بسم الله الرحمن

الرحيم

دانشکده : کشاورزی

گروه : علوم خاک

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر رشد و نمو خیار سبز

دانشجو : مجتبی قهرمانی

اساتید راهنما :

۱- دکتر علی عباسپور

۲- دکتر احمد گلچین

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهر ماه ۱۳۹۳

هرچند کوچک

تقدیم به پدر و مادر

مهربانم

به نام یگانه هستی

"من لم یشکرالمخلوق، لم یشکر الخالق"

تشکر وقدر دانی

نعمت های الهی افزون، زبان قاصر و عذر تقصیر فراوان. شکر و سپاس خالق هستی را که توفیق انجام این تحقیق را به بنده ناچیز ارزانی داشت. برای یک مخلوق هیچ سعادتی بهتر از لطفخالق نیست. برای یک شاگرد هیچ نعمتی بهتر از اساتید خوب نیست. آنچه پیش می آید، مختصری است به رسم ادب، نه آنچه که باید، بلکه چنانکه از عهده برآید.

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر احمد گلچین و دکتر علی عباسپور به خاطر راهنمایی های ارزنده علمی و عملی و مساعدت های لازم در تمام مراحل تحقیق، اعم از نگارش با صبر شکیبایی فراوان، زحمت های زیادی را متحمل می شدند و نقش مهم و ستونی ایفا می نمودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

از حسن توجه و نظرات ارزنده اساتید محترم داوران جناب آقای دکتر شاهسونی و دکتر قربانی کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از جناب اقای دکتر نادری نماینده تحصیلات تکمیلی به پاس حضورشان تشکر می نمایم.

از مدیریت گروه علوم خاک دانشگاه شاهرود و دانشگاه زنجان جناب آقای دکتر اژدری و دکتر واعظی که در انجام این تحقیق مساعدت وافری داشتند، متشکرم

از مدیریت ازمایشگاهی دانشگاه زنجان اقای مهندس بیات و سرکار خانم حسینی نهایت تشکر ا دارم

از خانواده عزیزم که در تمام مراحل زندگی پشتیبان بنده بوده اند کمال قدر دانی می کنم و دستان پر محبت شان را بوسه می کنم.

از دوستان بسیار خوبم جناب آقای مهندس ارسلان شریفی و مهندس امیریان به پاس حضورشان در جلسه دفاع تقدیر و تشکر می نمایم.

در نهایت از همسر عزیزم که در مراحل نگارش و سختی های مسیر زندگی پشتیبان من بوده اند صمیمانه تقدیر و تشکر می کنم.

با سپاس فراوان

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر صفات کمی و کیفی و غلظت عناصر در خیار سبز رقم پویا F1 یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی شامل سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، سیلیسیم (۰، ۱، ۵ میلی-گرم در لیتر) و باکتری‌های حل کننده فسفات (B_0 و B_1) شامل تلقیح و بدون تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۱ به صورت کشت در گلدان-های حاوی ۶ کیلوگرم خاک به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه خیار سبز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. با افزایش میزان کود نیتروژن، میزان کلروفیل برگ افزایش ولی عملکرد میوه و میانگین طول، وزن و قطر تک میوه کاهش یافت. افزایش مصرف نیتروژن به مقدار ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک نه تنها باعث عملکرد نشد بلکه باعث کاهش عملکرد گردید ولی بیشترین عملکرد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک بدست آمد. همچنین افزایش سیلیسیم در محیط رشد باعث افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد خیار سبز شد. به طوری که بیشترین عملکرد میوه از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم بدست آمد. اثر تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد و شاخص‌های رشد در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. به طوری که تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد خیار سبز شد. بیشترین عملکرد از تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات اندازه-گیری شد. افزایش غلظت نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم و کاهش غلظت فسفر، منیزیم وسیلیسیم شد. افزایش غلظت سیلیسیم غلظت آهن و منگنز و سیلیسیم را افزایش وغلظت مس را کاهش داد. هم چنین تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن و منگنز را در برگ خیار سبز افزایش، ولی غلظت کلسیم، مس و روی را کاهش داد.

کلمات کلیدی: خیار سبز، سیلیسیم، نیتروژن، باکتریهای حل کننده فسفات،

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱۱

۱-۱- مقدمه ۱۲

۱-۲- تاریخچه کشت خیار سبز ۱۳

۱-۳- ارزش غذایی خیار سبز ۱۴

۱-۴- مشخصات گیاه شناسی خیار سبز ۱۵

۱-۵- جوانه زنی بذر خیارسبز ۱۷

۱-۶- اهمیت اقتصادی خیار سبز ۱۸

۱-۷- عوامل مؤثر بر میزان عملکرد خیار سبز ۱۸

۱-۸- نیتروژن : ۲۰

۱-۹- مکانیزم های اتلاف نیتروژن ۲۰

۱-۱۰- نقش نیتروژن در گیاه ۲۲

۱-۱۱- نقش سایر عناصر در گیاه : ۲۲

۲-فصل دوم ۲۷

۲-۱- نیتروژن ۲۸

۲-۲- اشکال نیتروژن در خاک: ۲۹

۲-۳- نیتروژن در خاک: ۳۰

۲-۴- آمینه شدن (آمینیزاسیون) ۳۱

۲-۵- آمونیاک سازی ۳۱
۲-۶- نیترات سازی ۳۲
۲-۷- منبع عمده تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه ۳۳
۲-۸- نیتروژن در گیاه ۳۳
۱-۱- نقش نیتروژن در فیزیولوژی گیاه: ۳۴
۲-۹- کمبود نیتروژن در گیاه: ۳۶
۲-۱۰- نقش نیتروژن در رشد و عملکرد گیاهان ۳۶
۲-۱۱- تأثیر نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی برگ ۳۸
۲-۱۲- سمیت نیتروژن در گیاه ۳۸
۲-۱۳- آلودگی نیترات ناشی از مصرف بی رویه کود های شیمیایی ۳۹
۲-۱۴- میزان تجمع نیترات در محصولات کشاورزی ۳۹
۲-۱۵- شکل های قابل جذب نیتروژن به وسیله گیاه ۴۳
۲-۱۶- نقش سیلیسیم در گیاه ۴۴
۲-۱۷- فرم قابل جذب سیلیسیم در گیاه ۴۵
۲-۱۸- نقش باکتریهای حل کننده فسفات ۴۹
۳-فصل سوم ۵۵
۳-۱- زمان و مکان انجام تحقیق ۵۶
۳-۲- طرح آزمایشی مورد استفاده ۵۶
۳-۳- تهیه بذر خیار ۵۷
۳-۴- محیط کشت و نحوه تهیه تیمار های آزمایشی ۵۷

۳-۵- نحوه تهیه تیمارهای آزمایشی ۵۸
۳-۶- کاشت بذر خیار سبز در گلدان ۵۹
۳-۷- اعمال تیمارهای آزمایشی ۵۹
۳-۸- برداشت و اندازه گیری برخی از صفات گیاه ۵۹
۳-۸-۱- اندازه گیری شاخص کلروفیل در برگ ۶۰
۳-۸-۲- اندازه گیری سطح برگ ۶۰
۳-۸-۳- اندازه گیری عملکرد ۶۰
۳-۸-۴- طول میوه ۶۰
۳-۸-۵- قطر میوه ۶۰
۳-۸-۶- تعداد میوه ۶۰
۳-۸-۷- طول بوته ۶۱
۳-۸-۸- اندازه گیری وزن تک میوه ۶۱
۳-۹- تجزیه شیمیایی بافت های گیاهی ۶۱
۳-۹-۱- آماده سازی نمونه های برگ و میوه برای اندازه گیری عناصر غذایی ۶۱
۳-۹-۲- اندازه گیری عناصر کم مصرف و پر مصرف گیاه به روش هضم تر با اسید سولفوریک- اسید سالیسیک و آب اکسیژنه ۶۱
فصل چهارم ۶۵
۴-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص های رشد ۶۶
۴-۱-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن بر عملکرد خیار سبز ۶۶
۴-۱-۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر عملکرد خیار ۶۷
۴-۱-۳- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر عملکرد خیار سبز ۶۸

۴-۱-۴- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر عملکرد گیاه ۶۹
۴-۱-۵- تأثیر فاکتور نیتروژن بر سطح برگ ۷۰
۴-۱-۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر سطح برگ ۷۱
۴-۱-۷- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ ۷۲
۴-۱-۸- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر سطح برگ ۷۲
۴-۱-۹- تأثیر فاکتور نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ خیار سبز ۷۳
۴-۱-۱۰- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر شاخص کلروفیل برگ گیاه ۷۴
۴-۱-۱۱- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ گیاه ۷۵
۴-۱-۱۲- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر شاخص کلروفیل برگ گیاه ۷۶
۴-۱-۱۳- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر طول تک میوه خیار سبز ۷۷
۴-۱-۱۴- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر طول تک میوه خیار ۷۷
۴-۱-۱۵- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر طول تک میوه ۷۸
۴-۱-۱۶- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر طول تک میوه ۷۹
۴-۱-۱۷- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر قطر تک میوه ۸۰
۴-۱-۱۸- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر قطر تک میوه ۸۱
۴-۱-۱۹- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر قطر تک میوه ۸۱
۴-۱-۲۰- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر قطر تک میوه ۸۲
۴-۱-۲۱- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر وزن تک میوه ۸۳
۴-۱-۲۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر وزن تک میوه ۸۴
۴-۱-۲۳-تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر وزن تک میوه ۸۵

۴-۱-۲۴- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر وزن تک میوه ۸۵
۴-۱-۲۵- تأثیر فاکتور نیتروژن بر تعداد میوه خیار ۸۶
۴-۱-۲۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر تعداد تک میوه ۸۷
۴-۱-۲۷- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر تعداد میوه ۸۸
۴-۱-۲۸- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر تعداد میوه ۸۸
۴-۱-۲۹- تأثیر فاکتور نیتروژن بر تعداد برگ خیار سبز ۸۹
۴-۱-۳۰- اثر فاکتور سیلیسیم بر تعداد برگ خیار ۹۰
۴-۱-۳۱- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر تعداد برگ بوته ۹۰
۴-۱-۳۲- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر تعداد برگ گیاه ۹۱
۴-۲- تأثیر فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سیلیسیم، آهن، منگنز، مس) در برگ خیار ۹۸
۴-۲-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ خیار سبز ۹۸
۴-۲-۲- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ ۹۹
۴-۲-۳- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ ۱۰۰
۴-۲-۴- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ ۱۰۱
۴-۲-۵- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت فسفر برگ خیار سبز ۱۰۲
۴-۲-۶- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ ۱۰۳
۴-۲-۷- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ ۱۰۳
۴-۲-۸- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت فسفر برگ خیار ۱۰۴
۴-۲-۹- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ خیار سبز ۱۰۵
۴-۲-۱۰- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت پتاسیم برگ خیار ۱۰۵

۴-۲-۱۱- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ ۱۰۶
۴-۲-۱۲- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت پتاسیم برگ خیار ۱۰۶
۴-۲-۱۳- تأثیر فاکتور نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ خیار سبز ۱۰۷
۴-۲-۱۴- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ خیار ۱۰۸
۴-۲-۱۵- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ ۱۰۹
۴-۲-۱۶- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت کلسیم برگ خیار ۱۱۰
۴-۲-۱۷- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت منیزیم برگ خیار سبز ۱۱۱
۴-۲-۱۸- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلطت منیزیم برگ ۱۱۲
۴-۲-۱۹- تأثیر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ ۱۱۳
۴-۲-۲۰- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت منیزیم برگ خیار ۱۱۳
۴-۲-۲۱- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت منگنز برگ خیار سبز ۱۱۴
۴-۲-۲۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ خیار سبز ۱۱۵
۴-۲-۲۳- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ ۱۱۶
۴-۲-۲۴- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت منگنز برگ خیار ۱۱۶
۴-۲-۲۵- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت آهن برگ خیار سبز ۱۱۷
۴-۲-۲۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت آهن برگ خیار ۱۱۸
۴-۲-۲۷- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت آهن برگ خیار سبز ۱۲۰
۴-۲-۲۸- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت مس برگ خیار سبز ۱۲۱
۴-۲-۲۹- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز ۱۲۱
۴-۲-۳۰- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ خیار ۱۲۲

۴-۲-۳۱- تأثیر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ..... ۱۲۳

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۴-۱ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد خیار..... ۶۷

شکل ۴-۲ : تأثیر کاربردسطوح مختلف سیلیسیم بر عملکرد خیار ۶۸

شکل ۴-۳: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر عملکرد خیار ۶۹

شکل ۴-۴ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر میزان سطح برگ خیار ۷۱

شکل ۴-۵ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر میزان سطح برگ خیار..... ۷۱

شکل ۴-۶ :تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر میزان سطح برگ..... ۷۲

شکل ۴-۷: سطوح مختلف نیتروژن بر میزان شاخص کلروفیل برگ خیار سبز..... ۷۴

شکل ۴-۸: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر شاخص کلروفیل برگ..... ۷۵

شکل ۴-۹: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ..... ۷۵

شکل ۴-۱۰: تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر طول تک میوه..... ۷۷

شکل ۴-۱۱: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر طول تک میوه ۷۸

شکل ۴-۱۲: تأثیر کاربرد باکتریهای حل کننده فسفات بر طول تک میوه..... ۷۹

شکل ۴-۱۳: تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر قطر تک میوه..... ۸۰

شکل ۴-۱۴: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر قطر تک میوه..... ۸۱

شکل ۴-۱۵:تأثیر کاربرد باکتریهای حل کننده فسفات بر قطر تک میوه..... ۸۲

شکل ۴-۱۶: تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر وزن تک میوه..... ۸۴

شکل ۴-۱۷: : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر وزن تک میوه..... ۸۵

شکل ۴-۱۸ : تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر وزن تک میوه ۸۵

شکل ۴-۱۹ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد میوه در بوته ۸۷
شکل ۴-۲۰ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر تعداد میوه در بوته..... ۸۸
شکل ۴-۲۱ : تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر تعداد میوه در بوته..... ۸۸
شکل ۴-۲۲ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد برگ بوته..... ۹۰
شکل ۴-۲۳ :تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر تعداد برگ بوته ۹۱
شکل ۴-۲۴ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ..... ۹۸
شکل ۴-۲۵ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ..... ۹۹
شکل۴-۲۶:تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ ۱۰۱
شکل ۴-۲۷ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر غلظت فسفر برگ خیار..... ۱۰۲
شکل ۴-۲۸ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ خیار ۱۰۳
شکل ۴-۲۹ : تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ خیار..... ۱۰۴
شکل ۴-۳۰ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ خیار..... ۱۰۵
شکل۴-۳۱: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ خیار ۱۰۶
شکل ۴-۳۲ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ خیار سبز ۱۰۸
شکل ۴-۳۳ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ خیار ۱۰۹
شکل ۴-۳۴ : تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ خیار..... ۱۱۰
شکل ۴-۳۵ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منیزیم برگ خیار سبز..... ۱۱۲
شکل ۴-۳۶ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منیزیم برگ خیار..... ۱۱۲
شکل ۴-۳۷ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منگنز برگ خیار..... ۱۱۵
شکل ۴-۳۸ : تأثیر کاربردسطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ..... ۱۱۶
شکل ۴-۳۹ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت آهن برگ خیار..... ۱۱۸
شکل ۴-۴۰ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت آهن برگ خیار ۱۱۹
شکل ۴-۴۱ : تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت آهن برگ خیار ۱۱۹
شکل ۴-۴۲ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت سیلیسیم برگ خیار..... ۱۲۲

شکل ۴-۴۳ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز ۱۲۳
شکل۴-۴۴: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ..... ۱۲۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱: مقدار نیترات مجاز در سبزیهای مختلف ۴۲
جدول۳- ۱: : نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در این آزمایش..... ۵۶
جدول ۴-۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر و وزن تک میوه، تعداد میوه، تعداد برگ و عملکرد خیار سبز ..... Error! Bookmark not defined.
جدول ۴-۲: اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۲
جدول ۴-۳:اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۳
جدول ۴-۴: اثرات باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۴
جدول ۴-۵: اثر متقابل نیتروژن و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۴
جدول ۴-۶: اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۵
جدول ۴-۷: اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۶
جدول ۴-۸: اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز..... ۹۷

جدول ۴-۹: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیـــزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار سبز ۱۰۰
جدول ۴-۱۰ : اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت عناصربرگ خیار سبز..... ۱۲۵
جدول ۴-۱۱ : اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم ۱۲۵
جدول ۴-۱۲: اثر باکتریهای حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیـــزیم، منگنـــز، آهن، مس وسیلیسیم..... ۱۲۶
جدول ۴-۱۳ : اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیـــزیم، منگنـــز، آهن، مس و سیلیسیم..... ۱۲۶
جدول ۴-۱۴: اثر متقابل نیتروژن و باکتری های حل کننده فسفات بـــر غلظـــت نیتـــروژن، فســـفر، پتاســـیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم..... ۱۲۸
جدول ۴-۱۵ : اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتـــروژن، فســـفر، پتاســـیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم..... ۱۲۹
۴-۱۶: اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاســـیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم..... ۱۳۰

۱- فصل اول

مقدمه وکلیات

۱-۱- مقدمه

گیاهان برای رشد نیاز به ۱۶عنصر غذایی دارند که این عناصر را از آب، هوا، خاک و کودها دریافت می کنند. در ابتدای فصل رشد به مقدار کمی از این عناصر نیاز است. سپس نیاز گیاهان با رشد گیاه افزایش می یابد. برای مدیریت کشت های گلخانه ای باید غلظت عناصر غذایی را در خاک مورد گیاه مورد نظر بدانیم. با دانستن این غلظت ها پرورش دهندگان می توانند عملکرد و رشد محصولاتشان را کنترل کنند (جورج[1] و همکاران، ۲۰۰۹). خیار سبز یکی از مهمترین محصولات گلخانه ای محسوب می شود، که توسعه روش های نوین پرورش آن، می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهره وری و تولید این محصول داشته باشد (توزل[2] و همکاران،۲۰۰۱). عوامل مختلفی روی عملکرد خیارنقش دارند که از جمله آن عوامل می توان به تغذیه متعادل اشاره نمود. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می باشد. نیتروژن در گیاهان بالاترین غلطت را داشته و گلوگاه رشد است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به طوری که کمبود آن بیشتر از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. برای تولید اقتصادی محصولات مختلف و تامین نیازغذایی جامعه، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه ای برخوردار است. (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳ هیلل[3] و همکاران، ۲۰۰۵). توزیع بیش از حد کودهای شیمیایی با قیمت ارزان باعث می شود که کشاورزان با مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه در خاک ومحلول غذایی در پی افزایش عملکرد محصول باشند و این امر باعث بروز عوامل بسیاری ازجمله، آلودگی آب های زیر زمینی، برهم خوردن تعادل عناصر غذایی و خاک، افت کیفیت محصولات، کاهش کیفیت انبار داری محصولات و هدر رفتن بخش عظیمی از سرمایه ملی را به همراه دارد. از طرفی مصرف بیش از حد کودهای حاوی نیتروژن، سلامتی انسان به خصوص کودکان را تهدید می کند زیرا گیاه، نیتروژن اضافی را جذب نموده و تجمع نیترات در محصول رخ خواهد داد (کاشکی، ۱۳۷۳). یکی از راهکارهای بهبود امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش جهان، افزایش مقدار تولید در واحد سطح می‌باشد. مهمترین عامل مرتبط با تولید

[1] - George
[2] - Tuzel
[3]- Hillel

محصول، تغذیه صحیح گیاهان است که نقش قابـل ملاحظـه‌ای در افـزایش عملکـرد دارد. در همـین ارتباط، نقش برخی عناصر نظیر سیلیسیم مورد توجه برخی متخصصان تغذیه گیاه قرار گرفتـه اسـت. سیلیسیم می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افـزایش مقاومـت بـه تنش شوری، خشکی و سمیت فلزات سنگین، افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی اکسـیدان و کاهش حساسیت به بعضی بیماری‌های قارچی در گیاهانی همانند خیار شود جذب سیلیسـیم توسـط خیار به صورت غیر فعال بوده و با افزایش مقدار سیلیسیم در محیط، غلظت آن در گیـاه نیـز افـزایش می‌یابد. تأثیر سیلیسیم بر عملکرد گیاه ممکن اسـت بـه دلیـل رسـوب آن در پهنـای بـرگ، افـرایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد (خوشگفتار مـنش، ۱۳۸۶). سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد و سلامت گیـاه تـأثیر دارد. بسـیاری از گیاهـان قادر به جذب سیلیسیم بوده و مقدار جذب بر اساس نوع گونه گیاهی بین ۱۰-۰/۱ درصد زیست توده گیاهی متغیر است (چریف[1] و بلانگر۱۹۹۲).

۱-۲- تاریخچه کشت خیار سبز

خیار سبز یکی از قدیمی ترین سبزهای کشت شده است. بیش از پنج هزار سال تـاریخ شـناخته شـده دارد (عرشی، ۱۳۷۹) گسترش خیار از هندوستان به مشرق (چین) و به سمت غرب، آسیای صغیر بوده است. خیار توسط یونانیان قدیم تقریباً در سراسر اروپا کشت می شده است. در فرانسه در قرن نهـم و در انگلستان در سال ۱۳۲۷ شناخته شده بـود (غلامعلـی، ۱۳۸۱). سـابقه کشـت خیـار در ایـران بـه ۱۰۰۰سال قبل از میلاد بر می‌گردد. (غلامعلی، ۱۳۸۱).

[1]. Cherif and Belanger

۱-۳- ارزش غذایی خیار سبز

اگرچه مقدار کالری و ارزش غذایی خیار پایین است اما خیار سبز اولین منبع ویتامین‌ها و عناصر معدنی در انسان است. در اروپای غربی خیار سبز دومین سبزی مهم بعد از گوجه فرنگی است. خیار سبز از نظر مواد غذایی زیاد غنی نیست و در بین محصولات سبزی دارای بیشترین درصد آب و کمترین مقدار کالری را دارد .ولی همانطور که در جدول (۱-۱) مشاهده می شود خیار سبز از نظر املاح معدنی، خصوصاً پتاسیم بسیار غنی است، وجود پتاسیم زیاد اثر تنظیم کنندگی روی قلب و کلیه دارد. علاوه بر این ارزش غذایی خیار سبز در وجود ماده ای شبه انسولین و نیز میزان کالری کم در آن است بر رژیم های غذایی کم کالری توصیه می‌شود (نوری،۱۳۷۹ و ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

خیار سبز از نظر داشتن انواع مختلف ویتامین‌ها ضعیف است ولی ویتامین آ و ث را بیشتر از سایر ویتامین ها دارد (غلامعلی، ۱۳۸۱). بیشتر ترکیبات خیار سبز در پوست آن است خیار سبز ممکن است به صورت خیار شور و ترشی استفاده شود و در بعضی از کشورها خیار را به صورت پخته مصرف می‌کنند (نوری،۱۳۷۹). بذر خیار سبز به عنوان تب بر تجویز می شود .همچنین از آن به عنوان مرهم زخم ها استفاده می شود (دانشور، ۱۳۸۲).

۱-۱: مواد غذایی، املاح معدنی و ویتامین های موجود در صد گرم خیار تازه قابل مصرف (گلچین، ۱۳۸۷)

املاح	مقدار
آب	٪۹۶ درصد
کربوهیدرات	۲-۲۵ گرم
پروتئین	۰/۶-۰/۹ گرم
چربی	حدود ۰/۱ گرم
موادسلولزی	۰/۹ گرم
پتاسیم	۱۴۰-۱۶ میلی گرم
کلسیم	۲۰-۲۵ میلی گرم
سدیم	۳-۱۶ میلی گرم

۱-۴- مشخصات گیاه شناسی خیار سبز

خیار سبز با نام علمی *Cucumis Sativus* متعلق به خانواده کدوییان *Cucurbiteacae* می باشد، که یکی از مهمترین خانواده گیاهی است و شامل ۹۰ جنس و ۷۵۰ گونه است. مهمترین جنس هایی که از نظر سبز یکاری اهمیت دارند. در زیر خانواده *Cucurbiteae* می- باشند .و مهمترین آنها شامل *Lagenaria Cucurbita*، *Citrullus* و *Lutfa* هستند. در زیر خانواده *Sicyoideae* فقط از جنس *Sichium* دارای اهمیت است که یک نوع کدوی نواحی گرمسیری است (ایرابی[1] و همکاران، ۱۹۹۸).

عادت رشد : آب هوای مناسب : تمام تیره کدوییان محصول فصل گرم می باشند و در آب هوای گرم نتیجه مطلوب می دهند. ولی خیار سبز در آب و هوای کمی خنک رشد بهتری دارد و نسبت به هوای گرم مقاومت کمتری دارد (شیبانی، ۱۳۶۷). بعضی ها خیار سبز را از جمله گیاهان فصل خنک می دانند. البته در عمل هم خیار سبز یک محصول بهاره و پاییزه است. ولی نسبت به سرما بسیار حساس می باشد و سرمای اوایل پاییز برگ های آن را تخریب کرده و بوته های آن را خشک می کند (هالفاری[2] ۱۹۷۹ و مبلی و پیراسته، ۱۳۷۳).

اندام هوایی : شاخه اصلی این گیاه علفی و یکساله ابتدا به صورت عمودی رشد می کند. شاخه ها در خیار از نوع سمپودیال می باشد. از گره های روی ساقه اصلی یک شاخه فرعی به وجود می آید که بر روی همه آنها می تواند میوه تشکیل شود. از هر گره روی ساقه یک برگ به وجود می آید. اندازه برگ ها در خیار های معمولی ۱۰-۲۰ سانتیمتر و در خیار های پارتنوکارپیک ۲۰-۴۰ سانتیمتر می باشد.این برگ ها روی دمبرگ به طول ۷-۲۰ سانتیمتر قرار می گیرند. هر برگ دارای ۵ عدد بریدگی است که بریدگی وسطی نسبتاً بزرگتر می باشد و سطح برگ با کرک پوشیده شده است. از گره سوم به بعد از انتهای دمبرگ معمولاً پیچک تولید می شود که منشأ غیر شاخه ای دارند. این پیچکها به

[1]. Errebhi
[2]. Helfaere

ساقه کمک می‌کنند تا از قیم بالا بروند. ساقه در خیار از دو دسته آوند ده تایی تشکیل شده که به طور منظم در کنار هم قرار گرفته اند. دسته آوند کوچکتر به طرف کنار ساقه و دسته های بزرگتر در قسمت مرکز آن واقع شده اند (دانشور، ۱۳۸۲).

ریشه ها : ریشه ها در خیار سبز بسیار قوی هستند و ممکن است تا عمق یک متری رشد کنند، سیستم ریشه ها در خیار سبز بیشتر گسترده ولی نازک می باشد که ممکن است به صورت افقی در سطح وسیعی گسترش یابند و به طور مکرر تولید ریشه های انبوه در عمق ۳۰ سانتیمتری خاک بکنند. بعضی از ریشه های جانبی اغلب به سمت پایین رشد می‌کنند که تاثیر بیشتری نسبت به ریشه اصلی در جذب مواد دارند. وقتی ریشه گیاه در شرایط رطوبت کافی قرار می گیرد. ریشه های جانبی از هیپوکوتیل خارج شده و مثل بقیه اندام های گیاه رشد می‌کنند (شکوهیان، ۱۳۸۰).

میوه : از نظر گیاهشناسی میوه خیارسبز دارای شکل گرد و بلند است اندازه میوه شکل میوه و رنگ آن تابع شرایط کشت شده است. در میوه های نارس کلروفیل موجود در سلول سبب سبزی میوه می شود لایه های خارجی میوه ممکن است ضخیم و کرکدار باشد، میوه خیار سبز سه خانه ای با بافت نرم است که بذرها در داخل آن به وجود می آید (دانشور،۱۳۸۲). خیارهای معمولی کوتاه و طولی در حدود ۱۵- ۲۵ سانتیمتر و از نظر شکل تقریبا استوانه ای شکل می باشد. میوه خیارهای بدون دانه بلندتر بوده ولی تلخ نمی باشد و خوردن آن با پوست هیچ ضرری ندارد (ایرابی و همکاران، ۱۹۹۸). تلخی ته میوه خیار سبز و گاهی در تخم خیار سبزها به دلیل وجود ماده ای به نام آلگیکون در گیاه می باشد، بیشتر این ترکیبات را می توان در ریشه و میوه یافت. ساقه و برگ فاقد از این ماده هستند. در اغلب کشورها از این ماده به عنوان دارو در معالجه بیماری ها استفاده می شود. گاهی این ماده موجب مسمومیت می شود (شیبانی،۱۳۶۷).

گل: گونه خیار دارای جنسییت های مختلفی است. معمولا یک پایه بوده و هر دو گل نر ماده را در یک پایه ولی جدا از هم تولید می کنند. عملکرد این نوع خیار سبز با افزایش عمل گرده افشانی

افزایش می یابد. اما در خیار های گلخانه ای اغلب از جـنس ژینوسـیوس *(Gynoecious)* هسـتند کـه فقط تولید گل ماده می کنند. میوه این نوع خیار سبز به صورت پارتنوکارپی تولید می شود و در نتیجه نیازی به گرده افشانی ندارد. و اگر گرده افشانی صورت گیرد بذر در داخل میوه تشکیل می شود و این امر باعث کاهش کیفیت محصول می شود هر عاملی که در رشد خیار موثر است در جنسیت این گیاه نقش دارد. با اپتیمم بودن شرایط گیاه تولید گل نر می کند. و در شرایطی که عوامل رشـد نـا مناسـب است تولید گل ماده می کند (ایرابی و همکاران، ۱۹۹۸). رنگ گل نـر و مـاده در میـوه بـه رنـگ زرد پررنگ است و هر گل دارای ۵ گلبرگ می باشد. عموما گل های نر به صورت خوشه های ۳ تـا۵ تـایی در گره برگ ها تولید می شود. گل های نر به وسیله ساقه لوله مانند محافظت می شـود. هـر گـل نـر دارای ۳ پرچم می باشد که دوتای آن دارای دو بساک بوده و یکی فقط دارای یک بساک می باشد. گل های ماده به صورت منفرد بر روی گره های ساقه اصلی و جانبی به وجود می آیند در این گل ها پرچم ها نازک و لاغر است. ولی مادگی بزرگ و توسعه یافته می باشد. این گل به آسانی به وسـیله تخمـدان بزرگ آنها در قسمت پایین قابل تشخیص است. میوه هایی که از یک تخمدان بزرگ به وجود می آیـد می تواند از یک گل ماده و یا یک دو جنسی به وجود آید (عرشی، ۱۳۷۹).

۱-۵- جوانه زنی بذر خیارسبز

خیار سبز یک گیاه دو لپه ای است بنابراین بذر آن شامل یک جنین و دو لپه بزرگ می باشـد کـه بـه وسیله پوشش بذر محصور شده اند. بذرها تقریبا بزرگ با قطر حدود یک سانتی متر می باشد. یک گرم بذر حدوداً ۲۸ بذر را شامل می شود. قوه نامیه بذر خیار تا چهار سال حفـظ مـی شـود. امـروزه بـا بـه کارگیری تکنولوزی پیشرفته در نگهداری بذر می توان سال ها قوه نامیه آن راحفـظ کـرد (خشـخویی، ۱۳۶۸). عمق کاشت مناسب برای کشت خیار سبز ۱-۲ سانتیمتر است به خاطر شـکل دانـه اغلـب در موقع کشت بذر به حالت کشیده بر زمین می افتد و در شرایط مناسب ریشه آن پـس از دو روز رشـد کرده و از پوسته خارج می شود و به سمت پایین رشد می کند. رشد ریشه سریع اسـت ممکـن اسـت

حتی پس از ۳ روز به عمق ۳ سانتی‌متری نیز برسد در این زمان رشد اندام‌های هوایی آغاز می شود و قسمت کوچک افقی از هیپوکوتیل به وجود می آید و رشد افقی می‌کنند. پس از این ریشه های اولیه تولید و باعث ایجاد ریشه های جانبی می شود (خشخوی، ۱۳۶۸).

۱-۶- اهمیت اقتصادی خیار سبز

از نظر اقتصادی در بین سبزی‌های جهان، خیار سبز مقام چهارم را بعد از گوجه فرنگی، کلم پیچ و پیاز دارا می‌باشد طبق آمار منتشره از طرف سازمان کشاورزی و خوار بار جهانی در سال ۲۰۰۴ سطح زیر کشت خیار سبز در ایران حدود ۶۰ هزار هکتار بوده است که از این سطح ۱۳۰ هزار تن خیار سبز تولید شده است. این میزان عملکرد ۲۱/۵ تن در هکتار را نشان می‌دهد. با توجه به آمار این سازمان در همین سال ایران بعد از چین و ترکیه سومین تولید کننده خیار سبز در جهان است (فائو،۲۰۰۵). طبق آخرین آمار منتشره در سال۸۳، سطح زیر کشت خیار در ایران ۷۸۱۹۷ هکتار و بیشترین سطح زیر کشت متعلق به منطقه جیرفت و کهنوج بوده که در سطحی حدود ۱۵۰۰۰ هکتار کاشته می شود که حدود ۲۰٪ از سطح کل کشور را شامل می شود. ایران حدود ۳/۲ از سطح زیر کشت جهان را به خود اختصاص داده است. این میزان تولید، حاصل کشت های فضای باز و گلخانه است، با توجه به این که در چند سال اخیر عمدتاً در گلخانه کشت می‌گردد به طوری که از هر هکتار گلخانه ۲۰۰ تن در هکتار خیار سبز تولید می‌شود (بی نام ۱۳۸۳ وفائو، ۲۰۰۵).

۱-۷- عوامل مؤثر بر میزان عملکرد خیار سبز

دما: یکی از عوامل اصلی در افزایش رشد رویشی، شروع گلدهی، رشد میوه و کیفیت میوه می‌باشد. سرعت رشد در محصول به طور متوسط به دمای بالای ۲۴ درجه سانتی گراد و متوسط دمای هوا در زمان رشد سریع وابسته است. بیشترین تولید میوه در دمای شبانه ۱۹-۲۰ درجه سانتی گراد و دمای

روزانه ۲۲-۲۰ درجه سانتی گراد به دست می آید (گلن[1]، ۱۹۸۴). **رطوبت نسبی:** رطوبت نسبی زیاد هوا برای رشد گیاه مناسب است. با وجود این رشد فصلی گیاهان با رطوبت نسبی متوسط و یا حتی پایین هم می تواند صورت گیرد. گیاهان می‌توانند خود را با رطوبت نسبی هوا از کمترین تا بیشترین مقدار سازگار کنند و به رطوبت نسبی زیاد و تغییرات همیشگی آن حساس نمی باشد کاهش میزان تبخیر و تعرق گیاه سبب کاهش جذب و انتقال عناصر غذایی می‌شود. از اثرات مضر رطوبت نسبی زیاد می‌توان گسترش بیماری‌های خاص و کاهش مقاومت گیاه به کم آبی را بیان نمود که این امر خطرات ناشی از تنش کم آبی را به دنبال خواهد داشت. در شرایط رطوبت نسبی پایین هوا، در صورتی که آبیاری به موقع انجام نشود رشد گیاه دچار مشکل خواهد شد. چون برای رشد لازم باید مقدار آب کافی در اختیار گیاه قرار گردد بدون این که باعث ایجاد شرایط ماندابی در محیط اطراف ریشه‌ها شود در این حالت اکسیژن کافی در اختیار گیاه قرار نمی گیرد. علاوه بر این رطوبت نسبی بالا موجب گسترش بیماری سفیدک و نماتدها می‌شود (آنون[2]، ۱۹۸۳) **آبیاری:** بلافاصله بعد از عملیات کاشت و کودهی، آبیاری انجام می‌گیرد زمانی که رطوبت کافی در خاک وجود دارد باید از آبیاری خودداری شود. چون که رطوبت اضافی در خاک موجبات شیوع بیماری بوته میری می شود. به طور کلی خیار سبز به آب زیادی احتیاج دارد هرچه دما بالا و تابش خورشید شدید تر باشد میزان آب بیشتری مورد نیاز خواهد بود به طوری که در مواقع گرم آفتابی بهار مصرف آب بوته‌های خیار سبز گلخانه در هفته۴۰-۳۰ لیتر در هر متر مربع می رسد (بی‌نام،۱۳۷۲). در ابتدای رشد گیاه چناچه خاک رطوبت کافی داشته باشد، بهتر است فاصله بین دو آبیاری را بیشتر در نظر گرفت تا سلامت بوته‌های جوان حفظ شود و ریشه‌ها توسعه یابند. در مورد کیفیت آب آبیاری خیار سبز باید به مقادیر سه عامل ECe (هدایت الکتریکی)، بور (B) و (نسبت جذب سدیم) SAR توجه نمود. آب مورد استفاده باید شیرین بوده و ECe آن در حدود ۱-۰/۸ میلی موس بر سانتی متر، غلظت بور در حدود

[1]. Glenn
[1]. Anon

۱/۳۳- ۰/۶۷ و SAR در حدود ۱۸-۱۰ باشد (تولایی،۱۳۸۱). **دی اکسید کربن:** غلظت CO_2 به طور طبیعی در اتمسفر ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. این غلظت برای فرایند فتوسنتز الزامی است. اگرچه افزایش غلظت دی اکسیدکربن در شرایط مزرعه امکان پذیر نمی‌باشد ولی در کشت خیار سبز به صورت گلخانه ای می‌توان غلظت دی اکسید کربن را افزایش داد و غلظت های ۱۰۰۰-۱۵۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک مورد استفاده در فضای گلخانه نتایج بهتری را به دنبال دارد (آنون، ۱۹۸۳).

۱-۸- نیتروژن :

نیتروژن یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهی می با شد و بیشتر از سایر عناصر در تغذیه گیاهی مصرف می شود. این عنصر از اجزای تشکیل دهنده پروتئین های سیتو پلاسم و هسته می باشد. نیتروژن از تجزیه مواد معدنی حاصل نمی شود و بیشتر به صورت آلی در خاک وجود دارد. این عنصر به دو صورت نیترات و آمونیوم، جذب گیاه می شود (خشخوی,۱۳۷۵).

