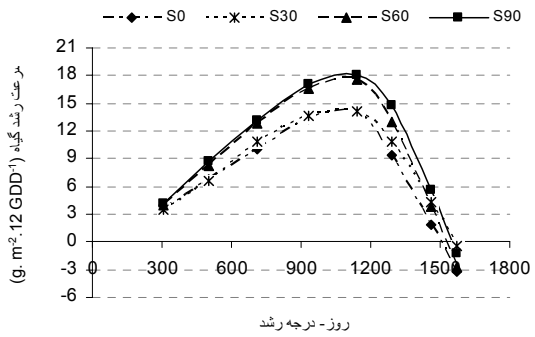
روند سرعت جذب خالص در طی فصل رشد کاهشی بود و با رشد و نمو بوته‌های بادام زمینی، روند کاهش شدیدتر شد (شکل ۳). سطوح پایین‌تر گوگرد در مقایسه با سطوح بالاتر آن، سرعت جذب بالاتری داشتند. بالاترین سرعت جذب خالص در مراحل اولیه رشد و در تیمارهای صفر و ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از منبع سوپرفسفات ساده به دست آمد و پس از آن روند نزولی داشته و حتی در مراحل پایانی رشد، منفی گردید (شکل ۳). به نظر می‌رسد که سطوح بالای گوگرد، تولید انشعابات ثانویه و توسعه سطح برگ را افزایش داده و باعث تسریع در بسته شدن پوشش گیاهی شده باشد. این موضوع موجب سایه‌اندازی متقابل برگ‌ها روی یکدیگر و در نتیجه کاهش مقدار فتوسنتز خالص می‌شود. به نظر می‌رسد که منفی شدن سرعت جذب خالص در مراحل انتهایی رشد به دلیل مسن شدن برگ‌ها و کاهش ظرفیت تولید مواد پرورده فتوسنتزی و هم‌چنین افزایش تنفس در مقایسه با فتوسنتز در اثر نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه باشد. در این مرحله سطوح پایین‌تر گوگرد بر عکس مراحل اولیه رشد، سرعت جذب خالص منفی‌تری را نسبت به سطوح بالاتر گوگرد داشتند (شکل ۳).

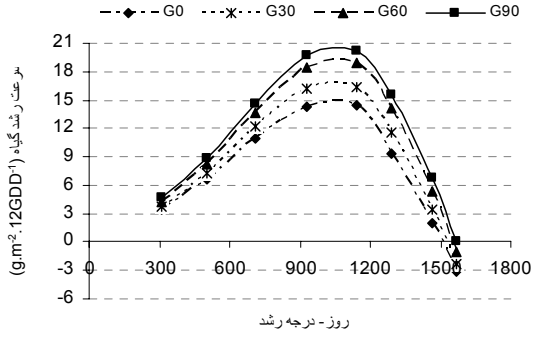
سرعت رشد غلاف

مصرف گوگرد بر سرعت رشد غلاف تأثیر مثبت داشته است و با افزایش مصرف گوگرد، سرعت رشد غلاف افزایش یافت (شکل ۴). سرعت رشد غلاف در طول دوره رشد در سطوح بالای گوگرد (از هر دو منبع) در مقایسه با سطوح پایین‌تر آن، بیشتر بود. مصرف گوگرد از منبع گچ نسبت به سوپرفسفات ساده تأثیر بیشتری در افزایش سرعت رشد غلاف داشت و بالاترین سرعت رشد غلاف (۱۶ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز – رشد)، با مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از منبع گچ به دست آمد (شکل ۴). این موضوع نشان می‌دهد که گچ و سوپر فسفات ساده از نظر اثرگذاری بر تشکیل غلاف در بوته‌های بادام زمینی به صورت متفاوت عمل کردند. با افزایش مقدار گوگرد از هر یک از این دو منبع، تعداد غلاف‌های تشکیل شده در گیاه افزایش پیدا کردند (از ۲۱ غلاف رسیده در تیمار شاهد به ۲۶ و ۳۱ غلاف رسیده در تیمارهای ۹۰ کیلوگرم

