

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی بر صفات کمی و کیفی و غلظت نیترات در خیار سبز در محیط آبکشت

سمیه بیگی*، احمد گلچین و سعید شفییعی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۴)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر صفات کمی و کیفی و تجمع نیترات در خیار سبز رقم "سلطان" یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی شامل سطوح مختلف نیتروژن (۲۳۸ و ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و مولیبدن (۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۸۸ به صورت آبکشت به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه شامل میانگین وزن، طول و قطر تک میوه و کلروفیل برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. با افزایش میزان نیتروژن محلول غذایی، میزان کلروفیل برگ افزایش ولی عملکرد میوه و میانگین طول، وزن و قطر تک میوه کاهش یافت. افزایش سطح مولیبدن محلول غذایی باعث کاهش شاخص‌های رشد و عملکرد خیار سبز شد. به طوری که بیشترین عملکرد میوه از تیمار حاوی ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به دست آمد که با تیمار ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی در تیمار حاوی ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر، عملکرد به مقدار زیادی کاهش یافت. اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی بر غلظت نیترات میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی، غلظت نیترات را از ۱۳۵۶ به ۲۱۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه خیار سبز افزایش داد که از حد مجاز آن (۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه) بیشتر بود. افزایش سطح مولیبدن محلول غذایی از ۰/۰۱ به ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بدون تأثیر بر عملکرد، غلظت نیترات را از ۱۹۶۱ به ۱۷۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه کاهش داد. افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم و کاهش غلظت فسفر، منیزیم و مولیبدن میوه شد. همچنین با افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی، غلظت آهن، منگنز و مولیبدن در میوه افزایش، ولی غلظت مس کاهش یافت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که افزایش غلظت مولیبدن در محلول غذایی در محیط کشت آبکشت بدون کاهش عملکرد باعث کاهش غلظت نیترات در میوه خیار سبز می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، تجمع نیترات، شاخص‌های رشد، خیار گلخانه‌ای

مقدمه

گوجه‌فرنگی، کلم و پیاز، میزان تولید جهانی خیار سبز در مقام چهارم قرار دارد و ایران بعد از چین و ترکیه سومین تولیدکننده خیار سبز در جهان است (۱۱). طبق آخرین آمارنامه منتشره در سال ۱۳۸۳، سطح زیر کشت خیار سبز گلخانه‌ای ۲۲۰۰ هکتار

خیار سبز یکی از مهمترین محصولات گلخانه‌ای است که توسعه روش‌های نوین پرورش آن می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهره‌وری و تولید این محصول داشته باشد (۲۵). بعد از

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s.beige1362@yahoo.com

با متوسط عملکرد ۱۵ کیلوگرم در متر مربع بوده است. ولی در سال‌های اخیر با تولید ۱۴ میلیون تن خیار گلخانه‌ای حدود ۳/۳ درصد از تولید خیار سبز ایران در گلخانه صورت گرفته است که سطحی معادل ۸۰۰۰۰ هکتار را شامل می‌شود (۴ و ۱۱). عوامل مختلفی در عملکرد خیار سبز نقش دارند که از آن جمله می‌توان به تغذیه متعادل گیاه اشاره کرد. رشد گیاه بستگی به فراهم بودن نیتروژن در محیط‌کشت دارد، زیرا این عنصر در تشکیل آمینواسیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و دیگر ترکیبات سلولی نقش مهمی دارد (۸ و ۱۶). ولی مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی نیتروژنه در محلول‌های غذایی و خاک باعث برهم خوردن تعادل عناصر غذایی، آلودگی محیط‌زیست، افت کیفی محصول و هدر رفتن بخش عظیمی از سرمایه‌های ملی می‌شود. از طرف دیگر، مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنه برای تولید محصولات کشاورزی سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد، زیرا گیاه مقدار زیادی از نیتروژن را به صورت نترات جذب می‌کند که می‌تواند سرطان‌زا باشد (۶).

زمانی که گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد، یا دچار کمبود مولیبدن می‌شود، تبدیل نترات به پروتئین کاهش یافته و نترات در بافت‌های گیاه تجمع می‌یابد (۲۵). مولیبدن یکی از عناصر تشکیل‌دهنده آنزیم نترات ردوکتاز بوده و در آسمیلاسیون نترات نقش مهمی بازی می‌کند. به‌همین دلیل مقادیر جزئی آن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان پروتئین گیاه، افزایش رشد و کاهش ترکیبات نیتروژنه محلول از جمله نترات دارد (۱۰). هنگامی که نترات بدون مولیبدن مصرف می‌شود، رشد گیاهان ضعیف، غلظت کلروفیل آنها اندک و نشانه‌های آشکار کمبود نیتروژن در برگ‌ها نمایان می‌شود (۱۹). رابی و همکاران (۲۲) در بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) و مولیبدن (صفر، ۰/۴ و ۰/۸ کیلوگرم در هکتار) بر رشد و عملکرد نخودفرنگی مشاهده کردند که بیشترین مقدار عملکرد و شاخص‌های رشد از مصرف ۹۰ کیلوگرم