۱-۹- مکانیزم های اتلاف نیتروژن

اگر نیتروژن موجود در خاک توسط گیاه جذب نگردد و یا در خاک غیر متحرک نشود، کود مصرفی ممکن است به شکل رواناب سطحی، تصعید آمونیاک، آبشویی نیترات، نیترات زدایی و به صورت N_2 یا NO_2 اتلاف می‌گردد.

آبشویی نیترات: نیتروژن حساسترین عنصر نسبت به آبشویی می‌باشد، از آنجایی که نیتروژن موجود در خاک به نیترات تبدیل می شود، همچنین نیترات دارای بارمنفی بوده نمی تواند به اندازه کافی در خاک باقی بماند. با توجه به حلالیت زیاد ترکیبات نیتراتی این مواد همراه آب جریان یافته و به اعماق نیمرخ خاک منتقل شده و در بسیاری از موارد از دسترس ریشه گیاهان خارج می‌گردد. در مناطقی

که سطح ایستابی بالاست، نیترات همراه آب ثقلی وارد آبهای زیر زمینی شده و موجبات آلودگی آبهای زیر زمینی می‌شود. میزان نیتروژن قابل آبشویی در خاک به زمان، جایگذاری کود و نیز آبیاری بستگی دارد، آبیاری در آبشویی نیترات تأثیر بسزایی دارد. (ملکوتی وهمایی،۱۳۸۳). ماگوف[1] (۱۹۹۲) بیان نمود با مصرف ۳۰۰ میلی متر آب آبیاری مقدار ۴۰ درصد نیتروژن قابل استفاده از ناحیه ریشه ها آبشویی می گردد، نیتروژن به طور عمده به صورت نیترات از خاک خارج می شود به همین سبب شدت معدنی شدن نیتروژن آلی به نیتروژن معدنی به طور قابل ملاحظه ای بر میزان آبشویی نیتروژن تأثیر دارد.

نیترات زدایی: نیترات زدایی به معنای احیای نیترات و نیتریت به نیتروژن ملکولی، اکسید نیترو و اکسید نیتریک بوده وتحت تأثیر غلظت نیترات، واکنش خاک، درجه حرارت، مواد آلی، پتانسیل رداکس و سایر موارد بستگی دارد. مارتین[2] و همکاران (۱۹۹۳) دریافتند در شرایطی که میزان نیتروژن خاک پایین است و یا وقتی که شستشوی نیتروژن شدید باشد. بکار بردن بازدارنده های نیتریفیکاسیون نیتروژن غیر معدنی قابل دسترس برای گیاه افزایش می دهد.

روان آب سطحی : اگر پس از مصرف کود های نیتروژنی باران سنگین ببارد، بخشی از کو د مصرفی ممکن است از طریق رواناب سطحی تلف شود. طبق برآورد انجام شده فرسایش ۱۰ تن خاک در ایکر می تواند ۱ پوند نیتروژن را از بین ببرد. خصوصاً وقتی که از اوره و نیترات استفاده گردد، زیرا این کودها حلالیت زیادی دارند (معز اردلان، وثوابقی،۱۳۸۰).

خروج نیتروژن گازی شکل از گیاه: در سالهای اخیر دانشمندان خروج مقادیر قابل توجهی نیتروژن از بافت گیاهی را غالباً به صورت آمونیاک گزارش نموده اند (ملکوتی،۱۳۸۰). مکانیزم عمل بدین صورت است که درحفره های زیر روزانه ای برگ ها، فشار جزئی آمونیاک وجود دارد. وقتی این فشار

[1].Magof
[1]. Martin at al

جزئی از فشار جزئی آمونیاک در اتمسفر بیشتر می‌شود خروج آمونیاک اتفاق می افتد.

عواملی که بر انتشار خالص آمونیاک از برگ مؤثرند عبارتند از:

درجه حرارت زیاد، کم بودن فشار جزئی آمونیاک در اتمسفر و هدایت روزنه ای بالا، هدایت روزنه ای تحت شرایط جذب مناسب CO_2 یعنی شدت نور بالا، سطح تغذیه بالا و رطوبت کافی زیاد می باشد. (ملکوتی،۱۳۸۰).

۱-۱۰- نقش نیتروژن در گیاه

گیاهان مانند هر موجود زنده برای رشد و نمو و تولید مثل خود نیاز به نیتروژن دارند. نیتروژن در قسمتی از تمام ترکیبات که پروتئینی، تمام آنزیم ها، ترکیبات حد فاصل متابولیسمی، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی و حتی در ساختمان دی اکسی ریبو نوکلئیک اسید که انتقال خواص ارثی را به عهده دارد موجود است. بیشترین نیتروژن در گیاه به صورت نیتروژن آلی و به شکل پروتئینی است. پروتئین موجود در سلول ممکن است به صورت آنزیم نوکلئوپروتئین و کروموزوم باشد. بنابراین پروتئین هم نقش فعال کننده واسطه فعالیت های گیاهی را دارد. و هم خود گرداننده متابولیسم گیاهی است. نیتروژن غیر از آنکه پروتئین است، قسمتی از ترکیب سبزینه گیاه هم می باشد و برای کربن گیری ضرورت کامل دارد. نیتروژن در هورمون های گیاهی، حامل های انرژی تنفس و آدنوزین تری فسفات موجود می باشد (سالاردینی ۱۳۸۴).

۱-۱۱- نقش سایر عناصر در گیاه :

فسفر (P) : این عنصر در ساخته شدن ATP و سنتز DNA نقش دارد. در ضمن فسفر در تبادلات انرژی در سلول های نیز نقش اساسی دارد. بوته های در حال رشد و نمو به فسفر بیشتری نیاز دارند.

فسفات جذب شده توسط گیاه از محلول خاک و یا فسفاتی که جذب سطحی شده است، تـأمین مـی گردد. فسفر در مواد آلی خاک نیز وجود داشته و از طریق جذب فعال وارد ریشه گیاه می شود.

کلسیم (Ca): این عنصر به عنوان رابط بین سلول های گیاهی بوده و در پکتات تیغه میانی سلول ها یافت می‌شود. کلسیم در فعل و انفعالات آنزیمی نیز شرکت می‌کند، در توازن آنیـون و کـاتیون نقـش داشته و در نفوذ پذیری غشای سلول تأثیر دارد.

پتاسیم (K) : این عنصر یون متحرک و فعال بوده و در تأمین کاتیون های یک ظرفیتی شرکت می-کند و در نتیجه موجبات حفظ توازن کاتیونی در گیاه می‌گردد. این عنصر در برگ ها تجمع نمـوده و از تعرق بیش از حد جلوگیری می‌کند. همچنین در باز و بسته شدن روزنه ها نیز نقش تنظیم کننـده دارد. همچنین وجود پتاسیم باعث افزایش مقاومت گیاه به بیماری می‌شود. جذب پتاسیم در گیاه بـه صورت فعال انجام می پذیرد.

منیزیم (Mg) : این عنصر همانند کلسیم به راحتی از خاک شسته می شود. جذب و انتقال آن نیز از طریق تعرق و جذب غیر فعال می باشد.

منگنز (Mn) : این عنصر به مقدار کم مورد نیاز گیاه بوده و در فعل و انفعالات بیوشـیمیایی شـرکت می کند. مقدار جذب منگنز کمتر از کاتیون های دو ظرفیتی است.

آهن (Fe): این عنصر در ساخته شدن کلروفیل نقـش داشـته و در سـاختمان کـوآنزیم فرودوکسـین موجود می باشد. و در خاک های غرقاب به دلیل تبدیل آهن فریک به آهن فرو، انحلال پـذیری آهـن افزایش می یابد.

گوگرد (S): کمبود این عنصر بندرت اتفاق می افتد چون معمولاً همراه با سایر کودها به کار مـی رود و در مناطق صنعتی، این عنصر به مقدار کافی وجود دارد (شـکوهیان،۱۳۸۰). علایـم کمبـود گـوگرد

برخلاف نیتروژن از برگ های جوان شروع می شود. کمبود ان را می توان بـا بـه کـار بـردن سـولفات آمونیوم و سولفات کلسیم برطرف نمود.

روی (Zn): این عنصر در ساختمان اسید آمینه تریپتوفان که ماده پـیش نیـاز سـنتز اکسـین اسـت، شرکت می کند. در ضمن همراه با عناصر پر مصرف نظیر نیتروژن و فسفر در تشکیل یاخته های اولیه گل دخالت دارد روی نیز به صورت فعال جذب گیاه می شود (جلیلی مرندی،۱۳۸۶).

مس (Cu): این عنصر در ساختمان بعضی از آنزیم ها دخالت دارد. اگرچه مس دارای تحرک در گیاه است ولی کمبود آن در برگ های پیر دیده میشود و در شرایط کمبود مس برگ ها برنزه و نوک آنها می سوزد بوته ها کوتاه قد مانده و تشکیل جوانه زایشی در انتهای بوته خیار کاهش می یابد (گلچین ۱۳۸۷).

مولیبدن (Mo): نیاز گیاهان به این عنصر بسیار کم است به طوری که حدود۰/۲ میلی گرم برکیلو گرم مولیبدن قابل استفاده در خاک برای نیاز گیاه کافی است. مولیبدن در خاک های آهکی بیشتر از خاک های اسیدی قابل استفاده است. کمبود این عنصر کمتر در گیاهان مشاهده مـی‌شـود و کمبـود ابتدا بین رگبرگها سبز کم رنگ شده سـپس رنـگ برگهـا زرد روشـن و برگهـا خشـک مـی گردنـد (تولایی،۱۳۸۱).

نیکل (Ni): این عنصر به عنوان یکی از عناصر ضروری در گیاهان عالی شناخته شده است. نیکـل در در گیاهانی که در آنها اوره به عنوان منبع نیتروژن در محلول غذایی استفاده می شود ضـروری مـی-باشد. نیکل یک عنصر فلزی است که به راحتی توسـط ریشـه گیاهـان جـذب مـی شـود. ایـن عنصـر متحرک بوده و خطر تجمع آن در بافت های گیاهی وجود دارد. غلظت های بالای نیکل به دلیل سمی بودن آن از رشد گیاه ممانعت می‌کند (زدینک[1]، ۱۹۹۹)

[1].Zedenik

سلیسیم (Si): سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد گیاه و افزایش تحمل آن در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی تاثیر دارد. این عنصر در برخی گیاهان دو لپه ای نظیر خیار سبب استحکام دیواره سلول، افزایش مقاومت به بیماری‌های قارچ همانند لکه پودری و پوسیدگی ریشه، بهبود رشد و افزایش کیفیت محصول می شود طوقه و ریشه های خیار نسبت به بیماری های ناشی از قارچهای خاکزاد(Soil-born diseases) به ویژه قارچ Phytophthora حساس می‌باشد (خوش گفتار منش، ۱۳۸۶).

اهداف:

۱- بررسی سطوح مختلف نیتروژن، سیلیسیم و تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر رشد نمو و خیارسبز

۲- بررسی اثر متقابل نیتروژن، سلیسیم و تلقیح با باکتری های حل کننده فسفات بر عملکرد کیفیت خیارسبز

۳- بررسی اثرات تیمارها بر غلظت عناصر کم مصرف و پر مصرف

۲-فصل دوم

بررســـی منـــابع

۲-۱- نیتروژن

ازت در زمین به شکل های جامد، محلول و گازی دیده می شود. درصد نیتروژن کانی ها و سنگ‌ها بسیار اندک است ولی به دلیل بالا بودن جرم سنگ‌ها در لیتوسفر، ۹۸٪ از کل ازت کره زمین در آنها است (صفری سنجانی، ۱۳۸۲). ما در جوی زندگی می‌کنیم که ۷۹ درصد نیتروژن (N) دارد و هنوز نیتروژن محدود کننده‌ترین عنصر غذایی در تولید زیستی می‌باشد. نیتروژن در گیاهان بالاترین غلظت را داشته و گلوگاه رشد است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به طوری که کمبود آن بیشتر از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. مهمترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی، استفاده از کودهای نیتروژنه است. بنابراین استفاده مناسب از کودهای نیتروژنه برای افزایش تولید محصول و افزایش کارایی نیتروژن، از مهمترین مباحث روز است. (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳، هیلل و همکاران، ۲۰۰۵). تأثیر نیتروژن بر رشد رویشی، گلدهی، تشکیل میوه، محصول، رسیدگی و مسائل فیزیولوژی پس از برداشت برای اکثر محصولات باغبانی ثابت شده است (ملکوتی[1] و طباطبایی، ۱۳۸۴). نیتروژن خاک از بقایای گیاهی و حیوانی و از طریق تثبیت به وسیله گیاهان لگومینوز و درختان و از ترکیبات بارانی مثل نیترات منشأ می‌گیرد. مقدار نیتروژن کل لایه ۱۵ تا ۲۰ سانتی متری خاک سطحی از حدود ۰/۰۱ (یا حتی کمتر در خاک های بیابانی) تا بیشتر از ۲/۵ درصد در پیت ها متغیر می‌باشد. مقدار نیتروژن در خاک‌های تحت العارض، معمولاً کمتر از لایه سطحی است زیرا بیشتر بقایای آلی بر روی سطح خاک باقی می‌مانند (معز اردلان و ثوابقی، ۱۳۸۰).

[1]. Malakouti et al

۲-۲- اشکال نیتروژن در خاک:

نیتروژن در خاک به سه صورت عنصری، معدنی و آلی دیده می شود

نیتروژن عنصری: اگر چه نیتروژن عنصری به صورت گاز در هوای خاک وجود دارد لیکن چون به طور مستقیم قابل استفاده گیاه نمی باشد، از نظر حاصلخیزی از اهمیت چندانی برخوردار نیست. نیتروژن عنصری با نفوذ آب در خاک در رطوبت خاک حل می شود و در خاک خشک نیز نیتروژن عنصری می تواند به سطح ذرات خاک متصل شود (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳).

نیتروژن معدنی : نیتروژن معدنی خاک به صورت های اکسید نیترو (NO_2)، اکسید نیتریک NO دی اکسید نیتروژن (NO_2)، آمونیاک (NH_3)، آمونیوم (NH_4^+)، نیتریت (NO^-_2)، و نیترات (NO^-_3) وجود دارد. چهار ترکیب اول به صورت گاز بوده و در زندگی گیاه مؤثر نمی باشد ولی سه ترکیب بعدی از نظر تغذیه گیاه اهمیت فراوانی دارند. آمونیوم معمولاً به صورت یونی و به شکل قابل تبادل و تثبیت شده در سطح کانی‌های رسی و به مقدار کم و در محلول خاک یافت می‌شود. جمع کل آمونیوم، نیتریت و نیترات از دو درصد نیتروژن کل خاک تجاوز نمی کند (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳).

نیتروژن آلی: بیش از ۹۵ درصد، نیتروژن خاک به شکل آلی است که شامل پروتئین‌ها (۲۰ تا ۴۰ درصدی)، قندهای آمینه شامل هگزا آمین ها (۵ تا ۱۰ درصد) مشتقات پورین و پیریمیدین (۱درصد یا کمتر) و ترکیبات پیچیده ناشناخته که به وسیله واکنش آمونیوم با لیگنین، پلی مریزاسیون کینون با ترکیبات نیتروژن و تراکم قندها و آمین‌ها تشکیل شده اند، بخشی از نیتروژن آلی نیز به صورت ترکیبات رس هوموس است که در برابر تجزیه مقاوم می‌باشد (معز اردلان و ثوابقی،۱۳۸۰).

۲-۳- نیتروژن در خاک:

نیتروژن عنصری است که در طبیعت به طور گسترده وجود دارد. برخلاف عقیده عمومی که نیتروژن در اتمسفر بزرگترین مخزن N_2 است $۳/۸ \times ۱۰^{۵}$ تن، مقدار این عنصر در پوسته زمین ۱۸×۱۰^{۱۵} تن است. نیتروژن خاک جزء بسیار کوچکی از نیتروژن پوسته بیرونی کره زمین به شمار می آید و از این مقدار نیز بخش کمی مستقیماً برای گیاه قابل جذب است که به صورت یون NO_3^-جذب گیاه می‌شود (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳، هیلل وهمکاران،۲۰۰۵).

اقلیم، پوشش گیاهی، پستی بلندی، خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و فعالیت موجودات ذره بینی خاک در میزان نیتروژن خاک نقش دارند (جنی[1] ،۱۹۶۶). نیتروژن در خاک به شکل های مختلفی وجود دارد و قابلیت بهره گیری از این شکل ها برای گیاه یکسان نیست (یثربی و کریمیان ۱۳۷۳).

به طور کلی نیتروژن در خاک به سه صورت عنصری، معدنی و آلی وجود دارد. نیتروژن عنصری به صورت گاز N_2 در هوای خاک موجود است. ترکیب های معدنی نیتروژن در خاک بسیار متنوع است و به صورت اکسید نیترو و نیتریک، دی اکسید نیتروژن، آمونیاک، یون آمونیوم و نیترات وجود دارد. مقدار چهار ترکیب اول در خاک بسیار ناچیز بوده و چندان تأثیری در زندگی گیاه ندارند. سه ترکیب بعدی از نظر تغذیه گیاه بسیار مهم است. آمونیاک به صورت یونی و به شکل قابل تبادل و تثبیت شده در خاک مشاهده می شود و مقدار این ترکیب در محلول خاک کم است. تقریباً تمام نیتریت و نیترات در محلول خاک وجود دارند. مجموعه سه ترکیب معدنی فوق از دو درصد نیتروژن کل خاک تجاوز نمی کنند. مقدار قابل توجهی از نیتروژن آلی خاک از مشتقات اسیدهای آمینه و ترکیبات هگزوز آمین می باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ هیلل و همکاران، ۲۰۰۵).

[1]. Jenny

بیش از ۴۰ درصد نیتروژن که به صورت اسیدی و قندهای آمینه، کمپلکس پورین و پریمیدن می باشند، به سرعت تجزیه می شود، این در حالی است که تجزیه مواد آلی خاک به دشواری و با مقاومت زیاد انجام می گیرد. علت تلفات در مقابل پوسیدگی میکروبی می‌تواند وقوع واکنش های شیمیایی ترکیبات خاک با مواد آلی دیگر، یا تثبیت نیتروژن به صورت آلی هنوز ناشناخته باقی مانده است. به هرحال، این نیتروژن آلی به هر شکلی که در خاک موجود باشد می تواند با کمک موجودات ذره بینی مقداری قابل توجه از نیتروژن را برای رشد و نمو گیاه عرضه کند. به عبارت دیگر، مواد آلی به منزله انباری برای این عنصر حیاتی گیاه به شمار می آیند (سالاردینی،۱۳۸۴). معدنی شدن نیتروژن طی سه مرحله گام به گام یعنی آمینه شدن، آمونیاک سازی و نیترات سازی انجام می‌گیرد (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳).

۲-۴- آمینه شدن (آمینیزاسیون)

میکروارگا نیسم‌های هتروتروف از جمله باکترها، قارچ ها و اکتینومیست ها، ملکول های آلی پیچیده را تجزیه کرده، آمین‌ها و آمینواسیدها را آزاد می‌کنند که به این فرایند آمینیزاسیون گفته می شود. بیشتر نیتروژنی که در طول یک فصل تحت تأثیر فرآیند آمینیزاسیون قرار می‌گیرد، از تجزیه پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه‌ای که از تجزیه بقایای گیاهی و سلول‌های میکروبی ناشی شده اند، منشأ می‌گیرند و به مقدار کمتری از تجزیه منابع مقاوم تر به تجزیه ناشی می‌گردد (معزاردلان و ثوابقی فیروز آبادی، ۱۳۸۰).

۲-۵- آمونیاک سازی

در فرایند آمونیاک سازی، نیتروژن آمینه، احیاء شده و به آمونیاک تبدیل می شود. انرژی آزاد شده در این واکنش‌ها توسط موجودات هتروترف که مسئولیت این فرآیندها را به عهده دارند. مورد استفاده قرار می گیرد (سالار دینی و مجتهدی، ۱۳۶۷؛ خلد برین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). مقدار نیتروژنی که بدین طریق به صورت معدنی درآمده است خیلی بیشتر از مقدار نیتروژنی است که میکروب‌ها برای جذب و تبدیل به ترکیبات بدن خود نیاز دارند. آمونیاک در شرایط هوازی تنها ترکیب نیتروژنی است که تولید می‌کنند، در حالی که اگر محیط بی‌هوازی باشد ممکن است غیر از آمونیاک ، آمین‌هایی نیز به وجود آیند. تولید آمونیاک از مواد آلی

غنی از نیتروژن مربوط به توده خاصی از میکروب ها نمی باشد بلکه تعداد بی‌شماری از موجودات ذره بینی خاک مسئول انجام این عمل می‌باشند. به همین دلیل میکروب‌های مسئول آمونیاک سازی موجودات غیر اختصاصی هستند. این موجودات بسیار متفاوت بوده و تعداد بسیاری از موجودات هتروترف مانند باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها جزء این دسته می‌باشند (سالاردینی،۱۳۸۴).

۲-۶- نیترات سازی

آمونیاکی که در نتیجه آمونیومی شدن نیتروژن آلی حاصل می‌شود، ممکن است به صورت مختلف در خاک تغیر حالت دهد. این ترکیبات ممکن است ۱- در نتیجه عمل نیتراتی شدن به نیتریت یا نیترات درآیند، ۲- مستقیماً توسط گیاهان جذب شوند، ۳- توسط موجودات هتروتروف برای پوشاندن بیشتر موادآلی جذب گردند، ۴- توسط رس‌های قابل انبساط تثبیت شوند. تنها موجوداتی که قادرند آمونیاک را به نیتریت و نیترات تبدیل کنند باکتری‌ها هستند (سالار دینی، ۱۳۸۴). نیترات سازی یک فرایند دو مرحله است که به وسیله باکتری‌های اتوترف و هوازی انجام می‌گیرد. دو گروه بسیار تخصصی از باکتری‌ها در این فرایند دخالت دارند. تبدیل یون آمونیوم به نیتریت توسط باکتری نیتروزوموناس انجام می‌گیرد. نیتریت حاصل توسط باکتری نیترو باکتر اکسید شده و به نیترات تبدیل می‌شود. از آنجایی که باکتری‌های مسئول واکنش فوق، هوازی اجباری هستند، در خاک‌های غرقاب، اکسایش آمونیوم متوقف می‌گردد. نیتروزوموناس و نیترو باکتر در شرایط pH خنثی یا کمی اسیدی فعالیت بیشتری دارند. در واکنش‌های فوق چهار یون هیدروژن تولید می‌شود که منجر به اسیدی شدن خاک می‌گردد. باید توجه داشت که یون آمونیومی که توسط کودهای شیمیایی به خاک اضافه می‌گردد در فرایند نیترات سازی وارد می‌شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷؛ خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰؛ هیلل و همکاران، ۲۰۰۵). عرضه مواد غذایی، تعادل آلی و معدنی شدن، نسبت کربن به نیتروژن، pH خاک، رطوبت خاک، خشکی و انجماد خاک، حرارت و تهویه از جمله عواملی است که بر فرآیند نیترات سازی تأثیر دارد (سالاردینی، ۱۳۸۴).

۲-۷- منبع عمده تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه

۱- مواد آلی خاک که به عنوان منبع اصلی نیتروژن گیاه به شمار می روند.

۲- کودهای حیوانی که بهترین تامین کننده قسمتی از گیاه بوده و اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی خاک می باشد.

۳- بقایای محصولات اعم از ریشه و کلش که گاهی می تواند تا ۲۰٪ از نیتروژن خاک را تامین کند.

۴- آب باران به ازای۱۲۰۰ میلی متر بارندگی سالانه به طور متوسط حدود ۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال به خاک اضافه می‌شود.

۵- تثبیت نیتروژن به وسیله موجودات همزیست و غیر همزیست که حدود ۱۲۰ کیلو گرم در هکتار در سال می‌باشد.

۶- کودهای نیتروژنه : با توجه به این که مصرف نیتروژن به وسیله گیاه و همچنین اتلاف از طریق آبشویی و تصعید بیشتر از منابع بالاست لذا برای تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه مجبور به استفاده از کودهای شیمیایی می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).

۲-۸- نیتروژن در گیاه

مقدار نیتروژن در اندام‌های گیاهی بسیار متفاوت بوده ولی میانگین آن در ماده خشک گیاهی حدود دو تا سه درصد است و میزان نیتروژن که به وسیله گیاهان مختلف، بسته به عملکرد آنها برداشت می‌شود متفاوت می باشد. غلظت نیتروژن در گیاه به عوامل زیر بستگی دارد:

* **نوع گیاه**: در گیاهان تیره بقولات، غلظت نیتروژن بیشتر از غیر بقولات است.

* **اندام گیاه**: غلظت نیتروژن در برگ‌ها بیشتر از ساقه است.

* **مرحله رشد**: غلظت نیتروژن در گیاه جوان بیشتر از گیاه مسن است. پویایی زیاد نیتروژن در گیاه سبب می‌گردد. که زمان کمبود آن، برگ‌های جوان سبز، ولی برگ‌های پیر زرد شوند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).

نیترات مهمترین منبع نیتروژنی در خاک است، ولی به دلیل استفاده از کودهای آمونیومی یا آبیاری زیاد، مقدار آمونیوم در خاک بالا می‌رود. عکس العمل گیاهان به نیترات و آمونیوم متفاوت است. اغلب گیاهان مخلوطی از نیترات و آمونیوم را ترجیح می دهند. آمونیوم برای ریشه سمی می باشد. اگر غلظت آمونیوم در محلول غذایی بیشتراز ۱۰ درصد کل نیتروژن باشد گیاه تمایل دارد آمونیوم را بیشتر از نیترات جذب کند. در دمای پایین، آمونیوم منبع مطمئنی برای گیاه است ولی در دمای بالا برای گیاه خطرناک است (کلارکسون و وانر[1]،۱۹۷۹). در صورتی که هر دو یون در محلول غذایی حضور داشته باشند جذب آمونیوم ترجیح داده می‌شود. (جراندس[2] و همکاران ۱۹۹۷) و آمونیوم بیشتر از نیترات توسط گیاه جذب می‌شود (چیلو[3] و همکاران ۱۹۹۴) اگر چنانچه از جذب نیترات جلوگیری شود، جذب آمونیوم اغلب افزایش یافته که بدون نیترات، رشد گیاه را کاهش می‌دهد (راب و تری[4] ۱۹۹۴) پاسخ گیاهان به آمونیوم در گونه های گیاهی متفاوت و تحت شرایط محیطی (دما، شدت نور)، pH و غلظت عناصر غذایی می‌باشد (ادواردز و هورتون[5]، ۱۹۸۲). جذب آمونیوم تا جای ادامه می‌یابد که تمام کربوهیدرات دخیره گیاه مصرف شود کمبود پتاسیم و کلسیم در گیاهانی که در حضور آلومینیم رشد می‌کند دیده می‌شود. (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). گیاهانی که از نسبت مناسب آمونیوم به نیترات استفاده می‌کنند نسبت به سایر گیاهان بیوماس بیشتری تولید می‌کنند (لیپز وهمکاران[6]،۱۹۹۰).

۴-۱- نقش نیتروژن در فیزیولوژی گیاه:

گیاهان مانند هر موجود زنده برای رشد و نمو و تولید مثل خود نیاز به نیتروژن دارند. نیتروژن در قسمتی از تمام ترکیبات که پروتئینی، تمام آنزیم‌ها، ترکیبات حد فاصل متابولیسمی، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی و حتی در ساختمان دی اکسی ریبو نوکلئیک اسید[7] که انتقال خواص ارثی را به عهده دارد

[1]-.Clarkson & Warner
[2]. Gerendes et al.
[3]. Chilo et al.
[4]. Rab & Teri
[5]. Edvords & Horton.
[6]. Lipes et al.
[7]. Ribo nocloic acid

موجود است. بیشترین نیتروژن در گیاه به صورت نیتروژن آلی و به شکل پروتئینی است. پروتئین موجود در سلول ممکن است به صورت آنزیم نوکلئوپروتئین و کروموزوم باشد. بنابراین پروتئین هم نقش فعال کننده واسطه فعالیت‌های گیاهی را دارد. و هم خود گرداننده متابولیسم گیاهی است. نیتروژن غیر از آنکه پروتئین است، قسمتی از ترکیب سبزینه گیاه هم می‌باشد و برای کربن‌گیری ضرورت دارد. نیتروژن در هورمون‌های گیاهی، حامل‌های انرژی تنفس و آدنوزین تری فسفات موجود می‌باشد (سالاردینی ۱۳۸۴).

اسید آمینه‌های مختلف از طریق پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل شده و پروتئین‌ها را می‌سازند. پروتئین‌هایی که در سلول‌های گیاهان به وجود می آیند، اکثراً جزء ساختمان آن نبوده، بلکه به عنوان آنزیم‌ها در فرآیندهای سوخت و ساز گیاه مانند احیای نیتروژن و ساخته شدن پروتئین دخالت می‌کنند همچنین نیترات و آمونیوم در گیاه سبب موازنه کاتیون‌ها و آنیون‌ها می‌شوند. نیتروژن تولید پلی آمین‌ها را افزایش می‌دهد که پلی‌آمین‌ها نقش بسیار کلیدی را درگیاه بازی می‌کنند که تقسیم سلولی، جنین زایی، گلدهی و توسعه آن و سنتز اتیلن از این جمله اند (حق پرست،۱۳۷۴). این واقعیت که فقط اکسیژن، کربن و هیدروژن بیش از نیتروژن در سلول ها وجود دارند، تعین کننده اهمیت این عنصر است (ملکوتی، ۱۳۷۵). نیتروژن در گیاه متحرک است و هنگامی که میزان آن از حد مطلوب کمتر باشد، از برگ‌های پیرتر گیاه به اندام‌های جوان تر منتقل شده و آنها را تغذیه می‌نماید. به همین سبب در گیاهان دچار کبود نیتروژن، علائم کمبود ابتدا در برگ پیرتر گیاه به اندام‌های جوان تر منتقل شده و آنها را تغذیه می‌نماید. به همین سبب در گیاهان دچار کمبود نیتروژن علائم کمبود ابتدا در برگ‌های پیرتر دیده می‌شود. در چنین برگ‌های پروتئین، آبکافت شده و اسید آمینه های حاصل به برگ‌ها و جوانه‌های انتهای جوان تر انتقال مجدد می یابد. تجزیه پروتئین منجر به تخریب کلروپلاست شده بدین ترتیب باعث کاهش مقدار کلروفیل می‌شود (سالار دینی و مجتهدی،۱۳۶۷). پس از ورود نیترات و آمونیوم به ریشه، آمونیوم مستقیماً در ریشه به ترکیبات آلی وارد می‌شود. در صورتی که نیترات در آوندها چوبی متحرک است و نیز می‌تواند در درون واکوئل‌های ریشه، ساقه و اندام دخیره‌ای نگهداری شود. تجمع نیترات در واکوئل برای موازنه آنیون و کاتیون و تنظیم اسمز از اهمیت زیادی برخوردار است (سالار دینی و مجتهدی،۱۳۶۷).

۲-۹- کمبود نیتروژن در گیاه:

علائم کمبود نیتروژن واضح ترین علائم جهت تشخیص می‌باشد. شاخ و برگ گیاهان جوان به رنگ سبز متمایل به زرد در آمده و رشد آنها متوقف می‌شود. نیتروژن از جمله عناصر غذایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل کم بودن مواد آلی در این مناطق کمبود آن مطرح می باشد. نیتروژن جزء مهمی از مو لکول کلروفیل را تشکیل می‌دهد، بنابر این اولین علامت کمبود نیتروژن رنگ پریدگی برگ‌ها است. رنگ برگ‌ها معمولاً سبز مایل به زرد و زرد روشن است. که دلیل آن عدم تشکیل کلروفیل می باشد (سالاردینی، ۱۳۸۴). در اواخر رشد، رنگ برگ‌ها زرد قرمز و بنفش مایل به قرمز نیز مشاهده می‌شود که در نتیجه تشکیل رنگ آنتوسیانین است. در کمبود نیتروژن همچنین برگ‌ها کوچک، ساقه‌ها و شاخه‌ها لاغر هستند و معمولا با زاویه کوچکی نسبت به ساقه اصلی می‌ایستند. شاخه های جانبی معمولاً کم تشکیل می شود و در نهایت گل گیاه زرد و رشد متوقف می‌گردد. اکثر گل‌ها ریخته و میوه ها کوچک باقی می‌ماند (سالاردینی و مجتهدی،۱۳۶۷؛ خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰).

۲-۱۰- نقش نیتروژن در رشد و عملکرد گیاهان

در کشاورزی مدرن، کمبود نیتروژن بیش از هر عنصر دیگر، عامل محدود کننده رشد می باشد. این عنصر به مقدار زیاد به وسیله گیاهان از خاک جذب می شود. بنابراین تأمین نیتروژن قابل استفاده کافی در خاک برای رشد بهینه گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است (مشهدی جعفرلو، ۱۳۸۵). از تأثیرات نیتروژن بر روی گیاه می توان به مواردی چون تولید و ازدیاد مواد نشاسته‌ای، رشد سبزینه ای و ازدیاد قسمت‌های سبز گیاه مانند برگ، تأمین رشد و نمو سریع شاخ و برگ، بالا بردن عملکرد و درشت شدن محصول اشاره نمود. آزمایشات زیادی در رابطه با نقش نیتروژن در بهبود رشد گیاه و عملکرد بهینه محصولات کشاورزی صورت گرفته است.

گالر و همکاران[1] (۲۰۰۴) در کاربرد مقادیر(۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰) میلی گرم نیتروژن از طریق آب آبیاری و کاربرد یک و دو بار در هفته در خاک های لومی شنی بر روی خیار سبز به این نتیجه رسیدند که کاربرد دو بار در هفته نیتروژن عملکرد بیشتری از کاربرد یک بار در هفته داشته است و همچنین بین سطوح کود نیتروژنه سطح ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم عملکرد بیشتری از سایر سطوح داشته است و همچنین با افزایش سطوح کود نیتروژنه میزان کلروفیل برگ افزایش پیدا کرد.گالر و همکاران (۲۰۰۶) اثرات دو نوع آبیاری قطره ای و غرقابی با کاربرد نیتروژن به مقدار (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در هفته از طریق آب آبیاری به این نتیجه رسیدند که بالاترین عملکرد به میزان ۸۹/۳ تن درهکتار در اثر کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن در آب آبیاری بدست آمد و همچنین نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد کل میوه و میانگین وزن میوه ها داشته که با افزایش سطوح کودی این پارامتر افزایش پیدا کردند. کات سیراس[2] و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر سه سطوح نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و کیفیت خیار نشان دادند که بیشترین عملکرد از سطوح ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم نیتروژن در لیتر بدست آمده و با افزایش سطوح نیتروژن از ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم نیتروژن در لیتر، عملکرد، تعداد میوه، طول و قطر میوه کاهش یافت. در بررسی رویز و رومرو[3] (۱۹۹۹) دیده شد که مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به خیار داده شود، فعالیت آنزیم ها در حد مطلوب خواهد بود. این درحالی است که ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، باعث کاهش فعالیت آنزیم و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن فعالیت این آنزیم ها را به شدت افزایش خواهد داد. همچنین مشاهده کردند که تیمار ۱۰۰ و به خصوص ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص بیشترین میزان ترکیبات نیتروژن دار آلی (آمینو اسیدها) را به سوی میوه ها سوق می‌دهد و این امر باعث افزایش عملکرد محصول خواهد شد. نتایج تحقیق نقیو و همکاران[4] (۲۰۰۳) در مورد تأثیر دو سطوح نیتروژن (۵ و ۳۰ میلی گرم نیتروژن در لیتر) بر روی گیاه اکالیپتوس نشان داد که با کاهش نیتروژن از ۳۰ به ۵ میلی گرم نیتروژن در لیتر میزان فتوسنتز، سطح برگ، ارتفاع ساقه و غلظت نیتروژن در برگ کاهش یافت.

---

[1] . Galer et al.
1. Kot Siras et al
[3]. Ruiz & Romer.
[4]. Naghyu et al.

نتایج تحقیقات ملتون و دوفالت[1] (۱۹۹۱) نشان داد که با افزایش نیتروژن از ۲۵ تا ۲۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر وزن خشک ساقه و ریشه، ارتفاع گیاه و سطح برگ افزایش یافت.

۲-۱۱- تأثیر نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی برگ

نیتروژن از عناصر ضروری گیاه است که نقش بسیار مهمی در تغذیه گیاه دارد. نیتروژن به دو صورت نیترات و آمونیوم جذب گیاه می‌شود. جذب نیترات، جذب کاتیون‌ها را تحریک می‌کند در حالی که جذب آمونیوم مانع جذب کاتیون‌ها می‌گردد. نیترات باعث افزایش جذب پتاسیم، کلسیم، منیزیم، و منگنز و کاهش جذب فسفر، گوگرد، کلر، بور و مس می‌گردد. اما تأثیری بر جذب آهن ندارد (جونز و همکاران[2]، ۱۹۹۱). کاربرد نیترات آمونیوم باعث افزایش غلظت نیتروژن در برگ و کاهش غلظت پتاسیم و کلسیم شد اما تأثیری روی مقدار فسفر و منیزیم برگ چوب شمشاد نداشت (جونز و همکاران، ۱۹۹۱).