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

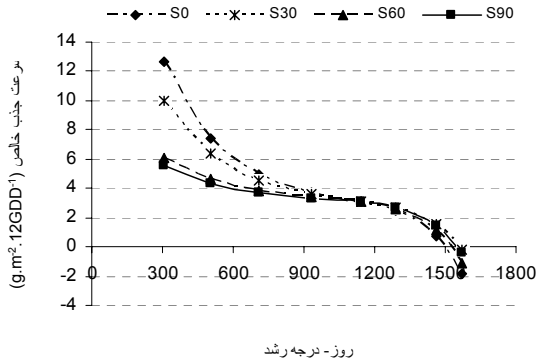


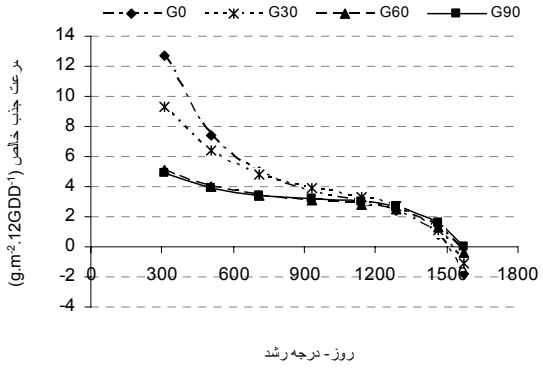


Y(S0)= (0.00592-0.00000394x) (exp(2.47043+ 0.00592 x -0.00000197 x^2))
Y(S30)= (0.00552-0.00000354x) (exp(2.67137+ 0.00552 x -0.00000177 x^2))
Y(S60)= (0.00604-0.00000396x) (exp(2.55772+ 0.00604 x -0.00000198 x^2))
Y(S90)= (0.00592-0.00000382x) (exp(2.66817+ 0.00592 x -0.00000191 x^2))

Y(G0)= (0.00592-0.00000394x) (exp(2.47043+ 0.00592 x -0.00000197 x^2))
Y(G30)= (0.00592-0.00000388x) (exp(2.54246+ 0.00592 x -0.00000194 x^2))
Y(G60)= (0.0058-0.00000374x) (exp(2.71938+ 0.0058 x -0.00000187 x^2))
Y(G90)= (0.00562-0.00000358x) (exp(2.89431+ 0.00562 x -0.00000179 x^2))

شکل ۲ . تأثیر مصرف گچ (راست) و سوپرفسفات ساده (چپ) بر سرعت رشد گیاه بادام زمینی

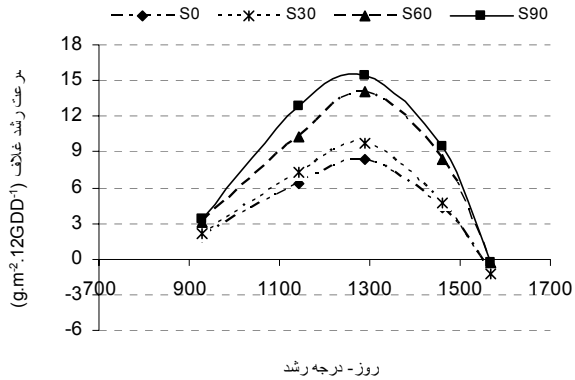


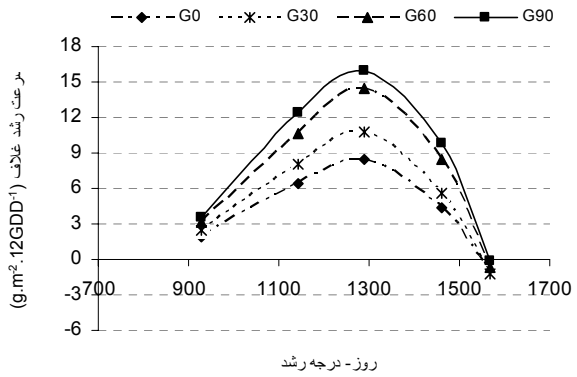


Y(S0)= (0.00592-0.00000394x) (exp(6.33663- 0.00374 x -0.00000239 x^2))
Y(S30)= (0.00552-0.00000354x) (exp(6.02509- 0.00321 x -0.00000215 x^2))
Y(S60)= (0.00604-0.00000396x) (exp(5.05493- 0.00184 x -0.00000167 x^2))
Y(S90)= (0.00592-0.00000382x) (exp(4.96601- 0.00171 x +0.0000016 x^2))