نیتروژن در هکتار حاصل شد. هم‌چنین مصرف مولیبدن به مقدار ۰/۴ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه شد ولی با افزایش سطح آن به ۰/۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد کاهش یافت. کاشکی و غیور باغبانی (۶) در بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و تجمع نترات در گیاه خیار سبز مشاهده کردند که میزان نترات میوه با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت و در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به بالاترین حد خود رسید. کاتسیراس و همکاران (۱۷) با بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن محلول غذایی (۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و کیفیت خیار سبز نشان دادند که بیشترین عملکرد از سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر محلول غذایی به‌دست آمد و با افزایش سطوح نیتروژن به بیشتر از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر عملکرد، تعداد میوه و میانگین طول، قطر و وزن تک میوه کاهش یافت. بنابراین مصرف زیاد نیتروژن در محلول غذایی نه تنها عملکرد را کاهش می‌دهد، بلکه کیفیت محصولات کشاورزی مخصوصاً سبزی‌های گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد، چون باعث تجمع نترات در بافت‌های گیاه می‌شود. در مقابل، مصرف کافی مولیبدن در محلول‌های غذایی می‌تواند در احیاء نترات و تبدیل آن به اسیدهای آمینه و نهایتاً پروتئین مؤثر واقع شده و از غلظت زیاد نترات در بافت‌های گیاه بکاهد. ولی میزانی از نیتروژن که باعث تجمع غیر مجاز نترات در خیار سبز می‌شود و یا سطحی از مولیبدن که بدون کاهش عملکرد باعث کاهش غلظت نترات در میوه می‌شود مشخص نبوده و به‌همین دلیل این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر عملکرد و غلظت نترات در میوه و بافت‌های خیار سبز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر

جدول ۱. ترکیب شیمیایی محلول غذایی هوگلند

محلول‌های غذایی حاوی عناصر پر مصرف و کم مصرف (محلول ذخیره)	ترکیب	غلظت محلول ذخیره (گرم در لیتر)	حجم محلول ذخیره در لیتر محلول نهایی (میلی لیتر)
I	KCl	۷۴/۵	۶
	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	۲۳۶/۱۶	۲
	KNO ₃	۱۰۱/۰۱	۱
	KH ₂ PO ₄	۱۳۶/۰۹	۱
	MgSO ₄ .7H ₂ O	۲۴۶/۵	۱
II	H ₃ BO ₃	۰/۶۱۸۴	
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	۰/۱۴۴	
	MnSO ₄ .H ₂ O	۰/۰۸۵	۱
	CL ₂ Ni.6H ₂ O	۰/۰۲۸۵۲	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	۰/۰۴۹۹	
III	Fe-EDTA	۶/۹۶۲	۱
IV	NO ₃ NH ₄	۸۰/۰۴	۱ و ۵
V		۰/۰۱۸۴	۱
	H ₂₄ MO ₇ N ₆ O ₂₄ .4H ₂ O	۰/۱۸۴	۱
		۱/۸۴	۱

برای استقرار در محیط جدیدشان فرصت داشته باشند. محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش هوگلند بود که برای تهیه آن ابتدا محلول‌های I، II و III به‌طور جداگانه تحت عنوان محلول‌های غذایی ذخیره و با غلظت‌های ذکر شده در جدول ۱ تهیه شدند. از محلول‌های غذایی ذخیره به اندازه ذکر شده در جدول ۱ برداشته و با هم مخلوط و در نهایت حجم آنها به یک لیتر رسانیده شد تا محلول غذایی هوگلند پایه ساخته شود. با افزودن مقادیر مختلف نیترات آمونیوم و مولیبدات آمونیوم از محلول‌های IV و V به محلول غذایی هوگلند پایه، محلول‌های با سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن به عنوان تیمارهای آزمایش ساخته شدند. سطوح نیتروژن محلول‌های غذایی عبارت بودند از ۲۳۸ و ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر و میزان مولیبدن آنها در مقادیر ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میلی‌گرم در لیتر تنظیم گردید. متوسط EC محلول‌های غذایی ۲ میلی‌موس بر

صفات کمی و کیفی و تجمع نیترات در خیار سبز یک آزمایش گلدانی در گلخانه گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۸۸ به اجرا درآمد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار انجام شد. رقم خیار سبز مورد استفاده "سلطان" بود که از شرکت فلات ایران تهیه گردید. ابتدا بذره‌های این رقم به مدت ۳ روز در داخل یک پارچه تمیز خیسانده شدند تا جوانه بزنند. سپس بذره‌های جوانه‌دار به گلدان‌های حاوی ۴۵۰ گرم پرلیت انتقال داده شدند و گلدان‌ها تا رسیدن به رطوبت گنجایش زراعی با محلول غذایی آبیاری گردیدند. درصد وزنی رطوبت پرلیت در نقطه گنجایش زراعی به کمک دستگاه صفحات فشاری در مکش ۰/۳ بار اندازه‌گیری شد. زمان برای کاشت بذرها، عصر در نظر گرفته شد تا گیاهک‌ها تمام شب را قبل از این که گرمای خورشید در صبح روز بعد به آنها برسد،

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر عملکرد و شاخص‌های رشد خیار سبز

