

Influence of different nitrate levels of nutrient solution on morphological and physiological characteristics of spider plant (*Chlorophytum comosum*)

Mozhdeh Osku^{*1}, Azizollah Khandan-Mirkohi², Rohangiz Naderi³

1- Department of Horticulture, Aburaihan College of Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran.

mozhdeh.osku@ut.ac.ir

2- Assistant Professor, Colleges of agriculture and natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

khandan.mirkohi@ut.ac.ir

3- Professor, Colleges of agriculture and natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

maderi@ut.ac.ir

Received Date: 2022/02/06

Accepted Date: 2022/12/03

Abstract

Introduction: The spider plant (*Chlorophytum comosum*) is cultivated mainly as an ornamental plant for its variegated leaves. This is a perennial rhizomatous plant with often short and indistinct rhizomes, while having thicker or slightly fleshy roots. The roots of these species are one of the important phytochemical components. The use of *Chlorophytum comosum* as a contaminant accumulator has also been previously documented in the literature. This plant is a soil softener that can absorb Lead, Cadmium, Selenium and Arsenic while its leaves accumulate Mercury. It is also able to absorb toxic organic pollutants such as formaldehyde and benzene and is also able to retain CO₂. Leaf surface morphology has been shown to affect the ability of a particular plant to retain contaminants. *Chlorophytum comosum* was introduced as a plant requiring high nitrogen. Nitrogen is an essential macro element for plant growth that is involved in many physiological reactions and is one of the elements that the plant needs in all its activities. The effect of nitrogen form on plant growth depends on plant species and soil nitrogen levels. Plants absorb both ammonium (NH₄⁺) and nitrate (NO₃⁻) from the soil solution, and these two minerals are their most important sources of nitrogen. Most plants seem to have the best performance in a certain ratio of nitrate to ammonium. This ratio seems to regulate the distribution of absorbed nitrogen between the branches and roots. It may also vary between species. The optimal ratio may also depend on environmental conditions such as pH, light intensity and root zone temperature. This study was conducted to determine the effect of different levels of nitrate on growth and yield factors and the ornamental aspect of the spider plant as an ornamental product. The use of nitrate increases the yield and quality of these plants. However, despite the importance of the nitrogen in the performance of this ornamental plant (*Chlorophytum comosum*), the desired amount of nitrogen for its growth and quality has not yet been reported. Therefore, the present study was conducted to investigate the effect of different levels of nitrate on the growth and physiological characteristics of spider plant to find the best level of application of nitrate fertilizer as an easily available source to increase the growth and visual quality of this plant.

Material and methods: In order to evaluate, the effect of different levels of nitrate in nutrient solution on the morphological and phytochemical characteristics of Spider plant (*Chlorophytum comosum*), an experiment was conducted based on randomized complete block design (RCBD) with four treatments and three replications. Treatments including four levels of nitrate of 2.5 (control), 5, 7.5, 10 mM were considered in nutrient solution by the source of ammonium nitrate, calcium nitrate and potassium nitrate. Nutrient solutions were applied in the form of fertigation twice a week. Desired factors such as morphological characteristics (plant height, leaf number, pot weight, fresh weight, dry weight, root fresh weight, root dry weight, root depth, root volume, root length, leaf area) and physiological characteristics (total chlorophyll, total protein, Shoot nitrate and proline) were measured. Soil analysis was performed before starting of the experiment.

Results and discussion: The results indicated that the application of nitrate fertilizer significantly improved most of the studied traits. Supplying nitrate fertilizer at desired level meet the nitrogen demand of spider plant during the growth and improved production of further biomass. Maximum height, leaf number, shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight, root volume, root length and leaf area observed in 7.5 mM of nitrate level. The amount of protein, shoot nitrate, nitrate drainage water, total chlorophyll and proline were increased by increasing nitrate level of the supplied solution. According to the results of the experiment, treatment of 7.5 mM nitrate level increased growth and yield factors and the ornamental aspects of spider plant as a desired ornamental crop.

Conclusions: According to the results of the experiment, application of nitrogen fertilizer had a positive effect on growth, and consequently led to increase the plant vegetative yield. 7.5 mM nitrate treatment increased the growth and yield factors and the ornamental aspects of the spider plant as a desirable ornamental product. The use of 7.5 mM nitrate level is recommended to achieve acceptable quantitative and qualitative yield in this plant.

Keywords: chlorophyll, fertigation, proline, protein

تأثیر سطوح مختلف نیترات در محلول غذایی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سجافی (*Chlorophytum comosum*)

مژده اسکو^{۱*}، عزیزاله خندان میرکوهی^۲، روح انگیز نادری^۳

۱- دانشجوی دکتری دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان) دانشگاه تهران، تهران، ایران.
mozhdeh.osku@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده گیان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
khandan.mirkohi@ut.ac.ir

۳- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
rnaderi@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷

چکیده

جهت ارزیابی تأثیر سطوح مختلف نیترات بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه سجافی (*Chlorophytum Comosum*) آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل چهار سطح مختلف نیترات ۲/۵ (به عنوان شاهد)، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌مولار بود که از نیترات آمونیوم، نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم به منظور تامین منبع نیترات در محلول غذایی استفاده گردید. محلول‌دهی دو بار در هفته انجام شد. صفات مورد بررسی شامل ویژگی‌های مورفولوژیک (ارتفاع، تعداد برگ، وزن گلدان، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، عمق ریشه، حجم ریشه، طول ریشه، سطح برگ) و ویژگی‌های فیزیولوژیک (کلروفیل کل، مقدار پروتئین موجود در بافت، مقدار نیترات موجود در بافت و میزان پرولین) اندازه‌گیری شد و همچنین آنالیز بسترکشت پیش از شروع آزمایش انجام شد. بیشترین میزان ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح برگ و حجم ریشه در غلظت ۷/۵ میلی‌مولار نیترات مشاهده گردید. با افزایش سطوح نیترات مقدار پروتئین موجود در بافت، نیترات موجود در بافت، نیترات موجود در زهاب، کلروفیل کل و پرولین افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده تیمار ۷/۵ میلی‌مولار نیترات، موجب افزایش شاخص‌های رشد، عملکرد و افزایش جنبه زینتی گیاه سجافی به عنوان یک گیاه برگ زینتی گردید.