Y(G0)= (0.00592-0.00000394x) (exp(6.33663- 0.00374 x -0.00000239 x^2))
Y(G30)= (0.00592-0.00000388x) (exp(5.68624- 0.00248 x -0.00000182 x^2))
Y(G60)= (0.0058-0.00000374x) (exp(4.88461- 0.00165 x +0.00000156 x^2))
Y(G90)= (0.00562-0.00000358x) (exp(4.79353- 0.0014 x +0.00000145 x^2))

شکل ۳ . تأثیر مصرف گچ (راست) و سوپرفسفات ساده (چپ) بر سرعت جذب خالص گیاه بادام زمینی





Y(S0)= (0.0233-0.00001506 x) (exp(-12.32577+ 0.0233 x -0.00000753 x^2))
Y(S30)= (0.02416-0.0000157 x) (exp(-12.7682+ 0.02416 x -0.00000785 x^2))
Y(S60)= (0.02269-0.0000145 x) (exp(-11.52046+ 0.02269 x -0.00000725 x^2))
Y(S90)= (0.02499-0.00001608 x) (exp(-12.90289+ 0.02499 x -0.00000804 x^2))

Y(G0)= (0.0233-0.00001506 x) (exp(-12.32577+ 0.0233 x -0.00000753 x^2))
Y(G30)= (0.02326-0.00001502 x) (exp(-12.06763+ 0.02326x -0.00000751 x^2))
Y(G60)= (0.02271-0.00001454 x) (exp(-11.48166+ 0.02271 x -0.00000727 x^2))
Y(G90)= (0.02432-0.00001556 x) (exp(-12.4837+ 0.02432 x -0.00000778 x^2))

شکل ۴. تأثیر مصرف گچ (راست) و سوپرفسفات ساده (چپ) بر سرعت رشد غلاف گیاه بادام زمینی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

گوگرد در هکتار به ترتیب از دو منبع گچ و سوپرفسفات ساده) که این موضوع منجر به تفاوت سرعت رشد غلاف در مقادیر مختلف کود از هر دو منبع شده است. هم‌چنین با افزایش مصرف گوگرد از هر یک از این دو منبع، وزن یک غلاف رسیده نیز افزایش یافت (از ۲/۲ گرم در تیمار صفر کیلوگرم گوگرد در هکتار به ۳/۵ گرم در تیمارهای ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از هر دو منبع). به نظر می‌رسد که در سطوح بالاتر گوگرد، افزایش وزن خشک گیاه و سرعت رشد گیاه سبب انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به غلاف‌های در حال رشد شده باشد و این موضوع نیز با افزایش وزن و تعداد غلاف‌ها باعث افزایش ماده خشک غلاف و سرعت رشد غلاف گردید. روند افزایش سرعت رشد غلاف تا ۱۰۵ روز پس از کاشت (۱۲۸۹ روز- درجه رشد) ادامه داشته و سپس به حداکثر رسید. همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود، در هر دو منبع گچ و سوپرفسفات ساده، مقادیر ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به مقادیر صفر و حداقل، اثر بیشتری در افزایش سرعت رشد غلاف داشتند و حداکثر مقدار این تفاوت در مرحله رشد دانه دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که این موضوع به دلیل گسترش سطح برگ‌ها، افزایش سرعت رشد و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به غلاف‌ها بوده باشد. پس از آن به دلیل نزدیک شدن گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، پیر شدن بوته‌ها، ریزش برگ‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف روند کاهشی یافت (شکل ۴).

