بررسی اثر ماسه‌سنگ گلاکونیتی بر رشد، میزان عناصر و برخی عوامل فیزیولوژیکی گیاه کلزا رشد یافته تحت دو اسیدیته مختلف

مطهره حبیبی[۱]، احمد عبدل‌زاده[۲*]، آرش امینی[۳] و حمیدرضا صادقی‌پور[۴]

۱) دانش آموخته کارشناس ارشد گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.
۲) استاد گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.
۳) دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.
۴) استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.

*نویسنده مسئول: ah_ab99@yahoo.com

این مقاله مستخرج از رساله کارشناسی ارشد است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۶

چکیده

پتاسیم یکی از کودهای پُرمصرف در کشور ما است و ماسه‌سنگ گلاکونیتی ممکن است یکی از گزینه‌های جایگزین برای کودهای پتاسه باشد این تحقیق با هدف بررسی اثرات ماسه‌سنگ گلاکونیتی استفاده شده به عنوان کود پتاسیم در گیاه زراعی کلزا و امکان آزادسازی پتاسیم و ایجاد سمیت آهن توسط آن صورت گرفت. کاشت گیاهان، در طرح آزمایش کاملاً تصادفی و در قالب فاکتوریل در اتاق کشت و به صورت کشت گلدانی در شن انجام شد. فاکتور اول پتاسیم و در سه سطح هوگلند فاقد پتاسیم H پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی، هوگلند دارای پتاسیم و هوگلند فاقد پتاسیم و فاکتور دوم اسیدیته محیط کشت در دو سطح ۶ و ۷/۵ بود. پتاسیم به صورت نیترات پتاسیم استفاده شد و پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی قبل از کاشت گیاهان با شن شسته شده مخلوط گردید. نتایج نشان داد که کمبود پتاسیم در تیمار فاقد پتاسیم باعث کاهش شدید صفات رشد، میزان پتاسیم، پروتئین محلول در بخش هوایی، قندهای محلول، نشاسته، کلروفیل a و کلروفیل کل و افزایش اسیدهای آمینه کل شد. کاربرد گلاکونیت با رهاسازی پتاسیم توانست کمبود پتاسیم را در محیط ریشه گیاه جبران کند، به طوری که گیاهان تیمار شده با هوگلند فاقد پتاسیم H پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی در میزان پتاسیم و بسیاری صفات رشد از جمله وزن تر و خشک کل گیاهان تفاوت معنی‌داری با تیمار هوگلند دارای پتاسیم نداشتند. مقدار آهن ریشه گیاه کلزا در تیمار گلانونیت نسبت به دو تیمار دیگر پتاسیم بیش‌تر بود، اما کاهش اسیدیته از ۷/۵ به ۶ میزان آهن گیاهان را افزایش نداد. کاهش اسیدیته در تیمارهای هوگلند و گلاکونیت سبب کاهش پروتئین، نشاسته، رنگدانه‌ها و رشد گیاه شد. این نتایج نشان می‌دهد که پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی توانایی آزادسازی پتاسیم دارد. بدون توجه به اسیدیته محلول غذایی، استفاده از ماسه سنگ گلاکونیتی در گیاه کلزا منجر به هیچ گونه علائم سمیت آهن نشد.

واژه‌های کلیدی: کود پتاسه، گلاکونیت، اسیدیته و آهن.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

مقدمه

پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پُرمصرف است که نقش مهمی در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی ایفا می‌کند. مقدار جذب پتاسیم توسط گیاه از جذب عناصر پُرمصرف دیگر به غیر از نیتروژن بیش‌تر بوده و مقدار آن در گیاه حدود ۵-۱ درصد است (Walker, *et al*,. 1996; Marschner, 2012). قسمت اعظم پتاسیم موجود در گیاه به صورت ترکیبات معدنی در سیتوپلاسم بوده و در فعال‌سازی آنزیم‌هایی مانند آنزیم‌های دخیل در سنتز نشاسته، RuBP کربوکسیلاز و ATPase و افزایش عملکرد گیاهان نقش کلیدی دارد. این کاتیون در تنظیم فشار اسمزی، سنتز پروتئین، باز و بسته شدن روزنه، فتوسنتز و انتقال در آوند آبکش نیز نقش مهمی ایفا می‌کند (شمالی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Marschner, 2012). به علاوه، پتاسیم در تخفیف تنش‌ها، به‌ویژه خشکی، شوری و آلودگی عوامل بیماری‌زا اهمیت است (Amtmann *et al.*, 2008; Cakmak, 2005)، برای مثال تخفیف اثرات خشکی در رشد ذرت با استفاده از کود پتاسیم گزارش شده است (جمالی و همکاران، ۱۳۹۱). کمبود پتاسیم در گیاه سبب کاهش رشد و زردی و خشکیدگی برگ‌های مسن می‌شود که از نوک و حاشیه آغاز می‌گردد. گیاهان دارای کمبود پتاسیم ضعیف بوده و به عوامل بیماری‌زا حساس هستند (Marschner, 2012). یافتن منابع جدید کود پتاسه برای کشور ما اهمیت زیادی دارد، زیرا بخش زیادی از کود پتاسیم مورد نیاز کشور از خارج وارد می‌شود. ماسه‌سنگ گلاکونیتی می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های جایگزین کودهای پتاسه مطرح باشد. به سیلیکات آب‌دار آهن و پتاسیم گلاکونیت گویند (Rawlley, 1994). گلاکونیت در ماسه‌سنگ‌ها به صورت دانه‌های سبز رنگ در بین دانه‌های کوارتز، فلدسپات و سایر کانی‌ها قرار گرفته است. این ماسه‌سنگ در شمال شرقی استان گلستان در سازند اتامیر و با سن کرتاسه در یک نوار ۷۰ کیلومتری از محدوده خالد نبی تا قازانقایه در مرز استان خراسان شمالی امتداد دارد. مطالعات قبلی ما نشان داد که این ماسه‌سنگ به طور متوسط ۲/۱۶ درصد اکسید پتاسیم دارد که می‌تواند به تدریج در خاک آزاد شود و مورد استفاده گیاهان قرار گیرد (Karimi *et al.*, 2011). این ماسه‌سنگ در بسیاری از کشورها از جمله آنتورب بلژیک، آمریکای شمالی، اکس و کنت انگلستان، لیبورگ و اشترورک هلند، لهستان و ساراتو و لوپا تنسکی روسیه، چانگی ازبکستان، اوکراین، قزاقستان و شمال استرالیا و هند گزارش شده است (Leofoond and Stanley, 1993). از گلاکونیت به عنوان کود پتاسه در مزارع برنج در هند استفاده شده است (Bidhan, 2001). کاربرد این ماسه‌سنگ به عنوان کود پتاسیم در مزارع ارزن در هند باعث افزایش میزان پتاسیم و در نتیجه محصول بهتر و بیش‌تر شد (Rawlley, 1994; Rao and Rao, 1999). همچنین اثر ماسه‌سنگ گلاکونیتی به عنوان کود پتاسه در گیاه زیتون بررسی شد و مشخص شد که گلاکونیت توان آزادسازی پتاسیم را دارد و می‌تواند به عنوان کود پتاسیم استفاده شود (Karimi *et al.*, 2011). در روسیه نیز از این ماسه‌سنگ به عنوان ماده خام در تولید کود پتاسیم استفاده می‌شود

