دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۵
http://arpe.gonbad.ac.ir

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) به کاربرد هم‌زمان آهن و گوگرد

سوده ملکی[1*]، همت‌اله پیردشتی[2]، محمدنقی صفرزاده ویشکایی[3]

[1]دانشجوی دکتری گروه تولیدات گیاهی، دانشگده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[2]دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[3]استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی کاربرد هم‌زمان آهن و گوگرد بر خصوصیات کمی و مرتبط با عملکرد بادام‌زمینی (رقم نورث کارولینا-۲)، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار در شهرستان کیاشهر استان گیلان به اجرا در آمد. عامل اول عنصر آهن با سه سطح (۲، ۳ و ۴ در هزار از منبع آهن کلاته) و عامل دوم عنصر گوگرد در سه سطح (۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار از منبع گچ) بود. در هر بلوک علاوه بر تیمارهای مورد بررسی، یک کرت به‌عنوان شاهد (بدون مصرف گوگرد و آهن) در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که، محلول‌پاشی آهن و کاربرد گوگرد بر عملکرد دانه، عملکرد غلاف، درصد مغزدهی، وزن صد دانه و تعداد غلاف رسیده تأثیر معنی‌داری داشتند. براساس نتایج، بیشترین عملکرد دانه (۵۰۴۵ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۳ در هزار آهن و با کاربرد ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به‌دست آمد. تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بالاترین درصد روغن دانه (۵۲/۵) و بیشترین مقدار عملکرد روغن (۲۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. براساس نتایج این آزمایش می‌توان اظهار داشت که، مصرف همزمان آهن و گوگرد به‌طور چشمگیری باعث افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات مرتبط با عملکرد در گیاه بادام‌زمینی گردید.

واژه‌های کلیدی: **بادام‌زمینی، عناصر غذایی، ویژگی‌های کیفی، عملکرد**

*نویسنده مسئول: soode.maleki@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به پروتئین، استفاده از منابع پروتئین گیاهی در حال افزایش است. پس از غلات، حبوبات به‌عنوان مهم‌ترین منبع غذایی و تأمین‌کننده پروتئین گیاهی مطرح هستند (Majnoun Hosseini, 2009). بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) بعد از سویا، یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که بیشتر به‌منظور تولید روغن (۴۳-۵۵ درصد) و پروتئین (۲۵-۲۸ درصد) کشت می‌شود (Reddy *et al*., 2003; Panhwar, 2005). کمیت و کیفیت بالای روغن، تأمین پروتئین با کیفیت، امکان کشت مخلوط با ذرت، افزایش ماده آلی و حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش و از همه مهم‌تر بازده نقدی مناسب از ویژگی‌های مهم کشت این گیاه در استان گیلان است (Ahmadi, 2008). بنابر آمار منتشر شده، سطح زیر کشت این محصول در کشور سه هزار هکتار است که نزدیک به ۲۵۰۰ هکتار آن، با متوسط عملکرد ۴۰۰۰-۳۵۰۰ کیلوگرم غلاف در هکتار، توسط پنج هزار بادام‌کار در استان گیلان کشت می‌شود (Hosseinzade Gashti *et al*., 2009). این گیاه روغنی در حالی در ایران به‌عنوان 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 (Safarzadeh, 1999; Hosseinzade Gashti *et al*., 2009).

غلاف‌های بادام‌زمینی برخلاف غلاف‌های سایر گیاهان تیره نخود در زیر خاک رشد می‌نمایند و این موضوع باعث می‌شود که انتقال کلسیم از ریشه‌ها به طرف غلاف‌های در حال رشد بسیار کم باشد. در نتیجه این گیاه بیشتر کلسیم مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم توسط غلاف‌های در حال رشد از خاک جذب می‌نماید. بنابراین، بهتر است گیاه بادام‌زمینی در خاک‌هایی کشت شود که مقدار کلسیم آنها بالا است (Safarzadeh *et al.*, 2000). با توجه به کشت بادام‌زمینی در خاک‌های آهکی و زیاد بودن مقدار بی‌کربنات خاک در آن‌ها، کمبود برخی از عناصر نظیر آهن، روی و گوگرد در بادام‌زمینی دیده می‌شود (Safarzadeh, 1998; Abdzad Gohari *et al.,* 2010). در این میان عناصری نظیر آهن و گوگرد برای انجام تثبیت نیتروژن و نیز سنتز روغن و پروتئین در بادام‌زمینی ضروری می‌باشند (Hosseinzade, 2006; Panjtandoust, 2008). از آنجایی‌که خاک‌های زیر کشت بادام‌زمینی در استان گیلان، شامل خاک‌های حاشیه رودخانه سفیدرود تا مناطق ساحلی دریای خزر بوده و این خاک‌ها دارای بستر مادری آهکی هستند. لذا مطابق بررسی‌های انجام شده، این خاک‌ها از نظر بی‌کربنات کلسیم و نیز کلسیم محلول در خاک بسیار غنی بوده و pH آن‌ها نیز معمولاً بالاتر از ۷ است، در نتیجه بوته‌های بادام‌زمینی در برخی از مراحل رشد خود، خصوصاً از انتهای دوره رشد غلاف‌ها

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

و شروع رشد دانه‌ها در زیر خاک، کمبود آهن و گوگرد را به وضوح نشان می‌دهند (Abdzad Gohari *et al.*, 2010). این در حالی است که، مصرف آهن در خاک‌های قلیایی، علاوه بر اثرگذاری روی دیگر عناصر در گیاه، شاخص‌هایی از جمله مقدار روغن و پروتئین دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Patel *et al.*, 1993). در بیشتر مطالعات جهت برطرف کردن کمبود آهن در گیاه بادام‌زمینی تأکید بر مصرف کلات‌های آهن، به‌صورت محلول‌پاشی روی قسمت‌های هوایی گیاه بادام‌زمینی بوده است (Panjtandoust, 2008; Abdzad Gohari *et al.*, 2010).