ضریب تسهیم

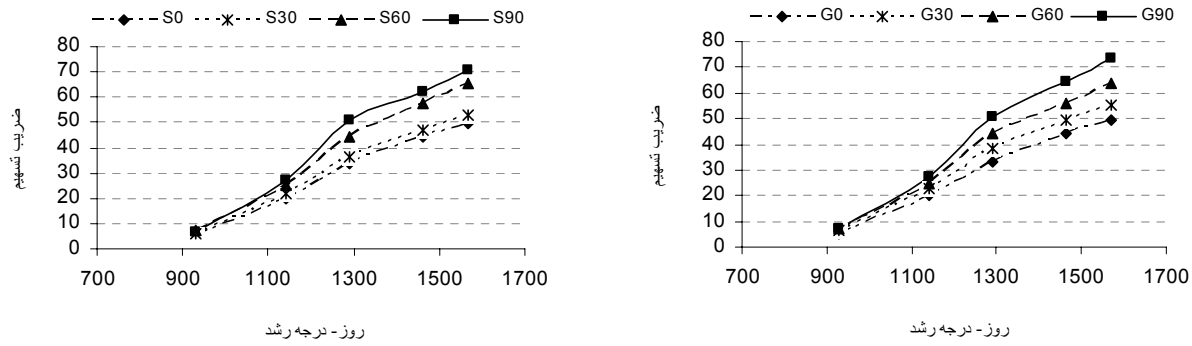
توزیع مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی گیاه بادام زمینی تحت تأثیر عوامل محیطی و وضعیت تغذیه‌ای آن قرار می‌گیرد (۳)، بنابراین به نظر می‌رسد که تأثیر هر یک از دو منبع گوگرد بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه تشکیل غلاف، تغییراتی در تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی به وجود آورده و گوگرد مصرفی تأثیر زیادی در ایجاد این تغییرات داشته است (شکل ۵). تسهیم مواد پرورده فتوسنتزی مبحث بسیار پیچیده‌ای بوده و تفسیر اثرات کود بر تسهیم این مواد در گیاهان تیره بقولات، به ویژه بادام زمینی بسیار مشکل است، زیرا این گیاه از زمان شروع تشکیل غلاف تا انتهای فصل رشد، به طور مرتب پگ‌ها و غلاف‌هایی تولید می‌کند که هر یک از آنها به عنوان یک مخزن قوی می‌توانند بخشی از مواد پرورده فتوسنتزی را به سمت خود جذب نمایند. حتی در زمان برداشت نیز تعداد زیادی از پگ‌های در حال رشد به سمت خاک مشاهده می‌شوند که وارد خاک نمی‌شوند، اما بخشی از مواد پرورده فتوسنتزی را به سمت خود جذب می‌کنند. از آنجایی که ضریب تسهیم، نسبت ماده خشک غلاف به ماده خشک گیاه است (۱۲)، در نتیجه عواملی که بر تجمع ماده خشک غلاف اثر مثبت داشته باشند، باعث افزایش ضریب تسهیم نیز می‌شوند. در این آزمایش، با افزایش وزن خشک غلاف‌ها، ضریب تسهیم نیز در همه تیمارها به طور محسوسی افزایش یافت، ولی سطوح بالاتر گوگرد از هر دو منبع، دارای ضریب تسهیم بالاتری بودند (شکل ۶). در مراحل ابتدایی رشد غلاف‌ها، اختلاف بین تیمارهای گوگردی از نظر ضریب تسهیم بسیار کم بود، ولی با گذشت زمان و با افزایش سطح برگ‌ها و تولید مواد پرورده فتوسنتزی، به خصوص در مقادیر بالای گوگرد، تخصیص مواد پرورده به غلاف‌ها و دانه‌های در حال رشد، افزایش یافت و دیده شد که ضریب تسهیم تیمارهای مختلف گوگردی در مراحل انتهایی رشد نسبت به مراحل ابتدایی، تغییرات زیادی کرد.