کلمات کلیدی: پروتئین، پرولین، کلروفیل، محلول‌دهی

مقدمه

گل گندمی یا سجافی (*Chlorophytum Comosum*) گیاهی علفی، بوته‌ای، سریع‌الرشد و برگ‌زینتی از تیره‌ی سوسنی‌ها یا لیلیاسه (*Liliaceae*) است که در مناطق گرم آمریکا، آفریقا و اروپا می‌روید (Germishuizen & Meyer, 2003). به علت وضعیت بخصوص برگ‌ها که حالت آویزان شده دارند از آن‌ها در سبدهای آویزان استفاده می‌کنند این گیاه دارای انواع سبز و ابلق است. سجافی، دارای اندام زیرزمینی گوشتی است و ریشه‌ها غده‌ای، دوکی‌شکل و سفیدرنگ هستند. برگ‌های سجافی به طول ۳۰ سانتی‌متر، نواری شکل و آویزان هستند که جنبه‌ی زینتی به گیاه داده است. این گیاه از قدیم به عنوان زینتی و حتی گاهی دارویی مورد استفاده بشر بوده است (Van Jaarsveld, 2012). عقیده بر این است که این گیاه قادر به پالایش هوا از آلاینده‌هایی مانند فرمالدئید و بنزن و جذب کادمیوم، سرب و جیوه از خاک می‌باشد (Dhanasekaran et al., 2020). سجافی به عنوان یک گیاه پرنیاز به عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن تلقی می‌شود (Sonneveld et al., 2009) و در بسیاری از فعالیت‌های خود به این عنصر نیاز دارد و کمبود آن می‌تواند در رشد کمی و کیفی گیاه اختلال ایجاد نموده (Fermo et al., 2021) و کمبود این عنصر از رشد و بهره‌وری این گیاه می‌کاهد (Li et al., 2021). کاربرد صحیح عناصر غذایی می‌تواند نقش عمده‌ای در رشد گیاه و جنبه‌ی زینتی آن داشته باشد. نیتروژن به طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر روی رشد گیاه تاثیر دارد. تحقیقات نشان داده است که رفتار فیزیولوژیک گیاهان نسبت به منابع نیتروژن متفاوت می‌باشد و به توانایی گیاه در جذب و تثبیت آن بستگی دارد (Shafea et al., 2011). مقادیر متفاوتی از نیاز به نیتروژن برای گیاهان مختلف بیان شده است و این میزان از ۲۰۰ تا ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر در محلول غذایی (Liu et al., 2017) و از ۲ تا ۱۲ مولار در محلول خاک و از ۱۲ تا ۲۴ مولار در محلول بسترهای کشت متغیر است (Reed, 1996). یکی از فرم‌های

قابل‌جذب نیتروژن، برای گیاهان نیتروژن نیتراتی می‌باشد. وجود نیترات در تغذیه گیاهان به‌ویژه درکشت‌های هیدروپونیک، مهم و حیاتی است زیرا یک عنصر اصلی در چرخه زندگی گیاه می‌باشد و برای ساخت پروتئین در گیاهان ضروری است (Marschner, 1995). بررسی‌ها نشان داده کود نیتروژنی به عنوان منبع تامین نیتروژن، وزن تر ریشه را افزایش می‌دهد (Martin et al., 2004). گزارش شده است کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با مقدار کمتر از آن در طی ۶۰ روز غلظت بیشتری از نیتروژن در داوودی مشاهده شد و همچنین منجر به افزایش در شاخ و برگ داوودی گردید زیرا این میزان نیتروژن باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی و افزایش فرایند تشکیل یاخته و همچنین افزایش ماده خشک گیاه و در نهایت جذب بیشتر مواد می‌شود (Polara et al., 2014). بررسی سطوح متفاوت نیتروژن، پتاسم و فسفر در دو رقم از داوودی نشان داد که تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن باعث تولید بیشترین شاخه و بالاترین ارتفاع و بیشترین وزن تر، وزن خشک، سطح برگ و طول گل در داوودی گردید (Joshi et al., 2013). در یک تحقیق مزرعه‌ای مشاهده شد کاربرد کود نیتروژن در بادرنجبویه باعث افزایش عملکرد ماده خشک و افزایش سرشاخه گلدار شد (Abbaszadeh, 2005). استفاده از محلول غذایی هوگلند تغییر شکل یافته با غلظت ۲، ۱۰ و ۳۰ میلی‌مولار نیترات نشان داد با افزایش غلظت نیترات به عنوان منبع تامین نیتروژن زیست توده مورد بررسی و میزان کلروفیل برگ در قلمه‌های صنوبر افزایش یافت (Pilipovic et al., 2006). این گیاه در بین گیاهان زینتی دیگر با این ویژگی جزو گیاهان ارزان قیمت و آسان تکثیر می‌باشد، بنابراین بهینه‌سازی رشد مطلوب با ویژگی دیداری مناسب می‌تواند کاربرد این گیاه در مقایسه با گیاهان گران قیمت را افزایش دهد (Yan et al., 2021). با اینحال علیرغم اهمیت عنصر نیتروژن در عملکرد گیاه زینتی سجافی (گندمی)، هنوز مقادیر مطلوب نیتروژن برای رشد این گیاه گزارش نشده است. با توجه به اهمیت بالای

تغذیه در عملکرد و کیفیت ظاهری گیاهان زینتی، پژوهش حاضر با هدف تاثیر سطوح مختلف نیترات بر شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه سجافی برای یافتن بهترین میزان نیترات برای افزایش کیفیت دیداری و همچنین کاهش هدررفت نیتروژن انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش با ۴ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. به منظور تهیه بستر کشت، از خاک مزرعه و ترکیبی از (پیت + پرلیت + کوکوپیت) با نسبت حجمی ۵۰:۵۰ استفاده شد. گیاهان سجافی مورد استفاده حاصل از دیاد، در گلخانه های پردیس بود و به صورت یکدست، با ارتفاع ۱۶-۱۴ سانتی متر و دارای ۱۰-۱۲ عدد برگ انتخاب شدند و به گلدان هایی به قطر دهانه ۱۲ سانتی متر و ارتفاع ۱۱ سانتی متر منتقل شدند. در تهیه محلول غذایی برای تامین عناصر پرمصرف از نیترات کلسیم، نیترات پتاسیم، نیترات آمونیوم، فسفات پتاسیم و سولفات منیزیم محصول شرکت مرک (Merck) استفاده گردید (Khandan & Schenk, 2009). با توجه به استفاده از ۵۰ درصد حجمی از خاک مزرعه با بافت لوم و محتوی آن از نظر عناصر، از تامین تکمیلی عناصر میکرو صرف نظر شد.

در این پژوهش به جهت نقش آبشویی نیتروژن نیتراتی به عنوان متغیر اصلی مورد توجه قرار گرفت. بنابراین، از چهار سطح نیترات (به میلی مولار) شامل ۲/۵ (به عنوان شاهد با استفاده از ۱ میلی مولار نیترات کلسیم و ۰/۵ میلی مولار نیترات پتاسیم)، ۵ (با استفاده از ۱ میلی مولار نیترات کلسیم، ۰/۵ میلی مولار نیترات پتاسیم و ۲/۵ میلی مولار نیترات آمونیوم)، ۷/۵ (با استفاده از ۱ میلی مولار نیترات کلسیم، ۰/۵ میلی مولار نیترات پتاسیم و ۵ میلی مولار نیترات آمونیوم) و ۱۰ میلی مولار (با استفاده از ۱ میلی مولار