از سوی دیگر، گوگرد در گیاهان دانه روغنی از جمله بادام‌زمینی، نقش مهمی در کیفیت و رشد دانه به‌عهده داشته و مصرف کودهای گوگردی برای افزایش عملکرد گیاهان روغنی در شرایط کمبود گوگرد توصیه شده است (Hitsuda *et al.*, 2005; Mohanty *et al.*, 2005). هم‌چنین گوگرد برای تثبیت نیتروژن توسط گیاهان تیره بقولات ضروری است (Summer, 1995; Kumawat *et al.*, 2006). براساس مطالعات انجام شده، مصرف گچ می‌تواند در رفع کمبود گوگرد در بادام‌زمینی مؤثر باشد (Safarzade, 1998; Hosseinzade, 2006). بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که، گچ علاوه بر تأمین کلسیم بادام‌زمینی، گوگرد مورد نیاز آن را نیز تأمین می‌نماید که این امر در افزایش عملکرد این گیاه نقش به‌سزایی دارد (Smart, 1994; Khajepoor, 2004). علاوه بر آن گچ می‌تواند عملکرد را از طریق افزایش کل ماده خشک گیاه و تعداد غلاف در گیاه بهبود بخشیده و باعث افزایش وزن صد دانه در بادام‌زمینی شود (Kafi *et al.*, 2000). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که، عنصری مانند گوگرد نقش بیشتری بر سنتز روغن در بوته‌های بادام‌زمینی دارد (Sarker, 2002; Panhwar, 2005).

به‌طورکلی می‌توان اظهار داشت که، مصرف گوگرد محیط متعادلی از عناصر غذایی را برای بادام‌زمینی به‌وجود می‌آورد که یکی از نتایج آن حفظ فعالیت فیزیولوژیکی آهن برای سنتز کلروفیل است (Patel *et al.*, 1996). با توجه به این‌که تاکنون در ایران مطالعه‌ای در خصوص کاربرد همزمان آهن و گوگرد روی بادام‌زمینی انجام نشده است، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر آهن و گوگرد بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد بادام‌زمینی در منطقه گیلان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۷ در شهرستان بندرکیاشهر، واقع در شرق استان گیلان انجام شد. از نظر موقعیت جغرافیایی، مزرعه آزمایشی با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۳ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه ۱۰۳۵ میلی‌متر و میانگین کمینه و بیشینه‌ی درجه حرارت در طول دوره رشد، به‌ترتیب ۲۲ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: محلول‌پاشی آهن کلاته در سه سطح (۲، ۳ و ۴ در هزار) و افزودن گچ به خاک در سه سطح (۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. جهت تهیه بستر کاشت، زمین در اوایل بهار ابتدا شخم نسبتاً عمیق و سپس دیسک زده شد. اندازه هر کرت ۴ × ۲/۵، فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر، بین بلوک‌ها یک متر، تعداد ردیف‌های کشت ۸ ردیف و روی هر ردیف ۱۰ بوته در نظر گرفته شد. در زمان کاشت با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی خاک (جدول ۱) مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه (به‌عنوان کود پایه) از منبع اوره، به‌مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر مورد نیاز از منبع سوپرفسفات‌تریپل (فاقد گوگرد) و به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در بین ردیف‌های کاشت به‌صورت نواری و در عمق مناسب خاک قرار داده شدند.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

اسیدیته (pH)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	کلسیم محلول خاک (میلی‌اکی‌والان/لیتر)	سولفات محلول خاک (میلی‌اکی‌والان/لیتر)	آهن محلول خاک (میلی‌گرم/کیلوگرم)	شوری (دسی‌زیمنس/متر)
۷/۷	۱۶	۶۸	۱۶	۳/۲	۰/۰۴	۳۱	۰/۳۲

رقم مورد استفاده رقم نورث کارولینا-۲ از ارقام تیپ ویرجینیایی، بوته‌ای و دانه درشت بود که رقم غالب کشت شده در منطقه است (Safarzadeh, 1998). کاشت بذرهای بادام‌زمینی پس از ضدعفونی کردن بذور با قارچ‌کش تیرام به نسبت یک در هزار در خردادماه به‌صورت مسطح و در شرایط دیم (بدون آبیاری)، با آرایش کاشت مربع و با فاصله ۴۳ × ۴۳ سانتی‌متر در عمق چهار سانتی‌متری خاک (تراکم بوته‌ها معادل ۶۲/۵۰۰ بوته در هکتار) انجام شد (Morshed Alam *et al*., 2002). مبارزه با علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام گرفت و مزرعه تحقیقاتی در طول فصل رویش سه بار وجین شد. برای تأمین گوگرد مورد نیاز از گچ با فرمول شیمیایی $CaSO_4.2H_2O$ (دارای ۱۸ درصد گوگرد و ۲۲ درصد کلسیم) و برای تأمین آهن از آهن کلاته با نام سکوسترین ۱۳۸ (Fe-EDDHA) استفاده شد. مقادیر مختلف گچ قبل از کاشت درکرت‌های موردنظر به‌طور کامل با خاک مخلوط شدند و مقادیر مختلف آهن نیز در دو مرحله ۳ تا ۴ برگی و گلدهی کامل بوته‌های بادام‌زمینی روی قسمت‌های هوایی بوته‌ها محلول‌پاشی شدند. در زمان برداشت به‌منظور از بین بردن اثر حاشیه‌ای بوته‌های واقع در ردیف‌های کناری و نیز بوته‌های واقع شده در ابتدا و انتهای کرت‌ها حذف گردیدند.