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

(Levchenko *et al.*, 2008). اسیدیته خاک به طور مستقیم یا غیرمستقیم رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین نقش اسیدیته خاک کنترل حلالیت عناصر غذایی در خاک است. عناصر غذایی در اسیدیته‌های مختلف، حلالیت متفاوتی دارند (Islam *et al.*, 1980; Kane *et al*., 2006; Marschner, 2012). در اسیدیته قلیایی حلالیت فسفر، آهن، روی و منگنز کاهش می‌یابد. عامل عمده‌ای که در بروز این کمبودها موثر است، آهک زیاد است. برعکس، در خاک‌های اسیدی حلالیت آلومینیوم، آهن، فسفر و منگنز افزایش یافته و ممکن است نیاز گیاه را برطرف نماید و یا سمیت ایجاد کند (Marschner, 2012; Dyśko *et al.*, 2009). با توجه به این که گلاکونیت مراوه‌تپه در حدود ۹ درصد آلومینیوم و ۳ درصد اکسید آهن دارد. این احتمال وجود دارد که حسب اسیدیته خاک بخشی از این عنصر نیز در محیط آزاد شوند. کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که در شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور ما قابلیت کشت و گسترش دارد. این گیاه با ۴۵ -۴۰ درصد روغن، گیاه روغنی مناسبی در تناوب با غلات محسوب می‌شود (Carmody, 2001) و بعد از سویا و نخل روغنی به عنوان سومین منبع مهم روغن خوراکی در جهان می‌باشد. روغن کلزا تنها روغن خوراکی است که حاوی اسیدهای چرب گوگرددار است. میزان و نوع کودهای مورد استفاده در تغذیه کلزا از عوامل مؤثر بر کیفیت روغن می‌باشد (Asare and Scarisbrick, 1995). با توجه مهم بودن یافتن منابع کود پتاسیم در داخل کشور، بررسی امکان استفاده از گلاکونیت موجود در ذخایر سنگی مانند ماسه‌سنگ‌ها به جای کودهای شیمیایی بسیار حائز اهمیت است. در این تحقیق گیاهان کلزا تحت تیمارهای ماسه‌سنگ گلاکونیتی، پتاسیم کافی و فاقد پتاسیم در دو اسیدیته مختلف در محیط شنی کشت شدند و رشد، میزان پتاسیم و سایر املاح، میزان قندهای محلول و نامحلول، کلروفیل، پروتئین کل و میزان اسیدهای آمینه کل آن‌ها ارزیابی شد، تا درک درستی از اثرات ماسه‌سنگ گلاکونیتی و امکان آزادسازی و ایجاد سمیت آهن در این گیاه در صورت استفاده به عنوان کود پتاسیم به دست آید.

مواد و روش‌ها

ماسه‌سنگ گلاکونیتی در حوالی روستای سوزش در بخش مراوه تپه استان گلستان جمع‌آوری و به آزمایشگاه زمین‌شناسی انتقال داده شد و به وسیله دستگاه سنگ‌شکن زمین‌شناسی و پتک خُرد شده و ذرات آن از الک ۱۲۰ مش (قطر کوچکتر از ۱۲۵ میکرون) عبور داده شد. ذرات عبوری از الک‌ها برای آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت. کشت گیاهان در اتاقک کشت در محیط کشت شنی در شرایط کنترل شده انجام شد. به این منظور بذرهای کلزا رقم هایولا ۴۰۱، از جهاد کشاورزی شهرستان بهشهر تهیه و برای کشت مورد استفاده قرار گرفت. شن مورد استفاده ابتدا با آب فراوان شسته شد تا گل و لای آن جدا شود. سپس شن شسته شده را با اسید کلریدریک و آب فراوان دوباره شسته تا کاملاً عاری از عناصر غذایی باشد. بذرهای کلزا (*Brassica napus*) پس از ضدعفونی با آب ژاول و شستشوی فراوان در گلدان‌های

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

پلاستیکی به گنجایش ۱/۵ لیتر که از شن شسته شده پر شده بود، کاشته شدند. آزمایش در طرح کاملاً تصادفی، در قالب فاکتوریل و با ۵ تکرار انجام شد. عامل اول پتاسیم دارای سه سطح فاقد پتاسیم (هوگلند یک دوم دارای نیترات سدیم به جای نیترات پتاسیم)، ۲/۵ میلی‌مول پتاسیم (هوگلند یک دوم قدرت) و هوگلند فاقد پتاسیم به همراه پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی (نیترات سدیم به جای نیترات پتاسیم+۱۵۰ گرم پودر) بود. در تیمار اخیر پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی قبل از کاشت گیاهان با شن شسته شده مخلوط گردید. فاکتور دوم اسیدیته محلول غذایی مورد استفاده بود که دارای دو سطح ۶ و ۷/۵ بود. افزایش اسیدیته خاک با کربنات کلسیم ایجاد شد تا شرایط مشابه به خاک‌های آهکی ایران مشابه‌سازی شود. آبیاری گیاهان به صورت دو بار در روز و هر روز با حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول هوگلند تعدیل شده حسب تیمارهای آزمایش بود. برای جلوگیری از تجمع نمک گلدان‌ها هفته‌ای یک بار با آب فراوان شسته شدند. در طی دوره آزمایش میانگین حداکثر و حداقل دمای شب و روز به ترتیب ۲۱ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۰ درصد بود. گیاهان پس از ۴۰ روز کشت و دیده شدن علائم کمبود پتاسیم برداشت شدند و برای اندازه‌گیری صفات رشد و فیزیولوژیک به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

اندازه‌گیری میزان پتاسیم، کلسیم و آهن پس از سوزندان ۰/۱ گرم پودر خشک نمونه‌ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد و انحلال خاکستر حاصل در اسید کلریدریک رقیق انجام شد. پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر Jenway مدل PFP7 و کلسیم و آهن با دستگاه جذب اتمی Shimadzu مدل AA-7000 مطابق با راهنمای دستگاه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مقدار کلروفیل‌های a، b، کل و مجموع کارتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها با استخراج ۰/۰۵ گرم بافت تازه گیاهی در ۳ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به روش آرنون (۱۹۴۹) انجام شد (Arnon, 1949). میزان پروتئین محلول کل با استفاده از رنگ کوماسی بلو در طول موج ۵۹۵ نانومتر با روش برادفورد (۱۹۷۶) انجام شد (Bradford, 1976). استخراج قندها و اسیدهای آمینه با هموژن کردن ۰/۰۵ گرم از بافت تر نمونه در ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد و قرار دادن نمونه‌ها در بن‌ماری ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. عصاره الکلی به‌دست آمده سانتریفوژ گردید و عمل استخراج چهار مرتبه بر روی بقایای بافتی به جا مانده انجام شد. محلول شفاف به دست آمده برای اندازه‌گیری قندها و اسیدهای آمینه و رسوب به جای مانده در ته لوله‌ها برای سنجش نشاسته استفاده شد. اندازه‌گیری قندهای محلول به وسیله انترون با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری و در طول موج ۶۲۰ نانومتر انجام گرفت (Mecready *et al.*, 1950). اندازه‌گیری اسیدهای آمینه به وسیله ناین هیدرین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و در طول موج ۵۷۰ نانومتر انجام گرفت (Yemm and Cocking, 1976). استخراج و اندازه‌گیری نشاسته به روش مک‌ردی و همکاران (۱۹۵۰) انجام شد. محاسبه داده‌ها و رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel و تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار SAS انجام شد. کلیه داده‌ها با تجزیه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

واریانس یک عامل و دو عاملی تجزیه شدند و معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