۲-۱۲- سمیت نیتروژن در گیاه

در مسمومیت نیتروژن ساقه گیاه بیش از حد رشد کرده، برگ‌ها در رأس گیاه پیچ خورده، گیاه خیلی کلفت شده، گل‌ها بزرگ می‌شوند و میوه‌های ضعیفی به بار می‌نشیند و در نهایت رشد گیاه محدود می‌شود. در مسمومیت با آمونیوم نقاط کلروزه کوچک روی برگ‌ها ایجاد شده و بعداً قهوه‌ای شده و می‌میرند و در مرحله پیشرفته تر اندازه آنها بزرگتر شده و کل برگ به جزء رگبرگ را در بر می‌گیرند. زیادی مصرف نیتروژن، رویش بیش از حد گیاه و به رنگ سبز تیره درآمدن برگ‌ها را باعث می‌شود. در مسمومیت کم، گیاه بیش از حد رشد می‌کند ولی بتدریج از رشد باز مانده و ساقه‌های قوی و ضخیم به همراه میان گره‌های کوتاه به وجود می‌آورد، پیچک‌ها افزایش یافته، رنگ برگ سبز تیره شده در نتیجه باعث کاهش گلدهی و ریشه زایی، و تأخیر در رشد جوانه‌های جانبی و تشکیل میوه می‌شود، اندام‌های گیاهی ترد و آبکی، برگ‌ها گوشتی، حساس به سرما زدگی، خشکی، درجه حرارت زیاد و بیماری می‌گردد (ملکوتی و همایی،۱۳۸۳). مصرف

[1]. Melton & defalt
[2] .Jons etc all

بیش از حد نیتروژن باعث افزایش غلظت نمک‌های محلول در بستر می‌شود و در نهایت به نوک ریشه آسیب وارد می‌کند. برای برطرف کردن مسمومیت نیتروژن، آب شویی خاک یا محیط کشت با آب شیرین برای برطرف کردن کود اضافی توصیه می‌شود. اگر برنامه کودی به میزان لازم در نظر گرفته شود مشکل اضافی نیتروژن پیش نخواهد آمد. مصرف بیش از حد نیتروژن باعث تجمع نیترات در اندام‌های مختلف گیاه می‌شود که این افزایش از نظر مصرف کود، غیر اقصادی و از نظر تغذیه نیز نامطلوب می‌باشد (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰؛ ملکوتی و همکاران،۱۳۸۳).

۲-۱۳- آلودگی نیترات ناشی از مصرف بی رویه کود های شیمیایی

کودهای شیمیایی بعد از مصرف در خاک تحت تأثیر باکتری‌های خاک نظیر نیتروزموناس و نیترو باکتر به نیترات تبدیل می‌شوند. در حالت عادی گیاه نیترات را در ریشه احیا و به نیترات آمونیاکی تبدیل می‌کند این ترکیب از طریق سیستم‌های آوندی به قسمت‌های مختلف گیاه منتقل می‌شود و در فرایندهایی که نیاز به نیتروژن دارند مصرف می‌شود، (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳).

در اسفناج بیشترین مقدار نیترات در ساقه کوتاه و دمبرگ آن وجود دارد. که در طول روز با تابیده شدن نور هم فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز بیشتر شده و هم فعالیتهای فتوسنتز و سنتز پروتئین‌ها سرعت می‌یابد که در هر دو صورت باعث مصرف شدن نیترات تجمع یافته در اندام‌ها می‌شود و میزان آن کاهش می‌یابد. لذا در نمونه های برداشت شده در عصر تجمع نیترات پائین‌تر بود (مینرد[1] و همکاران، ۱۹۷۶).

۲-۱۴- میزان تجمع نیترات در محصولات کشاورزی

تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می‌دهد که میزان تجمع نیترات در گیاه بیشتر از آن بر اثر جذب و تحلیل باشد. ظرفیت تجمع نیترات به وسیله توان توارثی گیاه تنظیم گریده و به وسیله عوامل محیطی، مدیریت، کود دهی و عملیات زراعی تغییر می‌کند. تجمع نیترات در مواد غذایی برای کارشناسان تغذیه انسان و حیوان موضوعی بسیار جالب است. وجود نیترات اضافی سرطان زا بوده این امر در

[1]- Mynerd

خرد سالان بسیار خطرناک می‌باشد.(گلچین، ۱۳۸۷). مشخص‌ترین علایم مسمومیت حاد، بیماری مت هموگلو بینمیا است. که در آن هموگلوبین به مت هموگلوبین تبدیل می‌گردد. در این پدیده آهن دو ظرفیتی به آهن سه ظرفیتی تبدیل، و در نتیجه انتقال اکسیژن در بدن مختل شده و بیماری خفگی مخصوصاً در نوزادان بروز می‌نماید و ممکن است به مرگ انسان نیز منجر شود. همچنین در اثر مصرف سبزیجات و یا آب آشامیدنی محتوی نیترات زیاد، در داخل معده با ترکیبات آمینی تولید نیتروزآمین می نماید که یک ماده سمی و سرطان زا است. یکی از راههای تجمع نیترات در محصولات کشاورزی مصرف بی رویه کودهای ازته می باشد (گلچین، ۱۳۸۷). به طور کلی، سبزی‌ها (کاهو، اسفناج، تربچه، کرفس، هویج و گل کلم) ذرت و یونجه از محصولاتی هستند که تجمع نیترات در آنها بیشتر می‌باشد. ولی تجمع نیترات در میوه‌ها، پیاز، سیب زمینی، خیلی کم بوده و معمولاً تجمع نیترات در آنها مسئله ساز نمی باشد. اما در محصولات کنسرو شده، مخصوصاً در مورد لوبیا، گوجه فرنگی و میوه های که خاصیت اسیدزایی دارند، از نیترات به عنوان عامل اکسید کننده استفاده نموده در این حالت میزان نیترات می تواند تا حد مسمومیت برسد. کرفس، کاهو، کلم از سبزی‌های هستند که تجمع نیترات در آنها بیش از ۵۰ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه است ولی غلظت نیترات در غده های سیب زمینی و پیاز کم (معمولاً کمتر از ۲۰ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه است)، و در سبزی‌هایی نظیر گوجه فرنگی و کدو بسیار ناچیز (در حد صفر) است. حد مجاز نیترات را در آب آبیاری ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده ی خشک گزارش نموده اند (ملکوتی و بایبوردی، ۱۹۹۹). محققان مختلفی در تعداد زیادی از سبزی‌ها، غلظت نیترات را مطالعه کرده و علت جمع شدن آن را وابسته به منبع و مقدار کودهای ازت به کار رفته، و نوع و رقم و سن گیاه می‌دانند. به طور کلی، ارقام مختلف یک گیاه در جذب و تحلیل ازت با هم متفاوت هستند. اسفناج نوع برگ چروک نیز به طور قابل ملاحظه ای نیترات بیشتری از نوع برگ صاف دارد، دلیل اختلاف آن است که فعالیت آنزیم کاهش دهنده ی نیترات در نوع برگ صاف زیاد بوده، و مقدار ماده خشک بیشتری نیز دارد. سبزی‌های زودرس به طور قابل ملاحظه ای نیترات بیشتری نسبت به سبزیهای دیررس همان نوع دارند. نیترات اغلب در قسمتهای مسن گیاه تجمع می‌یابد. زیرا در این بخش ها فعالیت آنزیم کاهش دهنده نیترات کم است. برای مثال در کلم، نیترات در برگ‌های پیر

و بالغ خارجی تجمع یافته، و مقدار آن در قسمتهای جوان کمتر است.

عوامل محیطی: عوامل محیطی زیادی بر غلظت نیترات گیاه از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم کاهش دهنده‌ی نیترات، و همچنین جذب نیترات، اثر می‌گذارد. عموماً نور کم، دمای زیاد، و تنش‌های رطوبتی، منجر به تقلیل فعالیت آنزیم کاهش دهنده‌ی نیترات، و افزایش نیترات می‌گردند. موقعی که گیاه در معرض شدت نور کم یا روز کوتاه قرار گیرد، غلظت نیترات افزایش می‌یابد. محققین فراوانی دریافتند که غلظت نیترات در سبزیها ساعت ۴ تا ۸ صبح در بالاترین میزان، و در ۴ بعد از ظهر درکمترین مقدار می‌باشد. در مورد خیار نیز کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در برداشت صبح تا سطح خطرناک می‌باشد. بنابراین زمان برداشت سبزیجات در میزان نیترات آنها اثر قابل توجهی دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. از عوامل محیطی دیگر می‌توان دما را نام برد که اثر آن بر روی تجمع نیترات کاملاً مشخص نمی باشد، اما ثابت شده که افزایش حرارت، مخصوصاً زمانی که همراه با شدت نور کم باشد، منجر به تجمع نیترات می‌گردد. تنش رطوبتی نیز در تجمع نیترات مؤثر است، حالت‌های زیادی از تجمع نیترات در علوفه و سمیت آن‌ها برای دام‌ها با خشکی متناسب است. چنین تجمعی از نیترات شاید در نتیجه ی تنش رطوبتی باشد، که موجب کاهش فعالیت آنزیم کاهش دهنده نیترات و سوخت و ساز نوری می‌شود. قبل از این که جذب نیترات از خاک کاهش یابد، جذب و تحلیل نیترات تقلیل یافته، و نیترات تجمع می‌یابد. (کاشکی و همکاران، ۱۳۸۳) اثر مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت اوره روی رشد و عملکرد و تجمع نیترات در خیار رقم دامینوس با طرح آماری بلوک های تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار دادند. اندازه گیری نیتروژن نیتراتی در میوه‌های خیار در برداشت صبح و برداشت بعد از ظهر انجام شد. این افزایش با رشد طولی گیاه همبستگی مثبت داشت. میزان نیترات میوه نیز با افزایش میزان نیتروژن افزایش یافت و در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به بالاترین حد رسید. در کلیه تیمارهای نیتروژن، میوه های برداشت شده صبح در مقایسه با میوه های برداشت شده در بعد از ظهر، نیترات بیشتری را نشان دادند.

کودهای ازتی: مقدار کود، نوع کود، سرعت آزاد شدن و روش استعمال کود بر تجمع نیترات تأثیر می-گذارند. در مورد تعداد زیادی از گونه های گیاهی، ارتباط مستقیم بین کود ازتی و تجمع نیترات مشخص

شده است. در حقیقت کودهای ازتی از مهمترین عواملی هستند که موجب تجمع نیترات در برخی از سبزی-ها و گیاهان می‌شوند. گاهی استفاده از کودهای کندرها که ازت موجود در خود را به آهستگی آزاد می‌کنند، می‌تواند موجب کاهش تجمع نیترات گردد. استعمال فسفر اثر کمی در تجمع نیترات دارد، ولی استفاده از پتاسیم به دلیل نقش مثبت آن در افزایش باز یافت ازت، معمولاً منجر به تحرک و جذب بیشتر ازت گردیده، بنابراین، به انباشته شدن نیترات منجر می‌گردد. مقدار نیترات مجاز در سبزی‌های مختلف در جدول ۲-۱ نشان داده شده است (لرنز[1]، ۱۹۷۶)

۲جدول ۲-۱: مقدار نیترات مجاز در سبزیهای مختلف (گلچین ۱۳۸۷)

نوع سبزیها	نوع سبزی	مقدارنیترات (میلی گرم در کیلو گرم)
سبزیهای میوه ای	گوجه فرنگی	۱۰-۲۰۰
	نخود فرنگی	۱۰-۱۲۰
	خیار	۲۰-۳۰۰
سبزیهای ریشه ای و غده ای	لوبیا سبز	۸۰-۸۲۲
	هویج	۳۰-۸۰۰
	ترب و تربچه	۲۶۱-۱۱۸۶
	کلم قمری	۲۰۰-۱۷۰۰
سبزیهای برگی	کاهو	۳۸۲-۳۶۲۰
	کلم	۴۰۰-۲۴۰۰
	اسفناج	۳۴۵-۳۸۹۰

در بررسی رویزر و رومرو (۱۹۹۹) دیده شد که اگر مقادیر ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به گیاه خیار داده شود در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن، غلظت نیترات افزایش چشم گیری در میوه خواهد داشت. این بدین معنی است که گیاه، نیترات اضافی را به اسیدهای آمینه تبدیل نکرده و در گیاه یون نیترات تجمع یافته است. نتایج تحقیقات علیزاده و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر مثبت و معنی دار کاربرد نیتروژن را در افزایش عملکرد گوجه فرنگی نشان دادند. (مانی رازمون[2] و همکاران ،۲۰۰۷) نشان دادند که نیتروژن بر عملکرد، قطر میوه، ارتفاع گیاه، وزن ساقه و تعداد برگ گیاه کلم بروکسلی تأثیر مثبت و معنی داری دارد.

[1] Lorenz
[2] Mani ruzmon

نصر و همکاران، (۱۹۸۷) نشان دادند که با کاربرد ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین عملکرد دانه، روغن و پروتئین بدست آمد. در حالی که مقادیر بالاتر نیتروژن (تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد و شاخص‌های عملکرد را بهبود نداد. ماسون [1] و همکاران، ۱۹۹۱ در بررسی اثر نیتروژن بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی نشان دادند که افزایش بیوماس ساقه، بیوماس ریشه، نسبت ریشه به ساقه و سطح برگ می‌گردد و بین پارامترهای رشد و کاربرد نیتروژن رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد در حالی که بر روی بیوماس گیاه تأثیر معنی‌داری ندارد. ماتیز [2] و همکاران،۱۹۹۸ با بررسی تأثیر منابع و سطوح نیتروژن بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که کاربرد نیترات آمونیوم، باعث کاهش غلظت پتاسیم برگ گوجه فرنگی می‌شود در صورتی که کاربرد اوره با پوشش پلیمری، باعث افزایش غلظت پتاسیم برگ گوجه فرنگی می‌گردد. یولداس [3] و همکاران، ۲۰۰۸ گزارش نمودند. افزایش سطوح نیتروژن، باعث افزایش غلظت عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی در برگ کلم بروکسلی گردید. در حالی که غظت فسفر، مس، منگنز و بور تحت تأثیر سطوح نیتروژن نبود.

۲-۱۵- شکل های قابل جدب نیتروژن به وسیله گیاه

شکل های قابل جذب نیتروژن به وسیله گیاه شامل نیترات NO_3^- و آمونیوم NH_4^+ می باشد. گاز N_2 اتمسفری به وسیله رعد و برق به اکسیدهای گوناگونی تبدیل شده و سرانجام به نیترات تبدیل گردیده و همراه باران به سطح می‌رسد و به وسیله گیاهان در حال رشد جذب می‌گردد. همچنین گاز N_2 از طریق تثبیت میکروبی می تواند به آمونیوم تبدیل گردد. نیتروژن آلی موجود در خاک نیز ابتدا در فرایند آمونیفیکاسیون به آمونیاک و سپس در فرآیند نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌گردد تا قابل جذب برای گیاه شود. این تغییرات به وسیله موجودات ذره بینی خاک انجام می‌شود. فرآیند تبدیل نیتروژن آلی به معدنی، معدنی شدن نیتروژن نامیده می‌شود. اوره و احتمالاً اسیدهای آمینه نیز گاهی اوقات می تواند جذب گیاه شوند (معز اردلان و ثوابقی ۱۳۸۰).

---
1. Mason et al
2. Matiz et al
3. Yoldas

۲-۱۶- نقش سیلیسیم در گیاه

سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد گیاه و افزایش تحمل آن در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی تاثیر دارد. این عنصر در برخی گیاهان دو لپه ای نظیر خیار سبب استحکام دیواره سلول، افزایش مقاومت به بیماری‌های قارچ همانند لکه پودری و پوسیدگی ریشه ، بهبود رشد و افزایش کیفیت محصول می شود (خوشگفتار منش،۱۳۸۶). طوقه و ریشه های خیار نسبت به بیماری های ناشی از قارچهای خاکزاد-Soil *(born diseases)* به ویژه قارچ *Phytophthora* – حساس می باشد. خسارت این بیماری روی ریشه، طوقه، ساقه و میوه خیار در ایران معادل ۲۵ درصد گزارش شده است. (ابراهیمی و میناسیان،۱۳۵۳) این در حالی است که ۲۵۰۰۰۰ هکتار از اراضی ایران تحت کشت این محصول می باشد. (علوی[1] و همکاران ۱۹۷۹) اغلب خیارهای گلخانه ای در محلول های غذایی(هیدروپونیک) فاقد سیلیسیم رشد می‌کنند. بنابراین، بررسی اثر سیلیسیم بر مقاومت خیار در برابر بیماری ها در شرایط کنترل شده ضروری به نظر می رسد. در مطالعه انجام شده توسط محقق و همکاران(۱۳۸۲) برروی تأثیرسیلیسیم بر بیماری بوته میری ناشی از قارچ *phytophtora drechslerii* مشاهده گردید. که تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم، کاهش معنی داری در نفوذپذیری غشاء سلولی ایجاد نمودند. و در حضور آلودگی قارچی، سیلیسیم توانست اثر بیماری را به طور معنی دار کاهش دهد. کرایف[2] و همکاران (۱۹۸۷) نیز به این نتیجه رسیدند که سیلیسیم با رسوب کردن و پلیمریزه شدن و همچنین با تحریک نمودن تجمع مواد فنلی و شبه لیگنینی در محل نفوذ قارچ از رشد هیف های قارچ جلوگیری می‌کند. اپستین[3] (۱۹۹۴) دریافت که افزایش سیلیسیم نه تنها اثرات سودمندی بر رشد بسیاری از گیاهان داشته بلکه بر مقاومت در برابر تنش های زیستی (بیماری و آفات) و غیر زیستی شوری و (فلزات سنگین) نیز افزود. اگرچه سیلیسیم به عنوان عنصر ضروری برای رشد اکثر گیاهان معرفی نشده است، اما اثرهای مفید سیلیسیم تعدیل اثر مضر آلومنیوم و سمیت منگنز می‌باشد از دیگر

1- Alavi
2- Graif at el
3- Opesten et al

نقش‌های سیلیسیم در گیاه افزایش تحمل گیاه به شوری است (هادسون[1] و اوانس (۱۹۹۵). لیانگ[2] و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر متقابل شوری و سیلیسیم نتیجه گرفتند که سیلیسیم تجمع سدیم در گیاه را کاهش می‌دهد

۲-۱۷- فرم قابل جذب سیلیسیم در گیاه

در محلول خاک سیلیسیم به صورت سیلیس حل شده (مونو سیلیسیک اسید) وجود دارد و با همین فرم جذب گیاه می‌شود (راون[3] ۱۹۸۳) . شوری باعث افزایش یون سدیم در بخش هوایی گیاهان و به خصوص در ریشه می‌شود، اما تغذیه با سیلیسیم در گیاه موجب کاهش غلظت این یون در بافت‌ها می‌شود. وقتی تنش شوری ایجاد می‌شود، کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت ناشی از یون سدیم گیاه را با مشکل مواجه می‌سازد. سیلیسیم با کاهش جذب سدیم اثر سمی این یون را کاهش داد. و در نتیجه بهبود رشد را سبب می‌شود (بندانی و عبدل زاده ۱۳۸۶). کمبود سیلیسیم در گیاه گوجه فرنگی باعث بدشکلی برگ‌ها، توقف رشد و گرده افشانی ضعیف می‌شود ماتیچنکو و کالورت[4] (۱۹۹۹). در گیاه توت فرنگی کاربرد سیلیسیم باعث افزایش خصوصیات رشدی گیاه مانند سطح و تعداد برگ و همچنین عملکرد گیاه تحت شرایط تنش شوری شد فاطمی و همکاران (۱۳۸۸).

1. Hodson & Evans
2. Liang et al
3. Raven
4. Matichenkov & Calvert

علاوه بر این کاربرد سیلیسیم باعث افزایش برخی خصوصیات کیفی گیاه مانند قطرگل، طول و قطر ساقه گل دهنده و سرعت گل‌دهی در گیاهان ژربـرا و آفتـابگردان زینتـی مـی‌شـود جیـان‌پنـگ[1] (۲۰۰۹) و کامینـدو (۲۰۰۸) در گیاه چشم بلبلی *(Vignaunguicalata)* کاربرد سیلیسیم باعث افزایش استحکام ساقه گل دهنده کورالس[2] (۱۹۹۷) کاربرد سیلیسیم در محلول غذایی گیاه خیار باعـث افـزایش فتوسـنتز و حـداکثر کـارایی فتوسیستم ۲ (Fv/Fm) می‌شود. در گیاه گریپ فروت کاربرد سیلیسیم در مرحله دانهالی باعث افزایش رشـد آن می‌شود ما و همکاران (۲۰۰۲). سیلیسیم همچنین میزان قند را در نیشکر افزایش می‌دهـد آلاق‌ابـاوی و همکاران (۲۰۰۵) شواهد متعددی نشان می‌دهند که این عنصر بر رشد و عملکرد گیاهانی مانند جو، گوجـه-فرنگی تأثیر مثبت دارد (لاکس ۲۰۰۲ و ذرت آیرس (۱۹۹۶). نـور و همکـاران (۲۰۰۱) گـزارش کردنـد کـه کاربرد سیلیسیم در مرحله گلدهی گیاه برنج بیشترین تأثیر را در افزایش وزن هـزار دانـه، عملکـرد و تعـداد سنبله دارد. سیلیسیم در گیاهان عالی بیشترین اثر خود را در فراینـدهای مکـانیکی و افـزایش مقاومـت بـه تنش‌های محیطی می‌گذارد (لوین ۱۹۵۳). معمولاً سیلیسیم بـه شـکل اسـید منوسیلیسـیک (H_4SiO_4) یـا آنیون اسید $Si(OH)_3^-$ جذب گیاه می‌گردد (لوین ۱۹۵۳) پس از جذب سیلیسیم، انتقال این عنصر در گیـاه از طریق آوند چوبی به وسیله جریان تعرق از ریشه به شاخساره انجام می‌شود ما[3] و تاکاهاشی (۲۰۰۲). بیان کردند که کاربرد سیلیسیم جهت بهبود کیفیت گل‌های زینتی شده است. از جمله آنهـا ژربـرا و آفتـابگردان، محلول‌دهی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات پتاسیم منجر به کاهش وزن تر ساقه گل و وزن خشـک گل شده است و در غلظت کمتر از میلی‌گرم در لیتر، افزایش ضخامت و طول ساقه گل را بـه همـراه داشـته است و همچنین محلول دهی هفتگی در آفتابگردان، وزن ساقه را بیش از ۲۸ درصد افزایش داده است

1. Jian-peng
2. Corrales
3. Ma and Takahashi

(کامیندوا[1] ۲۰۰۵). اما بر اساس گزارش میر (۱۹۹۶)، کاربرد سیلیسیم تأثیری بر افزایش تعداد گل ژربرا نداشته است. آگاریی و همکاران (۱۹۹۸). گزارش کردند که افزایش فعالیت فتوسنتزی به دنبال کاربرد سیلیسیم می‌تواند یکی از دلایل افزایش ماده خشک تولیدی باشد. کاربرد سیلیسیم، فعالیت فتوسنتزی در برگ‌های برنج تحت تنش گرما و خشکی را در مقایسه با (شاهد) افزایش می‌دهد. آگریی و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند کاربرد کودهای حاوی سیلیسیم، فعالیت فتوسنتزی همچنین عملکرد گیاه گندم را افزایش می‌دهد. کاربرد کودهای حاوی سیلیسیم، فعالیت فتوسنتزی در گندم تحت تنش شوری، افزایش کارایی مصرف آب و افزایش ماده خشک محصول را به همراه داشته است تاهیر[2] و همکاران (۲۰۰۶). به نظر می‌رسد افزایش ماده خشک، به خصوص در گیاهانی که انباشگر سیلیسیم هستند، اغلب نتیجه وجود این عنصر بر اساس تحریک فتوسنتز، کاهش تعرق و استحکام بافت‌ها در چندین گونه گیاهی بوده است پاراکاش[3] و همکاران (۲۰۱۰). سیلیسیم از طریق کاهش سرعت تعرق در شرایط تنش، منجر به صرفه جویی در مصرف آب از طریق ممانعت از تخریب آوندهای و خروج آب کمتر از گیاه می‌گرد(کامیندوا ۲۰۰۵). معلوم شده است محلول پاشی هفتگی تیمارهای سیلیکات پتاسیم و سیلیکات سدیم بر کنترل تعرق و افزایش مقاومت برگی اثر دارد. کاربرد سیلیسیم از طریق اثر بر حرکت روزنه ها و کاهش قطر منافذ آنها منجر به کاهش تعرق می-گردد داتنوف[4] (۲۰۰۱) و گائو[5] (۲۰۰۶). تبخیر و تعرق نقش اساسی در انتقال و انباشت سیلیسیم در اندام-های مختلف گیاه داشته در گیاهانی که جذب سیلیسیم به صورت غیر فعال است جذب این عنصر در گیاه وابستگی بیشتری به میزان تبخیر و تعرق دارد. از طرفی، در گیاهان با جذب فعال سیلیسیم در شاخساره بیشتر از ریشه می‌باشد، زیرا تبخیر و تعرق سبب انتقال سیلیسیم به اندام‌های هوایی می‌گردد

[1]. Kamenidou
[2]. Tahir et al
[3]. Prakash et al
[4]. Datnoff et al
[5]. Gao et al

لوین[1] (۱۹۵۳). بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد ۳/۴ میلی مولار سیلیسیم در تغذیه بوته‌های خیار، افزایش کلروفیل و فعالیت فتوسنتزی در برگ‌ها، کاهش طول دمبرگ و افزایش وزن تر برگ را به همراه داشته است (جانگ سوپ[2] و همکاران ۲۰۰۰). سیلیسیم موجب افزایش کارایی مصرف آب در ذرت گردیده و این اثر می‌تواند توسط کاهش تعرق برگی و سرعت جریان آب در آوند چوبی و ایجاد لایه سیلیکاژل در ارتباط با سلولز به صورت ضخیم در سلول‌های اپیدرمی توجیه شود (گائو[3] و همکاران ۲۰۰۶). منفذ زیر روزنه، مسیر کم مقاومتی را در سراسر اپیدرم و کوتیکول برای حرکت و انتشاری گازها فراهم می‌کند و موجب افزایش هدایت روزنه‌ای برگ می‌شود (کافی و لاهوتی ۱۳۷۸).

سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که بر رشد و سلامت گیاه تأثیر دارد. بسیاری از گیاهان قادر به جذب سیلیسیم بوده و مقدار جذب بر اساس نوع گونه گیاهی بین ۱۰-۰/۱ درصد زیست توده گیاهی متغیر می باشد (چریف[4] و بلانگر ۱۹۹۲) .سیلیسیم می‌تواند باعث افزایش تولید و کیفیت محصول، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش مقاومت به تنش‌های شوری، خشکی و سمیت فلزات سنگین افزایش تحریک تولید برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدان و کاهش حساسیت به بعضی بیماری‌های قارچی در گیاهانی همانند خیار شود لیانگ و همکاران (۲۰۰۵).تأثیر سیلیسیم بر عملکرد گیاه ممکن است به دلیل رسوب آن در پهنای برگ، افزایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ باشد کاربرد سیلیسیم محلول جهت تولید غلظت‌های بالاتر آنزیم ریبولوزبیوفسفات کربوکسیلاز در برگ لازم است این آنزیم سوخت ساز دی اکسید کربن را تنظیم کرده و در نتیجه کارایی تثبیت دی اکسید کربن توسط گیاهان را افزایش می‌دهد

[1]- Lewin
[2].Jungsup et al
[3]. Gao
[4]. Chrif and Belanger

و در نهایت منجر به بهبود فتوسنتز در گیاه می‌شود آدتیا[1] و باسفورد (۱۹۸۶)سان[2] و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب کننده عناصر افزایش می‌یابد.

۲-۱۸- نقش باکتری‌های حل کننده فسفات

استفاده بی رویه نامتعادل از کودها و سموم شیمیایی در کشاورزی تجاری که تخریب خاک و از بین رفتن موجودات خاکزی را در پی دارد، سبب شده است که باروری خاک و به دنبال آن کیفیت محصولات تولیدی کاهش پیدا کند (صالح راستین ۱۳۸۰) بنابراین به حداقل رساندن استفاده از کودهای شیمیایی و جایگزین نمودن آنها با کودهایی بیولوژیک به عنوان یکی از اصول مهم کشاورزی پایدار در سالهای اخیر، برای نیل به حفظ حیات طبیعی، تنوع زیستی و پایداری منابع آب و خاک اهمیت پیدا کرده است. اصطلاح کودهای زیستی منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود. بلکه ریز جاندارانی مثل باکتری‌ها و قارچ‌های مفید و مواد حاصل از فعالیت آنها را نیز در بر می‌گیرد (حمیدی ۱۳۸۵ و صالح راستین ۱۳۸۰). کودهای زیستی یکی از طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌ها به منظور زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیات خاک مطرح هستند (صالح راستین ۱۳۸۰). در بسیاری از خاک‌های ایران به دلیل بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم، مقدار محلول قابل جذب برخی عناصر غذایی مانند فسفر با وجود فراوانی آنها کمتر از مقدار لازم برای تأمین رشد مناسب گیاه است، بنابراین گیاه همیشه با کمبود اینگونه عناصر مواجه است (راثی پور و علی اصغرزاده ۱۳۸۶). جنس باسیلوس با ترشح اسیدهای آلی مانند اسید استیک، اسید پروپانیک، اسید لاکتیک، اسید گیلیکولیکف، اسید فوماریک، اسید سوکسینیک، ابتدا باعث کاهش pH به صورت موضعی شده و سپس با تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیباته فسفاته معدنی که در خاک به صورت نامحلول درآمده اند، آنها را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد. جنس پسودوموناس با ترشح آنزیم های فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفات آلی، در نتیجه معدنی شدن و قابل

---

[1]. Adtia and Beasfor
[2].Sun et al

جذب شدن آنها می‌شود (گلچین ۱۳۸۷).

درزی و همکاران (۱۳۸۸) طی تحقیقی نشان دادند که کاربرد کود زیستی فسفاته در رازیانه، بر تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد اثر معنی‌داری نداشت، ولی ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار داد. هازاریکا[1] و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقی روی گیاه چای نشان دادند که کاربرد باکتری‌های باسیلوس در خصوص سنگ فسفات معدنی، ارتفاع گیاه، بیوماس و درصد همزیستی ریشه و جذب نیتروژن و فسفر را افزایش می‌دهد. باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتو باکتر و آزوسپریلوم علاوه بر تثبیت نیتروژن جو و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین، ترشح اسید آمینه های مختلف، انواع آنتی بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت-های هوایی گیاهان می‌شوند و با حفاظت ریشه گیاهان در برابر عوامل بیماری زا خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردد. تیلاک[2] و همکاران (۲۰۰۵). بالمی[3] و آنتون (۲۰۰۷) در آزمایشی به منظور بررسی واکنش پیاز به کاربرد ترکیبی از کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن اظهار داشتند که تلقیح بذر پیاز با نژاد CBD-15 باکتری ازتوباکتر به افزایش معنی‌دار رشد و اجزای عملکرد گیاه منجر می‌شود.

باکتری*Thiobcillus sp* از طریق اکسیداسیون گوگرد و افزایش قابلیت دسترسی آن، جذب بیشتر عناصر غذایی مانند فسفر، آهن و روی و اصلاح خاک شور سدیمی سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود. بنابراین با توجه به شرایط اقلیمی و pH بالای خاک‌های آهکی ایران، انجام اقداماتی در جهت افزایش اکسیداسیون گوگرد در خاک بسیار ضروری است (محقق و همکاران ۱۳۸۹). به دنبال کاربرد بیوسوپر که حاوی سنگ فسفات، گوگرد و باکتری‌های تیوباسیلوس می‌باشد، افزایش معنی‌داری در میزان ماده خشک و میزان جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر در اندام‌های هوایی ذرت مشاهده کردند. نتایج تحقیقات (نور و طباطبایی ۱۹۷۷)

[1]. Hazarika et al
[2]. Tilak
[3]. Balemy and Antoun

نشان داد که تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بدون مصرف گوگرد نمی توان تغیرات معنی‌داری را نسبت به شاهد ایجاد کند، در حالیکه در تحقیقی که توسط امیری نژاد (۱۳۷۹) انجام شد. مصرف مایه تلقیح تیوباسیلوس بدون مصرف گوگرد نیز نسبت به شاهد اثرات مثبتی روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان داد. دلیل این امر استفاده از کود بیولوژیک تهیه شده با تیوباسیلوس همراه با ماده نگهدارنده‌ای که بخشی از آن را گوگرد تشکیل می‌دهد، ذکر شده است. اکسید شدن سریع گوگرد می‌تواند دلیلی بر اثرات مثبت این کود بیولوژیک باشد. آنها همچنین گزارش کردند که کاربرد توأم مایه تلقیح باسیلوس و برادی ریزوبیوم *Brady rhizobium* به دلیل اثرات هم افزایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و تثبیت نیتروژن در سویا شده است. کاربرد مخلوطی از ازتوباکتر و آزوسپریلوم همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا به دلیل اثرات مختلف این ریز موجودات در تثبیت نیتروژن و قابلیت دسترسی بهتر فسفر برای گیاه، سبب بهبود رشد روی علف چمنی شد (رائی پور و علی اصغر زاده ۱۳۸۶) محقق و همکاران (۱۳۸۹) نیز طی تحقیقی روی گیاه داروئی رزماری با کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات، افزایش در وزن تر و خشک گیاه را گزارش کردند

این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق قریب[1] و همکاران (۲۰۰۸) روی مرز نجوش همخوانی دارد، آنها علت افزایش وزن برگ را، افزایش جذب مواد معدنی و انتقال نیتروژن به گیاه بیان کردند. آسیوتی[2] و سدرا (۲۰۰۵) در گیاه اسفناج نشان دادند که تیمار ازتوباکتر + فسفورین به علت تثبیت بیولوژیکی ازت، حلالیت فسفر غیر متحرک تولید هورمون‌های گیاهی که جذب عناصر غذایی را تحریک می‌کنند و با تأثیر روی فرایندهای فتوسنتزی افزایش رشد و عملکرد را سبب شدند. یکی از مهمترین راهکارهای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به ویژه محصولات گلخانه‌ای، فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به شکل قابل جذب در محیط کشت است. فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد و توسعه گیاه محسوب می‌شود که به صورت فسفات معدنی محلول به خاک اضافه می‌شود در بخش بزرگی از آن به صورت نامحلول در می-آید و از دسترس گیاه خارج می‌شود. انحلال فسفر به وسیله برخی باکتری‌های محیط ریزوسفری می‌تواند سبب افزایش رشد گیاه گردد (گلیک[3] ۱۹۹۵). باکتری‌های حل‌کننده فسفات نقش عمده‌ای در انحلال شکل غیر قابل دسترس فسفر در خاک ایفا می‌کند (ریچارد سوند[4] و سیمپسون ۲۰۱۱). بسیاری از باکتری‌های ریزوسفری با تولید اسیدهای آلی قادر به انحلال فسفات هستند. گزارش شده است که باکتری‌های مختلف مانند (ریزوبیوم، باسیلوس و پسودوموناس، اگروباکتریوم و آکروموباکتر) دارای توانایی حل فسفات معدنی

---

1. Ghrib et a
2. Assioty & Abo-sedera
3. Glick
4. Richardson and Simpson

نامحلول هستند (علیخانی و همکاران ۲۰۰۶) آپنو[1] و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه ۴۴۶ باکتری جدا شده از خاک‌های ایران گزارش کردند که در خاک‌های کشور باکتری‌های با پتانسیل زیاد وجود دارند که قابلیت حل کردن فسفر از منابع آلی و معدنی را دارا هستند و توانایی آنها در حل کردن فسفر و تأمین نیاز فسفر گیاهان زراعی باید بررسی گردد. اخیراً با توجه به مشکلات زیست محیطی استفاده از کودهای فسفره، به ویژه مسأله به پروردگی (*Eutrofication*) آب رودخانه‌ها در اثر ازدیاد فسفر متعاقب آن رشد بی‌رویه جلبک‌ها در این آب‌ها و کمبود اکسیژن آب که منجر به خطر افتادن زندگی موجودات آبزی در این اکوسیستم شده است. استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفات به عنوان جایگزین کودهای فسفره جهت افزایش فسفر قابل دسترس گیاه افزایش یافته است (سون[2] و همکاران ۲۰۰۶). شرایط ویژگی‌های خاک بر قابلیت جذب فسفر و نیز حلالیت آن در محیط تأثیر گذار هستند. شوری خاک به عنوان یکی از تنش‌های مهم محدودکننده کارایی تولید محصول گیاه، جذب مواد غذایی مخصوصاً جذب فسفر به وسیله گیاه را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. زیرا در خاک‌های تحت تنش شوری، یون فسفات به سرعت با یون‌های کلسیم رسوب می‌کند (بانو[3] و ماسارات۲۰۰۹). فسفر اغلب به صورت فسفات‌های معدنی کم محلول یا نامحلول یا به صورت فسفر آلی در خاک وجود دارد. که به سهولت برای گیاهان قابل استفاده نیستند. به عبارت دیگر کمبود غلظت فسفات‌های قابل جذب خاک‌های زراعی در کشور باعث شده است که از سال‌های پیش تاکنون برای رفع کمبود فسفر مورد نیازگیاهان، این عنصر را به شکل معدنی و آلی یافت می‌شود که شکل معدنی آن به صورت کودهای شیمیایی فسفردار به خاک اضافه کنیم (لیندمان[4] و گلوور ۲۰۰۳) این عنصر در خاک به دو صورت انواع کانی‌های مختلف شامل ترکیبات کلسیم، آهن، آلومنیوم، فلوئور و شکل آلی آن به صورت ترکیبات فتین، فسفولیپیدها و اسید نوکلئیک است (ناتیال ۲۰۰۰). در سطح سلولی نیز آنچه اهمیت فسفر را نشان می‌دهد ناقل‌های انرژی مانند آدنوزین تری فسفات است که حاوی فسفات ملکولی است که با آزاد

1- Appunu et al
2- Soon et al
3- Bano and Mussarat
4.Lindemann and Glover

کردن هر فسفات، مقدار مشخصی انرژی آزاد می‌کند و فعالیت‌های سلولی را از نظر انرژی تأمین می‌نماید. به رغم فراوانی مقدار فسفر کل در بسیاری از خاک‌های کشور اما فسفر قابل جذب برای گیاهان زراعی کافی نیست. بنابراین به غیر از کودهای شیمیایی می‌توان از کودهای بیولوژیک که در واقع مجموعه از میکروارگانیسم‌ها هستند می‌توان استفاده کرد از گروه باسیلوس‌ها سودموناس‌ها و نیز قارچ‌ها پنسیلیوم و آسپرژیلوس توانایی خود را در تبدیل فسفات غیر محلول به محلول به وسیله تولید اسیدهای آلی نشان داده-اند (ساروخانی و همکاران ۱۳۷۹). باکتری‌های حل کننده فسفات قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرایندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفریک آزاد کرده و تحرک این عنصر را در خاک افزایش دهند (صالح راستین ۱۳۸۰، ساروخانی و همکاران ۱۳۷۹ و ملکوتی و سپهر ۱۳۸۲). این اسیدها موجب کاهش pH خاک شده و در نهایت در محلول سازی فسفات مؤثر باشند (ساروخانی ۱۳۷۹ و اسدی رحمانی و فلاح‌نصرت آباد ۱۳۸۰). تاکنون گزارش‌های متعددی برای اثبات کاربرد باکتری‌های تیوباسیلوس و استفاده آن در افزایش عملکرد محصولات زراعی منتشر شده است (ساروخانی ۱۳۷۹ و اسدی رحمانی و فلاح نصرت‌آباد ۱۳۸۰). مصرف بیش از حد فسفر نه تنها باعث افزایش محصول نمی‌گردد بلکه به تدریج در خاک تثبیت می‌شود. علاوه بر آن مصرف بیش از حد این عنصر در شرایط کمبود آب و خشکسالی موجب تشدید تنش خشکی و اسمزی و کاهش محصول می-گردد (آستارایی و کوچکی ۱۳۷۵ و ملکوتی و سپهر ۱۳۸۲).