پس از برداشت جهت کاهش مقدار رطوبت غلاف‌ها به مدت یک هفته در هوای آزاد قرار داده شدند. سپس غلاف‌ها تا رسیدن به وزن خشک ثابت به‌مدت ۴۸ ساعت داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. غلاف‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم توزین و عملکرد غلاف محاسبه گردید. جهت جداسازی غلاف‌های رسیده از غلاف‌های نارس، از قهوه‌ای‌شدن قسمت داخلی غلاف و رنگ قسمت بیرونی آن که معیاری برای جداسازی غلاف‌های رسیده از غلاف‌های نارس

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

می‌باشد، استفاده گردید (Ghosh, 2004). تعداد غلاف رسیده در هر بوته از تقسیم تعداد کل غلاف‌های رسیده از منطقه برداشت هر کرت بر تعداد گیاهان واقع در منطقه برداشت هر کرت به‌دست آمد. در کلیه تیمارها، برای تعیین وزن صد دانه، ۲۰۰ گرم غلاف خشک به‌عنوان نمونه انتخاب و پوست کنده شدند. پس از آن دانه‌های حاصله تا رسیدن به وزن خشک ثابت در آون و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند و سپس وزن صد دانه تعیین گردید. درصد مغزدهی نیز در نمونه‌ای که برای تعیین وزن صد دانه استفاده گردید از تقسیم وزن دانه‌ها بر وزن غلاف‌ها ضرب در ۱۰۰ (رابطه ۱) محاسبه شد (Ntare, 1999). عملکرد دانه از حاصلضرب عملکرد غلاف در درصد مغزدهی (رابطه ۲) به‌دست آمد (Lebaschi, 1991).

رابطه (۱) درصد مغزدهی = (وزن غلاف‌ها / وزن دانه‌ها) × ۱۰۰

رابطه (۲) عملکرد دانه = عملکرد غلاف × درصد مغزدهی

مقدار روغن دانه‌ها نیز با استفاده از روش جداسازی روغن توسط حلال و با استفاده از استون و توسط دستگاه سوکسله تعیین گردید (Smart, 1994). برای تعیین مقدار پروتئین دانه، ابتدا مقدار نیتروژن کل موجود در دانه به روش تیتراسیون بعد ار تقطیر با استفاده از دستگاه اتوماتیک کجلدال اندازه‌گیری و سپس از حاصلضرب این مقدار در ضریب ۵/۴۶ مقدار پروتئین دانه محاسبه گردید (Maiti and Ebeling, 2002). عملکرد روغن نیز از حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن صد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که، تیمارهای محلول‌پاشی آهن و مصرف گوگرد و اثر متقابل این دو بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). وزن صد دانه یک صفت ژنتیکی بوده و در تجزیه عملکرد گیاهان زراعی وزن دانه از ثبات نسبتاً زیادی برخوردار است و به میزان کمتری تحت تأثیر نوسانات ایجاد شده در شرایط محیطی و رشد قرار می‌گیرد (Ghosh *et al.*, 1995; Hosseinzade, 2006; Rasekh *et al*., 2006). با این وجود به‌نظر می‌رسد تولید دانه‌های بزرگتر با مصرف آهن، ناشی از افزایش سرعت رشد غلاف و هم‌چنین تولید و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به‌سمت دانه‌های در حال رشد باشد. مصرف گچ نیز باعث افزایش وزن صد دانه و تولید دانه‌های بزرگتری شده است، که این امر احتمالاً ناشی از تولید و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به‌سمت دانه‌های در حال رشد می‌باشد. در پژوهشی مشخص شد که، کاربرد گوگرد موجب تولید مغزهای بزرگتر و با کیفیت بهتر، بوته‌های بادام‌زمینی گردید. به‌علاوه، گوگرد مصرفی می‌تواند تا حدی در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

افزایش مقدار دانه نیز مؤثر باشد، زیرا با مصرف گوگرد، گوگرد قابل استفاده گیاه در خاک افزایش پیدا می‌کند (Channabasavanna *et al.,* 1993; Hosseinzade Gashti, 2009).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مرتبط با عملکرد دانه و اجزای عملکرد بادام‌زمینی تحت تأثیر کاربرد آهن و گوگرد

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن صد دانه	درصد مغزدهی	تعداد غلاف رسیده در هر بوته	عملکرد غلاف	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۸/۹۹	۲۱/۷۲	۱۳/۹۰	۳۶۱۶۲	۱۱۵۸۵۸	۲/۲۸
آهن	۲	۵/۴۶^{ns}	۴/۸۳^{ns}	۷۴/۸۴*	۱۶۹۳۲۸*	۲۹۳۴۱۸**	۶/۱۲^{ns}
گوگرد	۲	۲۳/۰۷^{ns}	۸/۰۳^{ns}	۶۲/۲۵*	۲۵۵۹۵۲**	۳۰۷۹۸۲**	۷/۷۴^{ns}
آهن × گوگرد	۴	۱/۷۴^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۲/۳۱^{ns}	۲۸۵۲۷**	۲۸۸۱۱**	۱/۹۵^{ns}
خطای آزمایش	۱۸	۱۰/۶۳	۲/۴۴	۱۴/۱۲	۵۰۱۴۸	۳۴۲۰۲	۴/۰۳
ضریب‌تغییرات(درصد)		۴/۳۸	۲/۰۳	۱۱/۸۵	۳/۶۳	۳/۹۱	۴/۱۰

^{ns} *و **به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

درصد مغزدهی: با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر آهن و گوگرد و برهمکنش آن‌ها بر درصد مغزدهی غلاف‌های بادام‌زمینی معنی‌دار نشد (جدول ۲). گرچه افزایش تعداد دانه در غلاف می‌تواند عملکرد را افزایش دهد؛ ولی معمولاً در داخل کپسول‌ها ۴-۲ دانه وجود دارد و درصد مغزدهی افزایش نمی‌یابد. تغییرات کم تعداد دانه در غلاف را به توارث‌پذیری بالای این صفت مرتبط دانسته‌اند (Safarzadeh, 1998).