نیترات کلسیم، ۰/۵ میلی مولار نیترات پتاسیم و ۷/۵ میلی مولار نیترات آمونیوم) استفاده شد. برای ایجاد ثبات در عناصر پرمصرف، در جبران از نیترات آمونیوم استفاده شد. برای تأمین فسفر از ۰/۲ میلی مولار فسفات پتاسیم و به منظور تأمین سولفور و منیزیم از ۱ میلی مولار سولفات منیزیم استفاده شد. محلول پایه با غلظت ۱۰۰ برابر تهیه گردید. نیاز آبی گیاهان بر مبنای اندازه گیری رطوبت وزنی خاک تا رسیدن رطوبت آن به حد ظرفیت زراعی مزرعه تعیین شد. به این منظور پس از غروب آفتاب که تبخیر و تعرق متوقف شد، گلدان ها با حجم معینی آب طوری به آرامی آبیاری شدند که قطراتی آب از زهکش خارج گردد. در این مرحله وزن گلدان اندازه گیری شد. سپس هر دو روز یکبار گلدان ها در یک ساعت معین مجدداً وزن می شدند. کاهش وزن در دو مرحله به عنوان تبخیر و تعرق گیاه تعیین شد. همواره همهی آب کم شده (حدود ۲۰ ±۲۰۰ میلی لیتر) به گلدان برگردانده شد و این میزان پایه برای میزان محلول دهی نیز مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین، گیاهان کاشته شده هفته ای دو بار و هر بار با ۲۰۰ میلی لیتر محلول غذایی تیمار شدند. دمای گلخانه ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت محیط ۵۰-۴۰ درصد ثبت شد. این آزمایش به مدت ۵ ماه به طول انجامید و در طی این مدت هر سه هفته یک بار آبشویی بستر کشت انجام می شد. به این صورت که زیر گلدانی ها جمع شدند و به هر گلدان ۱/۵ لیتر آب تزریق شد و در نهایت پس از خروج آب از منافذ گلدان، مجدداً زیر گلدان ها در مکان قبلی خود قرار گرفتند. مشخصات فیزیکی و شیمیایی بستر کشت در ابتدای آزمایش بر اساس روش های استاندارد تعیین شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و pH (Haluschak, 2006)، درصد کربن آلی (Walkley & Black, 1934)، نیتروژن کل (Bremner, 1996)، فسفر قابل جذب (Olsen, 1954)، پتاسیم و غلظت آهن قابل جذب به روش عصاره گیری با DTPA اندازه گیری شدند (Olsen, 1954). در پایان آزمایش

ارتفاع، تعداد برگ، وزن گلدان، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، عمق ریشه، حجم ریشه، طول ریشه (Khandan-Mirkohi *et al.*, 2015)، سطح برگ (توسط دستگاه Leaf Area Meter)، کلروفیل کل (Arnon, 1967)، مقدار پروتئین موجود در بافت (Bradford, 1976)، مقدار نیترات موجود در بافت (Cataldo *et al.*, 1975) و میزان پرولین (Bates *et al.*, 1975) اندازه‌گیری شد همچنین مقدار EC و نیترات زهاب هر ۳ هفته یکبار برای مشاهده روند تغییرات اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ، برگ‌های هر گیاه جدا شدند و تک تک برگ‌ها روی دستگاه Leaf Area Meter قرار گرفتند و سطح برگ آنها اندازه‌گیری شد. میانگین سطح برگ تمام برگ‌های هر گیاه به عنوان سطح برگ آن گیاه در نظر گرفته شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil of experimental

Soil texture	EC (dS m ⁻¹)	pH	Fe (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)
Loam	1.40	7.5	11.3	366	0.150	4.00

تهیه شد. به منظور قرائت مقدار پروتئین یک میلی‌لیتر محلول برادفورد داخل تیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتر ریخته شد و سپس ۴۰ میکرولیتر عصاره به آن اضافه شد و پس از ۲ دقیقه جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین (Bates *et al.*, 1975) به کار گرفته شد که در آن برای استخراج پرولین از اسید سولفوریک ۳ درصد و ناین هیدرین به عنوان معرف استفاده شد. در نهایت مقدار جذب فاز بالایی عصاره استخراج شده توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. در پایان آزمایش، داده‌ها با نرم‌افزار SAS واکاوی شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح مختلف نیترات بر همه صفات مورد ارزیابی به غیر از طول ریشه، عمق ریشه و وزن گلدان در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲).

با افزایش سطح نیترات تا ۷/۵ میلی‌مولار، وزن تر گیاه افزایش یافت و با افزایش بیشتر سطح نیترات این روند کند برابری کرد. بنابراین بیشترین وزن تر (۲۲۵/۶۶ گرم) در

نیترات بافت با روش (Cataldo *et al.*, 1975) اندازه‌گیری شد. برای استخراج نیترات از بافت گیاه، ابتدا از وزن خشک اندام هوایی گیاه عصاره تهیه گردید و سپس برای تهیه استاندارد ۱/۵ گرم پتاسیم نیترات در آب حل شد و محلول ساخته شده به ظرف پلاستیکی برچسب‌دار انتقال یافت. به منظور تهیه بلانک (شاهد) ۰/۸ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ (۹۸٪) با ۱۹ میلی‌لیتر سود ۲ نرمال ترکیب شد و از اسید سالیسیلیک حل شده در اسید سولفوریک غلیظ به عنوان معرف استفاده شد. به منظور قرائت نیترات ۰/۲۵ میلی‌لیتر عصاره یا استاندارد با ۰/۸ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۵٪ ترکیب گردید پس از ۲۰ دقیقه ۱۹ میلی‌لیتر سود به‌منظور بالا بردن pH (بالای ۱۲) به ترکیب اضافه شد و میزان جذب در طول موج ۴۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری پروتئین از روش (Bradford, 1976) استفاده شد که در آن برای استخراج پروتئین از کوماسی بلو، اتانول و کمی آب مقطر و اسید ارتوفسفریک برای تهیه محلول برادفورد مورد استفاده قرار گرفت. محلول با عبور از کاغذ صافی فیلتر شد. برای ساختن استانداردها ۱۰ میلی‌گرم آلبومین گاوی (BSA) به ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. از این محلول غلظت‌های مختلف BSA ساخته و میزان جذب آن‌ها محاسبه و در نهایت منحنی استاندارد شده و در سطح ۱۰ میلی‌مولار وزن تر با سطح ۵ میلی‌مولار

تیمار ۷/۵ میلی مولار و کمترین وزن تر (۱۴۱/۳۳ گرم) در چنین گزارشی با گزارش (Polara et al., 2014) همخوانی دارد. تیمار ۲/۵ میلی مولار (شاهد) مشاهده شد (شکل A-۱).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر نیترات روی شاخص‌های مورفولوژیک گیاه سجافی

Table 2- Results of variance analysis nitrate on the morphological characteristics of *Chlorophytum Comosum*