۳- فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان انجام تحقیق

مراحل این آزمایش از اوایل اردیبهشت ماه تا اواخر شهریور ماه سال ۱۳۹۱ در گلخانه گروه خاک‌شناسی دانشگاه زنجان انجام گرفت. تجزیه‌های خاک و گیاه در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. برای آماده کردن خاک اولیه جهت اجرای طرح، پس از نمونه گیری از چند خاک مختلف، خاک مناسب از عمق ۰-۲۰ سانتی متری مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان تهیه، و به گلخانه منتقل گردید. خاک مذکور ابتدا هوا خشک شده و سپس کل خاک مورد استفاده برای آزمایش از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۳-۱ آورده شده است.

جدول۳- ۰-۱: : نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در این آزمایش

عمق خاک	EC	PH	بافت خاک	ازت	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	منگنز
(Cm)	(dsm^{-1})			درصد		(mg/kg)			
۰-۲۰	۲/۳	۷/۲۷	لوم شنی	۰/۱۹	۱۵	۱۵	۲/۵	۰/۴	۰/۴

۳-۲- طرح آزمایشی مورد استفاده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر رشد و نمو خیار سبز یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلخانه‌ی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان به اجرا درآمد. پس از ثبت و جمع آوری داده‌ها تجزیه و تحلیل نهایی با استفاده از رویه GLM (مدل خطی) به وسیله نرم افزار SAS انجام شد همچنین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمار نیتروژن شامل ۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک که

به صورت اوره تامین و مصرف گردید. این مقادیر نیتروژن معادل ۰ ، ۲۶۰، ۵۲۰، ۷۸۰، ۱۰۴۰ میلی گرم اوره درهرکیلوگرم خاک می‌باشد. بنابراین برای محاسبه میزان کود هر تیمارکافی است که این مقادیر اوره در وزن خاک گلدان (۶کیلوگرم) ضرب شود.(N0,N1,N2,N3,N4) سطوح باکتریهای حل کننده فسفات شامل تیمارهای با و بدون تلقیح با باکتری بود. و مقدار تلقیح برابر مقدار ذکرشده توسط شرکت سازنده می باشد. (B_0,B_1) تیمار سیلیسیم شامل سطوح۱،۰ ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم (S_0, S_1,S_2) طی سه مرحله رشدی ۴-۶ برگی (مرحله اول) ۸-۱۰ برگی (مرحله دوم) ۲۵-۱۵ برگی (مرحله سوم) به فواصل زمانی ۱۵ روز در هر مرحله از طریق آب آبیاری محلول دهی شد. جهت تامین سیلیسیم از کود سیلامول ۸۰ درصد که از شرکت فلات ایران تهیه شده بود استفاده گردید. هر واحد آزمایشی را یک گلدان حاوی ۶ کیلوگرم خاک تشکیل می داد و تجزیه خاک مورد استفاده قبل از انجام آزمایش لازم و ضروری بوده تا هیچ کمبودی به جز نیتروژن وجود نداشته باشد. که در این مرحله پتاسیم خاک از درصد پایینی برخوردار بود که با سولفات پتاسیم تمام خاک مورد نیاز محلول پاشی گردید. این تحقیق شامل ۳۰ تیمار در سه تکرار اعمال گردید. پارامترهای قابل اندازگیری شامل تعداد برگ‌ها، تعداد میوه، قطر میوه، طول میوه شاخص کلروفیل، عملکرد، وزن میوه، و عناصر کم مصرف بود. رقم خیارگلخانه مورد استفاده پویا F_1 با قوه نامیه ۹۸ درصد بود.

۳-۳- تهیه بذر خیار

خیار سبز مورد استفاده در این آزمایش از نوع رقم پویا F_1 بوده که متعلق به شرکت SEMINIS است و بذرها از شرکت خدمات کشاورزی خانه سبز زنجان خریداری شدند، ابتدا تا زمان جوانه زنی بذرها در داخل یک پارچه مرطوب نگهداری شدند و سپس به بستر کشت (گلدان) انتقال یافتند.

۳-۴- محیط کشت و نحوه تهیه تیمار های آزمایشی

در این آزمایش خاک با بافت لوم شنی به عنوان محیط کشت استفاده شد. که ابتدا خاک مورد نظر تجزیه و کمبود های خاک همانند پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به محیط کشت اعمال گردید.

تصویر۳-۱ : اعمال کود سولفات پتاسیم از طریق محلول پاشی

تصویر۳-۲: نمونه خاک پس از محلول پاشی سولفات پتاسیم

۳-۵- نحوه تهیه تیمارهای آزمایشی

یکی از فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش نیتروژن می باشد که عبارتند از ۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ۴۸۰. میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک که به صورت اوره تامین و مصرف شد. فاکتور دوم بررسی سطوح سلیسیم دارای سه سطح (۰،۱، ۵) میلی‌گرم سیلیسیم در یک لیترآب آبیاری (S_0, S_1, S_2) می باشد. که در طول هفته اعمال گردید. جهت تامین سیلیسیم از کود سیلامول استفاده شد. فاکتور سوم بررسی تأثیر باکتری‌های حل کننده فسفات که شامل تیمارهای با و بدون تلقیح باکتری های حل کننده فسفات می

باشد. مقدار مصرف آن به ازای هر گلدان حدود ۲۵۰ میلی گرم بود همچنین این گروه از باکتری ها از مرکز تحقیقات آب و خاک کرج تهیه گردید.

۳-۶- کاشت بذر خیار سبز در گلدان

ابتدا بذرهای خیار سبز را به مدت ۲۴ ساعت در داخل یک پارچه تمیز خیسانده تا جوانه بزنند، و در مرحله بعد بذرهای جوانه دار به گلدان حاوی ۶ کیلوگرم خاک انتقال داده شدند وگلدان‌ها تا رسیدن به رطوبت مزرعه، با آب شرب شهری آبیاری گردیدند. زمان کاشت بذرها عصر در نظر گرفته شد. زیرا بذرها تمام شب را قبل از اینکه گرمای خورشید در صبح روز بعد به آنها برسد، برای سازگاری با محیط جدیدشان فرصت دارند.

۳-۷- اعمال تیمارهای آزمایشی

تیمار باکتری‌های حل کننده فسفات در هنگام کاشت بذر با خاک سطحی گلدان مخلوط گردید. سپس بعد از انجام عملیات آبیاری و رشد بذرها و ۵ برگی شدن آنها تیمار نیتروژن به صورت تقسیطی در سه مرحله ۱۰ روزه اعمال گردیدند. تیمار سیلیسیم نیز در سه نوبت به فواصل ۱۵ روز اعمال گردیدند. و گیاهان در گلخانه در حدود ۲ ماه رشد کردند.

۳-۸- برداشت و اندازه گیری برخی از صفات گیاه

هنگامی که ارتفاع بوته‌ها به حدود ۹۰-۸۰ سانتی‌متر رسیدند، برگ‌های چهارم و پنجم از سر بوته برداشت شدند. نمونه‌های میوه نیز زمانی که میوه در حدود ۱۲-۹ سانتی‌متری رسیدند به صورت تصادفی از محل‌های مختلف برداشت و پس از ثبت ویژگی آنها درون پاکت بر اساس تیمارهای اعمالی شماره گذاری شدند که تمامی خصوصیات میوه در سه چین ثبت شدند. در نهایت غلظت عناصر پر مصرف (Mg،Ca،K،P،N) و عناصر کم مصرف حاوی (Cu ،Zn، Mn ،Fe) اندازه گیری شد.

۳-۸-۱- اندازه گیری شاخص کلروفیل در برگ

در این آزمایش شاخص کلروفیل برگ، با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج دستی MINOLTA SPA ۵۲۰ اندازه‌گیری شد وعدد حاصل از میانگین پنج قرائت ثبت گردید.

۳-۸-۲- اندازه گیری سطح برگ

پس از اعمال تیمار های آزمایشی و در پایان تحقیق، سطح کل برگ ها با دستگاه Leaf Area Meter اندازه گیری شد وعدد حاصل بر حسب سانتی متر مربع گزارش شد.

۳-۸-۳- اندازه گیری عملکرد

برای اندازه گیری عملکرد در هر مرحله از برداشت میوه های رسیده شده از هر بوته به طور جداگانه چیده شده و با ترازوی دیجیتالی مورد توزین قرار گرفت. از مجموع توزین‌ها عملکرد میوه هر بوته بر حسب کیلوگرم بر بوته محاسبه و گزارش گردید.

۳-۸-۴- طول میوه

برای اندازه گیری این صفت با هر بار برداشت میوه از هر واحد آزمایشی طول میوه ها به وسیله کولیس اندازه گیری شد و میانگین طول میوه ها به عنوان ملاک کلی این صفت در نظر گرفته شد.

۳-۸-۵- قطر میوه

برای اندازه گیری این صفت، با هر برداشت میوه از هر واحد آزمایشی قطر میوه ها با کولیس اندازه گیری شد و میانگین قطر میوه‌ها به عنوان ملاک کلی این صفت در نظر گرفته شد.

۳-۸-۶- تعداد میوه

تعداد میوه برداشت شده از هر بوته در طول آزمایش شمارش و ثبت گردید.

۳-۸-۷- طول بوته

برای اندازه گیری این صفت، در پایان دوره رشد در واحد آزمایشی طول بوته به وسیله متر اندازه گیری شد.

۳-۸-۸- اندازه گیری وزن تک میوه

برای اندازه گیری این صفت تعداد هشت میوه از هر گلدان به صورت تصادفی انتخاب گردید و میانگین وزن میوه ها به عنوان ملاک کلی این صفت در نظر گرفته شد، البته این کار در سه مرحله که عملکرد اندازه‌گیری شد صورت گرفت و وزن میوه ها با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد.

۳-۹- تجزیه شیمیایی بافت های گیاهی

۳-۹-۱- آماده سازی نمونه های برگ و میوه برای اندازه گیری عناصر غذایی

برای تجزیه میوه‌ها زمانی که آنها به حد مشخصی رسیدند، به صورت تصادفی برداشت شده و ابتدا با آب معمولی سپس با آب مقطر شسته شدند، پس از گرفتن آب آنها به صورت نازک برش زده و در دمای ۶۵-۵۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. برگ های نمونه برداری شده نیز ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند سپس در دمای ۶۵-۵۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. نمونه‌های خشک شده برگ و میوه کاملاً پودر و سپس در ظرف درب دار تمیز ریخته و شماره گذاری شدند. لازم به ذکر است که غلظت عناصر پر مصرف شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، و عناصر کم مصرف شامل: مس، آهن، روی، منگنز، با استفاده از روش‌های رایج آزمایشگاهی توصیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری شد (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲).

۳-۹-۲- اندازه گیری عناصر کم مصرف و پر مصرف گیاه به روش هضم تر با اسید سولفوریک- اسید سالیسیک و آب اکسیژنه

در این روش هضم، در عصاره بدست آمده می توان نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، و سایر عناصر را اندازه گیری

کرد. مواد گیاهی در مجاورت با اسیدسولفوریک آب خود را از دست می‌دهند و بیشترین قسمت مواد آلی در حرارت نسبتاً بالا اکسید می‌شود. عمل هضم با وجود آب اکسیژنه در حرارت بالا کامل می‌شود. اضافه کـردن اسید سالسیلیک برای انجام عمل احیای نیترات است. برای شروع عمل هضم، ۰/۳ گرم بافت گیاه که با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده است به بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری منتقل گردید. باید دقت می‌شد که همه ذرات به داخل بالن ریخته شود. سپس ۲/۳ میلی لیتر از مخلوط اسیدها را به آن اضافه گردید و با دقت تکان داده شد تا تمامی مواد گیاهی خیس گردد. مخلوط را یک شب به صورت در بسته بـه حـال خـود قـرار داده و نمونـه شاهد نیز تهیه گردید. روز بعد نمونه‌ها را به مدت یک ساعت تا حرارت ۱۸۰ درجه سانتی گراد حـرارت داده شد. سپس نمونه ها را از روی اجاق برداشته و وقتی خنک شد پنج قطره آب اکسیژنه به آن اضافه شد. بـالن ها را دوباره روی اجاق قرار داده و حرارت را تا ۲۸۰ درجه سانتی گراد بالا برده شد. ۵ الی ۱۰ دقیقه حرارت کافی بود تا آب تبخیر شده و بخار سفید رنگ ظاهر گردد. دوباره پنج قطره آب اکسیژنه اضافه گردید وسپس پنج الی ۱۰ دقیقه حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ حاصل شود. این عمل تا بی رنگ شدن نمونه ها ادامه یافت. نمونه ها از روی اجاق برداشته شده و بعد از خنک شدن، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید، سپس بالن ها تکان داده شد تا بیشتر مواد رسوب کرده حل شود. سپس بالن ها به حجـم رسـانیده و بعـد از تکان دادن صاف گردید. در نهایت این عصاره آماده اندازه گیری عناصر ماکرو و میکـرو مـی‌باشـد (احیـایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲).

مقدار عناصر مورد نظر شامل نیتروژن، با روش متداول تقطیر کجلدال، فسفر به روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با کمک دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. عناصر کلسیم و منیزیم و عناصر کم مصرف شامل روی، آهن، منگنز، مس با کمک دستگاه جذب اتمی شدند.آمونیاک حاصل از عمل هضم مـواد در مجاورت محیط قلیایی و به کمک حرارت تقطیر شده و به وسیله اسید بوریک در مجاورت اندیکاتور اسید و باز خنثی می‌شود. برای اندازه گیری نیتروژن، میزان ۵ میلی لیتر از عصاره به دسـت آمـده از هضـم تـر را پیپت گردید و به بالن تقطیر منتقل شد. ۲ میلی لیتر از محلول سود اضافه و قیف دهانه بالن را کاملاً شسته شد تا حجم محلول ۲۰ میلی لیتر گردد.۱۰ میلی لیتر اسید بوریک و۱۰ قطره مخلوط معرف‌ها در ارلن مـایر

۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و زیر مبرد دستگاه قرار گرفت . شیر قیف را بعد از شتشو بسته و با برقرار کردن حرارت زیر سیستم منتظر اتمام آزمایش نشستیم، سپس محتویات ارلن را با اسید سولفوریک ۰/۰۱ نرمال تیترگردید تا رنگ سبز به صورتی تبدیل شود با انجام محاسبات لازم و وجود نمونه شاهد درصد ازت قابل محاسبه بود (احیایی و بهبهانی زاده ۱۳۷۲).

۳-۹-۲-۱- اندازه گیری فسفر (به روش رنگ سنجی)

یون های ارتو فسفات در محیط اسیدی با محلول مولیبدات وانادات کمپلکس زرد رنگ تولید می‌کند. این کمپلکس در مولاریته کمتر از ۰/۲ اسید نیتریک تشکیل نمی شود ودر صورتی که مولاریته محلول از ۱/۶ بیشتر باشد خیلی دیرتر تشکیل می‌شود. مناسب ترین غلظت اسید نیتریک در محلول جهت تشکیل رنگ، ۰/۵ مولار است. پس از آماده کردن استانداردها و عصاره، برای قرائت اعداد مربوط به آنها باید دستگاه را کالیبره نمود. برای این منظور مقداری از استاندارد صفر را در سل اسپکتروفتومتر ریخته شد سپس میزان عبور نور*(Transmitance)* قرائت گردید. این میزان برای استاندارد صفر، عدد صد بود. برای تنظیم دستگاه از پیچ مخصوص آن استفاده شد. سپس اعداد مربوط به دیگر استانداردها یادداشت گردید و بر اساس آنها نمودار استانداردها را رسم شد. سپس عبور نور مربوط به نمونه‌ها از دستگاه یادداشت شد و در نهایت غلظت آنها از منحنی بدست آمد و در ضریب رقت ضرب شد تا غلظت فسفر محلول اولیه یا عصاره به دست آید. با انجام محاسبات لازم، میزان فسفر گیاه بر حسب درصد تعیین شد (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲).

۳-۹-۲-۲- اندازه گیری پتاسیم

ابتدا از استاندارد ۵۰ پی پی ام پتاسیم، استانداردهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ پی پی ام تهیه شد و دستگاه توسط استانداردها کالیبره گردید، گراف مربوطه را رسم، سپس به وسیله فلیم فتومتر قرائت مربوط به پتاسیم عصاره تعیین شد و اگر نیازی به رقیق کردن بود این کار را انجام می دادیم، و بعد از اعمال ضرایب و محاسبات لازم، غلظت پتاسیم را در ماده خشک گیاهی بر حسب درصد ثبت شد.

۳-۹-۲-۳- اندازه گیری عناصر میکرو، کلسیم و منیزیم

آهن، مس، روی، منگنز، کلسیم و منیزیم موجود در عصاره هضم شده را با دستگاه جذب اتمی پس از کالیبره کردن با استانداردهای مربوطه اندازه گیری شد. مقدار آهن، مس، روی، منگنز بر حسب میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک و مقدار کلسیم و منیزیم بر حسب درصد گزارش شد.

۳-۹-۲-۴- اندازه گیری سیلیسیم

برای اندازه‌گیری غلظت سیلیسیم برگ از روش الیوت و اشنایدر(۱۹۹۵) استفاده شد بدین ترتیب که ۵۰۰ میلی‌گرم از پودر نمونه‌های گیاهی خشک شده با ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۵۰ درصد در لوله‌های پلی اتیلنی مخلوط شد و به هر لوله ۴/۵ گرم از سود ۵۰ درصد اضافه شد. سپس نمونه‌ها، به خوبی مخلوط شدند و به مدت ۱ ساعت در فشار ۱۳۸ کیلوپاسکال در اتوکلاو قرار گرفتند. پس از سرد شدن نمونه‌ها، حجم آنها به وسیله آب دیونیزه شده به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت سیلیسیم با استفاده از روش رنگ سنجی مولیبدات توسط دستگاه طیف سنج در طول موج ۸۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

فصل

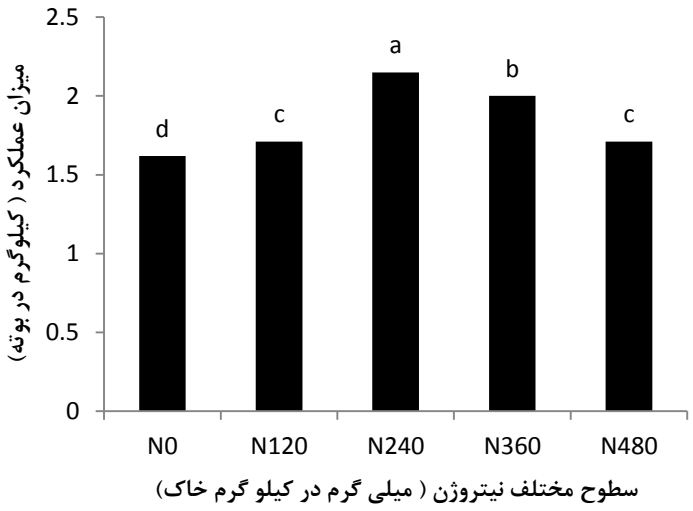
چهارم

۴-نتایج و بحث

۴-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص های رشد

۴-۱-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن بر عملکرد خیار سبز

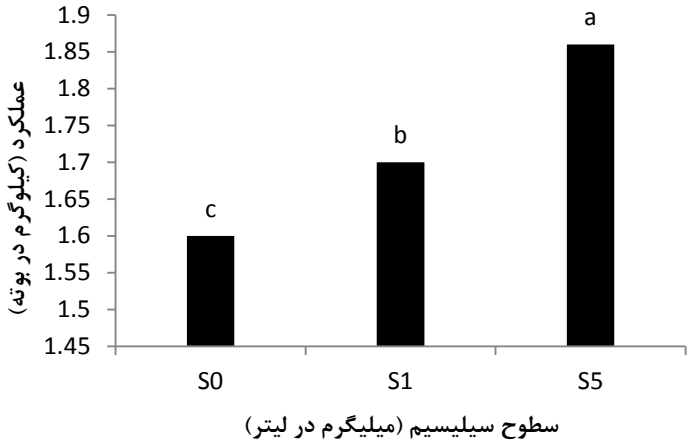
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان عملکرد خیار سبز دارد. افزایش مصرف کود نیتروژن تا ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک بیشترین عملکرد به مقدار ۲/۱۵ کیلوگرم در بوته را در پی داشته است و پس از آن با افزودن نیتروژن کاهش عملکرد به همراه بوده است که با قانون لیبیک مطابقت دارد همچنین کمترین عملکرد به مقدار ۱/۶۲ کیلوگرم در بوته از تیمار شاهد اندازه گیری گردید (شکل ۴-۱). تأثیر نیتروژن بر عملکرد گیاه به مقدار نیتروژنی که مصرف می شود بستگی دارد با افزایش نیتروژن تا حد مشخصی، مقدار محصول افزایش یافته و گیاه زودرس تر می‌شود. در سطوح بالای نیتروژن رشد رویشی گیاه تحریک شده و عملکرد کاهش می‌یابد. افزایش سطح نیتروژن همچنین باعث ضخیم شدن ساقه‌ها و ایجاد رنگ سبز تیره در برگ‌ها، افزایش تعداد پیچک‌ها و کاهش تعداد گل‌ها در بوته گردید. که با نتایج کات سیراس و همکاران (۲۰۰۵) بررسی اثر نیتروژن بر شاخص‌های رشد خیار سبز مطابقت دارد. نقش نیتروژن بیشتر مشارکت در ساخت اندام‌های رویشی مثل برگ‌ها و شاخسارها است به همین دلیل مصرف زیاد آن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش سبزینگی برگ‌ها و به تعویق افتادن تشکیل گل و میوه می‌شود (بصیرت، ۱۳۹۰). بنابراین یکی از دلیل کاهش عملکرد خیار سبز با کاربرد مقدار زیاد کود نیتروژن را می‌توان به کاهش تعداد گل و در نتیجه تعداد میوه در بوته نسبت داد.



شکل ۴-۱ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد خیار

۴-۱-۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر عملکرد خیار

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف سیلیسیم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان عملکرد خیار سبز دارد. افزایش مصرف سیلیسیم باعث افزایش عملکرد میوه می‌شود به طوری که بیشترین عملکرد به مقدار ۱/۸۶ کیلوگرم در بوته از تیمار حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین عملکرد به مقدار ۱/۶۲ کیلوگرم در بوته از تیمار شاهد اندازه گیری شد (شکل ۴-۲). که با مطالعه نور و همکاران (۱۹۹۵) با بررسی اثر سیلیسیم بر کاهش بوته میری خیار سبز مطابقت دارد. افزایش سیلیسیم نه تنها اثرات سودمندی بر رشد بسیاری از گیاهان دارد بلکه بر مقاومت در برابر تنش های زیستی (بیماری و آفات) و غیر زیستی (شوری و فلزات سنگین) نیز اثر می‌گذارد بنابراین یکی از دلایل افزایش عملکرد با افزایش سیلیسیم را می‌توان کاهش بوته میری و همچنین مبارزه با آفات نسبت داد.

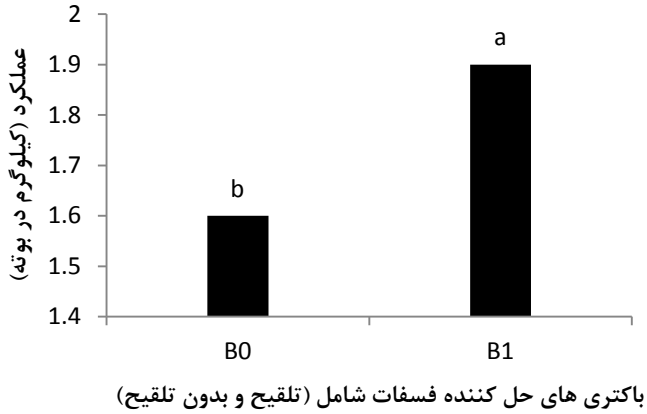


شکل ۴-۲ : تأثیر کاربردسطوح مختلف سیلیسیم بر عملکرد خیار

۴-۱-۳- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر عملکرد خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می دهد که سطوح مختلف باکتری-های حل کننده فسفات تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان عملکرد خیار سبز دارد. افزودن باکتری به محیط کشت باعث افزایش عملکرد میوه می‌شود به طوری که بیشترین عملکرد به میزان ۱/۸۹کیلوگرم در بوته از تیمار حاوی تلقیح باکتری های حل کننده فسفات اندازه گیری شد که افزایش ۱۵درصدی عملکرد نسبت به شاهد را نشان می دهد (شکل ۴-۳). سینگ و کاپور (۱۹۹۸) گزارش کردند که تلقیح میکروارگانیسم های حل کننده فسفات با سنگ فسفات تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاه باقلا نسبت به شاهد دارد. باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش قابلیت دسترسی گیاه به فسفات شده در نتیجه باعث افزایش عملکرد می‌شود. آزکون و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که باکتری های حل‌کننده فسفات می توانند با سنتز هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاهی شوند بدین ترتیب مراحل اولیه رشد گیاهی را تحت تأثیر قرار داده و ریشه حجم بیشتری از خاک را اشغال و سطح جذب افزایش پیدا می‌کند. میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات همچنین می‌تواند با تولید کلات و تشکیل کمپلکس با کاتیون‌های فلزی، غلظت فلزات را کاهش داده و سبب رها سازی آنها از کانی‌ها شود (صفری سنجانی۱۳۸۲). به رغم فراوانی مقدار فسفر کل در

بسیاری از خاک‌های کشور اما فسفر قابل جذب برای گیاهان زراعی کافی نیست. بنابراین به غیر از کودهای شیمیایی از کودهای بیولوژیک که در واقع مجموعه ای از میکروارگانیسم‌ها هستند مـی‌تـوان اسـتفاده کـرد. بررسی‌ها نشان داده است چندین نوع باکتری خاکزی از گروه باسیلوس و سودوموناس‌ها و نیز قارچ‌های پنی سیلیوم و آسپرژیلوس توانایی خود را در تبدیل فسفات غیر محلول به محلول به وسیله تولید اسـیدهای آلـی نشان داده اند (ساروخانی و همکاران ۱۳۷۹)



شکل ۴-۳: تأثیر کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد خیار

۴-۱-۴- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر عملکرد گیاه

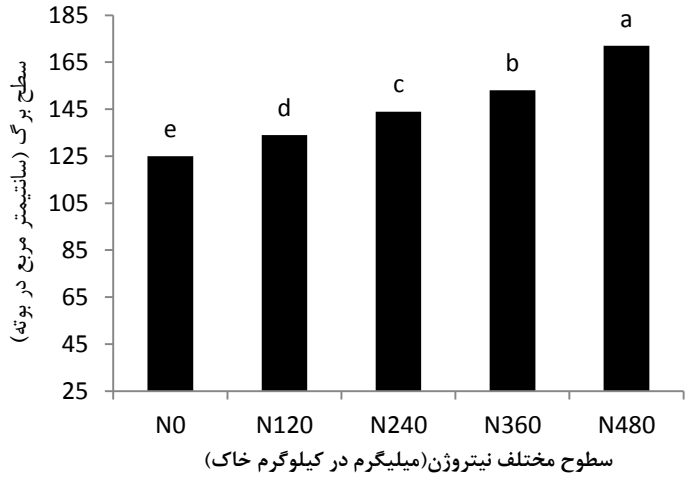
اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین میزان عملکرد به مقدار ۲/۱۸ کیلوگرم در بوته از تیمار ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین میزان عملکرد از تیمار شاهد به مقدار ۱/۵۹ کیلوگرم در بوتـه بدسـت آمـد (جدول۴-۶) جیان پنگ و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی در رابطه با اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر عملکرد خیار سبز گزارش نمودند.

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنـی دار شـد، (۴-۱) بیشترین میزان عملکرد به مقدار ۲/۱۶ کیلوگرم در بوته از تیمار ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و با باکتری‌های تلقیح شده و کمترین عملکرد از تیمار شاهد به مقدار ۱/۶۱

کیلوگرم در بوته بدست آمد (جدول ۴-۵) درزی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، (۴-۱) بیشترین میزان عملکرد به مقدار ۱/۸۷ کیلوگرم در بوته از تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه باکتری‌های تلقیح شده و کمترین عملکرد از تیمار شاهد به مقدار ۱/۶۳ کیلوگرم در بوته به دست آمد. (جدول ۴-۷) اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین میزان عملکرد به مقدار ۲/۲۱ کیلوگرم در بوته از تیمار ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و باکتری تلقیح شده حاصل شد، در حالی که کمترین مقدار عملکرد ۱/۵۷ کیلوگرم در بوته از تیمار شاهد اندازه گیری شد.

۴-۱-۵- تأثیر فاکتور نیتروژن بر سطح برگ

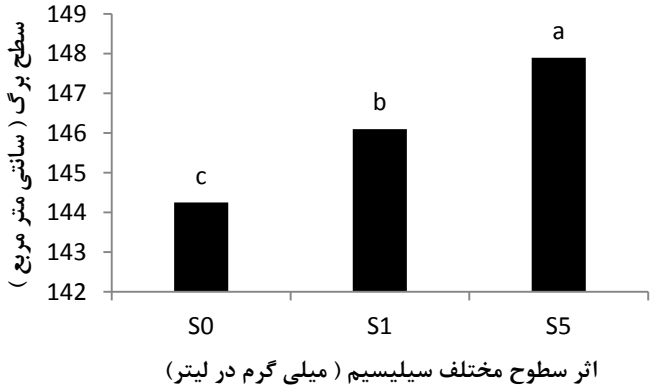
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان سطح برگ دارد. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ از ۱۲۵ سانتی‌متر مربع در تیمار شاهد به ۱۷۲ سانتی‌متر مربع در تیمار ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک شد. (شکل ۴-۴). که با نتایج (خلدبرین و اسلام زاده ۱۳۸۰) مطابقت دارد



شکل ۴-۴ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر میزان سطح برگ خیار

۴-۱-۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر سطح برگ

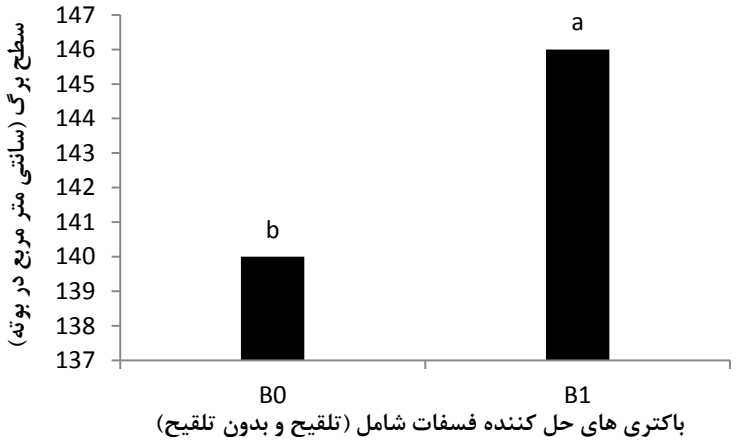
اثر سطوح سیلیسیم بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول۴-۱) حضور یون سیلیسیم در محلول خاک باعث افزایش سطح برگ گردید به طوری که بیشترین میزان سطح به مقدار ۱۴۷/۹سانتی متر مربع در بوته از تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین میزان سطح برگ به مقدار ۱۴۴/۲ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۴-۵) که با نتایج گانگ و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.



شکل ۴-۵ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر میزان سطح برگ خیار

۴-۱-۷- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ

اثر باکتری‌های حل کننده فسفات بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱) وجود باکتری‌های حل کننده فسفات باعث تبدیل فسفات غیر محلول خاک به فسفات محلول و باعث افزایش رشد رویشی و شاخسارها گردید تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش ۸ درصدی سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شد.(شکل ۴-۶). دلیپ و همکاران (۲۰۰۱) نتایج مشابهی در رابطه با تلقیح باکتری-حل‌کننده فسفات با بذر نخود گزارش کردند.



شکل ۴-۶ :تأثیر کاربرد باکتری های حل‌کننده فسفات بر میزان سطح برگ

۴-۱-۸- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر سطح برگ

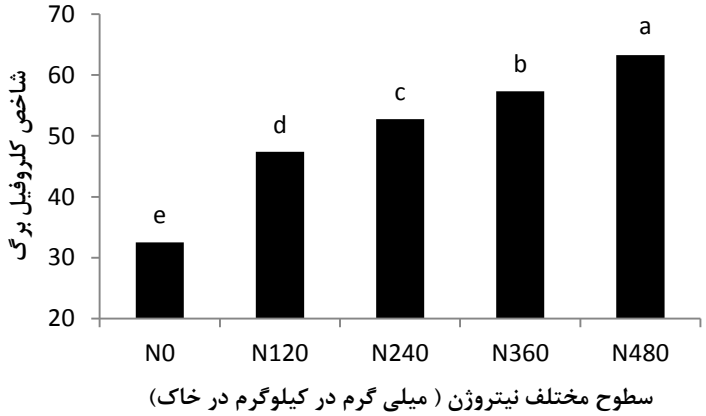
اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین میزان سطح برگ ۱۷۳/۹ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین میزان سطح برگ ۱۲۲/۵ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول۴-۶). ساموئلز وهمکاران (۱۹۹۳) نتایج مشابهی در رابطه با کاربرد سیلیسیم بیان کردند. اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده بر سطح برگ در

سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، (جدول ۴-۱) بیشترین مقدار سطح برگ ۱۷۳/۹ سانتی متر مربع در بوته از تیمار ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات و کمترین سطح برگ ۱۲۴سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید (جدول ۴-۵). روزاس و همکاران (۲۰۰۲) نتایج مشابهی در رابطه با تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات روی گیاه سویا گزارش نمودند. اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، (جدول۴-۱) بیشترین مقدار سطح برگ ۱۴۸/۸ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تیمار شامل تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین سطح برگ ۱۴۳/۵ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید (جدول۴-۶) اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. (جدول ۴-۱) بیشترین مقدار سطح برگ ۱۷۵/۶ سانتی‌متر مربع از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تیمار شامل تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین میزان از تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید (جدول ۴-۶).

۴-۱-۹- تأثیر فاکتور نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کلروفیل برگ دارد. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل برگ شد و حداکثر میزان شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۶۳/۲۶ در تیمار ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم اندازه‌گیری شد که این تیمار تأثیر ۵۰ درصدی در افزایش شاخص کلروفیل نسبت به تیمار شاهد را نشان می‌دهد (شکل۴-۷) نیتروژن در ساختمان کلروفیل بکار رفته است، به طوری که هر ملکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد، بنابراین با افزایش نیتروژن، میزان کلروفیل در گیاه افزایش می‌یابد. در اثر مصرف نیتروژن، رشد رویشی، سطح برگ‌ها و

همچنین دوام برگ‌ها افزایش می‌یابد و این افزایش باعث می‌شود سطح کربن‌گیری گیاه افزایش پیدا کرده و در نتیجه فتوسنتز و عملکرد افزایش یابد. گالر[1] و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود بر روی خیار سبز، تـأثیر مثبت و معنی‌دار نیتروژن را بر افزایش میزان کلروفیل برگ نشان داده اند.

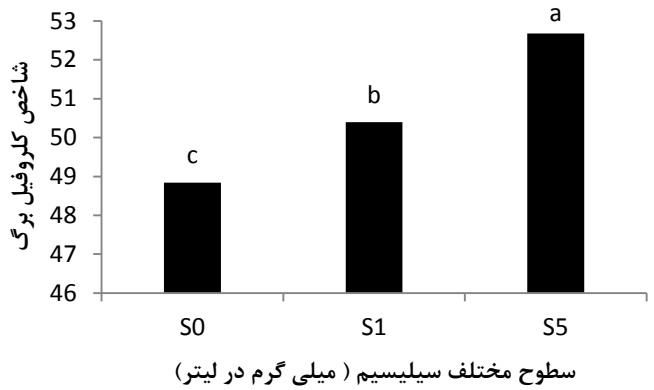


شکل ۴-۷: سطوح مختلف نیتروژن بر میزان شاخص کلروفیل برگ خیار سبز

۴-۱-۱۰- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر شاخص کلروفیل برگ گیاه

اثر سطوح مختلف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار شـد (جـدول ۴-۱). افزایش میزان سیلیسیم در محـیط کشـت، شـاخص کلروفیـل بـرگ را افـزایش داد، بیشـترین شـاخص کلروفیل برگ به مقدار ۵۲/۶۳ از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم در محیط کشت اندازه‌گیری شد که با تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنـی داری داشـت. کمتـرین شـاخص کلروفیـل بـرگ بـه مقدار۴۷/۸۴ نیز از تیمار شاهد اندازه گیـری شـد (شـکل۴-۸) گـائو[2] و همکـاران (۲۰۰۶) و جونـگ سـوپ وهمکاران (۲۰۰۰) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر سیلیسیم بر محصولات بیان نمودند.