تعداد غلاف رسیده در هر بوته: با توجه به نتایج بدست آمده، تعداد غلاف رسیده در هر بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر مختلف محلول‌پاشی آهن و گوگرد قرار گرفت، با این وجود برهم‌کنش بین گوگرد و آهن اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف رسیده در هر بوته مشاهده نشد (جدول ۲). در تیمار محلول‌پاشی با آهن، تعداد غلاف رسیده در هر بوته از ۲۳/۶۶ تا ۳۳/۳۳ عدد متغیر بود، و بیشترین میزان آن در تیمار مصرف ۳ در هزار آهن بدست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که، با افزایش مقدار مصرف گوگرد، تعداد غلاف‌های رسیده در هر بوته به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، به طوری که تیمارهای گوگرد با مصرف ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد غلاف‌های رسیده در هر بوته را دارا بودند (جدول ۳). تعداد غلاف رسیده هر بوته یکی از اجزای مهم در عملکرد بادام‌زمینی می‌باشد. به‌نظر می‌رسد، دلیل افزایش تعداد غلاف رسیده تیمار سه در هزار آهن، ناشی از تأثیر مثبت این تیمار در تشکیل غلاف و احتمالاً افزایش جذب عناصر غذایی توسط غلاف‌ها و گیاه باشد. این نتایج

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

با نتایج ملازم و همکاران (Molazem *et al.*, 2001) و عبدزادگوهری و نورحسینی (Abdzad Gohari and Noorhosseini, 2010) مطابقت داشت.

به‌نظر می‌رسد که، افزایش مقدار گوگرد بر تعداد گل‌های بارور و هم‌چنین سرعت رشد و تولید پگ در بوته‌های بادام‌زمینی اثر مثبتی گذاشته است و نتیجه آن افزایش تعداد غلاف‌های رسیده در بوته‌های بادام‌زمینی بوده است. تعداد غلاف رسیده به تعداد پگ‌های نفوذ کرده در خاک و نیز رشد این پگ‌ها در زیر خاک بستگی دارد (Safarzadeh, 1998; Smart, 1994). علاوه براین، به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف رسیده ناشی از وجود مقدار مناسبی از کلسیم طی دوره رشد و پرشدن غلاف‌ها در منطقه تشکیل غلاف باشد، زیرا غلاف‌های بادام‌زمینی در زیرزمین رشد می‌کنند و چون روزنه‌ای بر روی پوست غلاف وجود ندارد، در نتیجه این غلاف‌ها عمل تعرق را انجام نمی‌دهند. بنابراین، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد غلاف از طریق تعرق انجام نمی‌شود و غلاف‌ها به‌طور مستقیم از خاک عناصر مورد نیاز خود را جذب می‌کنند (Safarzadeh, 1998). در همین زمینه پژوهش‌ها بیانگر نقش مثبت گوگرد در مرحله رشد زایشی، فرآیند گلدهی و هم‌چنین تعداد غلاف‌های رسیده، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه‌ها است (Smart, 1994; Fismes *et al.*, 2000; Singh, 2001).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آهن و گوگرد بر تعداد غلاف رسیده بادام‌زمینی

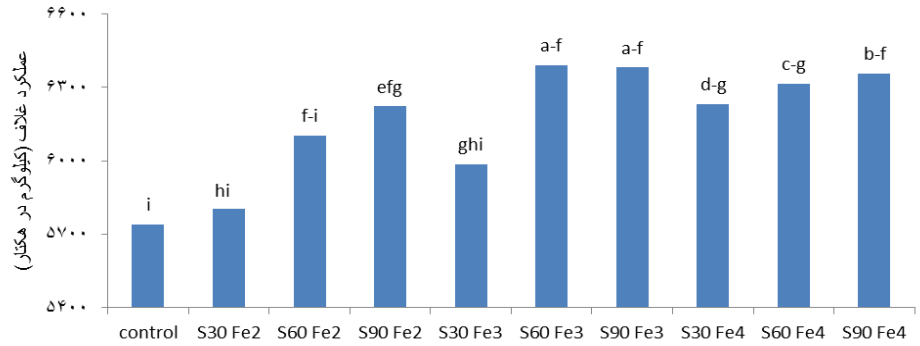
تیمارها	تعداد غلاف رسیده هر بوته
آهن	
شاهد	۲۳/۶۶ b
۲ در هزار	۳۱/۸۸ a
۳ در هزار	۳۳/۳۳ a
۴ در هزار	۳۲/۵۵ a
گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	
شاهد	۲۳/۶۶ b
۳۰	۲۹/۵۵ a
۶۰	۳۴/۱۱ a
۹۰	۳۴/۱۱ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

عملکرد غلاف: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات ساده و متقابل آهن × گوگرد بر عملکرد غلاف معنی‌دار بودند (جدول ۲). دامنه تغییرات عملکرد غلاف از ۵۷۴۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد تا ۶۳۹۰ کیلوگرم در هکتار در کاربرد میزان ۳ در هزار آهن به‌علاوه گوگرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار، متغیر بود (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد، افزایش سرعت رشد گیاه (با میانگین ۱۱ گرم در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

مترمربع در ۱۲ درجه روز-رشد در طول دوره رشد) و نیز سرعت رشد غلاف (با میانگین ۸ گرم در مترمربع در ۱۲ درجه روز-رشد در طول دوره رشد) و هم‌چنین تسهیم بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی (با میانگین ۶۳ درصد)، در مجموع منجر به افزایش عملکرد غلاف شده است (داده‌ها نشان داده نشده است).