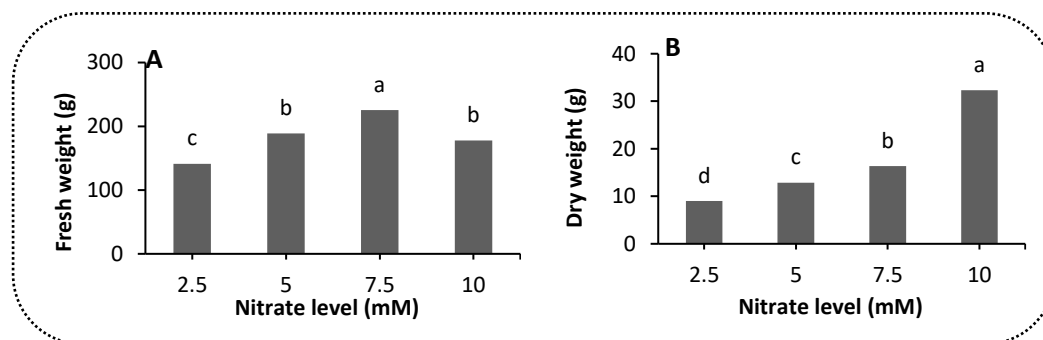
Source of variation	df	Mean squares											
		Plant height	Leaf number	Pot weight	Drained water nitrate	Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight	Root depth	Root volume	Root length	Leaf area
Block	2	74.88**	42.00 ^{ns}	0.29**	2.38 ^{ns}	26.08 ^{ns}	0.062 ^{ns}	7.75 ^{ns}	0.58 ^{ns}	38.16 ^{ns}	4.75 ^{ns}	1096666.8 ^{ns}	357907.2 ^{ns}
Treatment	3	66.45**	1166.68**	0.018 ^{ns}	3651.2**	3616.6**	315.35**	4477.88**	8.08**	4.76 ^{ns}	4870.7**	3172751.3 ^{ns}	2882490.6**
Error	6	6.18	14.41	0.006	11.67	80.08	0.89	28.97	0.58	14.17	4.19	1465688.24	9898772
CV (%)		11.56	6.94	4.40	12.02	4.88	5.37	6.85	12.55	11.22	2.82	12.24	11.01

ns, **, * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

*, **, ns: Significantly differences at of 5% and 1% of probability levels and non-significantly differences, respectively

۱۰ میلی مولار و کمترین وزن خشک (۹ گرم) در تیمار ۲/۵ میلی مولار (شاهد) مشاهده شد (شکل B-۱). بررسی‌های انجام شده نشان داد وزن خشک برگ در مقادیر بالاتر کودهای نیتروژنه بیشتر است (Sisay et al., 2008). افزایش وزن خشک گیاه با افزایش سطح نیتروژن تا یک دامنه‌ای گزارش شده است (Tumbare, & Niikam, 2004). افزایش وزن خشک گیاه می‌تواند به علت افزایش ماده خشک گیاه و در نتیجه جذب بیشتر مواد باشد. نتایج بدست آمده در این بررسی با نتایج این دانشمندان که روی هویج و فلفل سبز انجام شد، مطابقت دارد.

از آنجایی که بیشتر وزن یاخته به دلیل وزن واکوئل و محتوای آب درون آن می‌باشد در گیاهانی که با غلظت پایین تر نیتروژن تغذیه می‌شوند به دلیل یاخته‌های کوچک، محتوی آب کمتری داشته در نتیجه وزن کمتری دارند (Joshi et al., 2013). افزایش وزن تر گیاه می‌تواند به علت تعداد شاخه و ارتفاع باشد (Hussain et al., 2006). این نتایج در راستای نتایج دیگر محققان نیز بود که در مورد گیاه مارچوبه گزارش کردند (Nicola, 2009). ولی از لحاظ وزن خشک اندام هوایی نتیجه متفاوت از وزن تر بود و این صفت با افزایش سطح نیترات روند افزایشی نشان داد و بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۳۲/۳۳ گرم) در تیمار

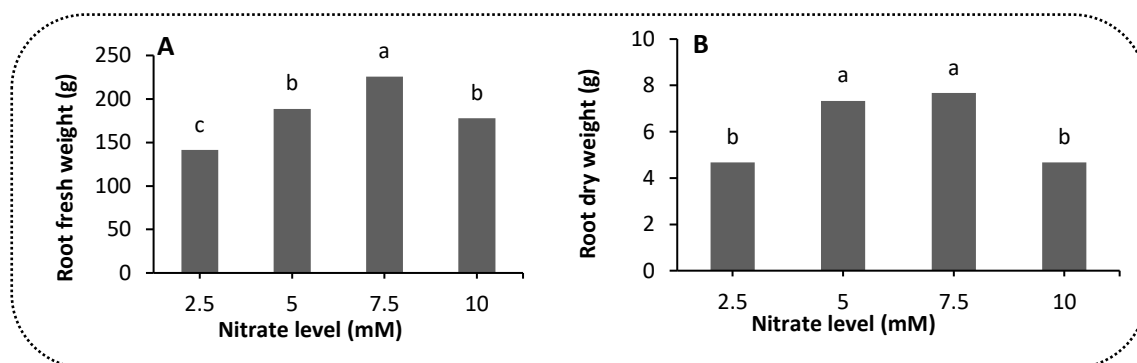


شکل ۱- اثر سطوح مختلف نیترات بر وزن تر (A) و وزن خشک (B) اندام هوایی بوته. حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig 1- Effect of different nitrate levels on the plant fresh (A) and dry (B) weight of *Chlorophytum comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test.

همچنین مقدار اسیدهای آمینه و پروتئین افزایش می‌یابد که موجب افزایش رشد رویشی و افزایش ماده خشک در گیاه می‌گردد (Marschner, 1995). نتایج این بررسی هم‌سو با نتایج این دانشمندان می‌باشد زیرا با افزایش سطح نیترات به بالاتر از ۷/۵ میلی‌مولار روند افزایشی وزن تر و خشک ریشه کند شد. به طور کلی نیتروژن با افزایش تورژسانس و تقسیم سلول‌های مرستمی سبب افزایش رشد رویشی و شاخه‌دهی می‌گردد (Haghparast, 1992). وجود نیتروژن کافی در خاک موجب افزایش فتوسنتز شده و گیاه رشد سریعی داشته و زیست‌توده بیشتری تولید می‌نماید (Baranauskiene et al., 2003). عنصر نیتروژن به عنوان پایه دارای اهمیت بالایی در واکنش‌های فتوسنتزی است و منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه می‌گردد (Sajid & Amin, 2014).

در مورد تاثیر سطوح نیترات بر وزن تر و خشک ریشه روند مشابهی مشاهده شد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار ۷/۵ میلی‌مولار نیترات حاصل شد (شکل ۲). با افزایش غلظت نیترات تا ۷/۵ میلی‌مولار، وزن تر و خشک ریشه افزایش یافت و با افزایش بیشتر سطح نیترات این روند کاهش‌یافته بود. بررسی‌ها نشان داده است که افزایش کود نیتروژنی منجر به افزایش رشد رویشی شده و افزایش جذب مواد معدنی می‌گردد و وزن خشک و تر ریشه را افزایش می‌دهد (Hole et al., 1987). افزایش کودهای نیتروژنی تا حدی سبب افزایش وزن خشک و افزایش رشد رویشی می‌شود ولی افزایش بیشتر از اندازه می‌تواند موجب کاهش فعالیت فتوسنتزی و کاهش رشد رویشی شود (Martin et al., 2004). با افزایش سطوح نیترات در حد تحمل برای گیاهان مقدار نیتروژن موجود در بافت و



شکل ۲- اثر سطوح مختلف نیترات بر وزن تر (A) و خشک (B) ریشه. حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