رشد گیاهان

علائم کمبود پتاسیم در گیاهان تیمار فاقد پتاسیم آشکار بود. هیچ گونه علائم کمبود پتاسیم در گیاه تیمار گلاکونیت دیده نشد. نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد که تیمارهای پتاسیم بر وزن تر و خشک بخش هوایی، ریشه و کل اثر معنی‌دار داشت. اثر اسیدیته نیز در وزن تر ریشه، وزن خشک بخش هوایی و ریشه، و وزن تر و خشک کل گیاه و نیز درصد آب نسبی معنی‌دار بود. برهم‌کنش پتاسیم و اسیدیته هم، در وزن تر ریشه و بخش هوایی و کل و وزن خشک بخش هوایی و کل و نیز درصد آب نسبی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین جدول ۱ نشان داد که کاربرد گلاکونیت باعث افزایش وزن تر کل و وزن خشک بخش هوایی، ریشه و کل نسبت به دو تیمار فاقد پتاسیم و هوگلند گردید. به نظر می‌رسد که پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی با آزاد کردن پتاسیم توانسته نیاز پتاسیم گیاه را برطرف کرده و رشد این گیاهان را تا حد گیاهان تیمار شده با هوگلند کامل بالا ببرد. آزادسازی پتاسیم و رشد گیاه زیتون توسط ماسه‌سنگ گلاکونیتی قبلاً گزارش شده است (Karimi *et al.*, 2011). کم‌ترین وزن تر و خشک کل در تیمار هوگلند فاقد پتاسیم دیده شد. کاهش عملکرد نی در نیشکر در شرایط فقدان استفاده از کود پتاس گزارش شده است (جعفرنژادی، ۱۳۹۲).

جدول ۱: مقایسه میانگین برخی از صفات رشد در واکنش به تیمارهای پتاسیم و اسیدیته به صورت جداگانه در کلزا

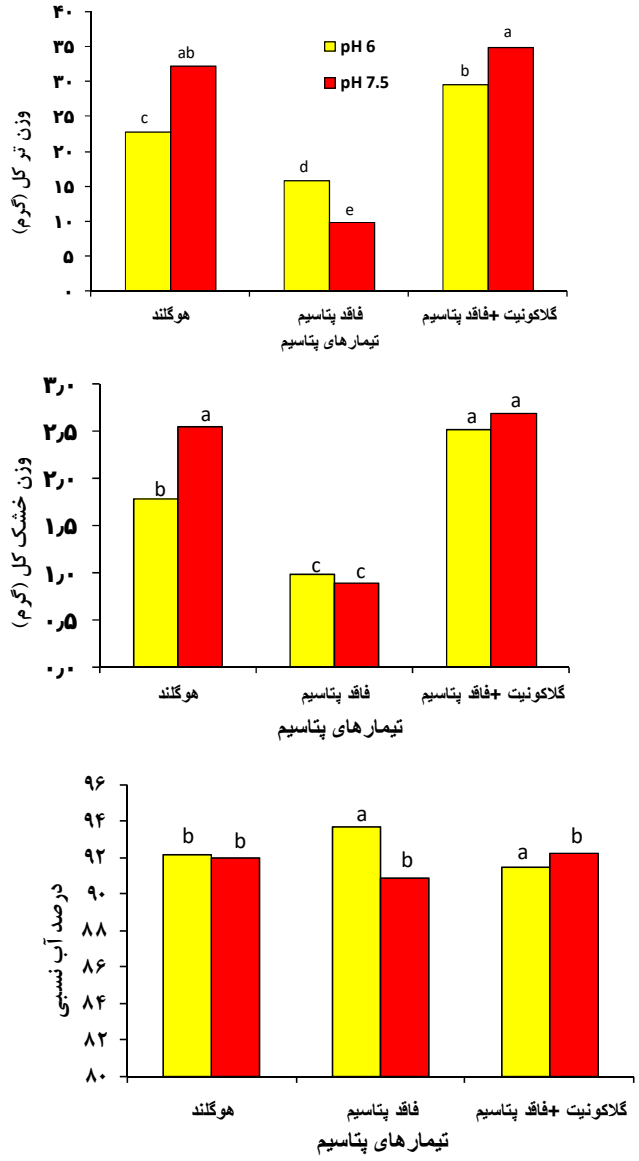
تیمار	وزن تر			وزن خشک			درصد آب
	بخش هوایی	ریشه	کل	بخش هوایی	ریشه	کل	نسبی
سطوح پتاسیم							
هوگلند	۲۱/۳۹^{a}	۶/۰۷^{a}	۲۷/۴۷^{b}	۱/۸۰^{b}	۰/۳۶^{b}	۲/۱۶^{b}	۹۲/۰۷^{a}
فاقد پتاسیم	۱۰/۰۱^{c}	۲/۷۷^{b}	۱۲/۷۹^{c}	۰/۷۶^{c}	۰/۱۷^{c}	۰/۹۴^{c}	۹۲/۲۹^{a}
گلاکونیت	۲۵/۷۱^{a}	۶/۴۳^{a}	۳۲/۱۵^{a}	۲/۱۶^{a}	۰/۴۴^{a}	۲/۶۱^{a}	۹۱/۸۵^{b}
سطوح اسیدیته							
۶	۱۸/۶۰^{a}	۴/۱۰^{b}	۲۲/۷۰^{b}	۱/۴۹^{b}	۰/۲۷^{b}	۱/۷۶^{b}	۹۲/۴۴^{a}
۷/۵	۱۹/۴۸^{a}	۶/۰۹^{a}	۲۵/۵۷^{a}	۱/۶۶^{a}	۰/۳۸^{a}	۲/۰۴^{a}	۹۱/۷۰^{b}
منبع تغییرات	**سطح احتمال معنی‌داری**						
پتاسیم	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۴۷
اسیدیته	۰/۲۱	<۰/۰۱	<۰/۰۵	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۵	<۰/۰۱
پتاسیم× اسیدیته	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۵۷	<۰/۰۱	<۰/۰۱

داده‌های هر ستون که حداقل در یک حرف با هم مشترک هستند، با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.41.2.7]

درصد آب نسبی در تیمار گلاکونیت نسبت به دو تیمار دیگر کم‌تر بود که ممکن است به کارآیی مصرف آب بالاتر در این تیمار مربوط باشد و نیاز به بررسی بیش‌تر دارد. افزایش اسیدیته باعث افزایش معنی‌دار همه صفات وزنی اندازه‌گیری شده به جز وزن تر بخش هوایی گردید. کاهش رشد ریشه گیاهان با کاهش اسیدیته در گیاهان ذرت و باقلا گزارش شده است (Karimi *et al.*, 2011). همچنین، افزایش اسیدیته درصد آب نسبی گیاهان را کاهش داد. برهم‌کنش تیمارهای پتاسیم و اسیدیته نشان داد که در هر دو اسیدیته کم‌ترین میزان وزن تر و خشک کل در تیمار فاقد پتاسیم دیده شد که به صورت معنی‌داری کم‌تر از دو تیمار دیگر بود (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه اثر تیمارهای پتاسیم و اسیدیته در وزن تر کل و وزن خشک کل