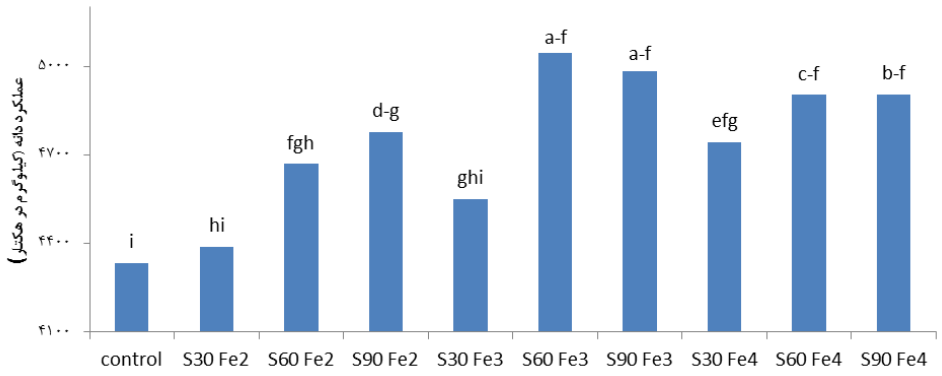
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آهن و گوگرد بر عملکرد غلاف بادام‌زمینی
(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD)

از آن‌جایی‌که عملکرد غلاف تابع تعداد پگ‌های به‌وجود آمده، تعداد غلاف‌های رسیده در زمان برداشت، تعداد دانه‌های هر غلاف و وزن هر غلاف می‌باشد. لذا، مصرف آهن از طریق افزایش نسبت پگ‌های تبدیل شده به غلاف و هم‌چنین افزایش اندازه غلاف‌ها، منجر به افزایش عملکرد غلاف (حدود ۶ تن در هکتار) شده است. گزارش شده است که، مصرف کود فوسین آهن باعث افزایش عملکرد کل (عملکرد غلاف و عملکرد دانه) حدود ۳۸ درصد بیشتر نسبت به شاهد شده، که علت آن را می‌توان با تأثیر در سبزی برگ‌ها و افزایش سنتز کربوهیدرات‌ها و در نتیجه افزایش وزن دانه در بوته و وزن صد دانه توجیه نمود (Molazem *et al*., 2001). نتایج بررسی دیگر محققان نیز نشان داد که، کاربرد آهن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غلاف بادام‌زمینی داشت (Ikisan, 2000; Panjtandoust, 2008). دلیل افزایش عملکرد غلاف با کاربرد گوگرد احتمالاً ناشی از اثر بیشتر گچ بر خصوصیات شیمیایی خاک در منطقه تشکیل غلاف بادام‌زمینی و نیز افزایش سرعت رشد غلاف و جذب عناصر غذایی از خاک توسط غلاف‌های در حال رشد در تیمارهای گچ می‌باشد (Safarzadeh, 1998; Grichar *et al*., 2002). نتایج مشابهی مبنی بر تأثیر مصرف گوگرد بر افزایش عملکرد غلاف بادام‌زمینی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Jiang, 2002; Satyanarayana *et al*., 2002; Hosseinzade, 2006).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

برخی تحقیقات نیز نشان دادند که، همبستگی معنی‌داری بین گوگرد جذب شده توسط گیاه و عملکرد غلاف موجود می‌باشد (Maiti and Ebeling, 2002; Smart, 1994).

عملکرد دانه: اثر آهن و گوگرد و هم‌چنین اثر متقابل این دو بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی آهن همراه با کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بود، که با محلول‌پاشی همین مقدار آهن و مقدار گوکرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). آهن در ساخت کلروفیل و انتقال الکترون در فتوسنتز نقش حیاتی دارد و فردوکسین (پروتئین حامل آهن است) در انتقال الکترون درگیر است (Ahmadi *et al.*, 2005). بنابراین، طبیعی است که با افزایش میزان آهن در برگ؛ میزان کلروفیل برگ افزایش یافته، فعالیت فتوسنتزی بیشتر شده و در نهایت افزایش عملکرد دانه را در پی داشته باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر مصرف گوگرد بر عملکرد دانه در سطوح مختلف آهن
(میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD)

در تحقیقی پنج‌تن‌دوست (Panjtandoust, 2008) مقادیر مختلف کود آهن را با دو روش محلول‌پاشی و خاکی مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که، مصرف کود آهن با هر دو روش بر عملکرد دانه بادام‌زمینی مؤثر است. هر چند به‌نظر می‌رسد، با افزایش مقدار مصرف آهن، غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل در گیاه بادام‌زمینی افزایش یابد (Kumawat *et al.*, 2006)، اما در پژوهش حاضر محلول‌پاشی بوته‌های بادام‌زمینی با مقادیر ۴ در هزار آهن؛ باعث بروز علائم زردی در برگ‌های این گیاه شد. نتایج مشابهی نیز توسط عبدزادگوهری و نورحسینی (Abdzad Gohari and Noorhosseini, 2010) گزارش شد. محققان در آزمایشی بر روی عملکرد دانه بادام‌زمینی اظهار داشتند که، آهن و گوگرد موجب کاهش موضعی pH خاک در اطراف ریشه‌های گیاه می‌شوند که این

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

امر به حلالیت عناصر تثبیت شده در خاک‌های آهکی و قلیایی و در نهایت افزایش جذب عناصر توسط گیاه کمک می‌کند (Murata, 2003; Anandham and Sridar, 2004; Anandham *et al*., 2006; Safarzade and Hosseinzade, 2009).

نکته قابل توجه این است که استنباط می‌شود؛ گچ اثر مثبتی بر عملکرد دانه بادام‌زمینی از طریق تأثیر بر افزایش تعداد و وزن غلاف‌ها، افزایش سطح برگ و افزایش ماده خشک گیاه داشته است. با توجه به این‌که میوه‌ها یا غلاف‌های بادام‌زمینی در زیر زمین رشد می‌کنند و می‌توانند عناصر مختلف غذایی را به‌طور مستقیم از خاک اطراف خود جذب نمایند. بنابراین، فراهم بودن گچ در اطراف غلاف‌ها و جذب آنها توسط غلاف‌های در حال رشد، در توسعه غلاف‌ها و در نهایت عملکرد دانه‌ها تأثیر بسزایی دارد. نتایج برخی تحقیقات دیگر نیز نشان دادند که، در خاک‌های آهکی عملکرد دانه بادام‌زمینی با مصرف کودهای حاوی گوگرد نظیر سوپرفسفات ساده و گچ به‌مقدار زیادی تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش می‌یابد (Smart, 1994; Summer, 1995; Grichar and Nerada, 2002; Grichar *et al*, 2002).