عملکرد غلاف

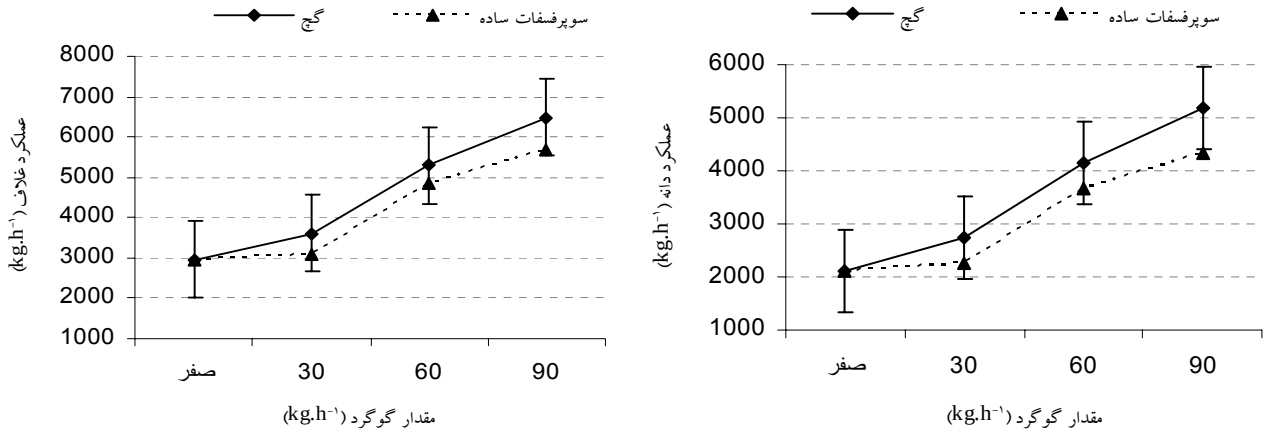
اثر نوع منبع و مقدار مصرف گوگرد بر عملکرد غلاف بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار گوگرد از هر دو منبع، عملکرد غلاف بادام زمینی افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار عملکرد غلاف از مقدار گوگرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار از هر دو منبع به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با شاهد و دو مقدار دیگر داشت. به نظر می‌رسد که افزایش سرعت رشد گیاه

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]



شکل ۵ . تأثیر گچ (راست) و سوپرفسفات ساده (چپ) بر ضریب تسهیم گیاه بادام زمینی



شکل ۶. تأثیر مصرف سوپرفسفات ساده و گچ بر عملکرد غلاف (سمت چپ) و عملکرد دانه بادام زمینی (سمت راست)

جدول ۱ . تجزیه واریانس تأثیر مصرف سوپرفسفات ساده و گچ بر عملکرد غلاف و عملکرد دانه بادام زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد غلاف	عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۹۹۶۳۵ $^{n.s}$	۹۰۷۰۱ $^{n.s}$
منبع گوگرد	۱	۱۱۷۷۱۳۹ **	۱۳۰۷۹۶۴ **
مقدار گوگرد	۳	۱۲۸۳۸۵۳۰ **	۹۰۸۶۹۶۴ **
منبع گوگرد× مقدار گوگرد	۳	۱۶۶۲۳۰ $^{n.s}$	۱۹۵۰۷۲ $^{n.s}$
خطای آزمایش	۱۴	۱۰۹۱۴۱	۷۳۱۶۵
ضریب تغییرات (٪)	–	۷/۵۶	۸/۱۵

ns، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

(با میانگین ۱۱ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز- رشد در طول دوره رشد) و نیز سرعت رشد غلاف (با میانگین ۸/۲۶ گرم در متر مربع در ۱۲ درجه روز - رشد در طول دوره رشد) و هم‌چنین تسهیم بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی (با میانگین ۷۲ درصد)، در مجموع منجر به افزایش عملکرد غلاف (۶ تن در هکتار) در تیمار ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار شده باشد. از طرفی افزایش مقدار گوگرد مصرفی، با افزایش تعداد غلاف‌های رسیده در هر بوته و نیز افزایش وزن هر غلاف، باعث افزایش عملکرد غلاف در این تیمار شده است (شکل ۶). اثر منبع گوگرد نیز بر عملکرد غلاف بادام زمینی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد غلاف نشان داد که تأثیر گچ بر افزایش عملکرد غلاف بیشتر از سوپر فسفات ساده بود. دلیل این موضوع ناشی از تأثیر بیشتر گچ بر تغییر خصوصیات شیمیایی خاک در منطقه تشکیل غلاف بادام زمینی و نیز افزایش سرعت رشد غلاف در تیمارهای گچ می‌باشد (۲، ۱۵ و ۳۶). گزارش شده که بین مقدار گوگرد جذب شده توسط گیاه و عملکرد غلاف، هم‌بستگی معنی‌داری وجود دارد (۱۹، ۲۰ و ۳۴). نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داد که مصرف گوگرد همراه با روی، تأثیر بارزی در افزایش عملکرد غلاف بادام زمینی داشت (۳۲ و ۳۳).