منابع تغییرات	قرائت کلروفیل	سطح برگ	طول میوه	قطر میوه	وزن میوه	عملکرد
	(سانتی متر مربع در بوته)		(سانتی متر)	(سانتی متر)	(گرم)	(گرم در بوته)
سطوح نیتروژن (N)	۴۰۴/۸۹**	۱۵۹۸/۰۰**	۰/۰۷**	۱۱/۶۸**	۳۲۹۸/۸۸**	۳۰۲۰۵۴۲**
سطوح مولیبدن (Mo)	۹۱/۴۵**	۳۲/۲۴ ^{ns}	۰/۲۵**	۷/۵**	۱۵۲/۳۸ ^{ns}	۲۱۱۵۳۵۹**
Mo×N	۶۶/۳۱**	۷۴۷۱/۱۸**	۰/۰۳**	۲/۱۹ ^{ns}	۴۵۱/۲۱**	۲۲۱۷۲ ^{ns}
خطا	۹/۷۶	۵۹/۸۴	۰/۰۰۶	۰/۹۳	۱۵۰/۰۴	۱۴۶۱۷/۳
CV (%)	۵/۳۹	۴/۹۶	۵/۹۹	۸/۳۳	۱۸/۴	۷/۵

** و * به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و ns بدون اختلاف معنی‌دار

MSTATC استفاده شد. هم‌چنین از آزمون چند دامنه دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم افزار Excel جهت مرتب کردن داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه خیار سبز

عملکرد: نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان عملکرد خیار سبز دارد. افزایش مصرف نیتروژن باعث کاهش عملکرد میوه از ۱۸۰۴ به ۱۳۹۴ گرم در بوته شد (جدول ۳) که با نتایج کاتسیراس و همکاران (۲۱) مطابقت دارد. افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی هم‌چنین باعث ضخیم شدن ساقه‌ها و ایجاد رنگ سبز تیره در برگ‌ها، افزایش تعداد پیچک‌ها و کاهش تعداد گل‌ها در بوته‌ها گردید. 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 (۳). بنابراین یکی از دلایل کاهش عملکرد خیار سبز با افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی را می‌توان کاهش تعداد گل و در نتیجه تعداد میوه در بوته نسبت داد. افزایش سطح مولیبدن محلول غذایی نیز باعث کاهش عملکرد خیار شد. بیشترین عملکرد میوه از تیمار حاوی ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر

سانتی متر و متوسط pH آنها ۵/۸ بود. در طول دوره رشد، گیاهان با محلول‌های غذایی حاوی سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن آبیاری شدند و در نور طبیعی، به مدت ۷۵ روز رشد کردند. در طول دوره داشت، میزان عملکرد هر بوته در مراحل مختلف برداشت با ترازوی دیجیتالی توزین و از مجموع توزین‌ها عملکرد نهایی هر بوته محاسبه گردید. شاخص‌های رشد گیاه شامل: شاخص کلروفیل برگ به کمک کلروفیل‌سنج دستی مدل MINOLTA SPAD-520، سطح برگ با استفاده از دستگاه Leaf area meter و بر حسب سانتی متر مربع در بوته، میانگین طول و قطر تک میوه به ترتیب با استفاده از خط‌کش و کولیس و میانگین وزن تر تک میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی و از مجموع اندازه‌گیری‌های مختلف محاسبه گردید. اندازه‌گیری نیترات به روش هامفریز و همکاران (۱۷) و با استفاده از ۰/۵ گرم ماده خشک میوه انجام گرفت. نیترات با فنل‌دی‌سولفونیک اسید تولید رنگ زرد می‌کند که شدت رنگ حاصل از طریق رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CECIEL Serie2 در طول موج ۴۰۸ نانومتر اندازه‌گیری شد و سپس میزان نیترات بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک محاسبه گردید. در نهایت، غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف توسط روش‌های رایج آزمایشگاهی توصیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب، در ماده خشک میوه اندازه‌گیری شد (۱ و ۲). پس از به‌دست آوردن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، برای محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر عملکرد و شاخص‌های رشد خیار سبز

تیمار	سطح	قرائت کلروفیل	سطح برگ (سانتی متر مربع)	طول میوه (سانتی متر)	قطر میوه (سانتی متر)	وزن میوه (گرم)	عملکرد (گرم در بوته)
نیتروژن	N ₂₃₈	۵۵/۵۶ b	۱۵۱/۲۲ b	۱۲/۰۹ a	۱/۳۰ a	۷۳/۳۵ b	۱۸۰۴a
	N ₃₁₀	۶۰/۳۱ a	۱۶۰/۶۴ a	۱۱/۲۱ b	۱/۲۳ b	۵۹/۸۱ a	۱۳۹۴b
	Mo _{0.01}	۵۹/۵۸a	۱۵۷/۱ a	۱۲/۴۲a	۱/۳۷ a	۶۷/۳۵a	۱۶۷۸a
مولیبدن	Mo _{0.1}	۵۸/۴۶a	۱۵۵/۳ a	۱۱/۲۴b	۱/۲۶ b	۶۸/۶۴a	۱۶۲۵a
	Mo ₁	۵۵/۷۸b	۱۵۵/۰ a	۱۱/۱۹c	۱/۱۶ c	۶۳/۷۷a	۱۴۹۴b
	LSD	۲/۴۲	۵/۹۹	۰/۷۵	۰/۰۶	۱۵/۴۹	۹/۳۶
اثر متقابل نیتروژن×مولیبدن	Mo _{0.01} ×N ₂₃₈	۵۹/۰۱ab	۱۳۲/۶ c	۱۱/۸۲ a	۱/۴۴ a	۷۸/۲۴a	۱۶۶۵a
	Mo _{0.1} ×N ₂₃₈	۵۵/۷۶ b	۱۴۹/۵ b	۱۱/۹۴ a	۱/۲۹ b	۷۵/۸۱a	۱۶۵۱a
	Mo ₁ ×N ₂₃₈	۵۱/۹۴ c	۱۷۰/۸ a	۱۱/۲۹ a	۱/۱۶ d	۶۶/۰۲ab	۱۶۵۰a
	Mo _{0.01} ×N ₃₁₀	۶۰/۱۵ a	۱۶۶/۷ a	۱۱/۰۲ a	۱/۳۰ b	۵۶/۴۶b	۱۶۴۲a
	Mo _{0.1} ×N ₃₁₀	۶۱/۱۶ a	۱۵۱/۵ b	۱۱/۵۶ a	۱/۲۳ c	۶۱/۴۶b	۱۶۴۹a
	Mo ₁ ×N ₃₁₀	۵۹/۶۳ a	۱۳۳/۷ c	۱۱/۰۰ a	۱/۱۲ d	۶۱/۵۳b	۱۶۳۲a
LSD	۳/۴۲	۸/۴۷	۰/۷۹	۰/۰۸	۱۰/۰۶	۱/۳۲	

میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر مولیبدن در محلول غذایی اندازه‌گیری شد. کمترین عملکرد میوه به میزان ۱۶۳۲ گرم در بوته در تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۱ میلی‌گرم در لیتر مولیبدن محلول غذایی اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

شاخص کلروفیل برگ: نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر شاخص کلروفیل برگ دارد. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ شد (جدول ۳). نیتروژن در ساختمان کلروفیل به کار رفته است، به طوری که هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد. بنابراین با افزایش مصرف نیتروژن، میزان کلروفیل در گیاه نیز افزایش می‌یابد. گالر و همکاران (۱۲) در تحقیق خود روی گیاه خیار سبز، نتایج مشابهی اعلام کردند. افزایش سطوح مولیبدن محلول غذایی باعث کاهش شاخص کلروفیل برگ از ۵۹/۵۸ به ۵۵/۷۸ شد (جدول ۳). آگاروالا و

محلول غذایی به دست آمد که با تیمار ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت. مولیبدن به مقدار خیلی کم برای گیاهان لازم می‌باشد و این عنصر با افزایش سریع فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز باعث متابولیسم نیترات و افزایش عملکرد محصول می‌شود. ولی مصرف بیش از حد کفایت آن تأثیری در افزایش عملکرد ندارد (۵). در غلظت ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی، عملکرد به مقدار زیادی کاهش یافت (جدول ۳) که احتمالاً به دلیل ایجاد سمیت در بافت‌های گیاه باشد. اگر چه اثرات سمی مولیبدن در بخش هوایی گیاه مشاهده نشد، با این حال به نظر می‌رسد برخی اختلالات متابولیک در گیاه باعث کاهش عملکرد شده باشد. کاهش عملکرد هم‌چنین می‌تواند ناشی از اثرات منفی مولیبدن بر شاخص کلروفیل برگ باشد (۳). اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن بر عملکرد خیار سبز معنی‌دار نشد (جدول ۲)، ولی بیشترین عملکرد میوه به میزان ۱۶۶۵ گرم در بوته در تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و

همکاران (۹) در گیاه ذرت و هویت و همکاران (۱۳) در گیاه برنج نتایج مشابهی را گزارش کردند. اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن بر میزان کلروفیل برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۶۱/۱۵ در تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر مولیبدن محلول غذایی اندازه‌گیری شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر مولیبدن محلول غذایی نداشت. کمترین مقدار شاخص کلروفیل برگ به مقدار ۵۱/۹۴ در تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۱ میلی‌گرم در لیتر مولیبدن محلول غذایی اندازه‌گیری شد (جدول ۳). مولیبدن در ساختار آنزیم‌های گیاهی، از جمله نیترات‌ردوکتاز، نقش دارد و کمبود آن به علت جلوگیری از احیاء نیترات و تشکیل پروتئین باعث بروز کمبود کلروفیل در گیاه می‌شود که خود نوعی پروتئین است. مولیبدن در غلظت‌های سمی نیز به دلیل ایجاد اختلالات متابولیک در گیاه و برهم زدن تعادل عناصر غذایی باعث کاهش میزان کلروفیل برگ می‌شود (۲۲).

سطح برگ: نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهند که سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان سطح برگ دارد و افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش سطح برگ در بوته شد. در سطوح بالای نیتروژن، به علت تولید بیشتر کلروفیل و افزایش میزان فتوسنتز، سطح برگ افزایش می‌یابد (۵). نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) و نیز مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که سطوح مختلف مولیبدن تأثیر معنی‌داری بر میزان سطح برگ در بوته ندارد. اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن بر سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین مقدار سطح برگ (۱۷۰/۸۰ سانتی‌متر مربع در بوته) از تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی و کمترین مقدار سطح برگ (۱۳۳/۷ سانتی‌متر مربع در بوته) از تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به‌دست آمد (جدول ۳).