شاخص برداشت: نتایج حاصل از آزمایش بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف آهن و گوگرد و اثرات متقابل گوگرد × آهن بر شاخص برداشت بود (جدول ۲). در برخی آزمایشات دیگر مشاهده شد که، شاخص برداشت در بادام‌زمینی بیشتر تحت تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت قرار می‌گیرد (Bell *et al*., 1991; Choudhury *et al*., 1997). شاخص برداشت، بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد. بدیهی است که هرچه مقدار مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود، سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (Rezaeyan zadeh, 2008). به‌نظر می‌رسد، کاربرد مقادیر بیشتر آهن و گوگرد موجب افزایش رشد و نمو گیاه شده و در نتیجه گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه‌ها اختصاص داده و در نهایت عملکرد گیاه افزایش یافته است. فراهمی گوگرد در گیاه می‌تواند بر پر شدن دانه و افزایش عملکرد آن تأثیرگذار باشد (Flavio *et al*., 2007). وادوریا و پاتل (Patel and Patel, 1996) نشان دادند که، شاخص برداشت بیشترین اثر را در عملکرد غلاف در گیاه بادام‌زمینی دارد.

پروتئین دانه: نتایج این مطالعه نشان داد که، محلول‌پاشی آهن و کاربرد گوگرد، نتوانست مقدار پروتئین دانه را تحت تأثیر قرار دهد. یافته‌های مختلف نشان داده‌اند که، در اثر کمبود آهن مقدار و فعالیت آنزیم نیتروژناز کاهش می‌یابد و این امر اثر منفی بر پروتئین‌سازی در گیاه بادام‌زمینی دارد (Pahnwar, 2005; Panjtandoust, 2008; Abdzad Gohari and Noorhosseini, 2010). کاربرد گوگرد در خاک تأثیر معنی‌داری بر غلظت پروتئین دانه بادام‌زمینی نداشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد، گوگرد اضافه شده از طریق مصرف گچ بیشتر؛ در مسیر سنتز روغن به‌کار گرفته شده و طی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

دوره سنتز پروتئین در دانه بادام‌زمینی، کربن تثبیت شده بیشتری در گیاه جهت ساخت روغن استفاده گردیده است (Hosseinzade, 2006). در مناطق دارای کمبود گوگرد محلول‌پاشی با سوسپانسیون گوگرد عنصری توانست به افزایش عملکرد کمک کند، ولی پروتئین دانه به‌مقدار اندک تحت تأثیر قرار گرفت (Safarzadeh, 1998; Hosseinzade, 2006).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات کیفی مرتبط با عملکرد دانه بادام‌زمینی تحت تأثیر کاربرد آهن و گوگرد

منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین دانه	عملکرد روغن دانه	روغن دانه
بلوک	۲	۱/۸۹	۱۵۹۲	۰/۱۴^{ns}
آهن	۲	۰/۰۷ ^{ns}	۱۳۴۱۲۸ ^{ns}	۲/۱۸ ^{ns}
گوگرد	۲	۱/۱۴^{ns}	۲۸۲۰۵۳**	۷/۷۲*
آهن × گوگرد	۴	۰/۸۵^{ns}	۲۸۹۸۶۱*	۹/۹۲ **
خطای آزمایش	۱۸	۰/۵۶	۳۶۰۴	۱/۶۸
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۸۳	۲/۵۸	۲/۶

^{ns}، * و **به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح‌های احتمال پنج و یک درصد

عملکرد روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر مصرف سطوح مختلف گوگرد و هم‌چنین اثر متقابل گوگرد با آهن بر عملکرد دانه معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). بیش‌ترین میزان عملکرد روغن به میزان ۲/۶۲ تن در هکتار برای اثر متقابل مصرف ۳ در هزار آهن × گوگرد با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۵). عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد روغن دانه به‌دست می‌آید. بنابراین، تابعی از این دو مؤلفه می‌باشد. به‌نظر می‌رسد، افزایش در عملکرد روغن دانه ناشی از افزایش عملکرد دانه از طریق کاربرد این کودها باشد.

درصد روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثر مقادیر مختلف مصرف آهن و گوگرد بر مقدار روغن دانه بادام‌زمینی در جدول ۴ نشان داده شده است. بر این اساس، محلول‌پاشی آهن اثر معنی‌داری بر مقدار روغن دانه بادام زمینی نداشت. با وجود این اثر گوگرد و برهم‌کنش بین آهن و گوگرد از نظر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۴). بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که، عنصری مانند گوگرد نقش بیشتری بر سنتز روغن در بوته‌های بادام‌زمینی دارد (Safarzadeh, 1998; Hosseinzade, 2006). از طرف دیگر، از آن‌جایی‌که در غلاف‌های بادام‌زمینی ابتدا سنتز پروتئین و بعد سنتز روغن آغاز می‌گردد، به‌نظر می‌رسد که، این گیاه بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ساخت پروتئین اختصاص داده باشد. این نتایج با یافته‌های پنهوار (Panhwar, 2005) و حسین‌زاده (Hosseinzade, 2006) مطابقت دارد. با افزایش مقدار گوگرد محتوای روغن دانه افزایش یافت. بالاترین مقدار روغن از مصرف

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

۶۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن ۳ در هزار (۵۲/۲۰ درصد) به‌دست آمد که اختلاف بسیار معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آهن و گوگرد بر درصد و عملکرد روغن بادام‌زمینی