عملکرد دانه

نوع منبع گوگرد و مقدار آن اثر معنی‌داری ($P<0/01$) بر عملکرد دانه بادام زمینی داشت (جدول ۱) که این موضوع احتمالاً ناشی از افزایش سرعت رشد گیاه و غلاف و نیز بالا بودن شاخص سطح برگ و افزایش ضریب تسهیم در مقدار گوگرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار از هر دو منبع نسبت به شاهد و سایر تیمارها بود. تأثیر تیمار گچ بر عملکرد دانه بادام زمینی بهتر از سوپر فسفات ساده بود. به نظر می‌رسد که گوگرد مصرفی مخصوصاً در تیمارهای گچ، از طریق تأثیر بر افزایش تعداد و وزن غلاف‌ها و هم‌چنین تأثیر بر صفاتی نظیر افزایش سطح برگ، باعث افزایش ماده خشک گیاه و در مجموع عملکرد دانه بادام زمینی شده است (شکل ۶). با توجه به این که میوه‌ها یا غلاف‌های بادام زمینی در زیر زمین رشد می‌کنند و می‌توانند عناصر مختلف غذایی را به طور مستقیم از خاک اطراف خود جذب نمایند، بنابراین فراهم بودن این عناصر در اطراف غلاف‌ها و جذب آنها توسط غلاف‌های در رشد، در توسعه غلاف‌ها و در نهایت دانه‌ها تأثیر بسزایی داشته و عامل مهمی در افزایش عملکرد دانه بادام زمینی می‌باشد. به نظر می‌رسد در سطوح بالاتر گوگرد، جذب گوگرد و سایر عناصر غذایی مخصوصاً فسفر و کلسیم افزایش یافته و این افزایش به همراه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از اندام‌های هوایی به سمت غلاف‌ها و دانه‌های در حال رشد، باعث افزایش عملکرد دانه در این تیمارها شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از کودهای گوگردی تأثیر مثبتی در افزایش رشد و شاخص‌های رشد گیاه بادام زمینی داشته و در نهایت باعث افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه می‌شود. از بین دو منبع گچ و سوپر فسفات ساده به عنوان منبع گوگرد، تأثیر گچ بر افزایش عملکرد و شاخص‌های رشد مانند سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف و شاخص سطح برگ بادام زمینی بیشتر از سوپر فسفات ساده است. هم‌چنین در بین مقادیر مصرف گوگرد از این دو منبع، مصرف ۹۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، باعث افزایش بیشتر عملکرد دانه، غلاف و برخی شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی رشد شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

منابع مورد استفاده

۱. حسین زاده، م. ه . ۱۳۸۵. بررسی اثرات فواصل ردیف کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد ارقام کلزای نشایی در اراضی شالیزاری به صورت کشت دوم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت.

۲. صفرزاده ویشکائی، م. ن. ۱۳۷۷. اثر گوگرد بر رشد و عملکرد بادام زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. صفرزاده ویشکائی، م. ن. ۱۳۷۸. *بادام زمینی*. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

۴. کافی، م.، ا. زند، ب. کامکار، ح. شریفی و م. گلدانی. ۱۳۷۹. *فیزیولوژی گیاهی* (*ترجمه*). جلد دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵. کریمی، م. و م. عزیزی. ۱۳۷۶. *آنالیزهای رشد گیاهان زراعی* (*ترجمه*). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۶. کریمی، ه . ۱۳۶۸. *گیاهان زراعی*. انتشارات دانشگاه تهران.

۷. کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۷۵. *فیزیولوژی گیاهان زراعی* (*ترجمه*). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۸. کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری و ر. صدر آبادی. ۱۳۷۴. *مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی* (*ترجمه*). انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

۹. لباسچی، ح.، ع. رضائی و م. کریمی. ۱۳۷۳. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد موثر بر عملکرد یولاف و ارقام جو. مجله پژوهش و سازندگی ۲۴: ۴۶-۵۱.

۱۰. مجتهدی، م. و ح. لسانی. ۱۳۷۴. *زندگی گیاه سبز* (*ترجمه*). انتشارات دانشگاه تهران.