میانگین طول، قطر و وزن تک میوه: نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر میانگین طول، قطر و وزن تک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی باعث کاهش میانگین طول، قطر و وزن تک میوه شد (جدول ۳) که احتمالاً به دلیل تحریک رشد رویشی و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به برگ‌ها و شاخساره‌ها و مقدار کمتری به میوه است. کاتسیراس و همکاران (۲۱) با بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت خیار سبز نتایج مشابهی را گزارش کردند. افزایش غلظت مولیبدن در محلول غذایی نیز میانگین طول، قطر و وزن تک میوه را کاهش داد (جدول ۳). اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن بر میانگین قطر تک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد، ولی بر میانگین طول تک میوه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین میانگین طول میوه (۱۱/۹۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی و کمترین میانگین طول تک میوه (۱۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی بود که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بیشترین میانگین قطر تک میوه به میزان ۱/۴۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی و کمترین میانگین قطر تک میوه به میزان ۱/۱۲ سانتی‌متر از تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به دست آمد (جدول ۳). اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن بر میانگین وزن تک میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین میانگین وزن تک میوه (۷۸/۲۴ گرم) مربوط به تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی و کمترین میانگین وزن تک میوه (۵۶/۴۶ گرم) مربوط به تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی بود (جدول ۳). مولیبدن به مقدار خیلی کم و به میزان ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر تأثیر مثبتی بر رشد و شاخص‌های رشد گیاه داشت و بیشترین

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت نیترات میوه خیارسبز (میلی گرم در کیلوگرم بافت خشک)

منابع تغییرات	نیترات میوه
سطوح نیتروژن (N)	۱۰۵۴۸۱۸۴/۷۳**
سطوح مولیبدن (Mo)	۱۰۱۰۴۱۵/۱۸**
Mo×N	۴۴۶۵۶/۸۹**
خطا	۳۷/۹۹
CV (%)	۰/۳۵

** دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

در گیاه آزولا گزارش نموده‌اند. اثرات متقابل سطوح نیتروژن و مولیبدن بر غلظت نیترات میوه خیارسبز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). حداکثر غلظت نیترات میوه به میزان ۲۳۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک در تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۰/۰۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی اندازه‌گیری شد و حداقل غلظت نیترات میوه به میزان ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه از تیمار حاوی ۲۳۸ میلی‌گرم نیتروژن و ۱ میلی‌گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به دست آمد (جدول ۵). تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می‌دهد که سرعت جذب نیترات در گیاه بیشتر از سرعت احیاء و متابولیسم آن باشد. متابولیسم نیترات در گیاهان تحت تأثیر فعالیت آنزیم نیترات‌ردوکتاز بوده و فعالیت این آنزیم نیز تحت تأثیر مواد معدنی و به ویژه مولیبدن است. وقتی کمبود مولیبدن وجود داشته باشد، تبدیل نیترات به اسیدهای آمینه و پروتئین نقصان یافته و نیترات و نیتريت در بافت‌های گیاه تجمع می‌یابند (۱۰).

غلظت عناصر غذایی در میوه خیار سبز

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت عناصر پرمصرف میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۶). افزایش سطح نیتروژن

میانگین طول، قطر و وزن تک میوه از این سطح مولیبدن حاصل شد. با ثابت نگه‌داشتن میزان نیتروژن محلول غذایی در سطح ۲۳۸ میلی‌گرم در لیتر و افزایش سطح مولیبدن آن به ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر محلول غذایی، تغییر چندانی در شاخص‌های رشد گیاه به وجود نیامد. ولی زمانی که میزان نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی هم‌زمان به بالاترین سطوح خود ($N_{310} \times Mo_1$) افزایش یافتند آثار منفی و سمیت آنها تشدید گردید و کاهش شدیدی در عملکرد و شاخص‌های رشد خیار سبز مشاهده شد (۱۰ و ۲۲).

غلظت نیترات میوه خیار سبز

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح نیتروژن و مولیبدن بر غلظت نیترات میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۴). افزایش میزان نیتروژن مصرفی سبب افزایش غلظت نیترات میوه از ۱۳۵۶ به ۲۱۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک شد. از آنجا که حداکثر غلظت مجاز نیترات ۱۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک میوه می‌باشد (۲۶)، بنابراین کاربرد ۳۱۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر محلول غذایی باعث تجمع زیانبار نیترات در میوه خیار رقم سلطان می‌گردد. کاتسیراس و همکاران (۲۰) و کاشکی و غیور باغبانی (۱۳۸۳) نتایج مشابهی را در میوه خیار سبز و آنبوسلوی و همکاران (۱۰)

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت نیترات میوه خیار سبز (میلی‌گرم در کیلوگرم بافت خشک)

نیترات میوه	سطح	تیمار
۱۳۵۶b	N ₂₃₈	نیتروژن
۲۱۲۲a	N ₃₁₀	
۱۹۶۱a	Mo _{0.01}	مولیبدن
۱۷۰۳b	Mo _{0.1}	
۱۵۵۶c	Mo ₁	
۴/۷۶	LSD	
۱۵۲۸d	Mo _{0.01} ×N ₂₃₈	اثر متقابل مولیبدن×نیتروژن
۱۳۴۲e	Mo _{0.1} ×N ₂₃₈	
۱۲۰۰f	Mo ₁ ×N ₂₃₈	
۲۳۹۳a	Mo _{0.01} ×N ₃₁₀	
۲۰۶۳b	Mo _{0.1} ×N ₃₁₀	
۱۹۱۱c	Mo ₁ ×N ₃₁₀	
۴/۷۴	LSD	

میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت عناصر پرمصرف در میوه خیار سبز