تیمارها		عملکرد روغن دانه	درصد روغن دانه
بدون مصرف آهن	بدون مصرف گوگرد	۲/۵۴ i	۴۶/۱۳ i
آهن ۲ در هزار	گوگرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۶۰ d-i	۴۹/۵۳ c-h
	گوگرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۵۷ e-h	۴۸/۲۶fgh
	گوگرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۵۷ d-h	۵۱/۲۰ abc
آهن ۳ در هزار	گوگرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۵۶ fgh	۴۹/۰۶ d-h
	گوگرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۶۲ a-f	۵۲/۲۰ abc
	گوگرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۵۵ hi	۴۸/۵۳ e-h
آهن ۴ در هزار	گوگرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۶۱a-g	۴۷/۹۳ hi
	گوگرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۶۰ c-i	۴۸/۲۰ ghi
	گوگرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار	۲/۶۱ b-g	۴۹/۷۳ b-h

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

بالاتر بودن مقدار روغن دانه در این تیمار ممکن است ناشی از بالاتر بودن شاخص سطح برگ در فاصله زمانی ۹۰ تا ۱۲۰ روز بعد از کاشت و نیز بالاتر بودن تولید مواد پرورده فتوسنتزی در این تیمار باشد. زیرا سنتز روغن در دانه بادام‌زمینی بستگی به‌مقدار مواد 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 می‌شود و هر چه مقدار مواد پرورده تولید شده بیشتر باشد سنتز روغن افزایش می‌یابد (Fageria, 2009; Safarzadeh, 1999). در زمان رشد دانه‌های بادام‌زمینی، دوره‌ای بین ۱۵ تا ۳۵ روز پس از تشکیل اولیه غلاف، به‌عنوان دوره مؤثر در تشکیل روغن دانه مشخص گردیده است. در این دوره مؤثر پر شدن دانه از روغن، با کاهش مقدار نشاسته، کاهش قندهای قابل حل و پروتئین‌ها همراه است. زیرا این ترکیبات انرژی قابل استفاده و اسکلت کربنی را برای سنتز روغن به‌وجود می‌آورند. در سال‌های اخیر نیز مصرف گوگرد در بسیاری از مناطق زیر کشت دانه‌های روغنی توصیه می‌شود (Hosseinzade, 2006; Sharma *et al*., 1992). با مصرف کودهای نیتروژنه، مقدار پروتئین دانه بادام‌زمینی افزایش پیدا می‌کند، اما با این وجود تولید اسیدهای آمینه گوگردی ممکن است در اثر کمبود گوگرد قابل استفاده در خاک محدود شود. مصرف کودهای حاوی گوگرد در خاک‌های دارای کمبود این عنصر، مقدار پروتئین دانه را کاهش ولی مقدار روغن آن را افزایش یافت (Safarzadeh, 1998). با توجه به

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

نتایج پژوهش مالهی و همکاران (Malhi *et al*., 2004)، کود گوگرد درصد روغن دانه را افزایش داد اما بر درصد پروتئین دانه، تأثیر زیادی نداشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، کود گوگرد با توجه به افزایش عملکرد دانه، عملکرد غلاف، درصد مغزدهی، تعداد غلاف رسیده قابل برداشت و درصد روغن دانه و در نتیجه عملکرد روغن و محلول‌پاشی آهن نیز نظر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و افزایش درصد پروتئین دانه بادام‌زمینی رقم نورث-کارولینا در خاک‌های قلیایی منطقه گیلان قابل توصیه می‌باشد.

منابع

Abdzad gohari A., Noorhosseini S.A. 2010. Effect of iron and nitrogen fertilizer on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.*)* in Astaneh Ashrafiyeh, Iran. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science, 9 (3): 256-262.

Ahmadi A., Ehsanzadeh P., Jabbari F. 2005. Introduction to plant physiology. Tehran University Press, 653 p. (In Persian).

Ahmadi M.R. 2008. Quality and used of oilseeds. Agricultural Education Publisher, 113 p.

Anandham R., Sridar R. 2004. Development of pellet formation of sulfur oxidizing bacterium (SOB) for groundnut. In: Kannaiyan S., Kumar K., Govindarajan K. Eds., Biofertilizers technology. Scientific Publishers (INDIA), Pp: 359-364.

Anandham R., Sridar R., Nallayini P., Poonguzhali S., Madhaiyn M., Tongmins A. 2006. Potentional for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L. cv. ALR-2) by co-inculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. Microbiological Research.

Bell M.J., Harch B., Wright G.C. 1991. Plant population studies on peanut (*Arachis hypogaea* L.), in subtropical Australian, growth under fully irrigated conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture, 31 (4): 535-543.

Channabasavanna A.S. Setty R.A. 1993. Effect of nitrogen, ferrous sulphate and zinc sulphate on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) yield in deep black soils. Indian Agronomy Journal, 38: 329-330.

Choudhury B., Zahid M., Ghodh P., Samui R.C. 1997. Effect of seed rate and row spacing on confectionary groundnut in west Bengal. India, Newsletter, 17: 71-73.

Fageria N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC by Press Taylor and Francis Group, New York.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Fismes J., Vong. Guckert P.C., Frossard E. 2000. Influence of Sulphur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed grown on calcareous soil. European Agronomy Journal, 12: 127-141.

Flavio A.H., Gutierrez B., Prystupa P., Gustav F. 2007. Seed number and yield determination in sulphur deficient soybean crops. Journal of Plant Nutrition, 30 (1): 93-104.

Ghosh A.K., Naik P.R. 1995. Regulation of correlative senescence in (*Arachis hypogaea* L.) by source and sink alteration, through physical and hormone means. Agronomy Journal, 175: 195-202.

Ghosh P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut cereal fodder intercropping systems in semi-arid tropics of India. Field Crops Research, 88: 227-237.

Grichar W.J., Besler B.A., Brewer K.D. 2002. Comparison of agricultural and power plant by-product gypsum for south texas peanut production. Texas Journal Agriculture and Natural Resource, 15: 44-50.

Grichar W.J., Nerada J.D. 2002. Response of coastal bermuda grass to gypsum applications. Texas Journal Agriculture Natural Research, 15: 15-22.

Hitsuda K., Yamada M., Klepker D. 2005. Soil and crop management: sulphur requirement of eight crops at early stages of growth. Agronomy Journal, 97: 155-159.