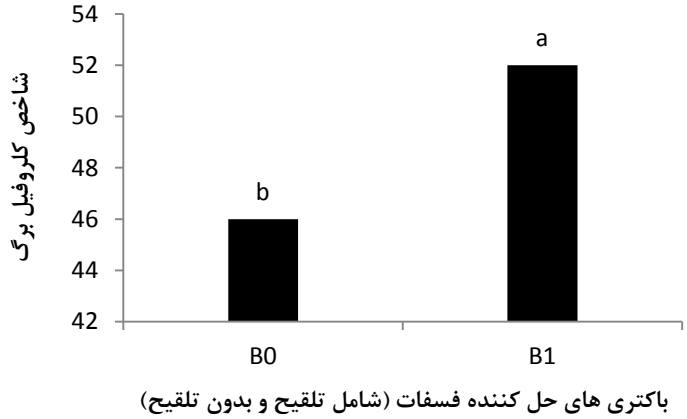
1- Guler
[1] -Guo



شکل ۴-۸: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر شاخص کلروفیل برگ

۴-۱-۱۱- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ گیاه

اثر سطوح باکتری های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۵۱/۹۲ از تیمار حاوی تلقیح باکتری اندازه گیری شد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۱۳ درصدی شاخص کلروفیل برگ را به همراه دارد (شکل ۴-۹). وسیول[1] و همکاران (۲۰۰۲) نتایج مشابهی در رابطه با کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بیان نمودند.



شکل ۴-۹: تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ

[2].Wasule

۴-۱-۱۲- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر شاخص کلروفیل برگ گیاه

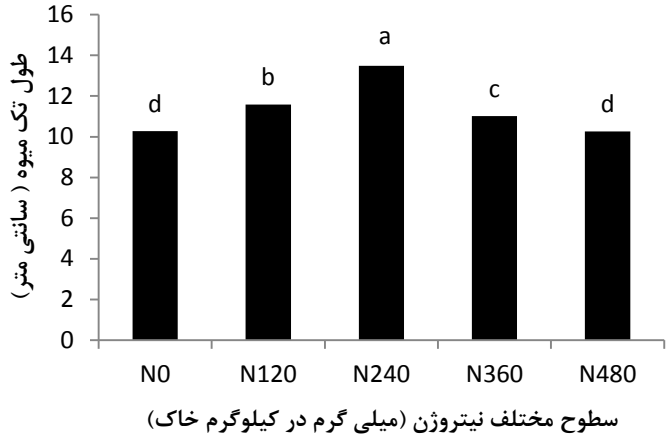
اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول۴-۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۶۵/۱۶ مربوط به تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم در محیط رشد و کمترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۲۹/۸۸ از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۶). آذرم و همکاران (۱۳۸۵) نیز نتایج مشابهی را در مطالعه بر روی گیاه خیار سبز گزارش نمودند.

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱) بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۶۴/۲۵ مربوط به تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد که با تیمار حاوی ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن داری تفاوت معنی دارای می باشد (جدول ۴-۵). چابوت[1] و همکاران (۱۹۹۶) نتایج مشابهی در رابطه با گیاه یونجه گزارش نمودند اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۵۴/۳۳ مربوط به تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات وکمترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۴۷/۷۹ از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد(جدول ۴-۷) اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۶۶/۲۳ مربوط به تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین شاخص کلروفیل به مقدار ۲۷/۷۳ از تیمار شاهد اندازه گیری شد (جدول ۴-۸).

[1].Chabot

۴-۱-۱۳- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر طول تک میوه خیار سبز

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان طول تک میوه دارد. افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک سبب افزایش طول تک میوه به مقدار ۱۳/۴۹ سانتی‌متر شد ولی بیشتر از آن موجب کاهش طول تک میوه گردید(شکل ۴-۱۰). دلیل آن احتمالاً وجود آمونیوم اضافی در بافت‌های گیاهی می‌باشد که از جذب سایر یون‌های ضروری با بار مثبت می‌کاهد. کات سیراس[1] و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت خیار نشان دادند که با افزایش نیتروژن طول تک میوه کاهش یافت.



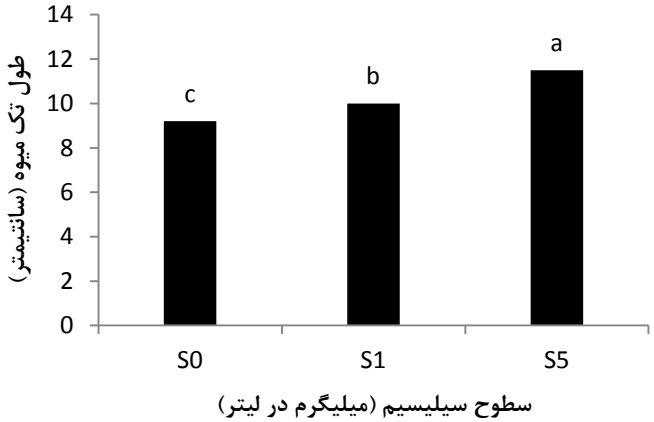
شکل ۴-۱۰: تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر طول تک میوه

۴-۱-۱۴- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر طول تک میوه خیار

اثر سطوح مختلف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر طول میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱) افزایش میزان مصرف سیلیسیم در محیط رشد طول تک میوه را افزایش داد. بیشترین طول تک میوه به مقدار ۱۱/۵۵ سانتی‌متر در تیمار حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین طول تک میوه به مقدار ۹/۲ سانتی‌متر از تیمار فاقد سیلیسیم (شاهد) اندازه گیری شد (شکل ۴-۱۱) یکی از دلایل

[1]. Kotsiras

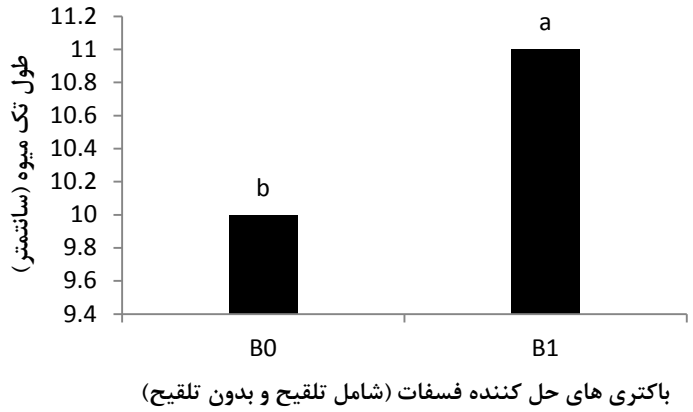
افزایش طول تک میوه در حضور سیلیسیم را می توان به تأثیر سیلیسیم در کاهش بوته میری و جلوگیری از بیماری های قارچی نسبت داد که موجبات افزایش سطح برگ و به مراتب آن افزایش فتوسنتز در نهایت افزایش عملکرد نسبت داد (گلچین ۱۳۸۷).



شکل ۴-۱۱: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر طول تک میوه

۴-۱-۱۵- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر طول تک میوه

اثر سطوح مختلف باکتری‌های حل کننده فسفات بر طول تک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱) وجود باکتری‌های حل کننده فسفات در محیط کشت طول تک میوه را افزایش داد. بیشترین طول تک میوه به مقدار۱۱/۱ سانتی‌متر از تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین طول تک میوه به مقدار ۱۰/۰۴ از تیمار فاقد باکتری اندازه گیری شد (شکل ۴-۱۲). یکی از دلایل افزایش طول تک میوه در حضور باکتری تأمین فسفات مورد نیاز گیاه می باشد که این امر سبب افزایش رشد رویشی، افزایش فتوسنتز و افزایش سطح برگ می گردد.



شکل ۴-۱۲: تأثیر کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات بر طول تک میوه

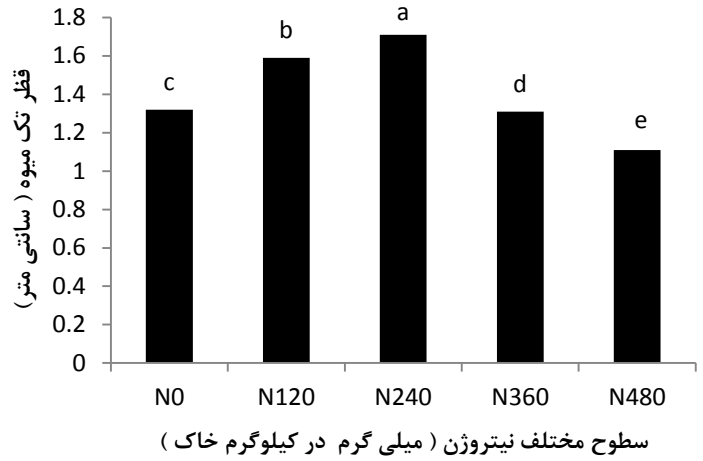
۴-۱-۱۶- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر طول تک میوه

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر طول تک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین طول تک میوه به مقدار ۱۳/۷۷ سانتی‌متر مربوط به تیمار حاوی ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین طول تک میوه به مقدار ۹/۹۵ سانتی‌متر نیز در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۶) اثر متقابل نیتروژن و باکتری های حل کننده فسفات بر طول تک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱) بیشترین طول تک میوه به مقدار ۱۳/۶۱ سانتی‌متر از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات و کمترین طول تک میوه به مقدار ۹/۸۳ سانتی‌متر از تیمار شاهد اندازه گیری شد (جدول ۴-۵) اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر طول تک میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین طول تک میوه به مقدار ۱۱/۷۷ سانتی متر مربوط به تیمار حاوی ۵ میلی گرم در لیترسیلیسیم و تیمار حاوی تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین طول تک میوه به مقدار ۱۰ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد می‌باشد (جدول ۴-۷).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر طول تک میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد.(جدول ۴-۱). بیشترین طول تک میوه به مقدار ۱۳/۹۱ سانتی متر در تیمار N2*Si2*B1 و کمترین طول تک میوه به مقدار ۹/۸۳ سانتی‌متر در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۸).

۴-۱-۱۷- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر قطر تک میوه

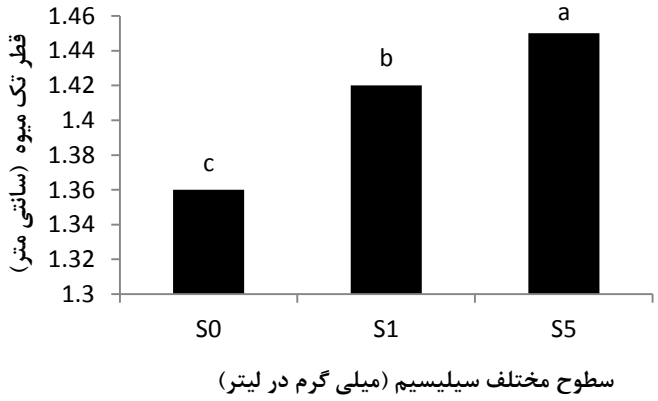
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر قطر تک میوه دارد. افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم باعث افزایش و بیشتر از آن سبب کاهش قطر میوه شد. بیشترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۷۱ سانتی متر در تیمار ۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک و کمترین آن در تیمار ۴۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک به مقدار ۱/۱۱ سانتی متر اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۱۳). کات سیراس و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت خیار سبز نشان دادند که با افزایش سطوح نیتروژن قطر میوه کاهش یافت.



شکل ۴-۱۳: تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر قطر تک میوه

۴-۱-۱۸- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر قطر تک میوه

اثر سطوح مختلف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بـر قطـر تـک میـوه معنـی‌دار شـد (جـدول ۴-۱). افزایش سیلیسیم در محیط کشت قطر تک میوه را افزایش داد، بیشـترین قطـر تـک میـوه بـه مقـدار ۱/۴۵ سانتی‌متر در تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۳۵ از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه گیری شد (شکل ۴-۱۴) که بـا نتـایج کامنیـدو[1] و همکـاران (۲۰۰۸) بـر روی گیـاه ژربـرا مطابقت دارد.

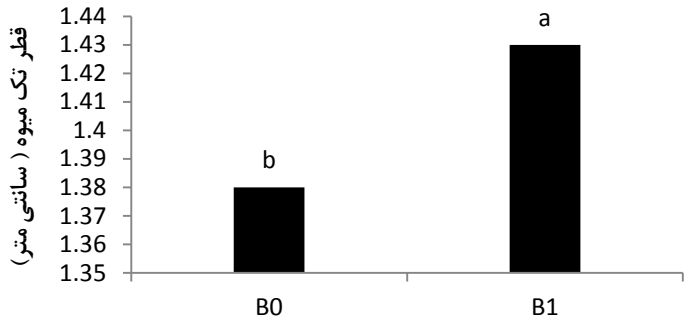


شکل ۴-۱۴: تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر قطر تک میوه

۴-۱-۱۹- تأثیر باکتری های حل کننده فسفات بر قطر تک میوه

اثر سطوح باکتری‌های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر قطر تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). افزودن باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش قطر میوه می گـردد. افـزودن بـاکتری‌هـای حـل کننده فسفات سبب افزایش ۳ درصدی قطر تک میوه نسبت به شاهد شد. (شکل ۴-۱۵).

[1]. kamenidou



شکل ۴-۱۵:تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر قطر تک میوه

۴-۱-۲۰- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر قطر تک میوه

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر قطر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۷۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار حاوی ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم درلیتر سیلیسیم و کمترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۰۹ سانتی متر از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۶) اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر قطر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۷۳ سانتی متر مربوط به تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۱ از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد تلقیح باکتری بدست آمد (جدول ۴-۵) اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر قطر تک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۴۷ سانتی‌متر از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات

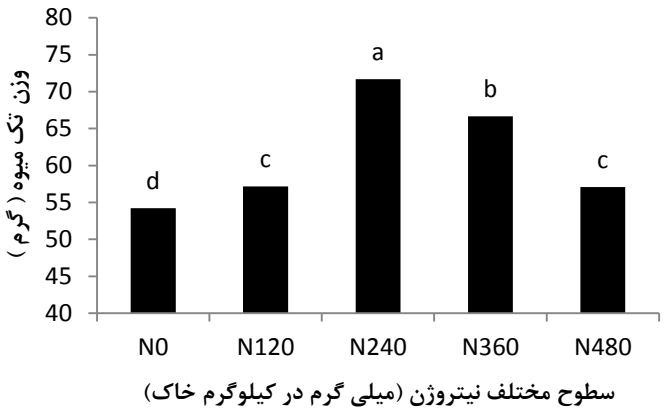
و کمترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۳ از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۷).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر قطر تک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۷۸ سانتی‌متر از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری های حل کننده فسفات (N2*Si2*B1) و کمترین قطر تک میوه به مقدار ۱/۰۷ سانتی‌متر از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سطوح سیلیسیم و باکتری اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۸).

۴-۱-۲۱- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر وزن تک میوه

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه دارد. افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۴۰ میلی-گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک سبب افزایش چشم گیر وزن تک میوه می‌گردید بیشتر از آن وزن تک میوه کاهش می‌یابد. افزودن نیتروژن سبب کاهش ۲۰ درصدی وزن تک میوه از تیمار ۲۴۰ میلیگرم نیتروژن به تیمار ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک گردید (شکل ۴-۱۶). که این نتیجه احتمالاً به خاطر مسمومیت در غلظت بالای نیتروژن و جلوگیری از تقسیم و رشد سلول می‌باشد. گالر[1] و همکاران (۲۰۰۵) نیز نتایج مشابهی برای میوه خیار سبز گزارش کردند.

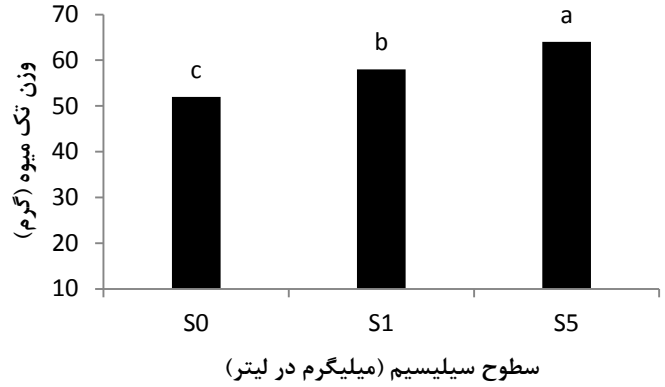
[1].Gular



شکل ۴-۱۶: تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر وزن تک میوه

۴-۱-۲۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر وزن تک میوه

اثر سطوح مختلف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). افزایش مصرف سیلیسیم وزن تک میوه را افزایش داد. بیشترین وزن تک میوه به مقدار ۶۳/۷۱ گرم از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین وزن تک میوه به مقدار ۵۲/۲۲ از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه-گیری شد (شکل ۴-۱۷). که با نتایج جیان پنگ[1] و همکاران (۲۰۰۹) و کامنیدو[2] و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر سیلیسیم بر گیاه آفتابگردان مطابقت دارد.

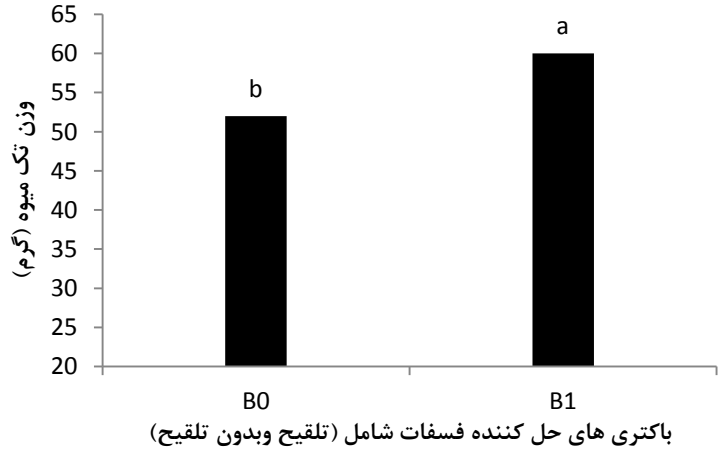


[1]. Jian-peng et al
[2].Kamenidou et al

شکل ۴-۱۷: : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر وزن تک میوه

۴-۱-۲۳- اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر وزن تک میوه

اثر سطوح باکتری‌های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش وزن تک میوه شد تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش ۱۵درصدی وزن تک میوه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل۴- ۱۸). دلیپ و همکاران (۲۰۰۱) نتایج مشابهی را در کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات روی گیاه نخود گزارش کردند.



شکل ۴-۱۸ : تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر وزن تک میوه

۴-۱-۲۴- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر وزن تک میوه

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین وزن تک میوه به مقدار ۷۲/۹۱ گرم از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین وزن تک میوه به مقدار ۵۳/۱۳ گرم از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۶) اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱) بیشترین وزن تک میوه به مقدار ۷۲/۳۰ گرم

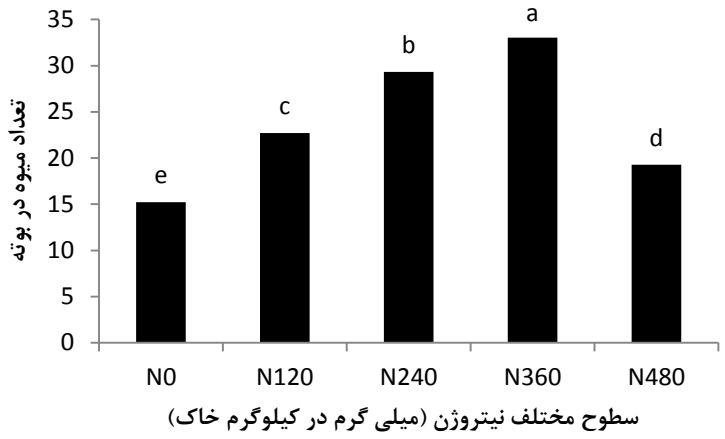
مربوط به تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک و حاوی تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات و کمترین مقدار تک میوه ۵۳/۷۹ گرم مربوط به تیمار فاقد نیتروژن و بدون تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بدست آمد (جدول ۴-۵).

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین وزن تک میوه به مقدار ۶۲/۶۳ گرم مربوط به تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین وزن تک میوه به مقدار ۵۸/۸۰ گرم مربوط به تیمار فاقد سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات (تیمار شاهد) اندازه گیری شد (جدول ۴-۷).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تک میوه معنی‌دار شد (جدول۴-۱). بیشترین وزن تک میوه به مقدار ۷۳/۸۳ گرم مربوط به تیمار حاوی ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات همچنین کمترین وزن تک میوه به مقدار ۵۲/۳۵ گرم از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۸).

۴-۱-۲۵- تأثیر فاکتور نیتروژن بر تعداد میوه خیار

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه دارد. بیشترین تعداد میوه به میزان ۳۳/۰۵ عدد از تیمار حاوی ۳۶۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و کمترین تعداد میوه به میزان ۱۵/۲۲ از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۱۹) که با نتایج کات سیراس و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر اینکه افزایش نیتروژن تا حدی باعث افزایش تعداد میوه می گردد، ولی افزایش نیتروژن از حد اپتیمم باعث کاهش تعداد میوه می شود مطابقت دارد.

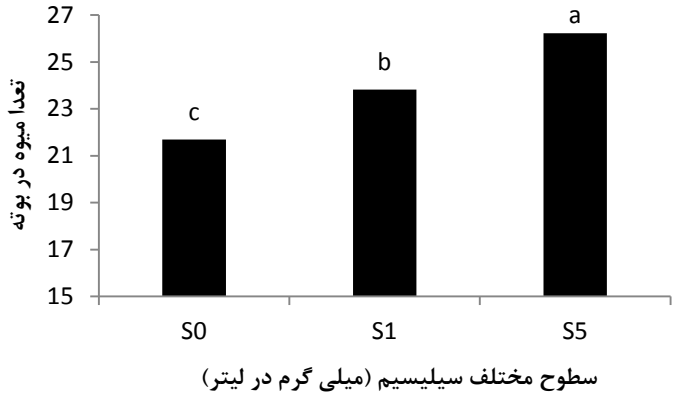


شکل ۴-۱۹ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد میوه در بوته

۴-۱-۲۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر تعداد تک میوه

اثر سطوح مختلف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه معنی‌دار شد (جدول۴-۱). افزایش غلظت سیلیسیم باعث افزایش تعداد میوه گردید. بیشترین تعداد میوه به میزان۲۶/۲۳ عدد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیترسیلیسیم و کمترین تعداد میوه به میزان ۲۱/۷ عدد از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه گیری شد (شکل ۴-۲۰). نور[1] و همکاران (۱۹۹۵) نیز در آزمایش تأثیر سیلیسیم بر روی گیاه برنج نتایج مشابهی را گزارش کردند.

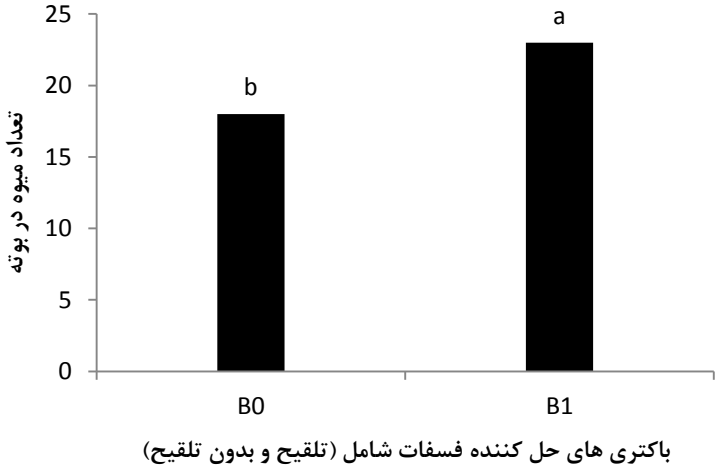
[1]. Noor



شکل ۴-۲۰ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر تعداد میوه در بوته

۴-۱-۲۷- تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر تعداد میوه

اثر باکتری‌های حل کننده فسفات بر تعداد میوه در سطح احتمال یک درصد معنـی دار شـد (جـدول ۴-۱). وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات در محیط رشد خیار موجب افزایش تعداد میوه شد. وجود بـاکتری‌هـای حل‌کننده فسفات باعث افزایش ۳۰ درصدی تعداد میوه نسبت به شاهد شد (شکل ۴-۲۱).



شکل ۴-۲۱ : تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر تعداد میوه در بوته

۴-۱-۲۸- اثرات متقابل فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر تعداد میوه

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه معنی دار شد (جدول ۴-۱).

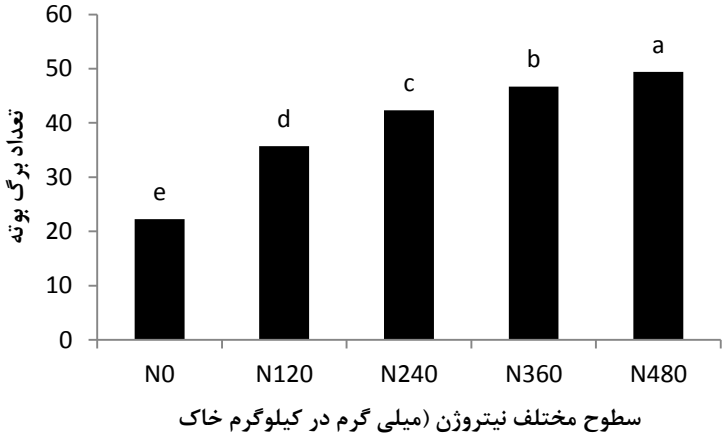
÷بیشترین تعداد میوه ۳۵/۸۳ عدد از تیمار حاوی ۳۶۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین تعداد میوه ۱۰/۸۳ عدد از تیمار شاهد اندازه گیری شد (جدول ۴-۶). اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین تعداد میوه به میزان ۳۴/۶۶ عدد مربوط به تیمار حاوی ۳۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و حاوی تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات و کمترین تعداد میوه به میزان ۱۲/۲۲عدد مربوط به تیمار فاقد نیتروژن و باکتریهای حل کننده فسفات بدست آمد (جدول ۴-۵).

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر وزن تعداد میوه معنی دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین تعداد میوه به میزان ۲۶/۴۶ عدد مربوط به تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات و کمترین تعداد میوه به میزان ۲۰/۲۶ عدد مربوط به تیمار فاقد سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات (تیمار شاهد) اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۷). اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه معنی دار شد (جدول۴-۱). بیشترین تعداد میوه به میزان ۳۸ عدد مربوط به تیمار حاوی ۳۶۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات همچنین کمترین تعداد میوه به میزان ۸ عدد از تیمار فاقد نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات (تیمار شاهد) اندازه‌گیری شد. (جدول ۴-۸).

۴-۱-۲۹- تأثیر فاکتور نیتروژن بر تعداد برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۱) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد برگ خیار سبز دارد. بیشترین تعداد برگ ۴۹/۳۸ عدد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و کمترین تعداد برگ ۲۲/۲۸ عدد از تیمار فاقد نیتروژن اندازه‌گیری شد (شکل۴-۲۲) با افزایش میزان نیتروژن تعداد برگ

افزایش پیدا می‌کند که احتمالاً به دلیل تحریک رشد رویشی و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به برگ‌ها و شاخساره‌ها و مقدار کمتری به میوه است که با نتایج گالر[1] و همکاران (۲۰۰۶) بر روی خیار سبز و همچنین با نتایج آگاروالا و همکاران (۱۹۷۸) در گیاه ذرت مطابقت دارد.



شکل ۴-۲۲ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد برگ بوته

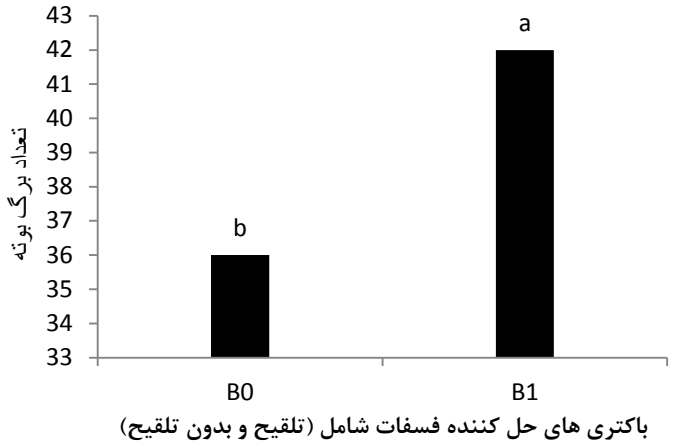
۴-۱-۳۰- اثر فاکتور سیلیسیم بر تعداد برگ خیار

اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر تعداد برگ خیار سبز معنی دار نشد (جدول۴-۱).

۴-۱-۳۱- تأثیر باکتری های حل‌کننده فسفات بر تعداد برگ بوته

اثر باکتری‌های حل کننده فسفات بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱). تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش ۱۸ درصدی تعداد برگ بوته نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۴-۲۳). وجود میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات موجود در خاک ضمن اینکه می تواند مصرف کودهای شیمیایی حاوی فسفات را کاهش دهند، باعث افزایش جذب فسفر در گیاهان و در نتیجه باعث افزایش رشد در گیاهان می‌شود (سیلیسپور۲۰۰۲).

1-Gular



شکل ۴-۲۳ :تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر تعداد برگ بوته

۴-۱-۳۲- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری بر تعداد برگ گیاه

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر تعداد برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). بیشترین تعداد برگ خیار سبز ۵۰/۵۰ عدد مربوط به تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین تعداد برگ ۲۵/۸۳ عدد از تیمار فاقد نیتروژن و سیلیسیم (شاهد) اندازه‌گیری شد (جدول۴-۶). کات سیراس و همکاران (۲۰۰۵) نتایج مشابهی را در رابطه با خیار سبز گزارش کردند. اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات بر تعداد برگ خیار در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول۴-۱). بیشترین تعداد برگ خیار (۵۰/۶۶ عدد) مربوط به تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین تعداد برگ خیار (۲۵/۲۲ عدد) از تیمار شاهد اندازه گیری شد (جدول۴-۵).

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر تعداد برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۱). بیشترین تعداد برگ ۴۲/۴۶ عدد مربوط به تیمار حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسم و فاقد تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین تعداد برگ ۳۸/۲۶ عدد از تیمار فاقد سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری‌های‌حل کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول۴-۷).

جدول ۴-۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر و وزن تک میوه، تعداد میوه، تعداد برگ و عملکرد خیار سبز

میانگین مربعات								
منابع تغیرات	درجه آزادی	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ	تعداد برگ	طول تک میوه	قطر تک میوه	وزن تک میوه	عملکرد
نیتروژن (N)	۴	۲۴۶۴/۵۵ **	۵۹۰۸/۵ **	۱۳۲۵/۹ **	۳۱/۸۶ **	۱/۰۳ **	۹۹۷**	۸۹۷۳۵۸**
سیلیسیم (S)	۲	۱۱۱/۷۳ **	۱۰۰.۲۹ **	۳/۶ ns	۱/۶۵ **	۰/۰۵۶ **	۱۷/۹۴ **	۱۶۱۴۷/۹ **
باکتریهای حل کننده فسفات (B)	۱	۱۴۷/۷۱ **	۶۵/۵۳ **	۱۱۳/۳۴ **	۳/۰۴ **	۰/۰۵۷ **	۲۵/۸۳ **	۲۳۲۵۱/۶ **
N*S	۸	۴/۱۱ **	۰/۶۸ **	۳۱/۲۱ **	۰/۰۳ **	۰/۰۱ **	۲/۸۳ **	۲۵۴۷/۳ **
N*B	۴	۲۳/۶۲ **	۶/۶۵ **	۳۵/۵۳ **	۰/۴۰ **	۰/۰۰۸ **	۰/۳۲ **	۲۹۴/۷ **
S*B	۲	۳/۱۱ **	۰/۵*	۲۳/۱۴ **	۰/۰۴ *	۰/۰۰۹ *	۳/۲۷ **	۲۹۴۷/۵ **
N*S*B	۸	۳/۵۸ **	۰/۳۴ **	۸/۶۳ **	۰.۰۲ *	۰.۰۰۱ **	۲/۶۷ **	۲۴۰۴/۲ **
اشتباه	۶۰	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۸۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶	۵۶۶۵

جدول ۴-۲: اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

سطوح نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه (سانتی متر)	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
N0	۳۲/۵۱ e	۱۲۵/۰۶ e	۱۰/۲۷ d	۱/۳۲ c	۵۴/۲۰ d	۲۸/۲۲ e	۱۵/۲۲ e	۱/۶۲ d
N1	۴۷/۳۸ d	۱۳۴/۵۸ d	۱۱/۵۸ b	۱/۵۹ b	۵۷/۱۷ c	۳۵/۷۲ d	۲۲/۷۲ c	۱/۷۱ c
N2	۵۲/۷۳ c	۱۴۴/۷۵ c	۱۳/۴۹ a	۱/۷۱ a	۷۱/۶۷ a	۴۲/۳۳ c	۲۹/۳۳ b	۲/۱۵ a
N3	۵۷/۳۱ b	۱۵۳/۹۶ b	۱۱/۰۲ c	۱/۳۱ d	۶۶/۶۷ b	۴۶/۷۲ b	۳۳/۰۵ a	۲ b
N4	۶۳/۲۶ a	۱۷۲/۰۶ a	۱۰/۲۶ d	۱/۱۱ e	۵۷/۱۰ c	۴۹/۳۸ a	۱۹/۲۷ d	۱/۷۱ c

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۳:اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

سطوح مختلف سیلیسم(میلی گرم در لیتر)	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه (سانتی متر)	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
S0	۴۸/۸۴ c	۱۴۴/۲۵ c	۹/۲ c	۱/۳۶ c	۵۲/۲۲ c	۴۰/۳۶ a	۲۱/۷۰ c	۱/۶۲ c
S1	۵۰/۴۰ b	۱۴۶/۱۰ b	۱۰ b	۱/۴۲ b	۵۷/۲۰ b	۴۰/۲۰ a	۲۳/۸۳ b	۱/۷۱ b
S5	۵۲/۶۸ a	۱۴۸/۹۰ a	۱۱/۵۵ a	۱/۵۲ a	۶۴/۲۲ a	۴۰/۸۶ a	۲۶/۲۳ a	۱/۸۶ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۴: اثرات باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

باکتری های حل کننده فسفات	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه سانتی متر	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
B0	۴۶/۳۶ b	۱۴۰/۱۲ b	۱۰/۱۱ b	۱/۳۸ b	۵۲/۸۳ b	۳۶/۳۵ b	۱۸/۳۵ b	۱/۶۲ b
B1	۵۱/۹۲ a	۱۴۶/۹۴ a	۱۱/۵۱ a	۱/۴۳ a	۶۰/۹۰ a	۴۲/۶۰ a	۲۳/۴۸ a	۱/۸۹ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند

جدول ۴-۵: اثر متقابل نیتروژن و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

اثرمتقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه سانتیمتر	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
N0B0	۲۹/۲۱ j	۱۲۴/۵ j	۹/۸۳ j	۱/۲۶ g	۵۳/۷۹ i	۲۵/۲۲ i	۱۲/۲۲ h	۱/۶۱ i
N0B1	۳۵/۸۱ i	۱۲۵/۵ i	۱۰/۷۱ g	۱/۳۸ e	۵۴/۶۱ h	۲۱/۲۲ h	۱۸/۲۲ g	۱/۶۳ h
N1B0	۴۶/۴۳ h	۱۳۳/۸ h	۱۱/۴۷ d	۱/۵۶ d	۵۶/۸۰ f	۳۴/۷۷ g	۲۱/۷۷ e	۱/۷۰ f
N1B1	۴۸/۳۸ g	۱۳۵/۳ g	۱۱/۶۹ c	۱/۶۳ c	۵۷/۵۴ e	۳۶/۶۶ f	۲۳/۶۶ d	۱/۷۳ e
N2B0	۵۲/۱۰ f	۱۴۴/۳ f	۱۳/۳۷ b	۱/۶۷ b	۷۱ b	۴۱ e	۲۸ c	۲/۱۳ b
N2B1	۵۳/۳۷ e	۱۴۵/۲ e	۱۳/۶۱ a	۱/۷۳ a	۷۲/۳۰ a	۴۳/۶۶ d	۳۰/۶۶ b	۲/۱۷ a
N3B0	۵۶/۷۸ d	۱۵۳/۲ d	۱۰/۹۶ f	۱/۳ f	۶۶/۰۴ d	۴۷/۶۶ b	۳۴/۶۶ a	۱/۹۸ d
N3B1	۵۷/۸۴ c	۱۵۴/۶ c	۱۱/۰۷ e	۱/۳۱ f	۶۷/۳۰ c	۴۵/۷۷ c	۳۱/۴۴ b	۲ c
N4B0	۶۲/۲۷ b	۱۷۰/۱ b	۱۰/۰۷ i	۱/۱ i	۵۶/۴۶ g	۴۸/۱ b	۲۰/۱۱ f	۱/۶۹ g
N4B1	۶۴/۲۵ a	۱۷۴ a	۱۰/۴۶ h	۱/۱۵ h	۵۷/۷۴ e	۵۱ a	۱۸/۴۴ g	۱/۷۳ e