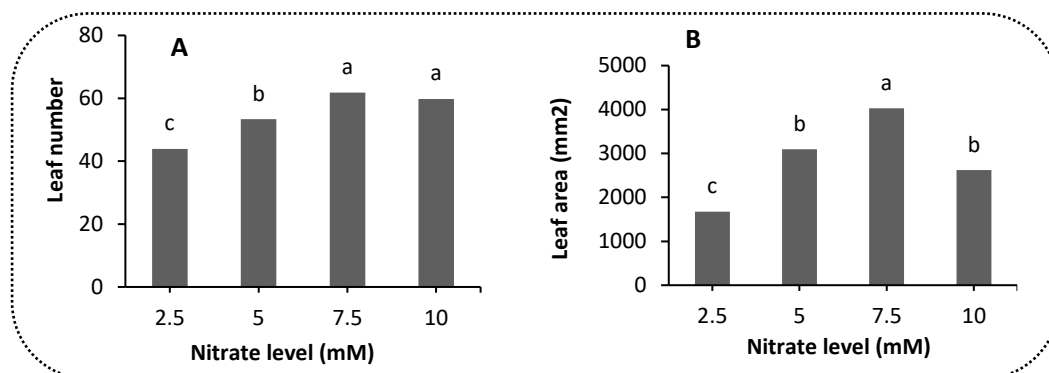
Fig 2- Effect of different nitrate levels on the root fresh (A) and dry (B) weight of *Chlorophytum comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test.

افزایش یابد (Dufour & Guerin, 2005). از لحاظ سطح برگ گیاهانی که با غلظت ۷/۵ میلی‌مولار نیترات تیمار شده بودند بیشترین سطح برگ را داشتند و بعد از آن با افزایش غلظت نیترات به ۱۰ میلی‌مولار سطح برگ کاهش یافت اما نسبت به شاهد سطح برگ بیشتر بود و با گیاهانی که با ۵ میلی‌مولار نیترات تیمار شدند برابری کرد. بیشترین سطح برگ (۴۰۲۴ میلی‌مترمربع) و کمترین (۱۶۷۱ میلی‌مترمربع) به ترتیب در سطوح ۷/۵ و ۲/۵ (شاهد) میلی

با افزایش سطوح نیترات تعداد برگ افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد در بین گیاهان با غلظت‌های ۷/۵ و ۱۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌دار نبود بیشترین تعداد برگ (۶۱ عدد) و کمترین تعداد (۴۳ عدد) در سطوح ۷/۵ و ۲/۵ میلی‌مولار (شاهد) مشاهده گردید (شکل ۳-A). نیتروژن در طول فرایند فتوسنتز با گلوکز، پروتئین و اسیدهای آمینه ترکیب می‌شود در نتیجه انتظار می‌رود با افزایش سطوح نیتروژن تعداد برگ و سطح برگ

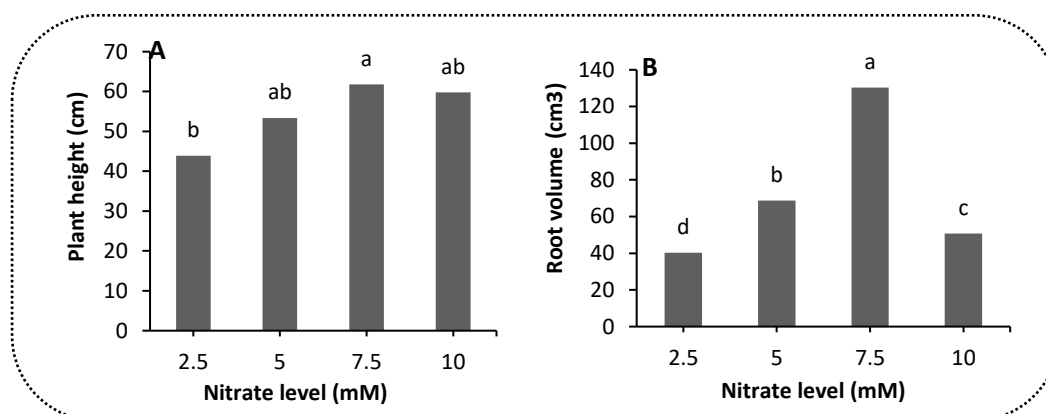
افزایش تعداد و اندازه یاخته باعث افزایش سطح برگ می‌شود (Hugar, 1986).

مولار مشاهده شد (شکل B-3). سطح برگ نیز تابعی از تعداد برگ در گیاه می‌باشد در واقع نیتروژن از طریق



شکل ۳- اثر سطوح مختلف نیترات بر تعداد برگ (A) و سطح برگ (B). حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig 3- Effect of different nitrate levels on the leaf number (A) and leaf area (B) of *Chlorophytum comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test.



شکل ۴- اثر سطوح مختلف نیترات بر ارتفاع گیاه (A) و حجم ریشه (B). حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig 4- Effect of different nitrate levels on the height (A) and root volume (B) of *Chlorophytum comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test

ارتفاع گیاه گندم افزایش یافت که این افزایش ارتفاع به دلیل افزایش شاخ و برگ و افزایش طول میانگره می‌باشد (Moghaddam *et al.*, 1997). زمانی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد موجب ساخته شدن پارانشیم و اسکلرانسیم شده و گیاه خاصیت ارتجاعی پیدا کرده و رشد آن بیشتر می‌شود و ارتفاع افزایش می‌یابد (Haghparast Tanha, 1992). محققان گزارش کردند استفاده از سطوح بالای نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سطوح

با افزایش کاربرد نیترات ارتفاع گیاه نیز روند افزایشی نشان داد و بیشترین ارتفاع در تیمار ۷/۵ میلی مولار نیترات بود و رشد این روند در تیمار ۱۰ میلی مولار نیترات متوقف شد. بیشترین میزان ارتفاع گیاه (۲۳/۳۰ سانتی‌متر) در تیمار ۷/۵ میلی مولار نیترات و کمترین میزان ارتفاع (۱۸/۹۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۲/۵ میلی مولار (شاهد) بود بین دو تیمار ۵ و ۱۰ میلی مولار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل A-۴). گزارش شد با کاربرد کود نیتراتی

افزایش داد. گزارش شد مقادیر زیاد کود نیتروژنی موجب افزایش وزن تر اندام هوایی و وزن تر ریشه و حجم ریشه می‌گردد و همچنین میزان نیتروژن جذب شده به مقدار آبشویی نیتروژن و در دسترس بودن آن توسط ریشه بستگی دارد (Hole et al., 1987).