میانگین مربعات					
منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	منابع تغییرات
درصد					
۰/۰۶۵**	۰/۰۱۱**	۱/۴۵**	۰/۰۰۴**	۵/۹۹۰**	سطوح نیتروژن (N)
۰/۰۲۴**	۰/۰۱۴**	۱/۶۲۰*	۰/۰۰۲**	۶/۸۱۶**	سطوح مولیبدن (Mo)
۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۳۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۱**	Mo×N
۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۱	۰/۴۳۹	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۱۱	خطا
۵/۷۷	۵/۷۰	۱۳/۱۳	۲/۸۲	۱/۹۴	(%) CV

** و * به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و ns بدون اختلاف معنی‌دار

رابطه آنتاگونیستی بین این یونها و یون آمونیوم از یک طرف و یون پتاسیم از طرف دیگر باشد که توسط خوزه و ویلوکس (۱۸) نیز گزارش شده است. کاتیون پتاسیم به عنوان یون مقابل آنیون نیترات و برای ایجاد تعادل بار در گیاه توسط ریشه جذب می‌گردد. به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین یون‌های

محلول غذایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن بافت خشک میوه از ۵/۱۴ به ۵/۷۱ درصد شد. غلظت پتاسیم میوه نیز با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی افزایش یافت، ولی غلظت‌های کلسیم، منیزیم و فسفر میوه کاهش یافتند (جدول ۷). کاهش غلظت کلسیم و منیزیم میوه می‌تواند حاکی از وجود

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت عناصر پرمصرف در میوه خیار سبز

تیمارها	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
					درصد
نیتروژن	N ₂₃₈	۵/۱۴ b	۴/۹۰ b	۰/۲۱ a	۰/۳۸ a
	N ₃₁₀	۵/۷۱ a	۵/۱۸ a	۰/۱۸ b	۰/۳۱ b
مولیبدن	Mo _{0.01}	۴/۸۹ c	۴/۷۹ b	۰/۲۲ a	۰/۳۸ a
	Mo _{0.1}	۵/۴۴ b	۵/۰۲ ab	۰/۱۹ b	۰/۳۳ b
	Mo ₁	۵/۹۵ a	۵/۳۱ a	۰/۱۷ c	۰/۳۱ c
	LSD	۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱
اثر متقابل نیتروژن و مولیبدن	Mo _{0.01} × N ₂₃₈	۴/۶۳d	۴/۶۹b	۰/۲۱ a	۰/۴۱a
	Mo _{0.1} × N ₂₃₈	۵/۱۰c	۴/۸۸b	۰/۱۸ a	۰/۳۶b
	Mo ₁ × N ₂₃₈	۵/۶۹b	۵/۱۳ab	۰/۱۵ a	۰/۳۵b
	Mo _{0.01} × N ₃₁₀	۵/۱۴c	۴/۸۹b	۰/۲۳a	۰/۳۵b
	Mo _{0.1} × N ₃₁₀	۵/۷۹b	۵/۱۶ab	۰/۲۰a	۰/۳۱c
	Mo ₁ × N ₃₁₀	۶/۲۱a	۵/۴۹a	۰/۱۹a	۰/۲۸d
LSD	۰/۱۱	۰/۵۴	۰/۰۱	۰/۰۰۹	

میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

که اثر سطوح مولیبدن محلول غذایی بر غلظت عناصر پرمصرف میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۶). با افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی، غلظت نیتروژن و منیزیم میوه افزایش ولی غلظت فسفر، پتاسیم و کلسیم آن کاهش یافت (جدول ۷). افزایش غلظت نیتروژن میوه با افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی احتمالاً به دلیل متابولیسم بهتر نیتروژن در گیاه و احیاء نیترات و مشارکت آن در ساخت پروتئین باشد. ولی بالا رفتن غلظت آنیون مولیبدات در محلول غذایی می‌تواند جذب فسفات را به دلیل رقابت یونی کاهش دهد. کاهش غلظت کلسیم و پتاسیم میوه، با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی، می‌تواند به دلیل افزایش غلظت منیزیم میوه و رقابت این یونها در جذب باشد. اثر مولیبدن بر غلظت مولیبدن، مس، آهن و روی میوه در سطح احتمال ۱٪ و بر غلظت منگنز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۸). با افزایش غلظت مولیبدن غلظت عناصر مولیبدن، مس، آهن و منگنز میوه افزایش ولی

پتاسیم، کلسیم و منیزیم در جذب، با افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه، جذب کلسیم و منیزیم کاهش می‌یابد. کاهش غلظت فسفر میوه با افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی نیز می‌تواند به دلیل رقابت آنیون‌های فسفات و نیترات در جذب، و یا مسمومیت گیاه با نیتروژن زیاد و کاهش جذب فسفر توسط آن باشد. نتایج به دست آمده از جدول ۸ نشان می‌دهد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت مولیبدن، مس و روی میوه در سطح احتمال ۱٪ و بر غلظت منگنز و آهن میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی، غلظت‌های مس و مولیبدن میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۹) ولی غلظت‌های بقیه عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی و منگنز تحت تأثیر قرار نگرفتند (جدول ۷). این نتایج با نتایج کاتسیراس و همکاران (۲۱)، خوزه و ویلوکس (۱۸) و هویت و تاتام (۱۴) مطابقت دارد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت عناصر کم‌مصرف در میوه خیار سبز