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

فقدان پتاسیم در اسیدیته ۶، سبب افزایش درصد آب نسبی گیاهان نسبت به تیمارهای دیگر شد. در اسیدیته ۷/۵ میزان وزن تر و خشک کل بین تیمارهای گلاکونیت و هوگلند تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و حتی در اسیدیته ۶، این صفات در تیمار گلاکونیت به صورت معنی‌داری از تیمار هوگلند بیش‌تر بود. کاهش اسیدیته باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک کل تیمار هوگلند و نیز کاهش وزن تر کل در تیمار گلاکونیت شد. ماسه‌سنگ گلاکونیتی مراوه تپه استان گلستان در حدود ۹ درصد کلسیم، ۳ درصد اکسید آهن، ۱ درصد اکسید منیزیم، ۰/۲۶ درصد اکسید فسفر و ۰/۰۶ درصد اکسید منگنز دارد (Karimi *et al.*, 2011) و این احتمال وجود دارد که در صورت استفاده از آن در خاک‌هایی که اسیدی‌تر باشند، این عناصر را آزاد کرده و سبب بهبود رشد گیاه شود. از طرف دیگر این ماسه سنگ در حدود ۹ درصد اکسید آلومینیوم دارد که ممکن در اسیدیته کم سبب ایجاد سمیت در گیاهان کشت شده گردد. هر چند بیش‌تر عوامل رشد اندازه‌گیری شده از جمله وزن تر کل در هر دو تیمار گلاکونیت و هوگلند کامل با کاهش اسیدیته کم‌تر شد. به صورت مشابهی سنگهای گلاکونیتی غرب سیبری (Rudmin *et al.*, 2018) و گجرات هند (Shekhar *et al.*, 2011) آهن و آلومینیوم زیادی دارد که در طی فرآیند استخراج پتاسیم حذف می‌شوند (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۶). اثر اسیدیته در رشد گیاهان تا حد زیادی وابسته به گونه گیاهی است؛ به طوری که در *Lupinus angustifolius* بالاترین رشد در اسیدیته ۶/۵ به دست آمد و کاهش و افزایش اسیدیته سبب کاهش رشد شد (Robles-Aguilar *et al.*, 2018)، در حالی که در گل صد تومانی بیش‌ترین رشد در اسیدیته ۷ به دست آمد (Zhao *et al.*, 2018).

غلظت یون‌های پتاسیم، کلسیم و آهن

جدول تجزیه واریانس ۲ نشان داد که تیمارهای پتاسیم در میزان پتاسیم، کلسیم و آهن ریشه و پتاسیم بخش هوایی اثر معنی‌دار داشت، ولی اثر آن در میزان کلسیم و آهن بخش هوایی معنی‌دار نبود. اثر اسیدیته و برهم‌کنش پتاسیم و اسیدیته فقط در میزان پتاسیم ریشه و بخش هوایی معنی‌دار بود، بر میزان عناصر آهن و کلسیم ریشه و بخش هوایی اثر معنی‌دار نداشت. مطابق جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) در ریشه، تیمار گلاکونیت بالاترین میزان پتاسیم را نسبت به دو تیمار دیگر داشت، اما در بخش هوایی تفاوت میزان پتاسیم دو تیمار هوگلند و گلاکونیت معنی‌دار نبود. میزان پتاسیم در بخش هوایی در تیمارهای هوگلند و گلاکونیت نسبت به تیمار فاقد پتاسیم به صورت معنی‌داری بیش‌تر بود. این نتایج آشکار می‌سازد که تیمار گلاکونیت پتاسیم کافی برای رشد گیاه را به محیط کشت هوگلند آزاد کرده است. افزایش اسیدیته پتاسیم ریشه را به طور معنی‌داری افزایش داد، اما اثر اسیدیته در بخش هوایی معنی‌دار نبود. در بخش هوایی بیش‌ترین میزان کلسیم در تیمار هوگلند مشاهده شد و میزان کلسیم بخش هوایی هر دو تیمار گلاکونیت و فاقد پتاسیم به صورت معنی‌داری از تیمار هوگلند کم‌تر بود. میزان کلسیم ریشه تیمارهای مختلف پتاسیم تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. کاهش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

اسیدیته نیز در میزان کلسیم ریشه و بخش هوایی اثر معنی‌دار نداشت. افزودن گلاکونیت به محیط کشت هوگلند فاقد پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار آهن ریشه شد، به طوری که میزان آهن تیمار گلاکونیت به صورت معنی‌داری از دو تیمار دیگر پتاسیم بیش‌تر بود. مقدار آهن در بخش هوایی تیمارهای پتاسیم در گیاه تفاوت معنی‌داری نداشت، اما آهن ریشه در تیمار گلاکونیت نسبت به دو تیمار دیگر پتاسیم بیش‌تر بود. این امر نشان می‌دهد که احتمالاً گلاکونیت با آزادسازی آهن، سطح آهن محیط ریشه گیاه را افزایش داده و منجر به انباشتگی بیش‌ترآن در ریشه گیاه شده است. علائم سمیت آهن یا آلومینیوم و کاهش رشد در تیمار گلاکونیت نسبت به دو تیمار دیگر پتاسیم مشاهده نشد. برهم‌کنش تیمارهای پتاسیم و اسیدیته در میزان پتاسیم مشخص کرد که کم‌ترین میزان پتاسیم در ریشه و بخش هوایی در تیمار فاقد پتاسیم دیده شد. این امر کاهش رشد تیمار هوگلند فاقد پتاسیم را نسبت به دو تیمار دیگر پتاسیم توجیه می‌کند (شکل ۲). کاهش رشد و سوختگی نوک و حاشیه برگ در کمبود پتاسیم در گیاهان مختلف گزارش شده است (Marschner, 2012; Prajapati and Modi, 2012).

جدول ۲: مقایسه میانگین مقادیر پتاسیم، کلسیم، آهن در واکنش به تیمارهای پتاسیم و اسیدیته به صورت جداگانه در بخش هوایی و ریشه گیاه

تیمارها	میزان پتاسیم (میلی‌گرم در گرم بافت خشک)		میزان کلسیم (میلی‌گرم در گرم بافت خشک)		میزان آهن (میلی‌گرم در گرم بافت خشک)	
	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی
سطوح پتاسیم						
هوگلند	۱۱/۵۵ b	۲۴/۸۸ a	۵۵/۰۵ a	۳۱/۲۸ a	۱/۲۲b	۰/۰۷۸ a
فاقد پتاسیم	۰/۱۵c	۰/۸۱ b	۳۹/۹۲ a	۲۷/۷۹ b	۰/۹۲b	۰/۱۵۸ a
گلاکونیت	۱۳/۵۱a	۲۶/۵۹ a	۴۴/۲۲a	۲۹/۱۴b	۱/۸۵ a	۰/۰۵۲a
سطوح اسیدیته						
۶	۷/۸۴ b	۱۶/۷۷ a	۴۷/۰۴ a	۳۰/۵۳ a	۱/۵۳a	۰/۱۱۵ a
۷/۵	۸/۹۷ a	۱۸/۱۲ a	۴۵/۷۵ a	۲۸/۲۸ a	۱/۱۳a	۰/۰۷۸a
منبع تغییرات	**سطح احتمال معنی‌داری**					
پتاسیم	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۱۴	<۰/۰۵	۰/۲۶
اسیدیته	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۵۶	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۵۰
پتاسیم×اسیدیته	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۸۹	۰/۵۳	۰/۲۳	۰/۶۲

داده‌های هر ستون که حداقل در یک حرف با هم مشترک هستند با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

میزان پتاسیم ریشه و بخش هوایی تیمارهای هوگلند و گلاکونیت در اسیدیته ۶ تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در اسیدیته ۷/۵ مقدار پتاسیم تیمار گلاکونیت به طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار هوگلند بود. مقایسه تیمارهای اسیدیته نیز نشان داد که کاهش اسیدیته از ۷/۵ به ۶ فقط در تیمار گلاکونیت میزان پتاسیم ریشه و بخش هوایی را به طور معنی‌داری کاهش داد، اما در تیمار هوگلند و فاقد پتاسیم اثر معنی‌داری نداشت. آزادسازی و جذب فسفر بیش‌تر با ترشح میزان کربوکسیلات بالاتر در اسیدیته قلیایی نسبت به اسیدیته خنثی و اسیدی در گیاه لوپین گزارش شده است (Robles-Aguilar *et al.*, 2018). به علاوه، کاهش اسیدیته محلول غذایی در میزان آهن و کلسیم گیاهان تیمار شده با هوگلند کامل اثر معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد که کاهش اسیدیته در تیمار گلاکونیت با اثر بر مقدار آزادسازی برخی عناصر معدنی و جذب و انتقال احتمالی آن‌ها بر رشد گیاه اثر گذاشته است.