ویژگی‌های فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح مختلف نیترات بر ویژگی‌هایی مانند کلروفیل کل، پروتئین کل، نیترات و پرولین برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

پایین‌تر موجب تولید بیشترین ارتفاع در گیاه داوودی شد (Joshi et al., 2013). در گیاهان در شرایط کمبود نیتروژن قطر برگ‌ها افزایش یافته و بر تعداد روزنه‌ها افزوده می‌شود در نهایت ارتفاع کاهش می‌یابد (Haghparast Tanha, 1992). بیشترین حجم ریشه مربوط به گیاهانی بود که با ۷/۵ میلی مولار نیترات تیمار شده بودند. گیاهانی با غلظت ۱۰ میلی مولار نیترات در مقایسه با غلظت ۵ و ۷/۵ میلی مولار نیترات حجم ریشه کمتری داشتند اما در مقایسه با شاهد حجم ریشه بیشتری داشتند (شکل B-۴). بر اساس نتایج افزایش نیترات تا غلظت ۷/۵ میلی مولار و در برخی صفات تا ۱۰ میلی مولار رشد رویشی در گیاه سجافی را

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر نیترات روی شاخص‌های فیزیولوژیک سجافی

Source of variation	df	Total chlorophyll	Total protein	Proline	Leaf nitrate
Block	2	0.027 ^{ns}	8.51 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.109 ^{ns}
Treatment	4	16.29 ^{**}	710.81 ^{**}	40.25 ^{**}	3.42 ^{**}
Error	8	0.121	4.06	0.33	0.041
CV (%)		9.45	5.40	7.28	3.58

ns, **, * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

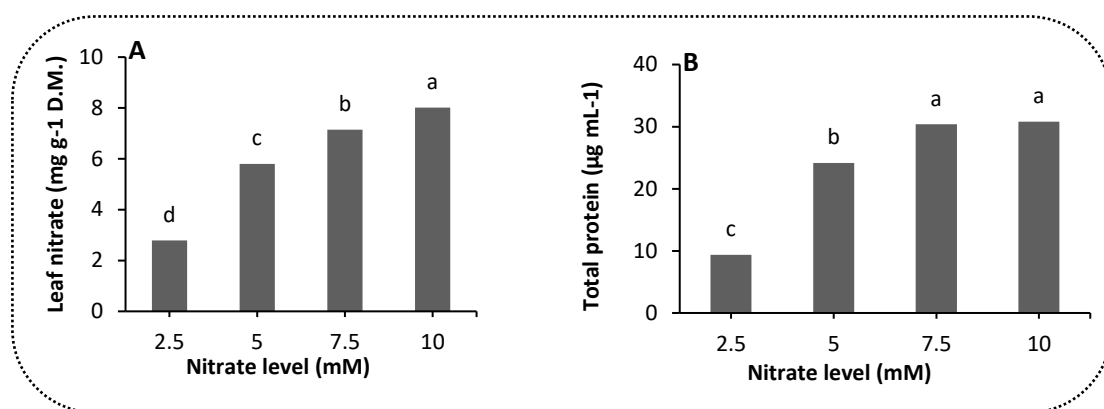
*, **, ns: Significantly differences at of 5% and 1% of probability levels and non-significantly differences, respectively

جذب می‌شوند اگر بلافاصله به پروتئین تبدیل نشوند به شکل نیترات در سلول‌ها ذخیره می‌شوند میزان نیترات در سبزی‌ها را می‌توان با کاهش مصرف کودهای نیتروژنه کاهش داد و خطر سلامتی انسان توسط احیای نیترات به نیتريت در سبزیجات را بهبود بخشید (Smolen & Sady, 2008). در تحقیقی محققان گزارش کردند کاربرد کود نیتروژنی به صورت سرک باعث افزایش غلظت نیترات در هویچ می‌گردد (Smolen & Sady, 2008). بیشترین مقدار پروتئین (۳۰/۴۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کمترین (۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) به ترتیب در تیمار ۱۰ میلی‌مولار و شاهد مشاهده شد (شکل B-۵). نیترات در خاک در اختیار تارهای کشنده قرار گرفته و تبدیل به نیتريت و سپس به آمونیوم و در نهایت به گلوتامات می‌گردد و سپس اسیدهای آمینه دیگر و پروتئین‌های مورد نیاز گیاهان ساخته می‌شود (Marschner, 1995). نیتروژن در تشکیل پروتئین و

با افزایش غلظت نیترات مقدار نیترات تجمع یافته در بافت و همچنین مقدار پروتئین افزایش یافت (شکل A-۵). بیشترین مقدار نیترات تجمع یافته در بافت گیاه در تیمار ۱۰ میلی‌مولار (۸/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. نیترات دارای بار منفی است و نمی‌تواند روی کلونیید خاک تثبیت شود به همین دلیل یا جذب می‌شود و یا از دور خارج می‌گردد. در بیشتر گیاهان احیای نیترات تقریباً مساوی با کل نیتروژن جذب شده است و در شیره خام آثاری از نیترات نیست دلیلش آن است که مقدار نیترات در خاک کم است ولی اگر در محلول هیدروپونیک مقدار نیترات مازاد بر ظرفیت توان ریشه افزایش یابد آنگاه همه‌ی نیترات وارد سلول شده و اگر همه‌ی آنزیم‌ها هم کار کنند مقداری نیترات اضافه خواهد آمد که با کمک پتاسیم به اندام هوایی منتقل شده و در بافت تجمع می‌یابد (Marschner, 1995). ترکیبات نیتراته به آسانی توسط گیاه

می‌شود (Belorkar et al., 1992).

اسیدهای آمینه و کربوهیدرات‌ها نقش دارد و با اثر روی فتوسنتز باعث افزایش جذب عناصر و افزایش سنتز پروتئین

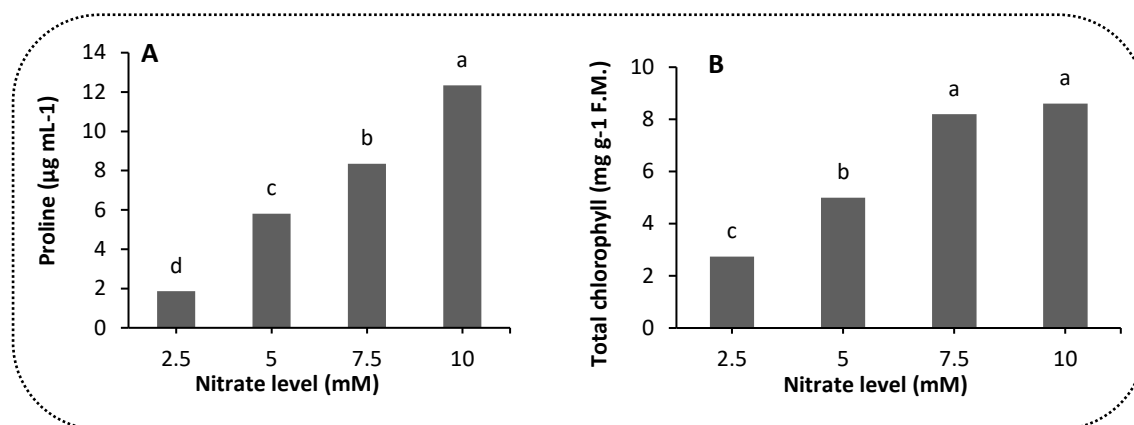


شکل ۵- اثر سطوح مختلف نیترات بر محتوی نیترات برگ (A) و پروتئین کل (B) سجافی. حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig 5- Effect of different nitrate levels on the leaf nitrate (A) and total protein content (B) of *Chlorophytum Comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test.