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند

جدول ۴-۶: اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم(میلی گرم در کیلوگرم خاک)	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه سانتی متر	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
N_0S_0	۲۹/۸۸ o	۱۲۲/۸۶ o	۹/۹۶ k	۱/۱۸ k	۵۳/۱۳ m	۲۵/۸۳ j	۱۰/۸۳ j	۱/۵۹ m
N_0S_1	۳۱/۴۸ n	۱۲۴/۸۶ n	۱۰/۳۲ j	۱/۳۶ h	۵۴/۵۰ l	۲۹ i	۱۶ i	۱/۶۳ l
N_0S_5	۳۶/۱۶ m	۱۲۷/۴۵ m	۱۰/۵۳ i	۱/۴۲ g	۵۴/۹۸ k	۲۹/۸۳ j	۱۸/۸۳ g	۱/۶۴ k
N_1S_0	۴۶/۱۱ l	۱۳۲/۸۵ l	۱۱/۳۹ f	۱/۵۶ f	۵۶/۵۱ j	۳۸/۶۶ g	۲۳/۶۶ e	۱/۶۹ j
N_1S_1	۴۷/۲۵ k	۱۳۴/۸۰ k	۱۱/۵۷ e	۱/۶۰ e	۵۶/۸۷ i	۳۴/۶۶ h	۲۱/۶۶ f	۱/۷۰ i
N_1S_5	۴۸/۷۸ j	۱۳۶/۱۱ j	۱۱/۷۸ d	۱/۶۲ d	۵۸/۱۴ g	۳۸/۸۳ h	۲۲/۸۳ e	۱/۷۴ g
N_2S_0	۵۰/۹۵ i	۱۴۲/۸۶ i	۱۳/۱۴ c	۱/۶۹ c	۷۰/۵۸ c	۴۰/۸۳ f	۲۵/۸۳ d	۲/۱۱ c
N_2S_1	۵۲/۶۰ h	۱۴۴/۷۸ h	۱۳/۵۶ b	۱/۷۰ b	۷۱/۵۳ b	۴۲/۸۳ e	۲۹/۸۳ c	۲/۱۴ b
N_2S_5	۵۴/۶۶ g	۱۴۶/۶۱ g	۱۳/۷۷ a	۱/۷۸ a	۷۲/۹۱ a	۴۳/۳۳ e	۳۲/۳۳ b	۲/۱۸ a
N_3S_0	۵۰/۹۵ i	۱۴۲/۸۶ i	۱۰/۸۸ e	۱/۲۹ j	۶۵/۵۸ f	۴۷/۶۶ c	۳۰/۶۶ c	۱/۹۶ f
N_3S_1	۵۷/۴۶ e	۱۵۳/۹۶ e	۱۰/۹۶ h	۱/۳۱ i	۶۶/۵۳e	۴۵/۶۶ d	۳۲/۶۶ b	۱/۹۹ e
N_3S_5	۵۸/۶۳ d	۱۵۵/۴۱ d	۱۱/۲۱ g	۱/۳۲ i	۶۷/۹۱ d	۴۶/۸۳ c	۳۵/۸۳ a	۲/۰۳ d
N_4S_0	۶۱/۴۳ c	۱۷۰/۱۶ c	۱۰/۰۵ k	۱/۰۹ n	۵۷/۷۶ h	۴۸/۸۳ b	۱۷/۵ h	۱/۷۳ h
N_4S_1	۶۳/۲۰ b	۱۷۲/۱۰ b	۱۰/۲۸ g	۱/۱۲ m	۵۶/۳۸ j	۴۸/۸۳ b	۱۹ g	۱/۶۹ j
N_4S_5	۶۵/۱۶ a	۱۷۳/۹۳ a	۱۰/۴۷ i	۱/۱۴ l	۵۷/۱۵ i	۵۰/۵۰ a	۲۱/۳۳ f	۱/۷۱ i

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند

جدول ۴-۷: اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
				سانتی متر				
S_0B_0	۴۷/۷۹ F	۱۳۴/۵۴ E	۱۰ F	۱/۳ E	۵۸/۸۰ D	۳۲/۲۶ E	۲۰/۲۶ D	۱/۶۲ E
S_0B_1	۴۹/۹۰ D	۱۴۴/۹۵ D	۱۱/۲ D	۱/۳۹ D	۶۱/۶۲ B	۴۲/۴۶ A	۲۳/۱۳ C	۱/۷۴ C
S_1B_0	۴۹/۰۶ C	۱۴۵/۱۶ C	۱۱/۲۴ E	۱/۴۰ D	۶۰/۸۷ C	۳۹/۸۰ D	۲۳/۸۰ B	۱/۷۸ D
S_1B_1	۵۱/۵۴ B	۱۴۷/۰۲ B	۱۱/۵۳ B	۱/۴۴ B	۶۱/۴۵ B	۴۰/۶۰ C	۲۳/۸۶ B	۱/۷۴ C
S_5B_0	۵۱/۰۳ C	۱۴۶/۹۸ B	۱۱/۳۴ C	۱/۴۲ C	۶۱/۴۱ B	۴۰ C	۲۶ A	۱/۸۲ B
S_5B_1	۵۴/۳۲ A	۱۴۸/۸۲ A	۱۱/۷۷ A	۱/۴۷ A	۶۲/۶۳ A	۴۱/۸۵ B	۲۶/۴۶ A	۱/۸۷ A

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۸: اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر سطح برگ، قرائت کلروفیل متر، طول، قطر، وزن تک میوه، تعداد برگ، تعداد میوه و عملکرد خیار سبز

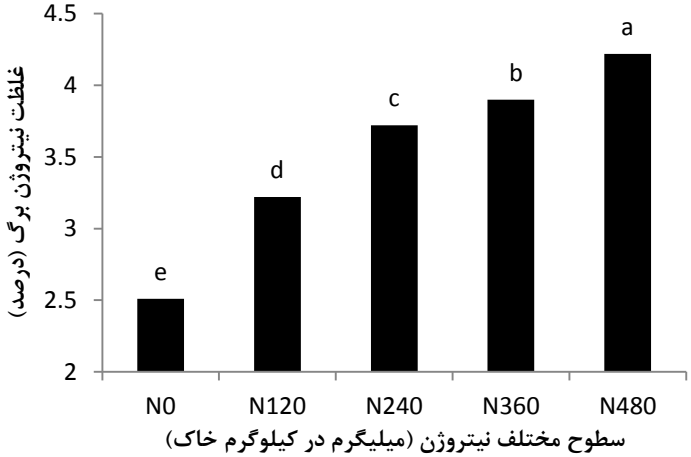
اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات(میلی گرم در کیلوگرم)	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	طول تک میوه (سانتیمتر)	قطر تک میوه	وزن تک میوه (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد میوه در بوته	عملکرد(کیلوگرم در بوته)
$N_0B_0S_0$	۲۷/۷۳ y	۱۲۲/۶۰ z	۹/۹۶ r	۱/۱۰ q	۵۲/۳۵ t	۲۳ n	۸ o	۱/۵۷ t
$N_0B_0S_1$	۲۸/۹۶ x	۱۲۴/۵۶ x	۹/۸۰ qr	۱/۳۱lm	۵۴/۰۶ s	۲۶ m	۱۳ n	۱/۶۲ s
$N_0B_0S_5$	۳۰/۹۳ w	۱۲۶/۵۰ v	۱۰/۳۰ p	۱/۳۷ k	۵۴/۹۷ r	۲۶/۶۶ m	۱۵/۶۶ m	۱/۶۴ r
$N_0B_1S_0$	۳۲۰/۳ v	۱۲۳/۱۳ y	۱۰/۲۶ no	۱/۲۷ o	۵۳/۹۱ s	۲۸/۶۶ l	۱۳/۶۶ n	۱/۶۱ s
$N_0B_1S_1$	۳۴ u	۱۲۵/۱۶ w	۱۰/۸۳ lm	۱/۴۰ j	۵۴/۶۴ r	۳۲ k	۱۹ jik	۱/۶۴ r
$N_0B_1S_5$	۴۱/۴۰ t	۱۲۸/۴۰ u	۱۱/۰۳ jk	۱/۴۷ i	۵۴/۹۹r	۳۳ kj	۲۲ hg	۱/۶۴ r
$N_1B_0S_0$	۴۵/۱۰ s	۱۳۲/۴۰ t	۱۱/۳۱ i	۱/۵۲ h	۵۵/۹۹ p	۳۵/۳۳ i	۲۰/۳۳ ji	۱/۶۷ p
$N_1B_0S_1$	۴۶/۱۳ r	۱۳۴/۰۳ r	۱۱/۴۴ hi	۱/۵۷ g	۵۶/۷۷mn	۳۵/۳۶ i	۲۲/۶۶ g	۱/۷۰ mn
$N_1B_0S_5$	۴۸/۰۶ p	۱۳۵/۲۳q	۱۱/۶۶ g	۱/۵۹ g	۵۷/۶۵k	۳۳ kj	۲۲/۳۳ g	۱/۷۲ k
$N_1B_1S_0$	۴۷/۱۳ q	۱۳۳/۳۰ s	۱۱/۴۷h	۱/۶۱ f	۵۷/۰۳ ml	۴۲ g	۲۷ f	۱/۷۱ ml
$N_1B_1S_1$	۴۸/۰۶ p	۱۳۵/۵۶ q	۱۱/۷۱g	۱/۶۳f	۵۶/۹۷ m	۳۳/۶۶ j	۲۰/۶۶ hi	۱/۷۰ m
$N_1B_1S_5$	۴۹/۵۰ o	۱۳۷ d	۱۱/۹۱f	۱/۶۵ e	۵۸/۶۲ j	۳۴/۳۰ ij	۲۳/۳۳ g	۱/۷۵ j
$N_2B_0S_0$	۵۰/۲۰ n	۱۴۲/۴۳ o	۱۳/۰۶e	۱/۶۸ d	۷۰/۰۹ d	۳۸/۶۶ h	۲۳/۶۶ g	۲/۱۰ d
$N_2B_0S_1$	۵۲/۱۰ l	۱۴۴/۲۰ m	۱۳/۴۱c	۱/۶۹ dc	۷۱/۰۴ c	۴۲/۳۳g	۲۹/۳۳ed	۲/۱۳ c
$N_2B_0S_5$	۵۴ j	۱۴۶/۳۰ k	۱۳/۶۴b	۱/۷۱ bc	۷۲ b	۴۲g	۳۱ dc	۲/۱۶ b
$N_2B_1S_0$	۵۱/۷۰ m	۱۴۳/۳۰ n	۱۳/۲۲d	۱/۶۹ dc	۷۱/۰۸ c	۴۳ fg	۲۸ fe	۲/۱۳ c
$N_2B_1S_1$	۵۳/۱۰ k	۱۴۵/۳۶ l	۱۳/۷۱b	۱/۷۲ b	۷۲/۰۱ b	۴۳/۳۳fg	۳۰/۳۳dc	۲/۱۶ b
$N_2B_1S_2$	۵۵/۳۳ i	۱۴۶/۹۳ j	۱۳/۹۱a	۱/۷۸ a	۷۳/۸۳ a	۴۴/۶۶ f	۳۳/۶۶ b	۲/۲۱ a
$N_3B_0S_0$	۵۵/۴۰ i	۱۵۲ i	۱۰/۵۶l	۱/۲۹ n	۶۵/۰۹ h	۴۶/۳۳ e	۳۱/۳۳ c	۱/۹۵ h
$N_3B_0S_1$	۵۶/۹۰ g	۱۵۳/۱۳ h	۱۰/۹۰lk	۱/۳۰ nm	۶۶/۰۸ g	۴۷/۶۶ed	۳۴/۶۶ b	۱/۹۸ g
$N_3B_0S_5$	۵۸/۰۶ f	۱۵۴/۶۶ g	۱۱/۱۳j	۱/۳۲ l	۶۷ f	۴۹ cbd	۳۸ a	۲/۰۱ f
$N_3B_1S_0$	۵۶/۳۰ h	۱۵۳ h	۱۰/۹۱lk	۱/۲۹ n	۶۶/۰۸ g	۴۹ cbd	۳۰ dc	۱/۹۸ c
$N_3B_1S_1$	۵۸/۰۳ f	۱۵۴/۸۰ g	۱۱/۰۲jk	۱/۳۲ lm	۶۷/۰۱ f	۴۳/۶۶gf	۳۰/۶۶dc	۲/۰۱ f
$N_3B_1S_5$	۵۹/۲۰ e	۱۵۶/۱۶ f	۱۱/۳۰i	۱/۳۲ lm	۶۸/۸۳ e	۴۴/۶۶f	۳۳/۶۶ b	۲/۰۶ e
$N_4B_0S_0$	۶۰/۵۳ d	۱۶۸/۳۰ e	۹/۸۳q	۱/۰۷ r	۵۵/۴۹ q	۴۸ cd	۱۸ lk	۱/۶۶ q
$N_4B_0S_1$	۶۲/۲۰ c	۱۶۹/۹۰ d	۱۰/۱۶po	۱/۱۱ q	۵۶/۴۵ op	۴۷/۳۳ed	۱۹/۳۳ k	۱/۶۹ on
$N_4B_0S_5$	۶۴/۱۰ b	۱۷۲/۲۳ c	۱۰/۲۴no	۱/۱۳ p	۵۷/۴۳ kl	۴۹ cbd	۲۳ g	۱/۷۲ kl
NB_1S_0	۶۲/۳۳ c	۱۷۲/۰۳ c	۱۰/۲۸no	۱/۱۱ q	۶۰/۰۳ i	۴۹/۶۶cb	۱۷ ml	۱/۸۰ i
$N_4B_1S_1$	۶۴/۲۰ b	۱۷۴/۳۰ b	۱۰/۴۰n	۱/۱۳ p	۵۶/۳۱ op	۵۰/۳۳ b	۱۸/۶۶ jk	۱/۶۸ op
$N_4B_1S_5$	۶۶/۲۳ a	۱۷۵/۶۳ a	۱۰/۷۰m	۱/۱۵ p	۵۶/۸۸ mn	۵۲ a	۱۹/۶۶jik	۱/۷۰ mn

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

۴-۲- تأثیر فاکتورهای نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سیلیسیم، آهن، منگنز، مس) در برگ خیار

۴-۲-۱- تأثیر فاکتور نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت نیتروژن در برگ خیار افزایش یافت به طوری که بیشترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۴/۲۲ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و کمترین غلظت نیتروژن برگ از تیمار شاهد به مقدار ۲/۵۱ درصد اندازه‌گیری گردید (شکل ۴-۲۴). کلثوم[1] و همکاران (۲۰۰۷) و واسع مصلی (۱۳۸۲) نشان دادند که افزایش نیتروژن در محلول غذایی سبب افزایش نیتروژن برگ می‌شود.

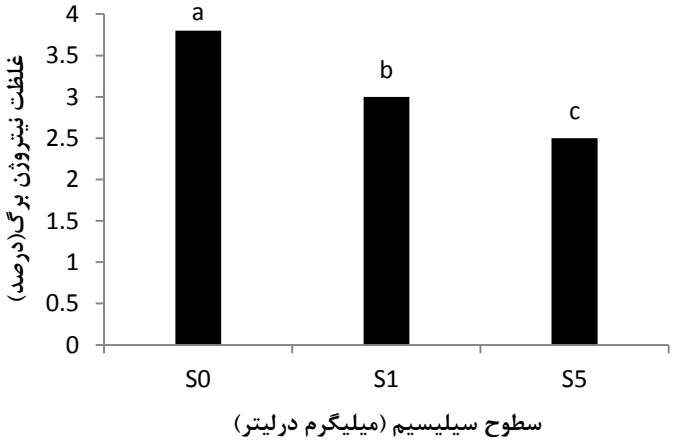


شکل ۴-۲۴ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ

1- kulsum

۴-۲-۲- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ

اثر سطوح سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). افزایش غلظت سیلیسیم باعث کاهش غلظت نیتروژن در برگ گردید که احتمالاً این امر بخاطر رقابت یونی سیلیسیم با عناصر پر مصرف است. بیشترین غلظت نیتروژن برگ از تیمار شاهد به مقدار ۳/۸۰ درصد و کمترین غلظت نیتروژن برگ از مصرف ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۲۵). کامیندو[1] و همکاران (۲۰۱۰) کاهش غلظت عناصر پر مصرف برگ را با کاربرد سیلیسیم در گل ژربرا گزارش نموده اند.



شکل ۴-۲۵ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ

[1]- Kamenidou

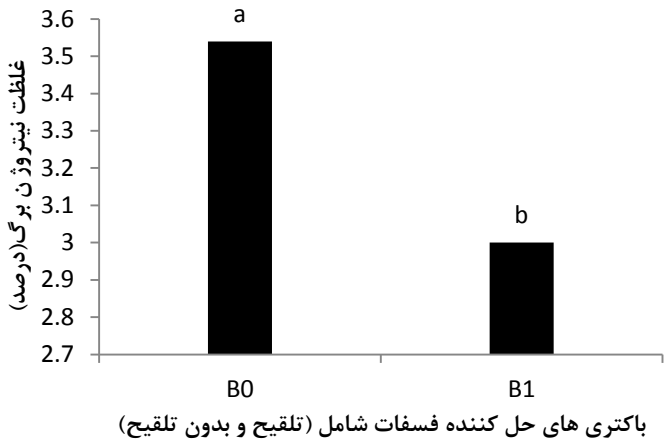
جدول ۴-۹: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار سبز

منابع تغیرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	منکنز	آهن	مس	سیلیسیم
نیتروژن (N)	۴	۸/۱۱ **	۲۴/۹۴**	۲/۳۱ **	۰/۳۹ **	۰/۰۰۲**	۱۲۴۲**	۴۳۱۸/۸۸ **	۳۱۸/۱۳ ns	۰/۰۰۲**
سیلیسیم (S)	۲	۰/۹۴ **	۶/۶۴ **	۰/۰۴ ns	۰/۳۱ **	۰/۰۰۵**	۶۱۳/۲**	۵۰۰۲/۵۰**	۲۴۶/۵۲ ns	۰/۰۱۱ **
باکتری ها (B)	۱	۰/۰۳ *	۱۲۵/۹۱**	۲/۰۲ **	۰/۸۵ **	۰/۰۰۱ ns	۶/۰۴ ns	۹۶۷۶/۰۲**	۱۱۱/۱۱ ns	۰/۰۰۰۸۱**
N*S	۸	۰/۲۸ **	۰/۳۳ **	۲/۲۸ **	۰/۱۲ **	۰/۰۰۲**	۶۰۵ **	۱۲۴۶/۶۰**	۱۸۰/۹۷ ns	۰/۰۰۰۸۳**
N*B	۴	۰/۳۴ **	۰/۵۵ **	۰/۳۵ ns	۰/۳۴ **	۰/۰۰۷*	۱۵۸۴**	۴۷۷۸/۶۴**	۵۱۸/۶۶ ns	۰/۰۰۰۶**
S*B	۲	۰/۵۲ **	۰/۳۵ **	۰/۱۴ ns	۰/۰۴ **	۰/۰۱**	۱۶۵۲**	۱۶۳۳/۳۵ **	۳۳۶/۳۸ns	۰/۰۰۰۷**
N*S*B	۸	۰/۶۶ **	۰/۳۷ **	۱/۰۱ **	۰/۱۱ **	۰/۰۰۲**	۵۰۹/۵**	۱۱۳۴/۵۶ **	۱۱۲/۸۰ns	۰/۰۰۰۷**
اشتباه	۶۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۶	۲۳/۰۹	۲۰/۶۳	۱۴۳/۹	۰/۱۴

ns معنی دار نیست، *، **، در سطح یک درصد و ۵ درصد اختلاف معنی دار است

۴-۲-۳- اثر تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ

اثر تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ از تیمار بدون باکتری و کمترین غلظت نیتروژن برگ از تیمار حاوی تلقیح باکتری اندازه‌گیری شد. افزودن باکتری‌های حل‌کننده فسفات در محیط کشت خیار غلظت نیتروژن برگ را ۲۰درصد کاهش داد (شکل ۴-۲۶).



۴-۲۶:تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ

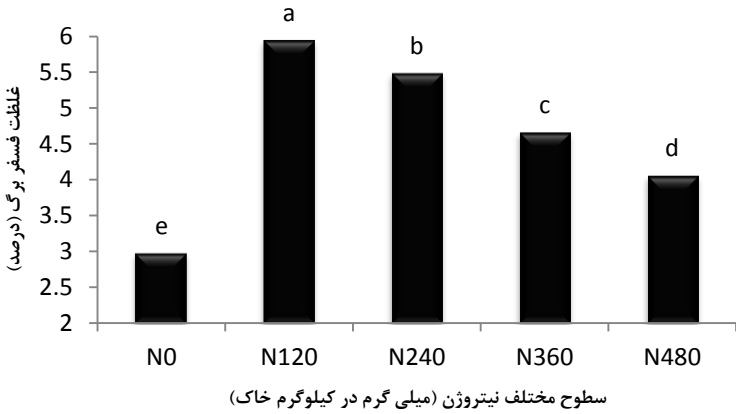
۴-۲-۴- اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت نیتروژن برگ، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۴/۶۹ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و سطح فاقد سیلیسیم و کمترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۳/۴۹ درصد از تیمار فاقد نیتروژن و یک میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳). اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ ۴/۴۶ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین غلظت نیتروژن برگ به مقدار ۲/۵۰ درصد از تیمار فاقد نیتروژن و شامل تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات اندازه گیری شد (جدول ۴-۱۴) اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ ۳/۷۷ درصد از تیمار شاهد و کمترین غلظت نیتروژن به مقدار ۳/۲۲ درصد از تیمار یک میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۵).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن برگ، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت نیتروژن برگ ۳/۶۳ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سیلیسیم و باکتری اندازه‌گیری شد. همچنین کمترین غلظت نیتروژن برگ ۲/۲۹ درصد از تیمار فاقد نیتروژن و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (۴-۱۶).

۴-۲-۵- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت فسفر برگ خیار سبز

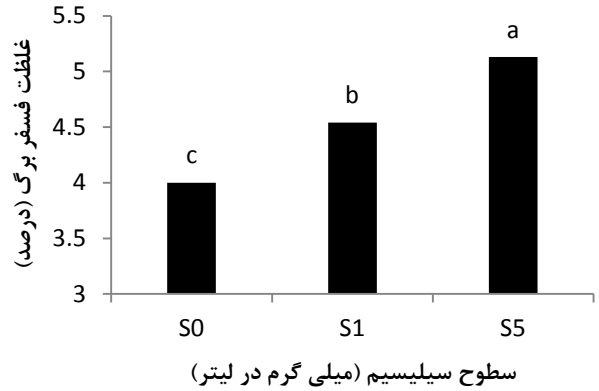
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). افزایش نیتروژن مصرفی ابتدا سبب افزایش سپس باعث کاهش غلظت فسفر برگ از ۵/۹۵ درصد از تیمار ۱۲۰ میلی گرم نیتروژن به ۴/۰۶ درصد در تیمار ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن شد (شکل ۴-۲۷). جونز و همکاران (۱۹۹۱)، واسع مصلی (۱۳۸۲) و اسیماکوپولو (۲۰۰۶) کاهش غلظت فسفر در برگ گیاهان مختلف را با افزایش نیتروژن گزارش نموده‌اند که می توان آن را به اثر رقت نسبت داد.



شکل ۴-۲۷ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر غلظت فسفر برگ خیار

۴-۲-۶- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ

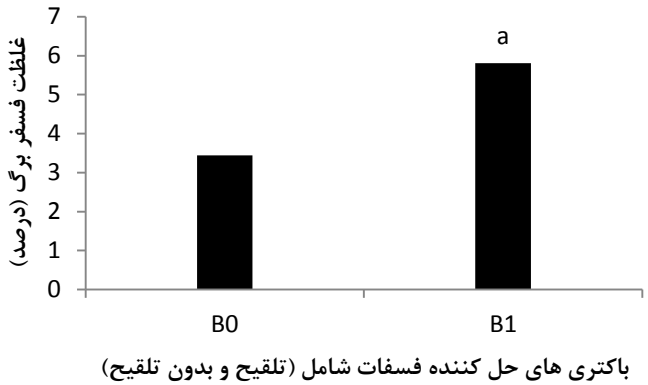
اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). افزایش غلظت سیلیسیم در محیط رشد غلظت فسفر برگ را افزایش داد به طوری که بیشترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۵/۱۳ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۴/۲۰ درصد از تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید (شکل ۴-۲۸). این امر را احتمالاً می‌توان به تأثیر سیلیسیم در کاهش بوته میری گیاه خیار و در نتیجه توسعه ریشه و افزایش جذب فسفات توسط ریشه نسبت داد (گلچین ۱۳۸۷).



شکل ۴-۲۸ : تأثیر کاربردسطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ خیار

۴-۲-۷- اثر تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ

اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). باکتری های حل کننده فسفات باعث افزایش غلظت فسفر برگ از ۳/۴۴ درصد به ۵/۸۱ درصد شد (شکل ۴-۲۹) که با نتایج وارده و همکاران (۱۹۹۶) و نورقلی پور و همکاران (۱۳۸۲) مطابقت دارد.



شکل ۴-۲۹ : تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ خیار

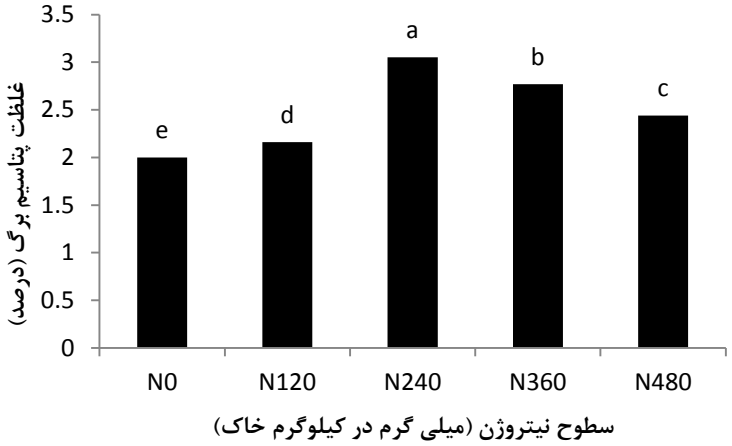
۴-۲-۸- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت فسفر برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۶/۴۲ درصد در تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۲/۹ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳). اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۷/۳۸ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن و همچنین تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین مقدار ۱/۸۵ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن و فاقد تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۴). اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل-کننده فسفات بر غلظت فسفات برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت فسفر برگ به مقدار ۶/۲ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری-های حل کننده فسفات و کمترین مقدار ۲/۹۳ درصد از تیمار شاهد اندازه گیری شد (جدول ۴-۱۵). اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های‌حل کننده فسفات بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت فسفر برگ ۷/۸۲ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در

کیلوگرم خاک به همراه ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و همچنین از تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین مقدار ۱/۲۶ درصد از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۹- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می دهد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۹). افزایش نیتروژن مصرفی تا ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک سبب کاهش غلظت پتاسیم برگ از ۳/۰۵ درصد در تیمار ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به ۲/۴۴ درصد در تیمار ۴۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک شد (شکل ۴-۳۰). کاهش غلظت پتاسیم برگ شمشاد در نتیجه مصرف نیترات آمونیوم توسط جونز[1] و همکاران (۱۹۹۱) گزارش شده است. در اینجا ممکن است اثر رقت مطرح باشد، واسع مصلی (۱۳۸۲) نیز کاهش غلظت پتاسیم برگ انگور را با افزایش نیتروژن محلول غذایی گزارش کرده‌اند.



شکل ۴-۳۰ : تأثیر کاربردسطوح مختلف نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ خیار

۴-۲-۱۰- اثر فاکتور سیلیسیم بر غلظت پتاسیم برگ خیار

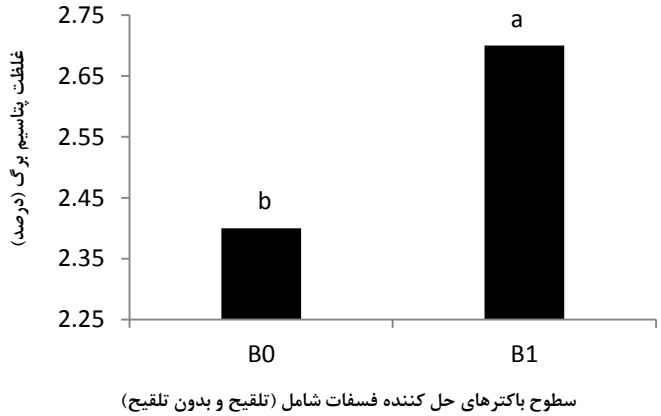
اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴-۹). ولی بیشترین غلظت

1- Jonz

پتاسیم برگ به مقدار ۲/۵۸ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت آن به مقدار ۲/۵۱ درصد از تیمار شاهد و فاقد سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳).

۴-۲-۱۱- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ

اثر تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). حداکثر غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۲/۷۰ درصد از تیمار حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت پتاسیم برگ ۲/۴۰ درصد از تیمار فاقد باکتری‌های‌حل کننده فسفات اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۳۱).



۴-۳۱: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ خیار

۴-۲-۱۲- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت پتاسیم برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). حداکثر غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۳/۳۸ درصد از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و حداقل غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۱/۷۶ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار نشد (جدول۴-۹). ولی بیشترین غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۳/۱۲ درصد از تیمار حاوی ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین غلظت پتاسیم برگ ۱/۷۶ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۴).

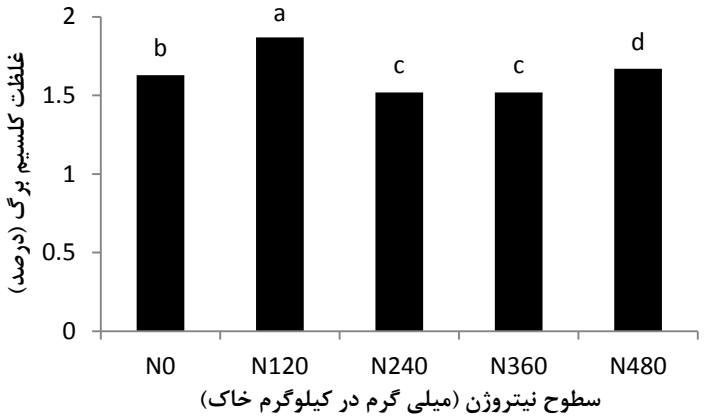
اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴-۹). ولی بیشترین غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۲/۷۸ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و شامل باکتری های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۲/۳۸ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی-گرم در لیتر سیلیسیم و فاقد باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد جدول (۴-۱۵).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۳/۴۵ درصد از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و حاوی باکتری و کمترین مقدار غلظت پتاسیم برگ به مقدار ۱/۰۶ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و فاقد باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۱۳- تأثیر فاکتور نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). با افزایش سطح نیتروژن مصرفی غلظت کلسیم در برگ خیار از ۱/۸۷ در تیمار ۱۲۰ میلی گرم نیتروژن به ۱/۵۰ درصد در تیمار ۴۸۰ میلی

گرم نیتروژن کاهش یافت (شکل ۴-۳۲). کاهش غلظت کلسیم برگ شمشاد در نتیجه مصرف نیترات آمونیوم توسط جونز[1] و همکاران (۱۹۹۱) گزارش شده است. در اینجا ممکن است اثر رقت مطرح باشد، با افزایش سطوح نیتروژن، رشد گیاه زیاد و عناصر غذایی رقیق شده در نتیجه غلظت کلسیم کاهش یافته است.

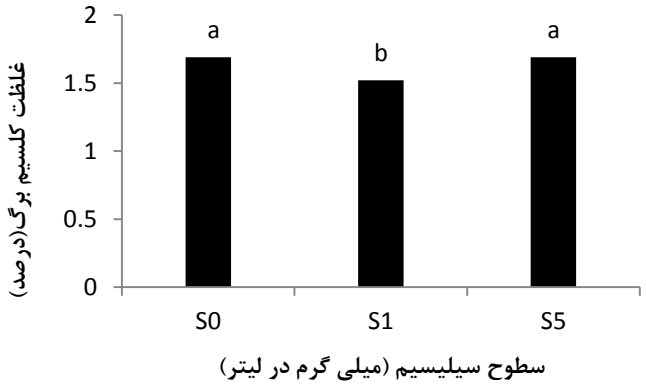


شکل ۴-۳۲ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ خیار سبز

۴-۲-۱۴- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ خیار

اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). وجود سیلیسیم باعث افزایش غلظت کلسیم برگ شد ولی تیمار ۵ میلی گرم در لیتر سیلیسیم با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نمی دهد (شکل ۴-۳۳). که با نتایج کامیندو و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. گزارش شده است تغذیه بهینه سیلیسیم در خیار سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه ها می‌شود که در نهایت سطح جذب کننده عناصر را افزایش می‌دهد (محقق و همکاران ۲۰۱۰).

1-Jonz

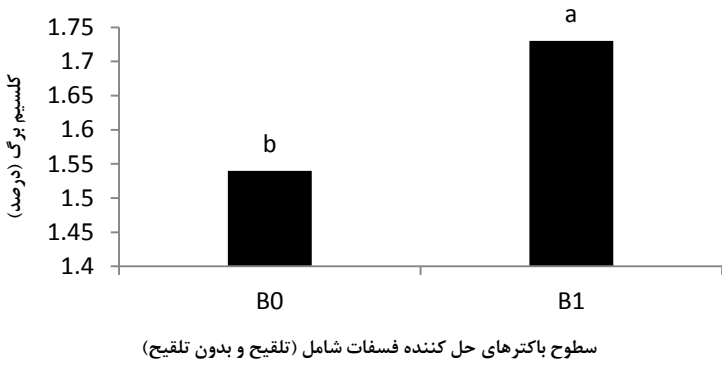


شکل ۴-۳۳ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ خیار

۴-۲-۱۵- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ

اثر تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش کلسیم برگ خیار سبز گردید و باعث افزایش آن از ۱/۵۴ به ۱/۷۳ درصد شد (شکل ۴-۳۴). باشان[1] و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقی بر روی نشای گیاه برنج دریافتند که نشای تلقیح شده با میکروارگانیسم های حل‌کننده فسفات رشد بهتری نسبت به نشاهای بدون تلقیح داشته و باعث افزایش جذب مواد وعناصر غذایی می‌شود و همچنین مایع‌زنی گیاه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش سطح ریشه و در نتیجه باعث افزایش جذب عناصر غذایی می-گردد.

1- Bshan



شکل ۴-۳۴ : تأثیر کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ خیار

۴-۲-۱۶- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت کلسیم برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۹). بیشترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۲/۰۷ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سیلیسیم و کمترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۱/۳۹ درصد از تیمار ۳۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول۴-۱۳).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۱/۹۱ درصد از تیمار حاوی فاقد نیتروژن و سطوح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۱/۳۳ درصد از تیمار فاقد نیتروژن و فاقد باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد(جدول۴-۱۴).

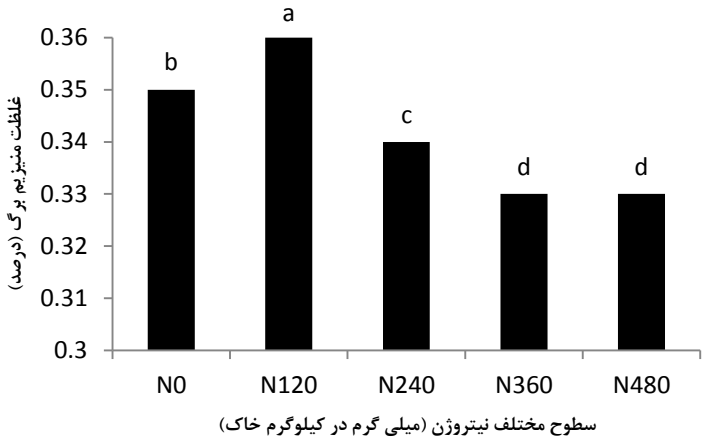
اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). به طوری که بیشترین غلظت کلسیم برگ به میزان ۱/۷۸ درصد از تیمار فاقد سیلیسیم و حاوی تلقیح باکتری های حل کننده فسفات که با تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنی‌داری ندارد و کمترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۱/۳۸ درصد از تیمار حاوی

۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و فاقد تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات اندازه گیری شد (جدول ۴-۱۵) اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹)، به طوری که بیشترین غلظت کلسیم برگ به مقدار ۲/۱۳ درصد از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک و فاقد سیلیسیم، باکتری های حل‌کننده فسفات و کمترین مقدار کلسیم برگ به مقدار ۰/۹۷ درصد از تیمار فاقد نیتروژن و ۱میلی‌گرم در سیلیسیم و فاقد باکتری‌های حل کننده فسفات اندازه گیری شد (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۱۷- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت منیزیم برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۴-۹). نشان می‌دهد سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی-داری در سطح احتمال یک درصد بر غلظت منیزیم برگ دارد. با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت منیزیم برگ کاهش یافت (شکل۴-۳۵)، به طوری که با افزایش نیتروژن مصرفی به ۴۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک غلظت منیزیم برگ از ۰/۳۶ درصد در تیمار ۱۲۰ میلی گرم نیتروژن به ۰/۳۳ درصد کاهش یافت. البته بین تیمارهای شاهد و تیمار۲۴۰ و ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. کاهش غلظت کلسیم و منیزیم برگ می‌تواند حاکی از وجود رابطه آنتاگونیستی بین این یون‌ها و یون آمونیوم از یک طرف و یون پتاسیم از طرف دیگر باشد (جوزه و ویلوکس[1] ۱۹۸۴). کاهش غلظت عناصر با افزایش سطوح نیتروژن مربوط به افزایش رشد گیاه و اثر رقت می‌باشد. با افزایش ماده خشک گیاهی در بسیاری از موارد موجب کاهش غلظت عناصر در گیاه می‌شود آذرم (۱۳۸۵) علیزاده و همکاران (۱۳۸۴) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

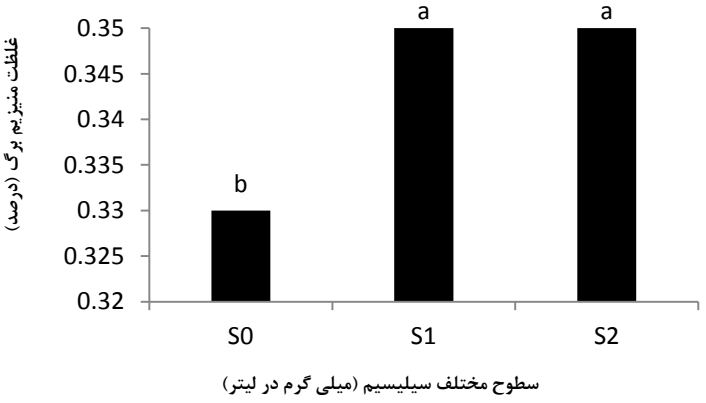
1-Wilox



شکل ۴-۳۵ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منیزیم برگ خیار سبز

۴-۲-۱۸- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت منیزیم برگ

اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منیزیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). با افزایش غلظت سیلیسیم مصرفی غلظت منیزیم جذب شده در برگ‌ها افزایش یافت به طوری که بیشترین غلظت منیزیم برگ به مقدار ۰/۳۵ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت منیزیم برگ ۰/۳۳ درصد از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۳۷). همچنین بین تیمار ۱ میلی-گرم درلیتر سیلیسیم و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است.