Hosseinzade Gashti A.R., Isfahani M., Asghari J., Safarzade Vishkaee M.N., Rabiee B. 2009. Effect of sulphur application on growth index and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 13 (48): 27-39. (In Persian).

Hosseinzadeh M.H. 2006. Effect of method and quantity of iron application on growth and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). M.Sc., Thesis of Agronomy, University of Guilan.

Ikisan I. 2000. Nutrient management in groundnut. FAO Internet Pages, (www.Ikisan.Com/links/sp-groundnut).

Jiang K.C. 2002. Effect of sulphur on peanut chlorosis caused by iron deficiency and its difference among varieties. Bulletin of the Hualien District Agricultural Improvement Station, 5: 62.

Kafi M., Zand A., Kamkar B., Sharifi H., Goldani M. 2000. Plant phisiology (2th Ed.). Jihad Press University of Mashhad, 379 p.

Khajepoor M.R. 2004. Industrial plants. Jihad Press University of Isfahan, Pp: 149-183.

Kumawat R.N., Rathore P.S., Nathawat N.S., Mahatma M. 2006. Effect of sulphur and iron on enzymati activity and chlorophyll content of mungbean. Journal of Plant Nutrition, 29: 1451-1467.

Lebaschi M. 1991. The role of radiation and leaf dry matter production. Research and Development Journal, 13 (103).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Maiti R., Ebeling P.W. 2002. The peanut (*Arachis hypogaea* L.*)*. Crop Science publisher, 376 p.

Majnoun Hosseini N. 2009. Grain legume production. Jahad University of Mashhad, 283 p.

Malhi S.S., Gan Y., Leach D. 2004. Do brassica oilseed crops differ in S fertilizer requirements for optimum yield, seed quality and S uptake? The Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28: 659-664.

Mohanty S., Paikaray N.K., Rajan A.R. 2005. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma, 25: 180-196.

Molazem D., Saeedzade F., Hosseini A., Aboozar M. 2001. Effect of micronutrients on yield of peanuts in Astara. Iranian Journal of Sonboleh (Research in Plant Nutrition), 154 (29). (In Persian).

Morshed Alam A.T.M., Sarker M.A.R., Mostofa M.G., Ali S.M.M., Mollah A.F. 2002. Yield and quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as affected by planting geometry and number of plants per hill. Online Journal Biological Science, 2 (6): 392-394.

Murata M.R. 2003. The impact of soil acidity amelioration on groundnut production on sandy soils of Zimbabwe. Ph.D., Thesis, University of Peritoria, Zimbabwe.

Ntare B.R. 1999. Early generation testing for yield and physiological components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Euphytica, 107: 141-147.

Panhwar F. 2005. Oilseed crops future in Sindh Pakistan. Digitalvelarg Gmbh, Germany, 38 p.

Panjtandoust M. 2008. Effect of iron on yield quantity of peanut (*Arachis hypogaea* L.). M.Sc., Thesis in Agronomy, Crop Physiology, Tarbiat Modares University, 100 p. (In Persian).

Patel M.S., Sutar D.M., Kanizaria M.V. 1993. Effect of foliar application of iron and sulfur in curing chlorosis in groundnut. Journal of the Indian Society of Soil Science, 41: 103-105.

Patel P.C., Patel M.S. 1996. Problems of micronutrients in Indian soils. In Proceeding on National Seminar: Development in Soil Science, Anand, India: Gujrat Agricultural University, 61 p.

Rasekh H., Safarzade Vishkaee M.N., Asghari J. 2006. Response of yield and qualitive characteristics of peanut to planting pattern and plant density in Guilan province. Journal of Agriculture Science, 12 (2): 387-396.

Reddy T.Y., Reddy V.R., Anbumozhi V. 2003. Physiological response of groundnut to drought stress and its amelioration: a critical review. Plant Growth Regulation, 41: 75-88.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Rezaeyan Zadeh E. 2008. The effects of supplemental irrigation on yield and yield components and growth indices in three chickpea cultivar (*Cicer arietinum* L.). MBA, Thesis, University of Mashhad. (In Persian).

Safarzade Vishkaee M.N., Hosseinzade Gashti A.R. 2009. Effect of Iron application on growth and yield of peanut in Guilan province. Proceedings of 1th National Conference on Oil Seed Crops, Isfahan University of Technology, Isfahan. (In Persian).

Safarzade Vishkaee M.N., Kalbasi M. 2000. Effect of elemental sulfur and gypsum on growth and yield of peanut in Guilan province. Proceedings of 6th Iranian Congress of Agronomy, Babolsar, (In Persian).

Safarzadeh M.N. 1998. Effect of sulphur on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). M.Sc., Thesis in Agronomy, University of Isfahan, 105 p. (In Persian).

Safarzadeh M.N. 1999. Groundnut. Islamic Azad University, Rasht Branch, 46 p.

Sarker S.K., Chowdhury M.A.H., Zakir H.M. 2002. Sulphur and boron fertilizeation on yield quality and nutrient uptake by Bangladesh soybean. Online Journal Biological Science, 2 (11): 729-733.

Satyanarayana V.R., Murthy K., Boote K.J. 2002. Maximizing yield in rice-groundnut cropping sequence through integrated nutrient management. Field Crops Research, 75: 9-21.

Sharma P.K., Gill O.P., Sharma B.L. 1992. Effect of source and mode of sulphur application on yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Indai Journal of Agronomy, 37 (3): 489-492.

Singh M.V. 2001. Importance of sulphur inbalanced fertilizer use in India. Fertilizer News, 46 (10): 13-18, 31-35.

Smart J. 1994. The Groundnut crop: A scientific basis for improvement. Chapman and Hall, London, 734 p.

Summer M.E. 1995. Gypsum as a calcium and sulphur source for crops and soils in the southeastern United States. FIPR Project # 93-01-118 Final Report, Floria Institue of Phosphate Research.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]