میانگین مربعات					
منگنز	روی	آهن	مس	مولیبدن	منابع تغییرات
میلی‌گرم بر کیلوگرم					
۲۶۰/۵۶ ^{ns}	۹/۵۹ ^{ns}	۱/۸۸ ^{ns}	۱۷/۶۰ ^{**}	۵۳۵۲۲/۵ ^{**}	سطوح نیتروژن (N)
۷/۰۷ ^{**}	۵۹/۲۰ ^{**}	۳۴۱۲/۱۹ [*]	۹/۳۲ ^{**}	۶۳۹۴/۸۵ ^{**}	سطوح مولیبدن (Mo)
۰/۱۱ ^{**}	۱۶۵۳/۹۱ ^{ns}	۲۹/۹۸ ^{**}	۰/۳۷ ^{**}	۳۵۲/۸۵ ^{**}	Mo × N
۰/۰۲	۹/۶۲	۵/۰۶	۰/۰۴	۴/۸۲	خطا
۰/۷۲	۴/۹۴	۱/۴۸	۵/۶۳	۹/۹۳	(/.) CV

** دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ns بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۹. مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن بر غلظت عناصر کم‌مصرف در میوه خیار سبز

منگنز	روی	آهن	مس	مولیبدن	تیمار
میلی‌گرم بر کیلوگرم					
۱۷/۷۰a	۶۲/۴۳ a	۱۵۲/۱۸a	۱۹/۴۸a	۴۰/۶۳ a	N ₂₃₈
۲۱/۵۱a	۶۳/۱۶ a	۱۵۱/۸۶a	۱۷/۶۴b	۲۸/۰۹ b	N ₃₁₀
۱۹/۰۶c	۶۴/۵۰ a	۱۴۱/۹۰c	۱۷/۱۷b	۹۲/۸۱c	Mo _{0.01}
۱۹/۶۱b	۶۲/۵۰ ab	۱۴۹/۱۰b	۱۸/۶۹ab	۱۱۴/۰b	Mo _{0.1}
۲۰/۱۵a	۶۱/۴۰ c	۱۶۵/۱۰a	۱۹/۷۸a	۱۲۴/۱a	Mo ₁
۰/۱۱	۲/۴	۱/۴۷	۰/۴۸	۸/۴۹	LSD
۱۷/۱۰f	۶۲/۸۸a	۱۴۰/۰d	۲۱/۰۳b	۱۱۵/۶b	Mo _{0.01} × N ₂₃₈
۱۷/۶۹e	۶۴/۶۱a	۱۵۰/۳b	۱۹/۰۵a	۱۴۳/۵a	Mo _{0.1} × N ₂₃₈
۱۸/۳۲d	۶۵/۸۲a	۱۶۴/۲a	۲۱/۳۷ab	۱۵۴/۳a	Mo ₁ × N ₂₃₈
۲۱/۰۳c	۶۶/۱۲a	۱۴۱/۷d	۱۷/۳۹c	۶۹/۹۷d	Mo _{0.01} × N ₃₁₀
۲۱/۵۲b	۶۳/۳۹a	۱۴۷/۸c	۱۸/۳۴ab	۸۴/۴۱c	Mo _{0.1} × N ₃₁₀
۲۱/۹۸a	۶۲/۹۸a	۱۶۶/۱a	۱۷/۱۹d	۹۵/۵۲c	Mo ₁ × N ₃₁₀
۰/۱۵	۳/۳۹	۲/۴۶	۰/۵۱	۱۲/۰۲	LSD

میانگین‌هایی که در هرستون یک حرف مشترک دارند، با هم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

عناصر روی، کلسیم و پتاسیم میوه باشد که با افزایش مولیبدن محلول غذایی حادث شده‌است. اثر متقابل سطوح مختلف مولیبدن و نیتروژن محلول غذایی بر غلظت عناصر نیتروژن و منیزیم میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۶). بیشترین غلظت نیتروژن میوه در تیمار حاوی ۳۱۰ میلی‌گرم

غلظت روی کاهش یافت (جدول ۹). مطالعات مختلف نشان می‌دهد که مولیبدن با مس و منگنز اثر متقابل منفی دارند و باعث کاهش غلظت آنها در گیاه می‌شود (۵)، ولی نتایج این آزمایش عکس این مطلب را نشان می‌دهد. افزایش غلظت عناصر مس و منگنز میوه شاید به دلیل رقابت یونی و در پاسخ به کاهش غلظت

نیتروژن محلول غذایی از ۲۳۸ به ۳۱۰ میلی گرم در لیتر نه تنها باعث افزایش عملکرد خیار سبز در محیط آبکشت نشد، بلکه باعث افزایش غلظت نیترات در میوه‌ها شد که می‌تواند سلامت مصرف کننده را به مخاطره اندازد. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که افزایش سطح مولیبدن محلول غذایی از ۰/۱ به ۰/۱ میلی گرم در لیتر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاه نداشت، ولی در غلظت‌های بیشتر (۱ میلی گرم در لیتر)، عملکرد خیار سبز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی باعث کاهش غلظت نیترات در میوه خیار سبز شد. به نظر می‌رسد که می‌توان با افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی تا سطح ۰/۱ میلی گرم در لیتر، بدون کاهش عملکرد، باعث کاهش غلظت نیترات در میوه خیار سبز شد. با توجه به این که غلظت‌های بالای مولیبدن در محلول غذایی باعث کاهش معنی‌دار رشد و عملکرد خیار سبز می‌شود باید در استفاده از آن برای کاهش غلظت نیترات میوه دقت لازم به عمل آید.