شکل ۴-۳۶ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منیزیم برگ خیار

۴-۲-۱۹- تأثیر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ

اثر تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴-۹). همچنین تفاوت معنی‌داری بین تیمار با تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و بدون تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات وجود ندارد.

۴-۲-۲۰- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت منیزیم برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم برغلظت منیزیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۴-۹). بیشترین غلظت منیزیم برگ به مقدار ۰/۴۰ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد که با تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم سیلیسیم در لیتر تفاوت معنی‌داری ندارد. همچنین کمترین غلظت منیزیم برگ از تیمار۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و فاقد سطوح سیلیسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت منیزیم برگ ۰/۳۷درصد از تیمار فاقد نیتروژن به همراه تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و کمترین غلظت منیزیم برگ ۰/۳۱ درصد از تیمار ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن درکیلوگرم خاک به همراه تلقیح باکتری های حل کننده فسفات اندازه‌گیری شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۴- ۱۴).

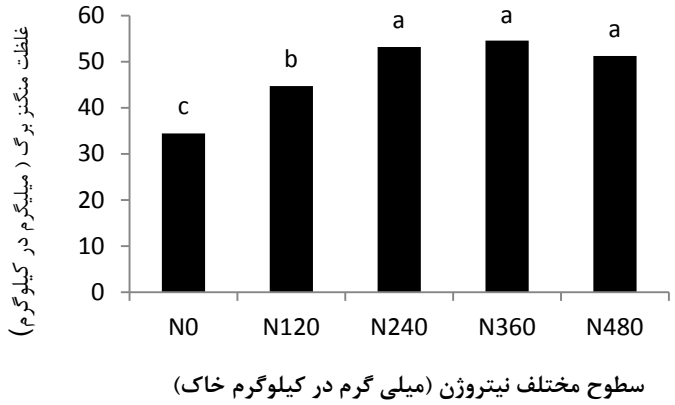
اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت منیزیم برگ ۰/۳۸ درصد از تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت منیزیم برگ ۰/۳۳ درصد

از تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات گیری شد (جدول ۴-۱۵).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت منیزیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت منیزیم برگ ۰/۴۴ درصد از تیمار ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت منیزیم برگ به میزان ۰/۲۹ درصد از تیمار ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۲۱- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت منگنز برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (۴-۹). نشان می دهد سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی-داری در سطح احتمال یک درصد بر غلظت منگنز برگ خیار سبز دارد. با افزایش نیتروژن مصرفی تا ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک غلظت منگنز جذب شده در برگ افزایش یافت (شکل ۴-۳۷). همچنین بین تیمارهای ۲۴۰، ۳۶۰،۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک تفاوت معنی داری وجود ندارد. افزایش غلظت Mn برگ با کاربرد نیتروژن را می‌توان به رقابت یونی عناصر در گیاه همچنین به اثر رقت نسبت داد واسع مصلی (۲۰۰۲).

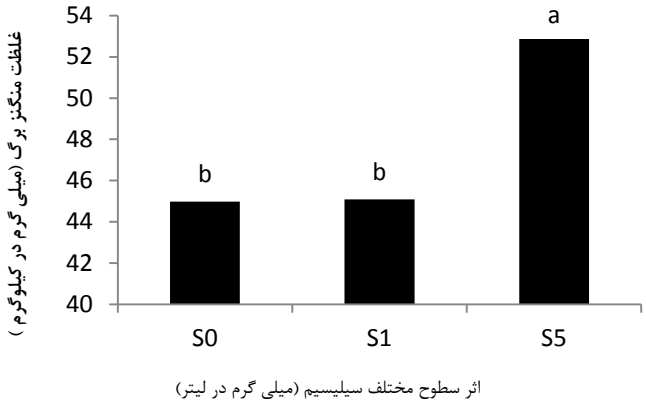


شکل ۴-۳۷ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منگنز برگ خیار

۴-۲-۲۲- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ خیار سبز

اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹). با افزایش غلظت سیلیسیم مصرفی غلظت منگنز جذب شده در برگ‌ها افزایش یافت به طوری که بیشترین غلظت منگنز برگ به مقدار ۵۲/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت منگنز برگ خیار سبز به مقدار ۴۴/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۳۸). که با تیمار ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنی-داری ندارد. کاربرد سیلیسیم از طریق اثر بر حرکت روزنه‌ها (گائو[1] ۲۰۰۶). و کاهش قطر منافذ آنها منجر به کاهش تعرق می‌گردد (داتنف[2] ۲۰۰۱). تبخیر و تعرق نقش اساسی در انتقال و انباشت سیلیسیم در اندام-های مختلف گیاه داشته و در گیاهانی که جذب سیلیسیم به صورت غیر فعال است، جذب این عنصر در گیاه وابستگی بیشتری به میزان تبخیر و تعرق دارد. اگرچه جذب از طریق ریشه صورت می‌گیرد ولی غلظت سیلیسیم در شاخساره بیشتر از ریشه می‌باشد، زیرا تبخیر و تعرق سبب انتقال سیلیسیم به اندام‌های هوایی می‌گردد (لوین[3] ۱۹۵۳).

[1].Gao
[2].Datnoff
[3].Lewin



شکل ۴-۳۸ : تأثیر کاربردسطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ

۴-۲-۲۳- اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ

اثر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ خیار سبز معنی‌دار نشد (جدول ۴-۹).

۴-۲-۲۴- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت منگنز برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت منگنز برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). حداکثر غلظت منگنز برگ به مقدار ۶۴/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۲۴۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم اندازه‌گیری شد که با تیمار ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنی‌داری ندارد. و همچنین کمترین غلظت منگنز برگ به مقدار ۲۱/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ در سطح احتمال یک درصد معنی-دار است (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت منگنز برگ خیار سبز به مقدار ۶۳/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن

خشک گیاهی از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن و بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت منگنز برگ خیار سبز به مقدار ۳۱/۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول ۴-۱۴).

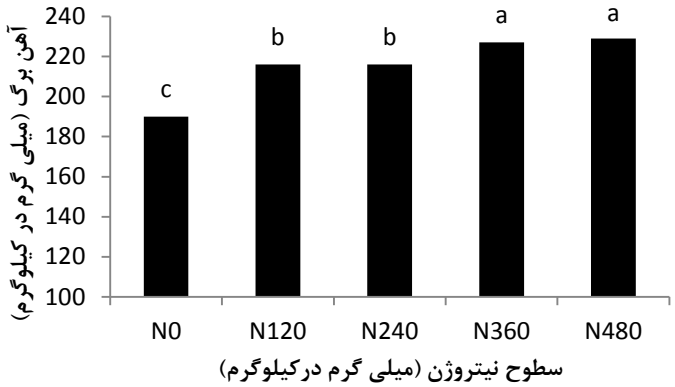
اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت منگنز برگ خیار سبز به مقدار ۶۰/۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت منگنز برگ ۳۷/۴۲ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و بدون تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۵).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت منگنز برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (۴-۹). بیشترین غلظت منگنز برگ خیار سبز ۷۶/۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری های حل کننده فسفات و همچنین کمترین غلظت منگنز برگ خیار سبز ۱۶/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهی از تیمار حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی-گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری های حل کننده فسفات اندازه‌گیری شد، که با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۲۵- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت آهن برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده ازجدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۹) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر غلظت آهن برگ خیار سبز دارد. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش غلظت آهن در برگ خیار سبز شد (شکل ۴- ۳۹). که با نتایج علیزاده و

همکاران (۲۰۰۰) و ملکوتی (۲۰۰۴) و همچنین ییلدیریم[1] و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

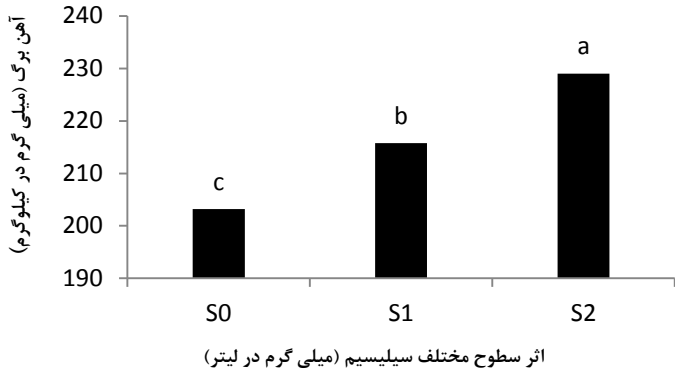


شکل ۴-۳۹ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت آهن برگ خیار

۴-۲-۲۶- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت آهن برگ خیار

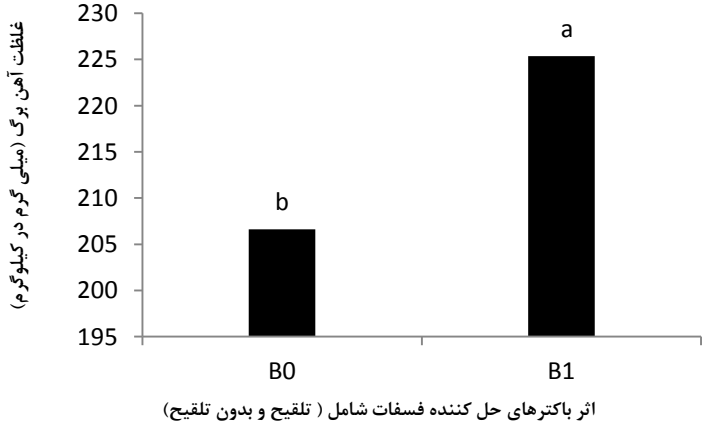
اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری است (جدول ۴-۹). افزایش سیلیسیم مصرفی باعث افزایش غلظت آهن برگ خیار سبز شد (شکل ۴-۴۰). بیشترین غلظت آهن برگ ۲۲۹/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت آهن برگ خیار سبز به مقدار ۲۰۳/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه گیری شد. تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب کننده عناصر افزایش می‌یابد (سان و همکاران ۲۰۰۵).

1-Yeldirim



شکل ۴-۴۰ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت آهن برگ خیار

اثر باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت آهن برگ به مقدار ۲۲۵/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار شامل تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین مقدار غلظت آهن برگ ۲۰۶/۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (شکل۴-۴۱). باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌تواند با سنتز هورمون‌های گیاهی رشد گیاهی را تحت تأثیر قرار داده، و حجم بیشتری از خاک را اشغال می‌کند و بدین ترتیب سطح جذب عناصر افزایش می‌یابد (آزکون[1] و همکاران ۱۹۷۶).



شکل ۴-۴۱ : تأثیر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت آهن برگ خیار

1-Azcon

۴-۲-۲۷- اثرات متقابل تیمارها بر غلظت آهن برگ خیار سبز

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت آهن برگ ۲۶۵/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار حاوی ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت آهن برگ ۱۶۸/۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳).

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت آهن برگ ۲۴۷/۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه تلقیح باکتری های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت آهن برگ خیار سبز به مقدار ۱۶۸/۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار شاهد بدون نیتروژن و بدون تلقیح باکتری‌های حل-کننده فسفات اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۴).

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت آهن برگ ۲۳۰/۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات اندازه‌گیری شد، که با تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم تفاوت معنی‌داری ندارند. و همچنین کمترین غلطت آهن برگ به مقدار ۱۸۷/۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۵). اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت آهن برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت آهن برگ به مقدار ۳۰۱/۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار حاوی ۳۶۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و بدون تلقیح باکتری-های حل کننده و کمترین غلظت آهن برگ خیار سبز به مقدار ۱۱۹/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۲۸- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت مس برگ خیار سبز

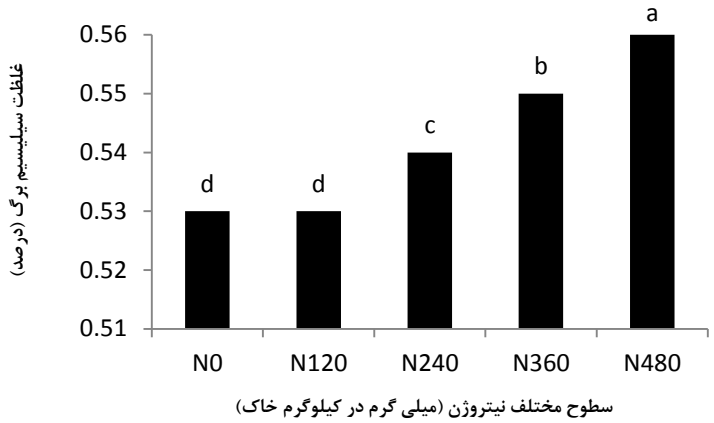
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۹) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر غلظت مس برگ خیار سبز ندارد. که با نتایج کات سیراس[۱] و همکاران (۲۰۰۲)، جوزه[۲] و ویلوکس(۱۹۸۴)، هویت[۳] (۱۹۶۰) مطابقت دارد.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۹) نشان داد که اثر سطوح مختلف سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات و همچنین اثرات متقابل نیتروژن و سیلیسیم و نیتروژن و باکتری‌های حل-کننده فسفات، و همچنین اثرات متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری های حل‌کننده فسفات بر غلظت مس برگ خیار سبز معنی‌دار نگردید (جدول ۴-۱۶).

۴-۲-۲۹- تأثیر فاکتورهای نیتروژن بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۹) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز دارد. با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت سیلیسیم برگ افزایش یافت (شکل ۴-۴۲). منزیس[۴] و بلانجر (۱۹۹۶) با بررسی اثر کوددهی سیلیسیم بر کاهش بیماری‌های خیار گلخانه‌ای نشان دادند که افزایش کود سیلیسیم از طریق کاهش بیماری‌ها باعث افزایش عملکرد خیار و توسعه ریشه و همچنین جذب عناصر گردید. بیشترین غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز به مقدار ۰/۵۷ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن و کمترین غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز به مقدار ۰/۵۳ درصد از تیمار فاقد نیتروژن (شاهد) اندازه‌گیری شد. همچنین بین تیمار شاهد و ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴-۴۳).

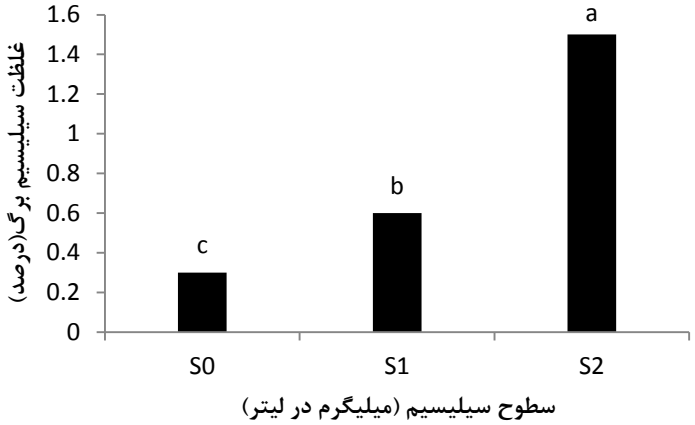
[1].Kotsiras
[2].Jose and Wilox
[3].Hewitt
[4].Maenzies and Belanger



شکل ۴-۴۲ : تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت سیلیسیم برگ خیار

۴-۲-۳۰- تأثیر فاکتور سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ خیار

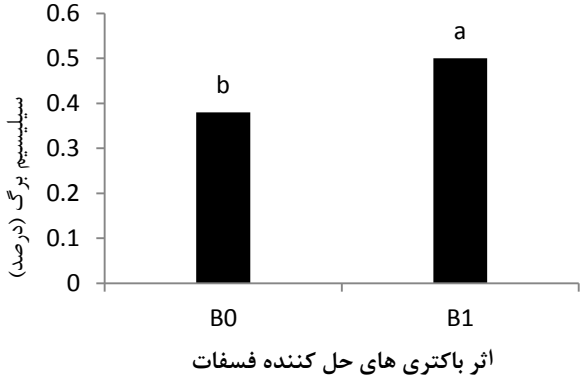
اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز به مقدار ۱/۵ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین میزان سیلیسیم برگ خیار سبز به مقدار ۰/۳۴ درصد از تیمار فاقد سیلیسیم اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۴۳). محقق و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند اضافه کردن سیلیسیم به محیط غذایی سبب افزایش غلظت این عنصر در ریشه و شاخساره خیار سبز می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.



شکل ۴-۴۳ :تأثیر کاربرد سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز

۴-۲-۳۱- تأثیر تلقیح باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ

اثر سطوح مختلف باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ خیار سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹). بیشترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۵ درصد از تیمار حاوی تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین مقدار سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۳۸ درصد از تیمار بدون تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات اندازه‌گیری شد (شکل ۴-۴۴).



۴-۴۴: تأثیر کاربرد باکتری های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ

اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت سیلیسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹) بیشترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۱/۲ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم و کمترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۳۱ درصد از تیمار شاهد (فاقد نیتروژن و سیلیسیم) اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۳)

اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹) بیشترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۹ درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به همراه تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۳۲ درصد از تیمار شاهد (فاقد نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات) اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۴). اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۹) بیشترین غلظت سیلیسم برگ به مقدار ۰/۵۵ درصد از تیمار حاوی ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات وکمترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۰/۵۰ درصد از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۵).

اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت سیلیسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴-۹) بیشترین غلظت سیلیسیم برگ به مقدار ۱/۱۰درصد از تیمار حاوی ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و ۵ میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم به همراه تلقیح باکتری‌های حل-کننده فسفات و کمترین غلظت سیلیسیم برگ خیار به مقدار ۰/۴۹ درصد از تیمار شاهد اندازه‌گیری شد (جدول ۴-۱۶).

جدول ۴-۱۰ : اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت عناصربرگ خیار سبز

سطوح نیتروژن(میلیگرم در کیلوگرم خاک	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منکنز(میلی- گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی- گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
N_0	۲/۵۱e	۲/۹۸ e	۲/۳۳ cd	۱/۵۲ c	۰/۳۵abc	۳۴/۴۳c	۱۹۰/۵۷c	۸/۷۹ b	۰/۵۱ d
N_1	۳/۲۲ d	۴/۰۶ d	۲/۱۶ d	۱/۸۷ a	۰/۳۶ab	۴۴/۷۰b	۲۱۶/۱۱ b	۲۰/۲۷ a	۰/۵۱ d
N_2	۳/۷۲ c	۴/۶۶ c	۲/۷۷ b	۱/۵۲ c	۰/۳۴ bc	۵۳/۲۱a	۲۱۶/۳۰ b	۱۳/۹۷ab	۰/۵۳ c
N_3	۳/۹۱ b	۵/۴۹b	۳/۰۵ a	۱/۵۰ c	۰/۳۳ c	۵۴/۶۰a	۲۲۷/۵۰ a	۱۳/۱۴ab	۰/۵۵ b
N_4	۴/۲۲ a	۵/۹۵ a	۲/۴۴ c	۱/۶۷ b	۰/۳۶ a	۵۱/۲۷a	۲۲۹/۴۴ a	۱۱/۹۴ab	۰/۵۶ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۱۱ : اثر سطوح مختلف سیلیسیم بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ

سطوح سیلیسیم(میلی گرم در لیتر)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منکنز (درصد)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
S_0	۳/۷ a	۴/۲۱ c	۲/۵۱ a	۱/۶۹ a	۰/۳۳ b	۴۵/۰۹b	۲۰۳/۱۹ c	۱۶/۷۷ a	۰/۳۴ c
S_1	۳/۳۵ c	۴/۵۴ b	۲/۵۷ a	۱/۵۲ b	۰/۳۵ a	۴۴/۹۸b	۲۱۵/۷۴b	۱۲/۹۳ a	۰/۵۴ b
S_5	۳/۵۰ b	۵/۱۳ a	۲/۵۸ a	۱/۷ a	۰/۳۵ a	۵۲/۸۶a	۲۲۹/۰۱ a	۱۱/۱۶ a	۱/۵ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۱۲: اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس وسیلیسیم برگ

سطوح باکتری‌های حل کننده فسفات	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منگنز (درصد)	آهن (میلی- گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
B_0	۳/۵۴ a	۳/۴۴ b	۲/۴۰ b	۱/۵۴ b	۰/۳۵ a	۴۷/۹۰a	۲۰۶/۶۲b	۱۲/۵۱a	۰/۳۸b
B_1	۳/۵۰ b	۵/۸۱ a	۲/۷۰ a	۱/۷۳ a	۰/۳۴ a	۴۷/۳۸a	۲۲۵/۳۵a	۱۴/۷۳a	۰/۵۰a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۱۳ : اثر متقابل نیتروژن و سیلیسیم بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن در سیلیسیم	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منگنز (درصد)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
N_0S_0	۲/۶۲ i	۲/۱۹ k	۲/۱۲ ed	۱/۷۳ g	۰/۳۳gef	۲۱/۳۸g	۱۶۸/۵۴h	۹/۴۴b	۰/۵۱ i
N_0S_1	۲/۲۴ j	۲/۸۷ j	۱/۹۸ ed	۱/۴۸ g	۰/۳۶cdeb	۳۶/۶۳f	۱۹۷/۹۷g	۶/۱۰b	۰/۵۴ f
N_0S_5	۲/۴۷ j	۳/۸۶ i	۲/۸۹ab	۶۷/۱cd	۰/۳۶ cdb	۴۴/۹۸eb	۲۰۵/۱۹f	۱۰/۸۲b	۰/۵۳ f
N_1S_0	۳/۳۴ g	۴/۰۳ h	۲/۶۸ cb	۲/۰۷a	۰/۳۳ gef	۵۳/۸۶cb	۲۰۳/۵۳f	۳۳/۳۲a	۰/۵۲ g
N_1S_1	۳/۲۱ h	۳/۷۹ i	۱/۷۹ e	۱/۸۷ b	۰/۳۶cdef	۳۸/۵۹f	۲۲۰/۴۶d	۱۳/۶۰b	۰/۵۲ g
N_1S_5	۳/۱۲ h	۴/۳۶ g	۲/۰۵ ed	۱/۶۷cd	۰/۳۷cab	۴۱/۶۵ef	۲۲۴/۳۵cd	۱۳/۸۸b	۰/۵۳ f
N_2S_0	۳/۸ d	۴/۳۶ g	۱/۷۹ e	۱/۵۹fed	۰/۳۴cdef	۵۴/۴۲cb	۲۱۱/۵۸e	۱۴/۱۶b	۰/۵۲ g

N_2S_1	۳/۶۷ e	۴/۶۶ f	۲/۳۸ a	۱/۳۵ h	۰/۳۴cdef	۴۱/۰۹ef	۲۱۴/۰۸e	۱۶/۳۷b	۰/۵۵ e
N_2S_5	۳/۶۹ e	۴/۹۷ e	۳/۰۳ab	۱/۶۳ ed	۰/۳۳gef	۴۱/۶۵ef	۲۲۳/۲۴cd	۱۱/۳۸b	۰/۵۶ d
N_3S_0	۴/۰۷ c	۴/۹۸ e	۲/۶۸ cb	۱/۵۱ fg	۰/۳۰ g	۵۸/۳۱ab	۲۰۵/۷۵f	۱۶/۶۰b	۰/۵۱ ih
N_3S_1	۳/۴۷ f	۵/۴۵ d	۳/۳۱ a	۱/۳۹ h	۰/۳۸ ab	۴۹/۷۰cd	۲۱۱/۰۲e	۱۳/۰۵b	۰/۵۶ d
N_3S_5	۴/۲ b	۶/۰۳ b	۳/۱۷ab	۱/۵۹fed	۰/۳۱ gf	۵۵/۸۱b	۲۶۵/۷۲a	۹/۷۱b	۰/۸۹C
N_4S_0	۴/۶۹ a	۵/۵۱ d	۳/۱۷ab	۱/۵۵feg	۰/۳۵cdeb	۳۷/۴۸f	۲۲۶/۵۷c	۱۰/۲۷b	۰/۵۲ih
N_4S_1	۳/۹۷ c	۵/۹۲ c	۲/۴۰cd	۱/۵۱ fg	۰/۳۴cdef	۵۸/۵۸Ab	۲۳۵/۱۸b	۱۵/۵۴b	۰/۹ b
N_4S_5	۴ c	۶/۴۲ a	۱/۷۶ e	۱/۹۵ b	۰/۴۰ a	۵۷/۷۵b	۲۲۶/۵۷c	۹/۹۶b	۱/۲ a

میانگین هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۱۴: اثر متقابل نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار

اثرمتقابل نیتروژن و باکتری	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منگنز (درصد)	آهن (میلی- گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
N_0B_0	۲/۵۲ e	۱/۸۵j	۲/۲۳d	۱/۳۴ f	۱/۳۴ f	۳۳/۵ f	۱۶۸/۰۸f	۲۱/۱۲b	۰/۴۲f
N_0B_1	۲/۵۰ e	۴/۱۱g	۲/۴۲de	۱/۹۱ a	۱/۹۱ a	۳۵/۳۵ef	۲۱۳/۰۶d	۵/۳۶b	۰/۵۳e
N_1B_0	۳/۲۰ d	۳/۰۵i	۱/۷۶ f	۱/۹۱ a	۱/۹۱ a	۳۱/۰۹ f	۱۹۸/۰۶e	۹/۹۹b	۰/۵۳e
N_1B_1	۳/۲۴ d	۵/۰۷d	۲/۵۶cde	۱/۸۴ b	۱/۸۴ b	۵۸/۳۱ b	۲۳۴/۱۶b	۳۰/۵۴a	۰/۵۲f
N_2B_0	۳/۷۵ c	۳/۳۷h	۲/۷۰cdb	۱/۳۴ f	۱/۳۴ f	۵۳/۶۸dbc	۲۱۰/۴۷d	۱۵/۷۳b	۰/۵۴d
N_2B_1	۳/۷۰ c	۵/۹۶c	۲/۸۴cab	۱/۷۰ c	۱/۷۰ c	۵۲/۷۵ dc	۲۲۲/۱۳c	۱۲/۲۱b	۰/۵۴dc
N_3B_0	۳/۷۶ c	۴/۴۴f	۲/۹۸ab	۱/۵۳de	۱/۵۳de	۵۷/۳۸ bc	۲۴۵/۰۸a	۱۲/۲۱b	۰/۵۵ b
N_3B_1	۴/۰۷ b	۶/۵۵b	۳/۱۲ a	۱/۴۷ e	۱/۴۷ e	۵۱/۸۳ d	۲۰۹/۹۱d	۱۴/۰۶b	۰/۵۵bc
N_4B_0	۴/۴۶ a	۴/۵۲e	۲/۳۳ de	۱/۵۹ d	۱/۵۹ d	۶۳/۸۶ a	۲۱۱/۳۹d	۱۲/۴۰b	۰/۵۴dc
N_4B_1	۳/۹۸ b	۷/۳۸a	۲/۵۶cde	۱/۷۵ c	۱/۷۵ c	۳۸/۶۸ e	۲۴۷/۴۹a	۱۱/۴۷b	۰/۹ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴-۱۵ : اثر متقابل سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار

اثر متقابل سیلیسیم و باکتری	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منکنز (درصد)	آهن(میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
S_0B_0	۳/۷۷ a	۲/۹۳ f	۲/۴۴ b	۱/۶۰ c	۰/۳۳ b	۴۶/۲۰c	۱۸۷/۵۹d	۱۱/۸۸b	۰/۵۱ e
S_0B_1	۳/۶۴ b	۵/۵۰ c	۲/۵۸ab	۱/۷۸ a	۰/۳۳ b	۴۳/۹۸c	۲۱۸/۸۰b	۲۱/۶۵a	۰/۵۲ d
S_1B_0	۳/۲۲ e	۳/۳۴ e	۲/۳۸ b	۱/۳۸ d	۰/۳۸ a	۳۷/۴۲d	۲۰۴/۴۷c	۱۴/۴۳ab	۰/۵۵ b
S_1B_1	۳/۴۸ c	۵/۷ b	۲/۷۵ a	۱/۶۶ b	۰/۳۳ b	۵۲/۵۳b	۲۲۷/۰۲a	۱۱/۴۴b	۰/۵۴ c
S_5B0	۳/۶۲ b	۴/۰۶ d	۲/۳۸ b	۱/۶۴bc	۰/۳۴ b	۶۰/۰۸a	۲۲۷/۷۹a	۱۱/۲۱b	۰/۸ b
S_5B1	۳/۳۸ d	۶/۲۰ a	۲/۷۸ a	۱/۷۷ a	۰/۳۷ a	۴۵/۶۴c	۲۳۰/۲۴a	۱۱/۱۰b	۱/۰۱ a

میانگین هایی که در ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند

۴-۱۶: اثر متقابل نیتروژن، سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، مس و سیلیسیم برگ خیار

اثر متقابل نیتروژن،- سیلیسیم و باکتری‌ها	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منگنز (درصد)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مس (میلی- گرم در کیلوگرم)	سیلیسیم (درصد)
$N_0B_0Si_0$	۲/۳۲ j	۱/۲۶ U	۲/۰۵F	۱/۴۷hig	۰/۳۲gfh	۱۷/۲۱n	۱۱۹/۳۹ p	۱۲/۷۷b	۰/۹۴ l
$N_0B_0Si_1$	۲/۵۸ i	۱/۶۳ t	۲/۱۹fde	۰/۹۷ k	۰/۳۲gdefh	۱۹/۹۲nm	۱۸۹/۹۲o	۱۰/۵۵b	۰/۵۴ hg
$N_0B_0Si_5$	۲/۶۵ i	۲/۶۵ r	۲/۴۷cfde	۱/۵۷ hfg	۰/۳۲ghf	۶۳/۳۰cdb	۱۹۴/۹۲ on	۱۳/۳۲b	۰/۵۳igh
$N_0B_1Si_0$	۲/۹۱ h	۳/۱۲ p	۲/۱۹fde	۱/۹۸b	۰/۳۳gdefh	۲۵/۵۴lm	۲۱۷/۶۹ gfe	۶/۱۰b	۰/۵۳igh
$N_0B_1Si_1$	۲/۲۹ j	۴/۱۲ m	۱/۷۶ fg	۱/۹۸ b	۰/۳۸cdb	۵۳/۸۶fge	۲۰۶/۰۲kjilm	۱/۶۶b	۰/۵۳igh
$N_0B_1Si_5$	۲/۲۹ j	۵/۰۸ j	۳/۳۱ ab	۱/۷۸ dce	۰/۴۱ab	۳۶/۶۵lm	۲۱۵/۴۴ gfh	۸/۳۳b	۰/۵۴ g
$N_1B_0Si_0$	۳/۳۱ g	۲/۵۳ s	۲/۸۹cadb	۲/۱۳ a	۰/۳۵gdef	۴۷/۷۵fgihj	۱۶۹/۵۸ on	۷/۷۷b	۰/۵۵ f
$N_1B_0Si_1$	۲/۹۷ h	۲/۹۰ q	۱/۰۶ h	۱/۸۳ dc	۰/۴۱cab	۱۶/۶۰ n	۱۹۷/۶۹ onm	۱۱/۱۰b	۰/۵۵ f
$N_1B_0Si_5$	۳/۳۲ g	۳/۷ n	۱/۳۴ hg	۱/۷۶ de	۰/۳۶cdef	۲۸/۸۷ l	۱۹۹/۹۲knlm	۱۱/۱۰b	۰/۵۳igh
$N_1B_1Si_0$	۳/۳۷ g	۵/۵۳ h	۲/۴۷cfde	۲/۰۱ ab	۰/۳۱gh	۵۹/۹۷ de	۲۱۰/۴۷ gjih	۵۸/۸۶b	۰/۵۴ gh
$N_1B_1Si_1$	۳/۴۴ g	۴/۶۷ k	۲/۴۷cfde	۱/۹۱ cb	۰/۳۱gh	۶۰/۵۳ cde	۲۴۳/۲۳ c	۱۶/۱۰b	۰/۵۰ k
$N_1B_1Si_5$	۲/۹۱ h	۵ j	۲/۷۵cadba	۱/۵۸ fg	۰/۳۸cdb	۵۴/۴۲ fde	۲۴۸/۷۸ c	۱۶/۶۰b	۰/۵۴igh
$N_2B_0Si_0$	۳/۹۱ e	۳/۰۶ p	۱/۳۴ hg	۱/۳۰ j	۰/۳۱gfh	۴۸/۳۱ fgih	۲۰۲/۱۴kjnlm	۱۸/۳۲b	۰/۵۳ i
$N_2B_0Si_1$	۳/۹۳ e	۳/۳۹ o	۳/۳۱ ab	۱/۳۴ ij	۰/۳۴gdefh	۴۳/۳۱ kihj	۲۰۷/۶۹ kjih	۱۸/۸۶b	۰/۵۴ g
$N_2B_0Si_5$	۳/۴۲ g	۳/۶۶ n	۳/۴۵ a	۱/۳۸ ij	۰/۳۴gdefh	۶۹/۴۱ cab	۲۲۱/۰۲ fe	۹/۹۹b	۰/۵۵ ef
$N_2B_1Si_0$	۳/۷۲ f	۵/۶۶ g	۲/۴۷cfda	۱/۸۷ dcb	۰/۳۷cdeb	۶۰/۵۳ cde	۲۲۱/۰۲ fe	۹/۹۹b	۰/۵۱ j
$N_2B_1Si_1$	۳/۴۲ g	۵/۹۲ f	۳/۴۵ a	۱/۳۶ ij	۰/۳۴gdefh	۳۸/۸۷ kj	۲۲۰/۴۶ fe	۱۳/۸۸b	۰/۵۶def
$N_2B_1Si_2$	۳/۹۶ e	۶/۲۹ e	۲/۶۱cdde	۱/۸۸dcb	۰/۳۱gfh	۵۸/۸۶ de	۲۲۴/۹۱ de	۱۲/۷۷b	۰/۵۶dbc
$N_3B_0Si_0$	۴/۱۶cd	۳/۷۱ n	۲/۸۹cadb	۱/۶۶ fe	۰/۳۱gfh	۷۱/۶۳ ab	۲۱۳/۲۴ gfih	۱۳/۳۲b	۰/۵۱ j
$N_3B_0Si_1$	۲/۹۹ h	۴/۳۳ l	۳/۱۷ cab	۱/۳۳ ji	۰/۴۴a	۳۷/۷۶ k	۲۲۰/۴۶ fe	۱۳/۳۲b	۰/۵۶dbc

$N_3B_0Si_5$	۴/۱۴ d	۵/۲۶ I	۲/۸۹cadb	۱/۵۹ fg	۰/۳۱gfh	۶۲/۷۵ cde	۳۰۱/۵۴ a	۹/۹۹b	۰/۵۷ b
$N_3B_1Si_0$	۳/۹۷ e	۶/۲۶ E	۲/۴۷cfde	۱/۳۷ ij	۰/۲۹h	۱۹۸/۲۵ nlk	۱۹۸/۲۵ nlm	۱۹/۹۹b	۰/۵۱ j
$N_3B_1Si_1$	۳/۹۴ e	۶/۵۷ D	۳/۴۵ a	۱/۴۴ hij	۰/۳۲gefh	۶۱/۶۴ cde	۲۰۱/۵۸ knlm	۱۲/۷۷b	۰/۵۶dec
$N_3B_1Si_5$	۴/۲۹cd	۶/۸۰ C	۳/۴۵ a	۱/۵۹ fg	۰/۳۱gfh	۴۸/۸۶ fgh	۲۲۹/۹۰ d	۹/۴۴b	۰/۵۶dbc
$N_4B_0Si_0$	۵/۱۷a	۴/۱۱ M	۳/۰۳ cab	۱/۴۲ ij	۰/۳۵gdef	۴۶/۰۹kfgih	۲۰۶/۵۸ kgil	۷/۲b	۰/۵۰ k
$N_4B_0Si_1$	۴/۳۱ c	۴/۴۳ L	۲/۶۱cdbe	۱/۴۳ ij	۰/۳۸cdb	۶۹/۴۱ cab	۲۰۶/۵۸ kgil	۱۸/۳۲b	۰/۵۶def
$N_4B_0Si_5$	۴/۵۷b	۵/۰۳ J	۱/۷۶ fg	۱/۹۰ dcb	۰/۳۸cdb	۷۶/۰۸ a	۲۲۱/۰۲ fe	۱۱/۶۶b	۰/۵۷ bc
$N_4B_1Si_0$	۴/۲۱cd	۶/۹۱ C	۳/۳۱ ab	۱/۶۸ fe	۰/۳۵gdef	۲۸/۸۷ l	۲۴۶/۵۶ c	۱۳/۳۲b	۰/۵۳ ih
$N_4B_1Si_1$	۴/۳۱c	۷/۴۱ B	۲/۶۱cdbe	۱/۵۸ hfg	۰/۲۹h	۴۷/۷۵ fgihj	۲۶۳/۷۸ b	۱۲/۷۷ b	۰/۵۸ a
$N_4B_1Si_5$	۳/۴۳g	۷/۸۲ A	۱/۷۶fg	۱/۹۹ b	۰/۴۱ab	۳۹/۴۲ kij	۲۳۲/۱۲ d	۸/۳۳b	۰/۵۹ a

میانگین هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

نتیجه گیری کلی و پیشنهاد:

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن نیتروژن در مقادیر کم تا (۲۴۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک سبب افزایش ۳۳ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. اگرچه افزودن بشتر از این مقدار سبب کاهش عملکرد شد ولی برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نظیر(سطح برگ، شاخص‌کلروفیل) در تیمار ۳۶۰ و ۴۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک افزایش و به مراتب آن رشد رویشی نیز افزایش پیدا کرد. با افزایش نیتروژن مصرفی غلظت آن نیز در بافت‌ها افزایش پیدا کرد همچنین تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات غلظت نیتروژن برگ را در این آزمایش به میزان ۲۰ درصد کاهش داد. نتایج نشان داد اضافه کردن سیلیسیم به محیط رشد گیاه به مقدار ۵ میلی‌گرم درلیتر سیلیسیم سبب افزایش ۲۰ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. به طور کلی استفاده از سیلیسیم توانست خصوصیات مورفولوژیکی اعم از (عملکرد، سطح برگ، شاخص کلروفیل، طول، قطر و وزن تک میوه) را بهبود ببخشد. در مورد بیشتر ویژگی-های مورد مطالعه تفاوت معنی دار بین سطوح(۰، ۱، ۵) میلی‌گرم در لیتر سیلیسیم مشاهده شد. با اضافه کردن سیلیسیم به محیط رشد سبب افزایش غلظت این عنصر در برگ شد. حضور سیلیسیم با کاهش بیماری‌های قارچی یکی از دلایل افزایش عملکرد در حضور این عنصر است. همچنین تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات در این آزمایش بر روی اکثر صفات تأثیر مثبت و معنی داری داشت به طوری که تلقیح باکتری سبب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات سبب افزایش ۵۵ درصدی غلظت فسفر برگ نیز شد بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق باکتری-های حل کننده فسفات می‌تواند جایگزین استفاده از کودهای فسفاته گردد چون که اکثر خاک های کشور ما قلیایی است بخش عمده کودهای مصرفی توسط عناصر قلیایی تبدیل به سنگ فسفات می‌شود استفاد از باکتری های حل کننده فسفات منطقی به نظر می‌رسد

پیشنهادات:

۱- پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از محیط کشت هیدروپونیک استفاده گردد

۲- برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود برای مشاهده بهتر تأثیر سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر کیفیت محصول دوره رشد طولانی‌تری مد نظر قرار گیرد.