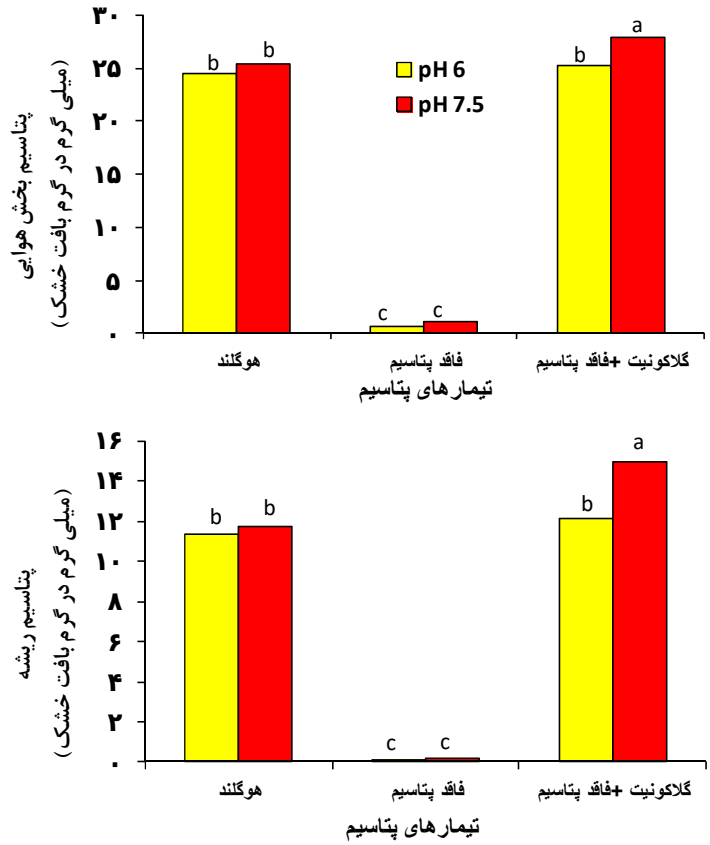
میزان پروتئین محلول، اسیدهای آمینه، نشاسته، قندهای محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی

تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای پتاسیم بر مقدار پروتئین محلول، قندهای محلول، نشاسته، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها در ریشه و بخش هوایی و اسیدهای آمینه ریشه معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر اسیدیته بر میزان پروتئین محلول بخش هوایی، قندهای محلول ریشه و بخش هوایی، نشاسته ریشه معنی‌دار بود. برهم‌کنش اسیدیته و پتاسیم نیز تنها بر میزان پروتئین محلول بخش هوایی، قندهای محلول ریشه، نشاسته ریشه و بخش هوایی، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها معنی‌دار بود. برهم‌کنش تیمارهای پتاسیم و اسیدیته نشان داد که کم‌ترین میزان پروتئین محلول در هر دو بخش ریشه و هوایی در تیمار فاقد پتاسیم دیده شد (شکل ۳). افزایش اسیدیته میزان پروتئین محلول را در ریشه تیمار فاقد پتاسیم کاهش داد. در اسیدیته ۶ بین تیمارهای گلاکونیت و هوگلند تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین محلول ریشه دیده نشد، اما در اسیدیته ۷/۵ میزان پروتئین محلول تیمار هوگلند بیش‌تر از تیمار گلاکونیت بود. در بخش هوایی میزان پروتئین محلول تیمار گلاکونیت در هر دو تیمار اسیدیته بیش‌تر از تیمار هوگلند بود. محققان مختلف اهمیت غلظت کافی پتاسیم در سنتز پروتئین را گزارش کرده‌اند (Marschner, 2012; Prajapati and Modi, 2012). در کمبود پتاسیم میزان پروتئین کاهش یافته و در عوض مقدار آمیدها و اسیدهای آمینه و نیترات تجمع می‌یابد (Patil, 2011). افزایش اسیدیته میزان پروتئین محلول در بخش هوایی را در هر دو تیمار گلاکونیت و هوگلند به صورت معنی‌داری زیاد کرد. فقدان پتاسیم در محیط کشت هوگلند مقدار اسیدهای آمینه کل را به طور معنی‌داری در بخش هوایی افزایش داد، به طوری‌که میزان اسیدهای آمینه کل تیمار هوگلند فاقد پتاسیم بیش‌تر از دو تیمار هوگلند و گلاکونیت بود. افزایش مقدار اسیدهای آمینه در کمبود پتاسیم در سویا نیز گزارش شده است (Patil, 2011). تیمارهای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

پتاسیم اثری در اسیدهای آمینه کل ریشه نداشت. کاهش اسیدیته نیز اثری بر میزان اسیدهای آمینه کل چه در بخش هوایی و چه در ریشه نداشت.



شکل ۲: مقایسه اثر تیمارهای پتاسیم و اسیدیته بر میزان پتاسیم در ریشه و بخش هوایی

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول مقایسه میانگین نشان داد که میزان قندهای محلول و نشاسته در ریشه و در بخش هوایی با افزودن گلاکونیت به محیط کشت هوگلند فاقد پتاسیم به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای هوگلند و هوگلند فاقد پتاسیم افزایش یافت، به طوری که میزان قندهای محلول و نشاسته در این تیمار پتاسیم به صورت معنی‌داری بیش‌تر از تیمار هوگلند بود (جدول ۳). کاهش اسیدیته باعث کاهش میزان قندهای محلول در بخش هوایی گردید، برعکس در ریشه کاهش اسیدیته باعث افزایش معنی‌دار میزان قندهای محلول شد. میزان نشاسته ریشه نیز با کاهش اسیدیته، کاهش یافت، هر چند در بخش هوایی اسیدیته اثر معنی‌داری در میزان نشاسته نداشت. برهم‌کنش پتاسیم و اسیدیته نشان داد که در ریشه و بخش هوایی و در هر دو اسیدیته بیش‌ترین میزان نشاسته در تیمار گلاکونیت وجود داشت (شکل ۴). کم‌ترین میزان نشاسته نیز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

در هر دو اسیدیته در ریشه و بخش هوایی تیمار فاقد پتاسیم دیده شد. کاهش فعالیت آنزیم سازنده نشاسته به نام استارچ سینتاز (Marschner, 2012) در کمبود پتاسیم در نیشکر با استفاده از کود پتاس گزارش شده است (جعفرنژادی، ۱۳۹۲). کاهش اسیدیته باعث کاهش میزان نشاسته بخش هوایی تیمارهای گلاکونیت و هوگلند شد.