نیتروژن و ۱ میلی گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی اندازه‌گیری شد و بیشترین غلظت منیزیم از تیمار حاوی ۲۳۸ میلی گرم نیتروژن و ۰/۱ میلی گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به دست آمد (جدول ۷). اثر متقابل مولیبدن و نیتروژن بر غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم میوه معنی‌دار نشد (جدول ۶). اثر متقابل مولیبدن و نیتروژن بر غلظت عناصر مس و آهن میوه در سطح احتمال ۱٪ و بر غلظت منگنز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۸). بیشترین غلظت مس و آهن میوه در تیمار حاوی ۲۳۸ میلی گرم نیتروژن و ۰/۱ میلی گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی اندازه‌گیری شد. ولی بیشترین غلظت منگنز از تیمار حاوی ۳۱۰ میلی گرم نیتروژن و ۱ میلی گرم مولیبدن در لیتر محلول غذایی به دست آمد (جدول ۹). اثر متقابل مولیبدن و نیتروژن بر غلظت مولیبدن و روی در میوه معنی‌دار نشد (جدول ۷).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد که افزایش سطح

منابع مورد استفاده

۱. احیایی م. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران.
۲. امامی ع. ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه گیاه، جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران.
۳. بصیرت، م. ۱۳۹۰. آشنایی با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای سبزیجات گلخانه‌ای (خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۴. بی‌نام، ۱۳۸۳. آمارنامه محصولات زراعی و باغبانی سال ۱۳۸۲-۱۳۸۳. دفتر فناوری و آمار وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
۵. خلدبرین، ب. و ط. اسلام‌زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.
۶. کاشکی، ع. و س. م. غبور باغبانی. ۱۳۸۳. بررسی اثر نیتروژن بر رشد، عملکرد و تجمع نیترات در خیار. پایگاه اطلاعات علمی ایران ۲۴(۴): ۲۱۲-۲۰۳.
۷. کافی، م. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی. جلد دوم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی.
۸. ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک "مشکلات و راه‌حل‌ها". چاپ دوم با بازنگری کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

9. 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.

10. Anbuselvi S., M. Sathish Kumar, M. Vikram and P. Debi Prasad. 2011. Effect of molybdenum on nitrogen fixing

- enzymes of blackgram using *Anabaena Azollae* Sp treated coir waste manure under drought stress. *Aust. J. Basic and Appl. Sci.* 5(4): 252-256.
11. FAOSTAT data. 2005. Agricultural production. Last updated February 2004, FAO, Rome, Italy.
 12. Guler, S., H. Hayriye Ibrikci and G. Buyuk. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian J. Plant Sci.* 5(4): 657-662.
 13. Hewitt, E. J. and E. W. Bolle-Jones. 1952. Molybdenum as a plant nutrient. I. The influence of molybdenum on growth of some Brassica crops in sand culture. *Hort. Sci.* 27: 245-256.
 14. Hewitt, E. J. and P. Tatham. 1960. Interaction of mineral deficiency and nitrogen source on acid phosphatase activity in leaf extracts. *Exper. Bot.* 11(3): 367-376.
 15. Hewitt, E. J. and C. S. Gundry. 1970. The molybdenum requirement of plants in relation to nitrogen supply. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 45(4): 351-358.
 16. Hillel, D., G. L. Hatfield, D. S. Powelson, C. Rosenzweig, K. M. Scow, M. J. Singer and D. Sparks. 2005. *Encyclopedic of Soils in the Environment*. Elsevier Academic Press, Oxford, UK, 2200 p.
 17. Humphries, E. C., K. Peach and M. V. Tracy. 1956. Mineral components and ash analysis. PP 468-502. *In*: K. Peach and M. V. Tracey (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis*, Springer Verlag, Berlin.
 18. Jose, R. M. and G. E. Wilox. 1984. Growth, free amino acid, and mineral composition of tomato plant in relation to nitrogen form and growing media. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3): 406-411.
 19. Kaiser, B. N., K. Gridley, J. N. Brady, T. Philips and S. D. Tyerman. 2005. The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of Bot.* 96: 745-754.
 20. Kotsiras, A., C. M. Olympios, J. Drosopoulos and H. C. Passam. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Sci. Hort.* 95: 175-183.
 21. Kotsiras, A., C. M. Olympios and H. C. Passam. 2005. Effects of nitrogen form and concentration on yield and quality of cucumbers grown on rockwool during spring and winter in southern Greece. *Plant Nutr.* 28: 2027-2035.
 22. Rabbi, A. K. M. Z., A. K. Paul and J. R. Sarker. 2011. Effect of nitrogen and molybdenum on the growth and yield of garden pea (*Pisumsativum* L.). *Plant Resour. Manage.* 2(2): 230-235.
 23. Ruiz, J. M. and L. Romero. 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. *Sci. Hort.* 82: 309-316.
 24. Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86: 10-17.
 25. Tüzel, I. H., Y. Tüze, A. Gül, M. K. Meriç, Ö. Yavu and R. Z. Eltez. 2001. Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. *Acta Hort.* 554: 221-228.
 26. WHO. 1978. Nitrates, Nitrites and N-nitroso Compounds. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 5. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc005.htm>.