۳- با توجه به اثر مفید باکتری‌های حل کننده فسفات بر شاخص‌های رشدی خیار سبز که در این آزمایش مشاهده گردید، پیشنهاد می‌شود با بکارگیری این باکتری به صورت کود میکروبی در سطح وسیع از مصرف کودهای فسفاته که با قیمت بالا عرضه می‌شود کاست.

۴- پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده برای تأمین نیتروژن از کودهای آمونیومی استفاده گردد تا مشکلات آبشویی اوره در اثر آبیاری تسهیل گردد.

۵- اگر در آینده آزمایش مشابهی صورت گرفت پیشنهاد می‌گردد از رقم خیار سبز دیگر که هم پر گل و هم مقام به دمای بالا نظیر نگین پرگل استفاده شود.

۶- اگر در آینده گلخانه داری خواست از نتایج این آزمایش استفاده کند توصیه می‌شود حتماً از سیلیسیم در سطوح بالاتر و از نیتروژن با سطوح پایین‌تر استفاده کند

۷- پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از تجمع نیترات مخصوصاً در خیارکه بین سبزی‌ها مصرف زیاد دارد حتماً از باکتری‌های حل کننده فسفات استفاده گردد

منابع

۱. آذرم، ر.، طباطبایی، س، ج.، مطلبی، آ. و بایبوردی، ا. ۱۳۸۵ . بررسی اثر نیکل بر رشد، نمو و خصوصیات کمی و کیفی خیار در سیستم آبکشت (هیدروپونیک). مجله علوم خاک و آب. ۲۰ (۲): ۱۸۳-۱۹۰

۲. ابراهیمی، ع ، میناسیان، ۱۳۵۳. فهرست بیماری‌های اهلی و وحشی خوزستان. دانشکده کشاورزی جندی شاپور، ۵۰۷۶/۱۹.

۳. ابراهیم زاده، ح. ۱۳۵۷. فیزیولوژی گیاهی (تغذیه و جذب)، انتشارات دانشگاه تهران.

۴. آستارایی، ع . ر. و ع. کوچکی. ۱۳۷۵ کاربرد کود بیولوژیک در کشاورزی پایدار .(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۱۶۸.

۵. احیایی م و بهبهانی زاده ع ا، ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. چاپ اول. نشریه فنی شماره ۸۹۲. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۶. اسدی رحمانی، ه. و علیرضا فلاح نصرت آباد. ۱۳۸۰. تولید و ترویج کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۲ ویژه نامه‌ی بیولوژی خاک صفحه ۱۰۵-۹۷.

۷. امیری‌نژاد، ع. ۱۳۷۹. تولید کودهای زیستی در ایران، خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی ۳۲۰ ص.

۸. بندانی، م. و عبدل زاده، ا.، ۱۳۸۶. اثر تغذیه سیلیکون در تحمل به شوری گیاه پوکسیلیا دیستنس علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴ (۳): ۱۱۹-۱۱۱.

۹. بصیرت، م. ۱۳۹۰. آشنایی با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای سبزیجات گلخانه ای (خیار، گوجه فرنگی و فلفل). موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۱۰. بی‌نام. ۱۳۸۳. آمارنامه محصولات زراعی و باغبانی سال ۱۳۸۱-۱۳۸۲، دفتر فناوری و آمار وزارت جهاد کشاورزی تهران، ایران.

۱۱. بی‌نام. ۱۳۷۲. کشت خیار سبز در گلخانه و تونل‌های پلاستیکی. شرکت سهامی فلات ایران، تهران، ایران.

۱۲. پیوست، غلامعلی. ۱۳۸۱. سبزیکاری، چاپ دوم، نشر علوم کشاورزی، ایران.

۱۳. تولایی، م. ۱۳۸۱. کاشت خاکی خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. اداره تکنولوژی آموزشی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۱۴. جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه‌های ریز. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ارومیه، ایران.

۱۵. خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان آلی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.

۱۶. خوشخوی، م. ۱۳۶۸. ازدیاد نباتات، مبانی و روش‌ها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۱۷. خوشخوی، م. ۱۳۷۵. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۱۸. خوشگفتار منش، ا. ح. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۹. خطیب، م.، راشد محصل، م. ح.، گنجعلی، ع. و لاهوتی، م. ۱۳۸۷. تأثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن و نیکل بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه جعفری. مجله پژوهشی‌های زراعی ایران، جلد۶، ۲: ۲۹۵-۳۰۲.

۲۰. خطیبی، م. ۱۳۶۵. بررسی اثر گوگرد در رقابت جذب فسفر روی محصول سیب‌زمینی، گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزیی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران.

۲۱. حق‌پرست تنها، م. ر. ۱۳۷۴. تغذیه و متابولیسم گیاهان (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. گیلان، ایران.

۲۲. حمیدی، آ، قلاوند، م. دهقان شعار. و م. ج. ملکوتی، ا. اصغرزاده و ر، چوگان. ۱۳۸۵. اثرات کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد ذرت علوفه‌ای، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره . ۷ ، ص ۲۲-۱.

۲۳. دانشور، م. ح. ۱۳۸۲. پرورش سبزی. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران.

۲۴. درزی م و الف، قلاوند و ف، رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عملکرد دانه در گیاه دارویی و معطر ایران جلد ۲۵. شماره ۵. صفحه ۱-۱۹.

۲۵. رائی پور، ل، ن، علی اصغر زاده. ۱۳۸۶. اثرات متقابل باکتری‌های حل کننده فسفات بر شاخص‌های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. مجله علوم و فناوری کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱، شماره ۴۰۰، ص ۶۴-۵۳.

۲۶. ساروخانی الهه، اولیاء پرویز، یخچالی باقر و ملبوبی محمدعلی. ۱۳۷۹ جداسازی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از خاک‌های ایران ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، بابلسر.

۲۷. سالاردینی، ع. ا. و مجتهدی، م. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه. چاپ اول، مرکز دانشگاهی، تهران. ایران.

۲۸. سالاردینی، ع. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ایران.

۲۹. سیلیسپور محسن، عباداله بانیافی. ۱۳۷۹. امکان سنجی استفاده از کود میکروبی فسفاته در زراعت پنبه با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران- بابلسر صفحه ۴۶۹.

۳۰. شیبانی، ح. ۱۳۶۷. سبزیکاری، چاپ سوم، انتشارات سپهر تهران، تهران، ایران.

۳۱. شکوهیان، ع. ۱۳۸۰. پرورش خیار گلخانه در خاک و محیط‌های کشت بدون خاک. انتشارات باغ اندیشه اردبیل، اردبیل، ایران.

۳۲. صالح راستین ناهید. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجله علوم خاک و آب ویژه نامه کودهای بیولوژیک

۳۳. صفری سنجانی، ع. ا. ۱۳۸۲. بیولوژی و بیوشیمی خاک، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان. همدان. ایران..

۳۴. عرشی، ی. ۱۳۷۹. اصلاح ژنتیکی سبزی زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان، ایران

۳۵. علیزاده، غ.، ع. جراتی آرایی، غ. میرزایی و ع. رمضانعلی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف ازت و پتاسیم بر عملکرد گوجه فرنگی نهمین کنگره علوم خاک، تهران.

۳۶. علیزاده، ا.، ا. مجیدی و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۰. تأثیر تنش خشکی و میزان نیتروژن خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت رقم ۷۰۴. پژوهش در علوم کشاورزی، ۴ (۱):۵۱-۶۰.

۳۷. فاطمی ل.، طباطبایی س. ج. و فلاحی ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی جلد ۲۳، شماره ۱، ص ۸۸.

۳۸. کاشکی، ع. ۱۳۷۳. سبزیکاری تکمیلی. انتشارات دانشگاه تهران –

۳۹. کافی، م. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی، جلد دوم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی.

۴۰. کافی، م. و م. لاهوتی. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). جلد اول، جهاد دانشگاهی واحد مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد

۴۱. گلچین. ا. ۱۳۸۷. تغذیه و حاطخیزی خاک (ترجمه) انتشارات دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۴۲. مبلی، م. و پیراسته، ب. ۱۳۷۳. تولید سبزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴۳. محقق، پ.، م. شیروانی و س. قاسمی. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد سیلیسیم بر رشد و عملکرد دو رقم خیار درسیستم هیدروپونیک. علوم فنون کشت‌های گلخانه‌ای :۳۵-۳۹

۴۴. مشهدی‌جعفرلو. ا. ۱۳۸۵. تأثیر دوره آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد سیر. پایان نامه کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشگاه زنجان، ایران.

۴۵. ملکوتی، م. ج و ا. رضایی. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه روغنی (مجموعه مقالات). انتشارات خانیزان۴۵۲ ص.

۴۶. ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی :عناصر خرد با تأثیر کلان: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۴۷. ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۰. راه‌های افزایش کارایی ازت و جلوگیری از هدر رفت آن. مجله علوم خاک و آب (ویژه نامه مصرف بهینه کود). ۱۲(۱۴): ۵۳-۴۷

۴۸. ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود ایران. نشر آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

۴۹. ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک "مشکلات و راه حل‌ها" چاپ دوم با بازنگری کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران.

۵۰. ملکوتی، م. ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۸۴. تغذیه صحیح درختان میوه در خاک‌های آهکی. چاپ دوم با بازنگری بنیادی، موسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا، تهران.

۵۱. معزاردلان، م. و ثوابقی فیروزآبادی، غ ر . ۱۳۸۰. مدیریت حاصلخیزی خاک(ترجمه).. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ایران.

۵۲. نورقلی پور، ف.، ک. خاورزی و ت. گ. خوش کام. ۱۳۸۲. تأثیر کاربرد خاک فسفاته به همراه تیوباسیلوس و میکروارگانیسم ها ی حل کننده فسفات بر عملکرد کمی و کیفی ذرت. سومین همایش ملی و توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. صفحه۱۱

۵۳. نوری، ع. ۱۳۷۹. اصول کشت خیار گلخانه‌ای. انتشارات بسیج دانشجویی آذربایجان شرقی، ایران

۵۴. واسع مصلی، ص. ۱۳۸۲. تأثیر محصول غذایی ازته، فسفره و پتاس بر خواص زراعی و ترکیب معدنی واریته هورتنسیا. سومین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه گیلان، رشت

۵۵. یثربی، ج. و کریمیان، ن. ۱۳۷۳. توزیع مختلف نیتروژن زیر سد درودزن استان فارس. گزیده مقالات سومین کنگره علوم خاک ایران.

56- Adatia, M.H. and R.T. Besford. 1986. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. Ann. Bot. 58: 343-351.

57-Agarie, S., N. Hanaoka, O. Ueno, A. Miyazaki, F. Kubota, W. Agata and P. B. Kaufman. 1998. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. Plant Prod. Sci. 1: 96-103.

58. Agarwala, S. C., C. P. Sharma, S. Farooq and C. Chatterjee. 1978. Effect of molybdenum deficiency on the growth and metabolism of corn plants raised in sand culture. Canadian J. Bot. 56: 1905-1909.

59- Al-aghabary K., Zhu Z., and Shi Q. 2005. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. J. Plant Nutr. 27:2101-2115.

60- Alavi A. & Strange R.N. (1979) A baiting technique for isolating Phytophthora drechsleri, causal agent of crown rot of Cucumis species in Iran. Plant DiseaseReporter-63, 1084-1086.

61- Alikhani, H. A., N. Saleh-Rastin and H. Antoun. 2006. Phosphate solubilization activity of rhizobia native to Iranian soils. Plant Soil 287: 35-41.

62- Anon, G. 1983. Tracing down the proper growing media, Greenhouse Manager. 2. (7): 55-65.

63 - Appunu, C., D. Sen andM. K. Singh. 2007. Variation in symbiotic performance of *Bradyrhizobium japonicum* strains and soybean cultivars under field conditions. J. Cent. Eur. Agric. 9(1): 185-190.

64- Assimakopolou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reduction activity of spinach in nutrient solution culture. Sci. Hort. 110: 21-29.

65. Assioty, S. M. and Abo-sedera 2005. Nutrient uptake by plants under stress conditions. PP. 285-313. *In*: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker, New York.

66-Azcon, R., J.M. Barea and D.S. Hayman. 1976. Utilization of rock phosphate in alkaline soils by plants inoculated with mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria. Soil Biol. Biochem. 8: 135-138.

67-Aziz, T. and M. A. Gill. 2002. Silicon nutrition and crop production: A review. J. Agric. Sci. 39: 181-187.

68.Balmy A.H., and H. Antoun. 2007. Effect of Tilemsi phosphate rock-solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field-grown wheat (Triticum aestivum L.) in Mali. Plant Soil: in press.,

69- Bano, A. and F. Mussarat. 2009. Salt tolerance in *Zea mays* (L.) following inoculation with *Rhizobium* and *Pseudomonas*. Biol. Fertil. Soil 45: 405-413.

70- Bashan, Y., M. Moreno and E. Troyo. 2000. Growth promotion of the seawater-irrigatedoilseed halophyte Salicornia bigelovii inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant Azospirillum spp.. Biol. Fertil. Soils 32:265-272.

71- Brown, P. H., Welch, R. M. and Cary, E. E. 1987. Nickel: Amicronutrient essential for higher plants. Plant physol. 85: 801-803.

72- Chabot, R., H. Antoun and M. Cescas. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate – solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar *Phaseoli.* Plant and Soil 184: 311-321.

73- Chabot, R., C. Beauchamp, J. Kloepper and H. Antoun. 1998. Effect of phosphorus on root colonization and growth promotion of maize by bioluminescent mutants of phosphate solubilization *Rhizobium leguminosarum* biovar*Phaseoli*. Soil Biol. Biochem. 30: 1615-1618.

74- Chaillou, S., Rideout, J.W., Raper, C. D. and Morot-Gaudry, J. F. 1994. Responses of Soybean to ammonium and nitrate Supplied in combination to the whole roof system or separately in a split- roof system, Physiologe. Plant. 90:259-268.

75- Cherif, M. and R. R. Belanger. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions tosuppress *Pythium ultimum* on Long English Cucumber. J. Plant Dis. 76(10): 1008-1011.

76-Clarkson, D . T. and Warner, A. J. 1979. Relationships between rot temperature and the transport of ammonium and nitrat ione by Italian and pereeial ryegrass, (lolium multitlorum and lolium perenn), Journal of plant physiology. 64: 557-561.

77- Corrales I., Poschenrieder C., and Barcello J. 1997. Influence of silicon pretreatment on aluminium toxicity in maize roots. Plant and Soil, 199:203- 209.

78- Datnoff, L. E., G. H. Snyder and G. H. Korndorfer. 2001. Silicon in Agriculture. Elsevier Science Amesterdam, The Neatherlands, 403 p.

79- Dileep Kumar, S. B., I. Berggren and A. M. Martensson. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent *Pseudomonas* and *Rhizobium*. Plant and Soil 229 (1): 25-34.

80- Dioxon, N. E. Gazzola, C., Blakeley, R. L. and Zerner, B. 1975: Jack bean urease (EC 3.5.1.5). A metalloenzyme. A simple biological role for nickel, Journal of the American Chemical Society. 97: 4131-4133.

81- Dubey, S. K., and, S. D. Billore. 1992. Phosphate solubilizing microrganisms inoculant and their role in augmenting crop productivity in India: a review. Crop Research Hisar. 5: Suppl, 11.

82- Edwards, J. and Horton , B. D. 1982. Intertion of peach seedlings to NO_3^- rations in nutrient solution. Journal of the American Society for Horticultural Science. 107: 142-147.

83- Elliot, C. L. and G. H. Snyder. 1991. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. Agric. Food Chem. 39: 1118-1119.

84- Erdal, I., A. Ertek, U. Senyigit and H. I. Yilmaz. 2006. Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes. Australian J. of Experimental Agric. 46 (12): 1653-1660.

85- Errebhi, M., Rosen, C. J., Gupta S. C. and Birong, D. E. 1998. Potato yield response and nitrat leaching as influence by nitrogen management. Agronomy Journal. 90: 1, 10-15.

86 - Epstein, E. 1999. Silicon. Ann Reu. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 50: 641-644.

87 - FAOSTAT data. 2005. Agricultural production.Last updated February 2004, FAO, Rome, Italy.. Avaliable at: WWW.FAO. Org.com.

88- George, J. and Pikerson, w. 2001. Greenhouse Vegetable production. Cooperative Extension Service, Circular 556, Collcge of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University.

89- Evans, H. J. and R. H. Burris. 1992. Highlights in biological nitrogen fixation during the last 50 years. PP. 1-42. *In:* Stacey, G., R. H. Burris and H. J. Evans (Eds.), Biological Nitrogen Fixation, Chapman and Hall, New York, USA.

90- George, J., Hochmuth, G. J and Robert, C. 2009. Nutrient Solution formulation for hydroponic (Perlite, Rockwool, NFT) tomatoes in Florida. Unversity of florida. The Institate of Food and Agricultural. Avaliable at: http//edis. ifas. ufl. edu.

91- Gerendas, J., Zhujun, Z., Bendixen, R., Ratcliffe, R. G and Sattelmacher, B. 1997. Physiologicd. and biochemical Processes related to ammonium toxicity in higher plants. Journal of Plant Nutrition and soil Sciece. 160(3): 239-251.

92- Gerendas, J., and Sattelmacher, B. 1999. Influence of Ni supply on growth and nitrogen metabolism of Brassica napus L. growth with NH4NO3 or urea as N source. Annals of Botany. 83: 65-71.

93-- Ghrib, G., G. Hoeflich and K. H. Hoffman.2008. Inoculation of non- symbiotic rhizosphere bacteria: Possibilities of increasing and stabilizing yields. Angew. Botanik. 65: 97-126

94- Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol. 41: 109-117.

95- Glenn, E. P. 1984. Scasonal effects of radiation and temperature on growth of green house lettuce in a high isolation desert environment. Scientific Horrrticulcuture. 22: 9-210.

96- Gong H.J., Chen K.M., Chen G.C., Wang S.M., and Zhang C.L. 2003. Effects of silicon on growth of wheat unde drought J. Plant Nutr. 26:1055–1063.

97.Graif, S., N. Hanaoka, O. Ueno, A. Miyazaki, F. Kubota, W. Agata and P. B. Kaufman. 1987. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. Plant Prod. Sci. 1: 96-103.

98- Guler, S., Ibrikci, H. and Buyuk, G. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. Asian Journal of Plant Sciences, 5(4): 657-662.

99- Gupta, U. C. 1991. Boron, molybdenum and selenium status in different plant parts in forage legumes and vegetable crops. J. Plant. Nutr. 14: 613-621.

100- Gupta, U. C. and J. A. MacLeod. 1977. Influence of calcium and magnesium sources on boron uptake and yield of alfalfa and rutabagas as related to soil pH. Soil Sci. 124: 279-284.

101- Guo, X., C. Zou, L. Wang and F. Zhang. 2006. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. J. Plant Nutr. 29: 1637-1647.

102- Guo, T. R., G. P. Zhang, M. X. Zhou, F. B. Wu and J. X. Chen. 2007. Influence of aluminum and cadmium stresses on mineral nutrition and root exudates in two barley cultivars. Pedosphere 17: 505-512.

103- Hazarika, S.D., S.B. Desale and K.G. Shinde, 2000. Effects of organic inorganic and bio-fertilizers on yield of onion bulbs cv.B-780. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Publ. 2000, 0(3): 467-468.

104- Helfaere, R. G. Barden, J. A. 1979. Horticulture. MC Graw-Hill, company. NEWYORK. U. S. A.

105 - Hewit, E. J. and Bolle- Jones, E. W. 1952. Molybdeum as a plant nutrient. I. The influence of molybdenum on the growth of some Brassica crops in sand culture. Journal of Horticultural Science. 27: 245-256.

106- Hewit, E.J., and Tatham, P. 1960. Interaction of mineral deficiency and nitrogen source on acid phosphatase activity in leaf extracts. Journal of Experimental Botany. 11: 367- 376

107- Hillel, D., Hatfield, G. L., Powlson, D. S., Rosenzeweig, C., Scow, K. M., Singer, M.J. and Sparks, D. 2005. Water, properties. In encyclopedia of soils in the environment. Elsevier Academic preees, 4:290-300

108- Hodson, M.J. and Evans, D.E., 1995. Aluminium/silicon interactions in higher plants. Journal of Experimental Botany, 46(2): 161-171.

109- Humphries, E.C., Peach, k. and Tracey, M. V. 1956. Mineral components and ash analysis pp. 1: 88-90. In: K, Peach. And M. V, Tracey (eds). Modern methods of plant analysis. Springer-Verlag. Berlin.

110- Jenny, H. 1996. Pathway of ions from soil into roof according to diffusion models. Plant and Soil. 25: 265-289.

111- Jian-peng F., Qing-hua S., and Xiu-feng W. 2009. Effects of Exogenous Silicon on Photosynthetic Capacity and Antioxidant Enzyme Activities in Chloroplast of Cucumber Seedlings Under Excess Manganese. Agricultural Sciences in China, 8:40-50.

112- Jiang, H., S. Manolache, A. C. L. Wong and F. S. Denes. 2004. Plasma-enhanced deposition of silver nanoparticles onto polymer and metal surfaces for the generation of antimicrobial characteristics. J. Appl. Polym. Sci. 93: 1411-1422.

113- Johnson, C. D. and Decoteau, D. R. 1996. Nitrogen and potassium fertility affects jalapeno pepper plant growth, pod yield and pungency. HortScience, 31(7): 1119-1123.

114- Johnson, M. S. and leah, R. T.1990. Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedling. Science of Food and Agriculture, 52: 431-434.

115- Jones, J. B., Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook, Micro_Macro Publishing, Inc.

116- Jose, R. M. and Wilox, G. E. 1984. Growth, Free amino acid, and mineral composition of tomato plant in relation to nitrogen form and growing media. Journal of the American Society for Horticultural Science. 109(3): 406-411

117- JungSup, L., P. JongHan and H. KyeongSuk. 2000. Effects of potassium silicate on growth, photosynthesis, and inorganic ion absorption in cucumber hydroponics. J. Korean Soci. for Hortic. Sci. 41: 480-484.

118- Kamenidou, S. 2005. Silicon supplementation affects greenhouse produced cut flowers, MSc thesies, Graduate College of the Oklahoma State University,USA.

119- Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2008. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouseproduced ornamental sunflowers. Hort. Sci., 43: 236–239.

120- Kamenidou, S., T.J. Cavins and S. Marek. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. Scientia Hort. 119: 297-301.

121- Kamenidou S., Cavins T.J., and Marek S. 2010. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. Sci. Hort., 123:390–394.

122- Khan, M. S., A. Zaidi and P. A. Wani. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture - A review. Agron. Sustain. Dev. 27: 29-43.

123- Kotsiras, A., Olympios, C. M. and Passam, H. C. 2005. Effects of nitrogen from and concentration on yield and quality of cucumbers grown on rocwool during spring and winter in southern Greece. Journal of plant Nutrition. 28:2027-2035.

124- Kotsiras, A., Olympios, C. M. Drosopoulos, J. and Passam, H. C. 2002. Effects of nitrogen from and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Scientia Horticulturae. 95: 175-183.

125 - Kulsum, M. U., Baque, M. A. and Kari, M. A. 2007. Effects of different nitrogen levels on the leaf chlorophyll content, nutrient concentration and nutrient uptake pattern of blackgram. Pakistan Journal of Biological Science. 10(2): 250-254.

126- Lewin, J. 1953. Silicon metabolisms in diatoms. Gen. Physiol. 3268: 589-601.

127- Liang, Y. C., Q. Chen, Q. Liu, W. H. Zhang and R. X. Ding. 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt–stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). J. Plant Physiol. 160: 1157-1164.

128- Liang, Y. C., J. W. C. Wong and L. Wei. 2005. Silicon-mediated enhancement of cadmium tolerance in maize (*Zea mays* L.) grown in cadmium contaminated soil. Chemosphere 58: 475-483.

129- Lindemann, W. C. and C. R. Glover. 2003. Nitrogen Fixation by Legumes. Cooperative Extension Service, New Mexico State University, 129: 1-4.

130- Lips, S. H. M., Leidi, E. O., Silberbush, M., Soars, M. I. M. and Lewis, O. E.M. 1990. Physiological aspects of ammonium and nitrate fertilization. Journal of Plant Nutrition. 13(10): 1271-1289.

131- Lorenz, O.A. 1976. Potential nitrate level in edible plants. pp. 201-202, In: D. R, Nielsen et al (eds). Nitrogen in the environment, Vol. 2. Soil-Plant-Nitrogen Relationship, Academic Press, New York.

132- Lo´pez-Lefebre, L. R., R. M. Rivero, P. C. Garcı´a, E. Sa´nchez, J. M. Ruiz and L. Romero. 2002. Boron effect on mineral nutrient of tobacco. J. Plant Nutr. 25(3): 509–522.

133- Lux A., Luxova M., Hattori T., Inanaga S., and Sugimoto Y. 2002. Silicification in sorghum (Sorghum bicolor) cultivars with different drought tolerance. Plant Physiol. 115:87-92.

134- Ma, J. F. and E. Takahashi. 2002. Soil, Fertilizer and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

135- Magdof, F. R. 1992. Minimizing nitrate leaching in agricultural production, how good can we get, Common. Communications in soil Science and Plan Analysis, 23: 2103-2109.

136- Malakuti, M. J., and Bybordi, A. 1999. Effects of K,Zn and Mn on the reduction of nitrate and cadmium in potato tubers. 14th EAPR Conference, Sorrento, Italy.

137- Malakouti, M. J., Khoughar, Z. and Khademi, Z. 2004. Innovative approaches to balanced nutrition of wheat: a compilation of papers. Pp. 851. Agronomy Department. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Sana Publishing Co., Tehran.

138- Martin, H. W., Graetz, D. A., locascio, S. J. and Hensel, D. R. 1993. Nitrification inhibitor influences on potato. Agronomy Journal, 85: 651-655.

139- Masson, J., Tremblay, N. and Gosselin, A. 1991. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable transplant production. I. Transplant growth. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(4): 594-598.

140- Matichenkov V., and Calvert D. 1999. Silicon fertilizers for citrus in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 112:5-8.

141- Melton, B. R. and. Dufault, R. J. 1991. Nitrogen, Phosphorus and potassium fertility vegimes affect tomato transplant growth. Horticultural science. 26(2): 141-142.

142- Menzies, J. G. and R. R. Belanger. 1996. Recent advances in cultural management of diseases of greenhouse crops. J. Plant Pathol. 18: 186-193.

143- Meyer, B. S. 1996. Recent advances in cultural management of diseases of greenhouse crops. Plant Pathol. 18: 186-193.

144 - Moniruzzaman, M., Rahman, S. M. L., Kibria, M. G., Rahman, M. A. and Hossani, M. M. 2007. Effect of boron and nitrogen on yield and hollow stem of broccoli. Journal of soil. Nature, 1(3): 24-29.

145 - Motis. T. N., Kemble, J. M., Dangler, J. M. and Brown, J. E. 1998. Tomato fruit yield response to nitrogen source and percentage of drip or band applied nitrogen associated with leaf potassium. Journal of Plant Nutrition, 21: 1103-1112.

146- Moyer, C., N.A. Peres, L.E. Datnoff, E.H. Simonne and Z. Deng. 2008. Evaluation of silicon for managing PowderyMildew on Gerbera Daisy. J. Plant Nutr. 31: 2131-2144.

147- Mynard, D. N., Barder, A. V., Minotti, P. L. and Peck, N. H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Advanced Agronomy. 28: 71-118.

148- Nasr, H. G., N. and Tannir, L. 1978. Effects of N fertilization and population rate-spacing on safflower yield and other characteristics. Agronomy Journal, 70:683-685.

149- Nautiyal N.J (2000) stress Induced phosphate solubilization in bacteria isolated from Alkaline soil FEMS.Microb. lett 182:292-296-

150- Nguyeu, N. T., Nakabayashi, K., Mohapatra, P, K., Thompson, J. and Fujita, K. 2003. Effect of nitrogen deficiency on biomass production, photosynthesis, carbon partitioning, and nitrogen nutrition status of melaleuca and eucalyptus species, Soil Science and Plant Nutrition, 49(1): 99-109.

151- Nielson, F. H., Reno, H, T., Tiffin, L. O. and Welch, R. M. 1977. Nickel. In Geochemistry and the Environment. Vol. II. The relation of other trace elements to Health and Disease. National Academy of Science, Washington, D.C. 40-53.

152- Nonnecke,I.L.1989.Vegetable production an Ari Book. Van.Nostrad Reinhold,New York, U.S.A

153- Noor M., Miah H., Yoshuda T., and Yamamoto Y. 1995. Studies on the response of rice to silicon nutrition at different growth stage under water culture condition. Res. Rep. Kochi Univ, 44:40-51.

154- Noor, S., M. Rahman, N. C. Shil, S. K. Nandy and M. N. Anwar. 2001. Effects of boron and molybdenum on the yield and yield components of cauliflower. Bang. Hort. 24(1): 123-127.

155- Pant, H.K. and K.R. Reddy, 2003. Potential internal loading of phosphorus in a wetlands constructed in agricultural land water research, 37: 965-972.

156-Prakash, N. B., C. Narayanaswamy and T. H. Hanumantharaju. 2010. Effect of calcium silicate as a silicon source on growth and yield of rice in different acid soils of Karnataka, southern India. IRRN 117-4185, pp. 1-4.

157- Raab, T. K., and Terry, N. 1994. Nitrogen source regulation of growth and photosynthesis in Beta Vulagaris L. J. plant. Physiol. 150: 1159-1166.

158- Raven, J.A., 1983. The transport and function of silicon in plants. Biological Reviews, 58(2): 179-207.

159- Reddy, K. J., Munn, L. C., and Wang, L. 1997. Chemistry and mineralogy of molybdenum in soils. In: Gupta UC, ed. Molybdenum in agriculture. Cambridge: Cambridge University Press.

160- Reyes, I., R. Baziramakenga, L. Bernier and H. Antoun. 2001. Solubilization of phosphate rocks and minerals by a wild-type strain and two UV-induced mutants of *Penicillium regulosum*. Soil Biol. Biochem. 33: 1741-1747.

161- Richardson, A. E. and R. J. Simpson. 2011. Soil microorganisms mediating phosphorus availability. Plant Physiol. 156: 989-996.

162. Rosas, S., M. Rovera, J. Andres and N. Correa. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobialegume symbiosis. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain

163- Ruiz, J. M. and Romero, L. 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. Scicntia Horticulturac. 82: 309-316.

164- Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret and J. G. Menzies. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: Changes in surface characteristics. J. Ann. Bot. 72: 433-440.

165- Savvant, D., G. Manos, A. Kotsiras and S. Souvaliotis. 2002. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. J. Appl. Bot. 76: 153-158.

166- Seilsepour, M., E. Baniani and M. Kianirad. 2002. Effect of Phosphate Solubilizing Microorganism (PSM) in reducing the rate of phosphate fertilizers application to cotton crop. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization Salamanca University, 16-19 July. Salamanca, Spain.

167- Sharma, S. S. and Gaur, J. P. 1995. Potential of Lemna polyrrhiza for removal of heavy metals. Ecol. Eng. 4: 37-43.

168- Shimada, N. and Matsuo, A. 1985. Role of nickel in plant nutrition. Effects of nickel on the growth of plants and the assimilation of urea by cucumber and barley. Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr. 51(3): 257-263.

169- Shimada, N., and Ando. T. 1980. Role of Nickel in Plant Nutrition. Effect of nickel on the assimilation of urea by plants. Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr. 51: (2) 493-496.

170- Singh, S. and K. Kapoor. 1998. Effects of inoculation of phosphate solubilizing microorganisms and an arbuscular mycorrizal fungus on mungbean grown under natural soil condition. Mycorrhiza. 7 (5): 249-253.

171-Son, H. J., G. T. Park, M. S. Cha and M. S. Heo. 2006. Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a novel salt-and pH-tolerant *Pantoea agglomerans* R-42 isolated from soybean rhizosphere. Bioresour. Technol. 97: 204-210.

172- Subba Rao, N. S. 1986. Soil Microorganism and Plant Growth. IBH Pub. Co., PVI. LTD., Oxford.

173- Sun, C. W., Y. C. Liang and V. Romheld. 2005. Effects of foliar- and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *cucumis sativus*. J. Plant Pathol. 54: 678-685.

174- Tahir, M., T. Rahmatullah, M. Aziz, S. Ashraf, S. Kanwal and M. Maqsood. 2006. Beneficial effects of silicon in wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. J. Bot. 38(5): 1715-1722.

175- Tariq, M. and C. J. B. Mott. 2006. Effect of boron supply on the uptake of micronutrients by radish (*Raphanus sativus* L.). J. Agric. and Biol. Sci. 1(2): 1-8.

176- Tilak, K. V. B. R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, Sh. Mittal, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Sci. 89: 136-150.

177- Tilt, K.M., T.E. Bilderback and W.C. Foenteno. 1987. Particle size and container size effects on growth of tree ornamental species. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 981-984.

178- Tuzel, I. H., Tuze, Y., Gul, A., Meric, M. K., Yavu, O. and Eltez, R. Z. 2001. Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. International Society for Horticultural Science. 554: 221-228.

179- Voshida, S., S. A. Nsavero and E. A. Ramirez. 1969. Effect of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. J. Plant Soil 31: 48-56.

180- Warade, S.D., S.B. Desale and K.G. Shinde, 1996. Effects of organic inorganic and bio-fertilizers on yield of onion bulbs cv.B-780. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Publ. 1996, 0(3): 467-468.

181- Wasule, D. L. S. R. Wadyalkar and A. N. Buldo. 2002. Effect of phophate solubilizing bacteria on role of *Rhizobium* on nodulation by soybean. Proceedings of the 15th Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.

182- Wilox, G. E., Magalhcas, J. R. and Silve, F. L. I. M. 1985. Ammonium and Nitrate concentration as factors in tomato growth and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition. 8(11): 989-998.

183- Yildirim, E., H. Karlidag and M. Turan. 2008. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Plant Soil Environ. 55: 213-221.

184- Yoldas, F., Ceylan, S., Yagmur, B. and Morologan, N. 2008. Effect of nitrogen fertilizer on yield quality and nutrient content in broccoli. Journal of Plant Nutrition. 31(7): 1333-1343.

185- Zdeneck, P. 1999. Influence of nickel contaminated soils on lettuce and tomatoes, Scicntia Horticulture. 81: 243-250.

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of nitrogen, silicon and phosphorus solubilizing bacteria on the yield and quality of cucumber varieties dynamic element concentrations in F1 a factorial experiment in completely randomized design consisting of different levels of nitrogen (0, 120, 240, 360, 480) milligrams per kilogram of soil, Si (0, 1, 5 mg per liter) and phosphate solubilizing bacteria (B0 and B1) consisting of phosphate solubilizing bacteria inoculated and non-inoculated in triplicate in a greenhouse, College of Agriculture, University of Zanjan in 1391, the cultivated soil in pots containing 6 kg of cargo. Results showed that the effect of different levels of nitrogen, silicon and phosphate solubilizing bacteria on growth and yield of cucumber plants contain an average weight, length and diameter of fruit and leaf chlorophyll and is significant at 1% level. With the increasing amount of nitrogen, chlorophyll content increased, but the average fruit length, fruit diameter and weight decreased. Increase the nitrogen content of 480 milligrams per kilogram of soil nitrogen was not only performance but also reduces the performance, but most of the samples treated with 120 mg N kg respectively. Silicon also increases in the growth medium increased the growth and yield of cucumber . So that the highest yield of fruit treated with 5 mg of silicon per liter respectively. Effect of inoculation with phosphate solubilizing bacteria on yield and growth parameters were significant at the 1% level. So that the inoculation of phosphate solubilizing bacteria increased the growth and yield of cucumber. Most of the treatments inoculated with phosphate solubilizing bacteria were measured. Increased nitrogen concentrations significantly increased the concentration of nitrogen, potassium and calcium and lower serum phosphorus, magnesium and silicon were. Increased concentrations of iron and manganese concentrations of silicon and silicon increased copper concentration decreased. Also inoculation of phosphate solubilizing bacteria concentrations, phosphorus, potassium, magnesium, iron and manganese in cucumber leaves increased, but the concentrations of calcium, copper and zinc can be reduced.

Kywords: **C**ucumber, **S**ilicon, **N**itrogen, **P**hosphorus solubilizing bacteria

Shahrood University of Technology

Faculty : **Agricultural**

Department of soil science

The effects of phosphorus solubilizing bacteria and different levels of nitrogen and silicon on growth and yield of cucumber

Mojtaba gharmani

Supervisor(s):

Ali abaspur (PhD)
Ahmad golchin (PhD)

Date:October, 2014