عنصر ضروری در تشکیل آلکالوئیدها و کلروفیل نقش دارد و یکی از اجزای تشکیل دهنده کلروفیل می‌باشد (Fageria, 1992). نیتروژن در برخی از واکنش‌های فتوسنتزی نقش دارد بنابراین با افزایش غلظت نیتروژن مقدار بیشتری از این عنصر در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و مقدار کلروفیل افزایش می‌یابد. کلروفیل رنگدانه اصلی جذب نور و فتوسنتز در گیاه می‌باشد که در ساختمان آن عناصر غذایی شرکت دارند. عنصرهای غذایی مانند نیتروژن به راحتی در دسترس گیاه قرار گرفته و در تشکیل کلروفیل که برای جمع‌آوری نور و تبدیل آن به انرژی شیمیایی مورد نیاز است استفاده می‌شود (Tanaka et al., 1998). بررسی‌ها نشان داد افزایش غلظت نیتروژن در فلفل شیرین باعث افزایش غلظت کلروفیل در این گیاه شد (Aminifard et al., 2012). محققان نشان دادند که افزایش میزان سطح نیتروژن میزان کلروفیل در واحد سطح برگ را افزایش می‌دهد و موجب تقویت فتوسیستم I و فتوسیستم II متشکل از رنگیزه‌های مختلف از جمله کلروفیل می‌گردد (Cechin & 2004). نتایج ارائه شده از سوی محققان در ارتباط با سبزی‌نگی گیاه هم‌راستا با نتایج این آزمایش بود.

با افزایش سطح تغذیه با نیترات، میزان پروتئین روند افزایشی نشان داد. کمترین میزان پروتئین (۱/۸۶ میکروگرم در میلی لیتر) در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن (۱۲/۳۳ میکروگرم در میلی لیتر) در تیمار ۱۰ میلی مولار نیترات مشاهده شد (شکل ۶-A). اسیدآمینه پروتئین در کلروپلاست تولید می‌شود ولی در همه جای سلول وجود دارد و در برگ در طی تنش خشکی و شوری تجمع می‌یابد این اسیدآمینه آزاد در زمان تنش باعث تنظیم اسمزی، کاهش از دست رفتن آب، حفظ آماس سلول و محافظت از ترکیبات پروتئینی و سیستم غشایی سلول می‌گردد (Kantar et al, 2011). این ترکیب علاوه بر این که جذب آب و مواد غذایی را در شرایط تنش بهبود می‌بخشد باعث افزایش متابولیسم نیتروژن نیز می‌گردد و تولید اسیدهای آمینه را افزایش می‌دهد (Ereani et al., 2013). کلروفیل کل نیز همانند پروتئین روند افزایشی نشان داد کمترین میزان کلروفیل مربوط به گیاه شاهد (۲/۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) و بیشترین مربوط به تیمار ۱۰ میلی مولار نیترات (۸/۶ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود بین تیمار ۱۰ و ۷/۵ میلی مولار اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۶-B). نیتروژن به عنوان یک

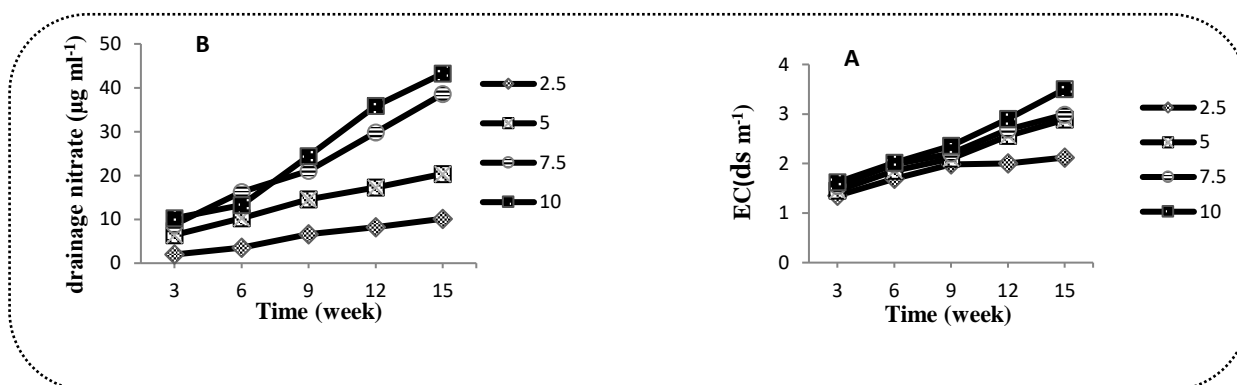


شکل ۶- اثر سطوح مختلف نیترات بر پرولین (A) و کلروفیل کل (B) سجافی. حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig 6- Effect of different nitrate levels on the proline (A) and total chlorophyll (B) of *Chlorophytum Comosum*. Means followed by the same letter are not significant at $P \leq 0.05$, according to Duncan multiple range test.

نشان می‌دهد کمترین EC و نیترات مربوط به شاهد و در ۳ هفته پس از شروع آزمایش و بیشترین مقدار در تیمار ۱۰ میلی‌مولار و در ۱۵ هفته پس از شروع آزمایش مشاهده گردید.

روند تغییرات EC و نیترات زهاب در اثر اعمال تیمارهای مختلف نیترات در طول زمان نشان می‌دهد که با گذشت زمان مقدار EC و نیترات زهاب در همه تیمارها افزایش یافت و بیشترین EC و نیترات برای هر تیمار در ۱۵ هفته پس از کاشت مشاهده شد. همچنین روند تغییرات



شکل ۷- روند تغییرات در EC (A) و نیترات زهاب (B) در طول زمان

Fig 7- The trend of changes in EC (A) and drainage water nitrate (B) during the time

در سطوح بالاتر به نظر می‌رسد کاربرد ۷/۵ میلی‌مولار نیترات می‌تواند باعث بهبود رشد و افزایش جنبه زینتی این گیاه شود. به علت تحمل بالای این گیاه به سطوح بالای نیترات، شاید بتوان از این گیاه برای پالایش آلاینده نیترات استفاده کرد.

نتیجه‌گیری کلی

این بررسی نشان داد، نیترات بر بسیاری از ویژگی‌های رویشی گیاه سجافی مؤثر بود بنابراین می‌تواند بر جنبه زینتی و کیفیت زیبایی گل سجافی مؤثر باشد. با توجه به تاثیر مثبت نیترات در اغلب ویژگی‌های رشد و زینتی مخصوصا