۱۱. ناصری، ف. ۱۳۷۵. *دانه‌های روغنی* (*ترجمه*). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

12. 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.
13. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18: 1015-1021.
14. 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.
15. Grichar, W. J., B. A. Besler and K. D. Brewer. 2002. Comparison of agricultural and power plant by-product gypsum for South Texas peanut production. Texas J. Agric. Natur. Resour. 15: 44-50.
16. Hitsuda, K., M. Yamada and D. Klepker. 2005. Soil and Crop Management: Sulfur requirement of eight crops at early stages of growth. Agron. J. 97 : 155–159.
17. Holbrook, C. C. and H. T. Stalker. 2003. Peanut breeding and genetic resources. Plant Breed. Rev. 22: 297-356.
18. Idinoba, M. E., P. A. Idinoba and A. S. Gbadegesin. 2002. Radiation interception and its efficiency for dry matter production in three crop species in the transitional humid zone of Nigeria. Agronomie 22: 273–281.
19. Mahakulkar. B. V., B. G. Bathkal and S. S. Wanjari. 1991. Effect of S, B and Manganese on growth and yield of summer peanut. Ind. Ann. Plant Physiol. 5(1): 129-131.
20. Maiti, R. and P. W. Ebeling. 2002. The Peanut (*Arachis hypogaea*) crop. Science Pub. Inc., UK.
21. Manohar, S. S. and P. S. Rathore. 1989. Response of groundnut to soil and foliage applied sulphur. Haryana J. Agron. 5(2): 160-162.
22. Marschner, H. 1990. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Inc., San Diego, USA.
23. Messick, D. L. and M. X. Fan. 1999. The Role of Sulphur Fertilizer in Oil Crop Production. The Sulphur Institute, USA.
24. Mishra, S. N. and A. P. Singh. 1989. Studies on sulphur and phosphorus availability and uptake by groundnut. Legume Res. 12(4): 160-164.
25. Misra, J. B. 2004. A mathematical approach to comprehensive evaluation of quality in groundnut. J. Food Compos. and Anal. 17: 69–79.
26. Mohanty, S., N. K. Paikaray and A. R. Rajan. 2005. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogaea* L.)–corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma 25: 180–196.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]

27. Morshed Alam, A. T. M., M. A. R. Sarker, M. G. Mostofa, S. M. M. Ali and A. F. Mollah. 2002. Yield and quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as affected by planting geometry and number of plants per hill. Online J. Bio. Sci. 2(6): 392-394.
28. Panhwar, F. 2005. Oilseed crops future in Sindh Pakistan. Digitalverlag Gmbh, Germany.
29. Ramachandrappa, B. K. and K. R. Kulkarni. 1992. Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to Calcium sources and saturation levels in two soils. J. Oilseeds Res. 9(1): 80-86.
30. Reddy, T. Y., V. R. Reddy and V. Anbumozhi. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogea* L.) to drought stress and its amelioration: a critical review. Plant Growth Regul. 41: 75–88.
31. Russelle, M. P., W. W. Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24: 28-32.
32. Singh, A. L., Y. C. Joshi and V. Chaudhari. 1990. Effect of different sources of iron and sulphur on leaf chlorosis, nutrient uptake and yield of groundnut. Fertilizer Res. 24(2): 97-103.
33. Singh, A. L., Y. C. Joshi and V. Chaudhari. 1990. Effect of different sources of iron and sulphur on nutrient concentration and uptake by groundnut. Fertilizer Res. 24(2):85-96.
34. Smart, J. 1994. The groundnut crop: A Scientific Basis for Improvement. Chapman & Hall, London.
35. Sukhija, P.S., V. Radhawa, K.S. Dhillon and S.K. Munshi. 1987. The influence of zinc and sulphur deficiency on oil-filling in peanut (*Arachis hypogaea* L.) kernels. Plant Soil 103: 261-267.
36. Sumner, M. E. 1995. Gypsum as a calcium and sulfur source for crops and soils in the southeastern United States. FIPR Project # 93-01-118 Final Report, Florida Institute of Phosphate Res., Bartow, FL, USA.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.3.3]