جدول ۳: مقایسه میانگین مقادیر پروتئین محلول و اسیدهای آمینه کل قندهای محلول، نشاسته در ریشه و مختلف و رنگیزه‌ها در برگ گیاه در واکنش به تیمارهای پتاسیم و اسیدیته به صورت جداگانه

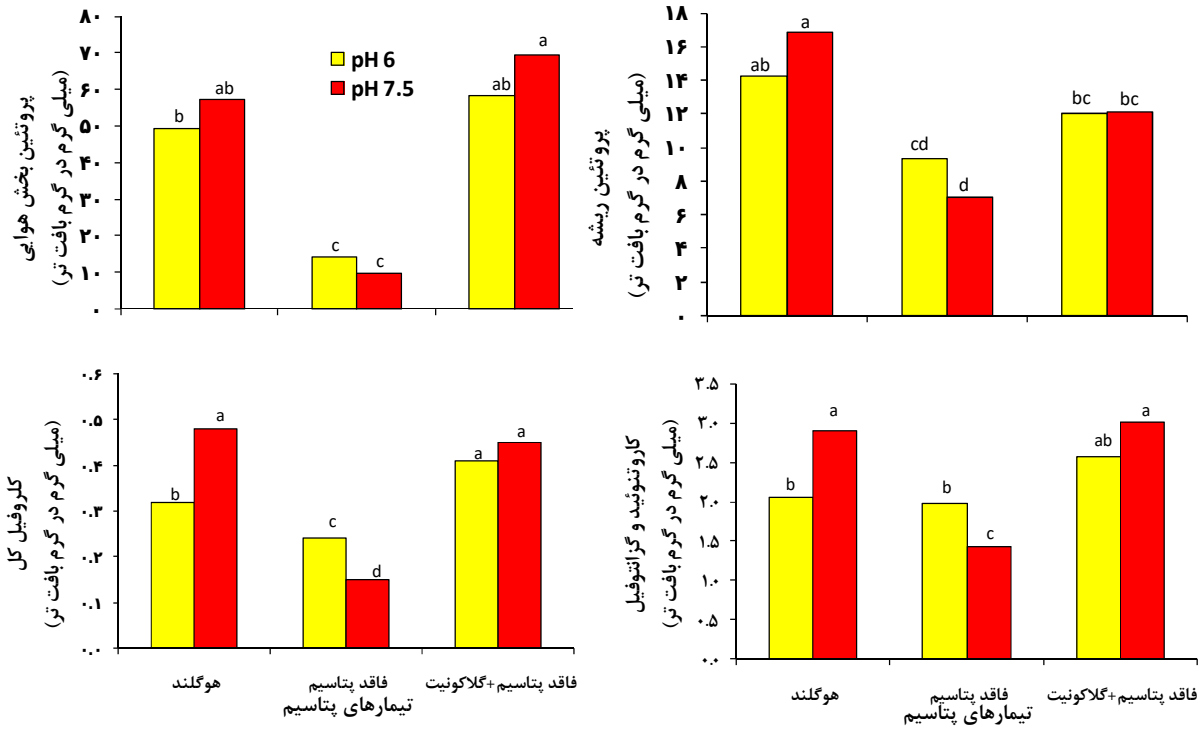
تیمار	پروتئین محلول (میلی‌گرم در گرم بافت تر)		اسید آمینه کل (میلی‌گرم در گرم بافت تر)		قندهای محلول (میلی‌گرم در گرم بافت تر)		نشاسته (میلی‌گرم در گرم بافت تر)		کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم بافت تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم بافت تر)
	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی		
سطوح پتاسیم										
هوگلند	۱۵/۵۷^{a}	۵۳/۲۸^{b}	۱/۶۰^{a}	۰/۷۶^{b}	۰/۵۲^{b}	۲/۳۱^{b}	۴/۲۰^{b}	۶/۴۲^{b}	۰/۳۹^{a}	۲/۴۸^{a}
فاقد پتاسیم	۸/۲۲^{c}	۱۱/۹۷^{c}	۱/۴۹^{a}	۳/۳۶^{a}	۰/۳۳^{c}	۱/۴۰^{c}	۱/۸۱^{c}	۲/۲۶^{c}	۰/۱۹^{b}	۱/۷۰^{b}
گلاکونیت	۱۲/۰۶^{b}	۶۳/۸۷^{a}	۱/۲۱^{a}	۰/۸۲^{b}	۱/۰۶^{a}	۳/۴۳^{a}	۶/۱۱^{a}	۸/۶۶^{a}	۰/۴۳^{a}	۲/۷۹^{a}
سطوح اسیدیته										
۶	۱۱/۸۷^{a}	۴۰/۵۸^{b}	۱/۴۲^{a}	۱/۳۸^{a}	۰/۸۱^{a}	۲/۰۹^{b}	۳/۸۵^{b}	۵/۶۹^{a}	۰/۳۲^{a}	۲/۲۰^{a}
۷/۵	۱۲/۰۳^{a}	۴۵/۵۰^{a}	۱/۴۴^{a}	۱/۹۱^{a}	۰/۴۸^{b}	۲/۶۷^{a}	۴/۲۳^{a}	۵/۸۷^{a}	۰/۳۶^{a}	۲/۴۵^{a}
منبع تغییرات	**سطح احتمال معنی‌داری**									
پتاسیم	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۱۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱
اسیدیته	۰/۸۹	<۰/۰۵	۰/۸۶	۰/۰۹	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۶
پتاسیم×اسیدیته	۰/۲۵	<۰/۰۵	۰/۴۱	۰/۰۷	<۰/۰۱	۰/۱۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱

میانگین‌ها در هر ستون که حداقل در یک حرف با یکدیگر با هم مشترک هستند با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

نتایج ما نشان داد که گیاهان تیمار شده با گلاکونیت از جهت سنتز پروتئین، قندهای محلول و نشاسته نسبت به گیاهان تیمار شده با هوگلند کامل شرایط بهتری داشتند. این امر ممکن است نرم و قابل نفوذ کردن محیط کشت شنی برای ریشه گیاهان، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شن، آزادسازی برخی از عناصر معدنی دیگر مانند آهن و افزایش ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت شنی مربوط باشد. کریمی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعات خود با گیاه زیتون دریافتند که گلاکونیت توان آزادسازی پتاسیم را دارد و باعث بهبود صفات رشد در گیاهان دارای کمبود پتاسیم می‌شود (Karimi *et al.*, 2011). به غیر از ریشه گیاهان تیمار شده با هوگلند کامل، میزان کلسیم ریشه و بخش هوایی هیچ یک از گیاهان در تیمارهای مختلف پتاسیم تفاوت معنی‌دار نداشت، این امر نشان می‌دهد که ایجاد محیط قلیایی در محیط ریشه با کربنات کلسیم اثر چندانی در تیمارهای مختلف نداشت. همچنین رحیم‌زاده (۱۳۹۲)، با اثر باکتری‌های سیلیکاتی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

(SDB) در افزایش جذب پتاسیم توسط کلزا و هوازدگی کانی گلاکونیت در شرایط گلخانه‌ای دریافتند که میزان آزادسازی پتاسیم از پودر ماسه سنگ گلاکونیتی با استفاده از این باکتری‌ها افزایش یافته و باعث افزایش وزن تر و خشک کل و نیز میزان پتاسیم گیاه کلزا در مقایسه با گیاهانی که بدون تیمار باکتری بودند، گردید.