منابع

- Cataldo, D. A., Maroon, M., Schrader, L. E., & Youngs, V. L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in soil science and plant analysis*, 6 (1), 71-80.
- Cechin, I. & Fátima Fumis, T. (2004). Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Journal of Plant Science*, 166, 1379-1385.
- Dhanasekaran, D., Ramya, K., & Sathappan, C. (2020). Performance of spider plant (*Chlorophytum comosum*) in modular vertical green walls under various media and nutrients. *Annals of Plant and Soil Research*, 22 (4), 410-414.
- Dufour, L. & Guérin, V. (2005). Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind in the tropical soilless conditions. *Journal of Scientia Horticulturae*, 105, 269-282.
- Ertani, A., Schiavon, M., Muscolo, A. & Nardi, S. (2013). Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Journal of Plant Soil*, 364, 145-158.
- Fageria, N. K. (1992). *Maximizing crop yields*. CRC Press.
- Fermo, P., Masiero, S., Rosa, M., Labella, G., & Comite, V. (2021). *Chlorophytum comosum*: A Bio-Indicator for Assessing the Accumulation of Heavy Metals Present in The Aerosol Particulate Matter (PM). *Applied Sciences*, 11(10), 4348 .
- Germishuizen, G., & Meyer, N. (2003). *Plants of southern Africa: an annotated checklist* (Vol. 14, p. 186). Pretoria: National Botanical Institute .
- Haghparsat Tanha, M. (1992). *Plant nutrition and metabolism*. Rasht, Islamic Azad University Press, 194 p. (in Farsi).
- Haluschak, P. (2006). *Laboratory methods of soil analysis*. Canada-Manitoba soil survey, 3-133.
- Abbaszadeh, B. (2005). *Effect of nitrogen and its utilization methods on the lemon balm essential oil* M.A. Thesis. Islamic Azad University of Karaj. (in Farsi).
- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Ameri, A. & Fatemi, H. (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7 (6), 859-866.
- Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23(1), 112-121.
- Baranauskiene, R., Venskutonis, P. R., Viskelis, P. & Dambrauskiene, E. (2003). Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7751-7758.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil Journal*, 39(1), 205-207.
- Belorkar, P. V., Patel, B. N., Golliwar, V. J. & Kothare, A. J. (1992). Effect of nitrogen and spacing on growth, flowering and yield of African marigold. *Journal of Soils and Crops*, 2, 62-64.
- Bouyoucos, C. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Journal of Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
- Bremner, J. M. (1996). Nitrogen-total. *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods*, 5, 1085-1121.
- carrot (*Daucus carota* L.) yield. *Journal of Horticulture Science & Biotechnology*, 83, 427-435.

- Liu, G., Du, Q., & Li, J. (2017). Interactive effects of nitrate-ammonium ratios and temperatures on growth, photosynthesis, and nitrogen metabolism of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*, 214, 41-50
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutritional of higher plants*. (2nd Ed). Academic Press Ltd., London, U.K. (Pp. 889.).
- Martin, N., Greet-jan, V. & Arne, V. B. (2004). Parameter for carrot quality and the development of finner quality concept. Louis Blok Institute, (in Netherlands).
- Moghaddam, M., Ehdaie, B. & Waines, J. D. G. (1997). Genetic variation and inter relationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from south eastern Iran. *Euphytica Journal of Plant Breeding*, 95, 361-369.
- Nicola, S. (2009). Containerized transplant production of asparagus, effects of nitrogen supply and container cell size on plant quality and stand establishment. In: *Proceedings of XXV Int. Hort. Congress. Part 1. Culture techniques with special emphasis on environmental implications, nutrient management*, Brussels, Belgium, 2-7 August 1998. 511: 249-256 (CAB Abst. 20000310391).
- Olsen, S., Cole, C., Watanabe, F. & Dean, L. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. (No. 939). US Department of Agriculture.
- Pilipovic, A., Orlovic, S., Nikolic, N., & Galic, Z. (2006). Investigating potential of some poplar (*Populus* sp.) clones for phytoremediation of nitrates through biomass production. *Environmental Applications of Poplar and Willow Working Party*, 18-20.
- Polara, N. D., Gajipara, N. N., & Barad, A. V. (2014). Effect of nitrogen and phosphorus on nutrient content and uptake in different varieties of African marigold (*Tagetes erecta* L.). *The Bioscan An International Quarterly of Life Sciences*, 9(1), 115-119.
- Hole, C. C., Morris, G. E. L., & Cowper, A. S. (1987). Distribution of dry matter between shoot and storage root of field-grown carrots. II. Relationship between initiation of leaves and storage roots in different cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 62 (3), 343-349.
- Hugar, A. H. (1986). *Studies on time of pruning and nutrition on growth and flower yield of Jasminum auriculatum Vahl*. M.Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agric. Sci., Dharwad (India).
- Hussain, A., Anjum, F., Rab, A. & M. Sajid (2006). Effect of nitrogen on the growth and yield of asparagus (*Asparagus officinalis*). *Agricultural and Biological Science*, 1 (2), 41-47.
- Inorganic-N fertilizers on yield of Carrot. *African Journal of Biotechnology*, (1), 27-34.
- Joshi, N. S., Barad, A. V., Pathak, D. M. & Nilima, B. (2013). Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potash on growth and flowering of chrysanthemum cultivars. *Hortflora Research Spectrum*, 2 (3), 189-196.
- Kantar, M., Lucas, S. J., & Budak, H. (2011). Drought stress: molecular genetics and genomics approaches. *Advances in Botanical Research*, 57, 445-493.
- Khandan-Mirkohi, A., & Schenk, M. K. (2009). Phosphorus efficiency of ornamental plants in peat substrates. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172 (3), 369-377.
- Khandan-Mirkohi, A., Zafar-Farrokhi, F., Taheri, M. R. & Rejali, F. (2015). The effect of Mycohazal symbiosis on water uptake efficiency and some growth traits of *Osteospermum* (*Osteospermum hybrida* 'Passion Mix'). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45(5), 361-375.
- Li, J., Zhong, J., Liu, Q., Yang, H., Wang, Z., Li, Y., ... & Agranovski, I. (2021). Indoor formaldehyde removal by three species of *Chlorophytum comosum* under dynamic fumigation system: Part 2—plant recovery. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(7), 8453-8465

Tanaka, A., Ito, H., Tanaka, R., Tanaka, N. K., Yoshida, K., & Okada, K. (1998). Chlorophyll a oxygenase (CAO) is involved in chlorophyll b formation from chlorophyll a. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(21), 12719-12723 .

Tumbare, A. D. & Nikam, D. R. (2004). Effect of planting and fertigation on growth and yield of green chilli (*Capsicum annuum*). *Indian Journal of Agricultural Science*, 74(5), 242-245.

Van Jaarsveld, E. J. (2012). *Cremnophilous succulents of southern Africa: diversity, structure and adaptations* (Doctoral dissertation, University of Pretoria).

Walkley, A. & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Journal of Soil Science*, 37, 29-38.

Yan, L., Xu, X., & Xia, J. (2019). Different impacts of external ammonium and nitrate addition on plant growth in terrestrial ecosystems: A meta-analysis. *Science of the total environment*, 686, 1010-1018

Reed, D. Wm. (1996). *A Grower's Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*. (1st Ed.). Ball Publishing, Batavia, Illinois 60510 USA.

Sajid, M. & Amin, N. (2014). Effect of various combinations of nitrogen, phosphorus and potash on enhancing the flowering time in *Chrysanthemum morifolium*. *International Journal of Biosciences*, 4(10), 99-108.

Shafea, L., Safari, M., Emam, Y. & Mohammadi Nejad, Gh. (2011). Effect of Nitrogen and Zinc Fertilizers on Leaf Zinc and Chlorophyll Contents, Grain Yield and Chemical Composition of Two Maize (*Zea mays L.*) Hybrids. *Seed and Plant Production Journal*, 27(2), 235-246. (in Farsi).

Sisay, H., Tilahun, S. & Nigussie, D. (2008). Effect of Combined application of organic-P and

Smolen, S. & Sady, W. (2008). Effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on

Sonneveld, C. & Voogt, W. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York