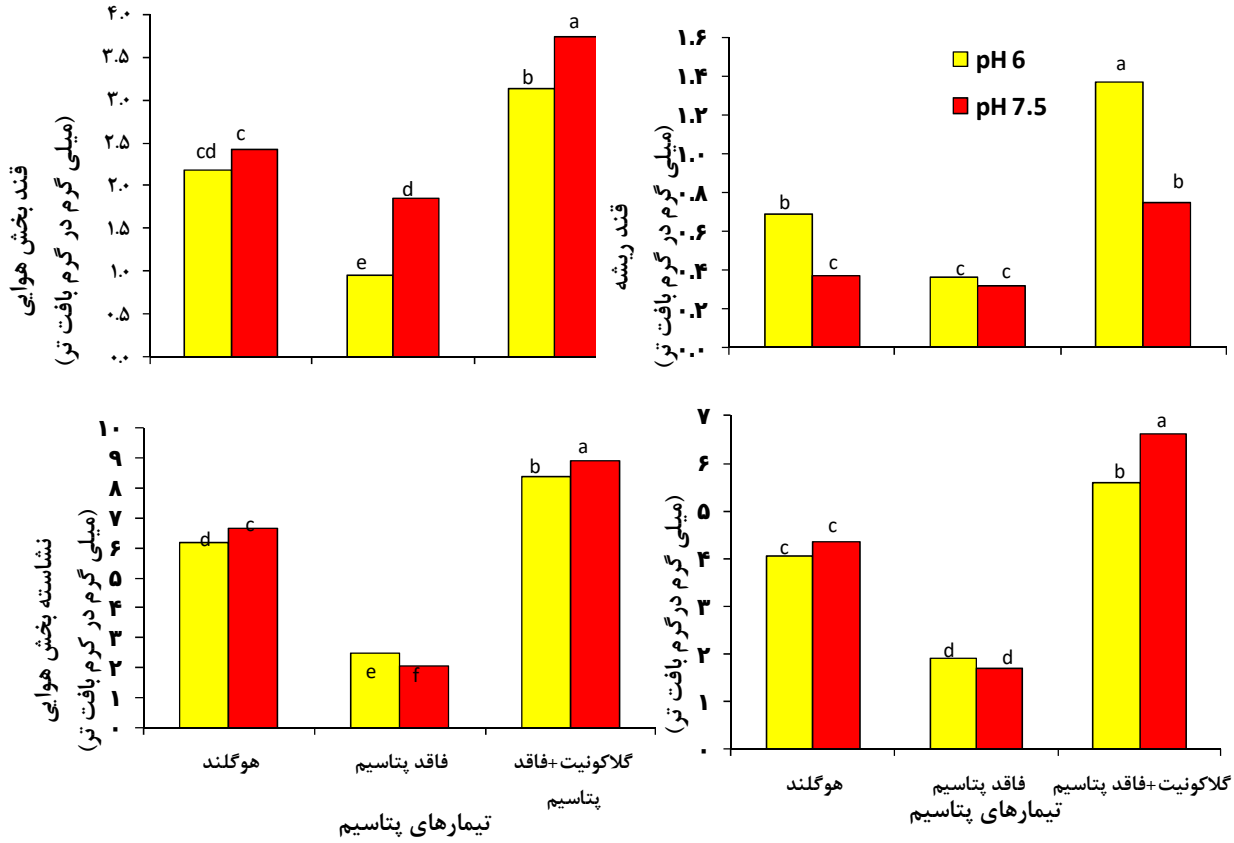
شکل ۳: مقایسه اثر تیمارهای پتاسیم و اسیدیته بر پروتئین محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی در ریشه و بخش هوایی

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول مقایسه میانگین نشان داد که میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها در تیمار فاقد پتاسیم نسبت به دو تیمار دیگر پتاسیم به صورت معنی‌داری کم‌تر بود (جدول ۳). دو تیمار هوگلند و گلاکونیت در میزان کلروفیل کل و میزان کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نداشتند. کاهش اسیدیته اثر معنی‌داری در دیگر رنگدانه‌ها نداشت. برهم‌کنش تیمارهای پتاسیم و اسیدیته مقدار رنگدانه‌ها را نشان می‌دهد. تیمار گلاکونیت بیش‌ترین میزان کلروفیل کل و میزان کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها را داشت و کاهش اسیدیته اثر معنی‌داری در این تیمار نداشت (شکل ۳). میزان کلروفیل کل و میزان کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها در تیمار هوگلند با اسیدیته ۶ به صورت معنی‌داری کم‌تر از تیمار گلاکونیت بود و با کاهش اسیدیته به صورت معنی‌داری کاهش یافت. تیمار فاقد پتاسیم کم‌ترین میزان کلروفیل کل و میزان کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها را داشت و کلیه عوامل با کاهش اسیدیته به صورت معنی‌داری افزایش یافت. محققان دیگر نیز نشان داده‌اند که تغذیه پتاسیم کلروفیل و عمل کربن‌گیری را افزایش می‌دهد (Malakouti, and Homaee,

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

1995). پروتئین و قندهای محلول بخش هوایی و نشاسته ریشه و بخش هوایی با کاهش اسیدیته کم شد. در گیاهان تیمار شده با هوگلند کامل کاهش اسیدیته سبب کاهش پروتئین و نشاسته بخش هوایی، کلروفیل کل و کارتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها شد و در مقابل قندهای محلول ریشه را زیاد کرد. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش اسیدیته بر سرعت سنتز و تجزیه پروتئین‌های محلول و نشاسته در این دو تیمار اثر گذارده است. گزارشات متعددی حاکی از آن است که کاهش اسیدیته در محیط کشت شنی و یا هیدروپونیک سبب کاهش جذب منگنز و برخی کاتیون‌های دیگر می‌شود (Kane *et al.*, 1980; Islam *et al.*, 2006). همچنین در گیاهان گوجه فرنگی رشد یافته در محلول غذایی گزارش شده است که با افزایش اسیدیته بیش‌تر از شش میزان فسفر، آهن و منگنز کاهش می‌یابد (Dyśko *et al.*, 2009). در این پژوهش تغییرات تنش اکسیداتیو گیاه اندازه‌گیری نشده است، اما کاهش پروتئین، نشاسته و رنگدانه‌ها در گیاهان با کاهش اسیدیته محیط کشت در محلول هوگلند و گلاکونیت ممکن است به دلیل تحمیل کاهش غلظت برخی عناصر معدنی مانند کلسیم و القای تنش اکسیداتیو در گیاه باشد.



شکل ۴: مقایسه اثر تیمارهای پتاسیم و اسیدیته بر میزان قندهای محلول و نشاسته در ریشه و بخش هوایی

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.41.2.7]

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی مشخص شد که گلاکونیت توانایی آزادسازی پتاسیم را داشته و می‌تواند اثر ناشی از کمبود پتاسیم را در گیاه کلزا جبران نماید و تیمار گلاکونیت حتی در اسیدیته کم اثر نامطلوبی نداشت. البته میزان پتاسیم ماسه‌سنگ گلاکونیتی منطقه مراوه تپه پایین است، اما با توجه به هزینه‌های زیادی که صرف واردات کودهای پتاسیم می‌گردد، استفاده از پودر ماسه‌سنگ گلاکونیتی به عنوان کود پتاسه به ویژه در زمین‌های با اسیدیته بالاتر از هفت امکان‌پذیر و قابل توصیه است. برای تائید نتایج و میزان استفاده در مزرعه آزمایش‌های بیش‌تری مورد نیاز است.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه گلستان و ریاست محترم دانشکده علوم برای فراهم آوردن بودجه پژوهشی دانشجوی کارشناسی ارشد سپاسگزاری می شود. همچنین، نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از زحمات سرکار خانم مقدم برای مساعدت در کارهای آزمایشگاهی تشکر نمایند.

منابع

حبیبی، م.، عبدل‌زاده، ا.، امینی، آ.، صادقی پور، ح.ر. ۱۳۹۶. بررسی میزان آزادسازی پتاسیم و امکان استفاده از ماسه سنگ گلاکونیتی به عنوان کود پتاسی در کلزا و گندم. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. (۲)۷: ۱۰۳-۱۱۸

جعفرنژادی، ع. ۱۳۹۲. منابع مختلف کودهای (*Saccharum officinarum* L) بررسی واکنش عملکرد نیشکر به منابع مختلف کودهای پتاسیمی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. (۵)۱۹: ۶۱-۷۱.

جمالی، ج.، انتشاری، ش.، حسینی، م. ۱۳۹۱. تاثیر عناصر پتاسیم و روی بر تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. (۴)۱۴: ۳۷-۴۴.

رحیم زاده ن. ۱۳۹۲. تأثیر باکتری‌های سیلیکاتی (SDB) در افزایش جذب پتاسیم توسط کلزا و هوازدگی کانی گلاکونیت تحت شرایط گلخانه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، علوم خاک گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ص ۹۴.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

شمالی، ر.، عبدل زاده، ا.، حدادچی، غ. صادقی‌پور، ح. ر.. ۱۳۸۶. تاثیر مقادیر پتاسیم و آهن بر رشد، میزان تجمع یون‌ها و برخی صفات بیوشیمیایی گیاه برنج (رقم طارم). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان. ۱۴(۵): ۶۴-۷۷.

Amtmann, A., Troufflard, S., Armengaud, P. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. Physiologia Plantarum, 133: 682–691.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in (Beta Vulgaris). Plant Physiology, 24: 1-15

Asare, E., and Scarisbrick, D.H. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crop Research, 44 (1): 41-46.

Bidhan, Ch. 2001. Techno market survey on technologies. For Agricultural Application of Glauconite. A potash mineral, Tifac Publication, New Delhi.

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analitycal Biochemistry, 72: 248-254

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168: 521–530.

Carmody, O. 2001. Why grow canola in the central grain belt. Bulliten 4492, Agricultural Western Australia, South Perth, Australia.

Dyśko J, Kowalczyk W and Kaniszewski S, 2009. The influence of pH of nutrient solution on yield and nutritional status of tomato plants grown in soilless culture system. Vegetable Crops Research Bulletin, 70: 59-69

Islam AKMS, Edwards DG and Asher CJ, 1980. pH optima for crop growth. Results of a flowing solution culture experiment with six species. Plant and Soil, 54: 339-357.

Kane CD, Jasoni RL, Peffley EP, Thompson LD, Green CJ, Pare P and Tissue D, 2006. Nutrient solution and solution pH influences on onion growth and mineral content. Journal of Plant Nutrition, 29: 375-390.

Karimi, E., Abdolzadeh, A., Sadeghipour, H.R and Amini, A. 2011. The potential of glauconitic sandstone as a potassium fertilizer for olive Plants. Archives of Agronomy and Soil Science, 1–11.

Leofoond and Stanley. 1993. Industrial mineral and rock, American Institute of mining, metallurgical and petroleum engineers, Inc, vol 2, 5 th edtion, 1446 p.

Levchenko, E., Ptyk-Kara, N., Levchenko, M. 2008. Glauconite deposits of Russia: Perspectives of development. In: Abstracts. International Geological Congress, Oslo, 6–14 August 2008. http://www.cprm.gov.br/33IGC/1259.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

Malakouti, M.J., and Homaee, M. 1995. Soil Fertility in Arid Regions. Tarbiate Modarres University Press. 580pp.

Marschner P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier. 643p.

Mecready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H.S. 1950. Determination of starch and amylase in vegetables. Analytical Chemistry, 22(9): 1156-1158.

Patil, R.B. 2011. Role of potassium humate on growth and yield of soybean and black gram. International Journal of Pharma and Bio sciences, 2(1) 242-246.

Prajapati, K., and Modi, H.A. 2012. The importance of potassium in plant growth – a review. Indian Journal of Plant Sciences, ISSN: 2319-3824

Rao, C.S., Rao, A.S. 1999. Characterization of indigenous glauconitic sandstone for its potassium-supplying potential by chemical, biological, and electroultrafiltration methods. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 30(7):1105–1117.

Rawlley, R.K. 1994. Mineralogical investigations on Indian glauconitic sandstone of Madhya Pradesh state. Applied Clay Science, 8:449–465.

Robles-Aguilar, A.A., Pang, J., Postma, J.A., Schrey, S.D., Lambers, H., Jablonowski, N.D. 2018. The effect of pH on morphological and physiological root traits of Lupinus angustifolius treated with struvite as a recycled phosphorus source. Plant and Soil, 1-14.

Rudmin, M., Oskina, Y., Banerjee, S., Mazurov, A., Soktoev, B., Shaldybin, M. 2018. Roasting-leaching experiments on glauconitic rocks of Bakchar ironstone deposit (Western Siberia) for evaluation their fertilizer potential. Applied Clay Science, 162:121-128.

Shekhar, S., Mishra, D., Agrawal, A., Sahu, K.K. 2017. Physico-chemical treatment of glauconitic sandstone to recover potash and magnetite, Journal of Cleaner Production, 147:681-693.

Walker, D.J., Leigh, R.A., Miller, A.J. 1996. Potassium homeostasis in vacuolate plant cells. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 93: 10510–10514.

Yemm, E.W., and Cocking, E.C. 1976. The determination of amino-acids by ninhydrin. Analyst, 80: 209-213.

Zhao, D., Hao, Z., Wang, J., Tao, J. 2013. Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.), Scientia Horticulturae, 154:45-53.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]

Investigation the effect of glauconitic sandstone on growth, nutrients content and some physiological factors of canola plant grown under two different pH levels

M. Habibi[1], A. Abdolzadeh*[2], A. Aminei[3] and H. R. Sadeghipour[4]

1) MSc. OfDepartment of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran.
2) Professor of Department of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran.
3) Associate Professor of Department of Biology, Golestan University, Gorgan, Iran.
4) Associate Professor of Department of Geology, Golestan University, Gorgan, Iran.

***Corresponding author: ah_ab99@yahoo.com**

This article is extracted from master's thesis.

Received date: 2018.10.24 **Accepted date: 2019.01.26**

Abstract

One of the most intensive fertilizers in our country is Potassium and Glauconite sand stone may be one of the alternatives established of potassium. The present research was conducted with the aim of investigation the effects of glauconitic sandstone used as potassium fertilizer for canola plants and potential of potassium release and iron toxicity. The plants cultivation was carried out as an completely randomized experiment based on factorial design in growth chamber in the form of pot cultivation in sand culture. The first factor was potassium and in three levels including Hoagland without potassium + glauconitic sandstone powder, Hoagland with potassium and Hoagland without potassium and the second factor was pH of culture medium at two levels of 6 and 5.7. Potassium was used as potassium nitrate and glauconitic sandstone powder was mixed with washed sand before planting. The results indicated that potassium deficiency in treatment without potassium caused severe reduction in growth traits, content of potassium , soluble protein in aerial organs , soluble sugars, starch and chlorophyll a and total chlorophyll and increased total amino acids. Application of glauconitic by releasing potassium could compensate potassium shortage at plant growth environment so that the plants treated with Hoagland without potassium + glauconite sand stone powder did not indicated any significant difference in potassium content and many growth traits such as total fresh and dry mass with Hoagland treated with potassium. Iron content of canola root in Hoagland treatment was higher than to two other potassium treatments however, pH reduction from 5.7 to 6 did not increase iron content of the plants. The reduction of pH of Hoagland and glauconite treatments decrease of protein, starch and chlorophyll contents and led to plants growth. The results indicated that glauconitic sandstone powder has certain potential to release potassium. Without considering pH of nutrient solution, no toxicity symptom was observed in canola plants following glauconite sand stone application.

Keywords: Potassium fertilizer, Glauconite, pH and Iron.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.2.7]