نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران
دوره۵- شماره ۱- پیاپند ۸- بهار و تابستان ۱۴۰۱

بررسی ترکیبات زیست فعال، مواد معدنی و ارزیابی حسی میکروگرین‌های شاهی، ریحان و تربچه

Investigation of bioactive compounds, minerals and sensory evaluation of watercress, basil and radish microgreens

الهام آذرپژوه[1*]، پروین شرایعی[1]، غلامعلی گزانچیان[2]

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد- ایران. ، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار پژوهش، مدیر عامل شرکت توسعه فناوری جوانه سیز، دهکده فناوری و نوآوری کشاورزی،منابع طبیعی و صنایع غذایی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲ - شناسانهٔ برنمود رقمی:10.22092/mpt.2023.363557.1134

چکیده

آذرپژوه، ا.، شرایعی، پ.، گزانچیان، غ.، . بررسی ترکیبات زیست فعال، مواد معدنی و ارزیابی حسی میکروگرین‌های شاهی، ریحان و تربچه
نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۵ - شماره ۱- پیاپند ۸- بهار و تابستان ۱۴۰۱ صفحه: ۹۴-۸۲

میکروگرین سبزی های کوچک و قابل خوراکی، کوچک تر از سبزی ها و بزرگ تر از جوانه ها هستند. میکروگرین‌ها، به عنوان یک منبع غنی از مواد مغذی و آنتی‌اکسیدان‌ها، طی سال‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در تغذیه سالم انسان‌ها به دست آورده‌اند. این گیاهان به صورت سبزی‌های کوچک و فشرده رشد می‌کنند، تنها در مدت چند روز به ارتفاع کمی می‌رسند، اما با وجود اندازه کم، از نظر مواد مغذی غنی می باشند. در این پروژه، محتوای ریزمغذی ها و درشت مغذی ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میکروگرین ریحان، شاهی و تربچه اندازه گیری شده است. میزان غلظت ازت نیتروژن، فسفر ، پتاسیم ، کلسیم، منیزیم و سدیم در میکروگرین شاهی به ترتیب ۴/۸۱، ۰/۹۸ ، ۵/۹۳ ، ۰/۵۲،۹۵ و ۱/۹۵ درصد بود. میزان کلروفیل در میکروگرین شاهی ۱/۱۲ میلی‌گرم برگرم بود که به طور معنی‌داری از میکروگرین ریحان (۰/۰۲ میلی گرم بر گرم)و تربچه(۰/۸۷ میلی گرم بر گرم) بیشتر بود. بیشترین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنلی به ترتیب معادل (۷۵/۳۵ درصد و ۷۳/۴۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در میکروگرین شاهی بود که به طور معنی‌داری از میکروگرین ریحان (۶۹/۶۶ درصد و ۶۹/۰۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) و تربچه(۶۵/۳۷ درصد و ۶۹/۴۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)بیشتر بود. بیشترین میزان ویتامین ث در میکروگرین شاهی (۶۵/۶۷ میلی گرم در صد گرم) در مقایسه با ریحان (۵۹/۵۶ میلی گرم در صد گرم)و تربچه(۵۵/۴۶ میلی گرم در صد گرم) مشاهده شد.

واژه های کلیدی: میکروگرین، عناصر معدنی میکرو و ماکرو، خصوصیات شیمیایی، ارزیابی حسی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: e.azarpazhooh@areeo.ir

مقدمه

تولیدات مختلف در بخش کشاورزی ایران حدود ۱۲۰ میلیون تن است که از این مقدار ۲۸ میلیون تن را سبزی و صیفی تشکیل می‌دهد. پایین بودن سرانه مصرف میوه و سبزی در ایران تهدیدی برای امنیت غذایی کشور محسوب می‌شود. طبق آخرین بررسی‌های انجام‌شده وزارت بهداشت، ۸۸ درصد مردم ایران به میزان لازم یعنی ۵ وعده در روز میوه و سبزی مصرف نمی کنند. متوسط مصرف سرانه میوه و سبزیجات در ایران ۲۸۶ گرم در روز است که مقدار توصیه شده و استاندارد بهداشت جهانی ۴۰۰ گرم در روز می‌باشد (Beharipour *et al.,* 2021).

مطالعات تغذیه‌ای نشان می‌دهد میان مصرف بالای میوه وسبزی با کاهش خطر بروز سرطان‌ها، ارتباطی مستقیم وجود دارد. کاروتنوئیدها، اسید فولیک، ویتامین ث، فیتواستروژن‌ها و فیبر غذایی موجود در میوه‌جات و سبزیجات در پیشگیری از سرطان موثر هستند. یکی از دلایل سرانه مصرف پایین سبزی، آلوده بودن سبزی‌های به‌دلیل آبیاری با آب فاضلاب یا وجود باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی و آلودگی سبزیجات به فلزاتی مانند نیترات، سرب و کادمیوم است (Nikgadami *et al.,* 2020).

میکروگرین ها اشکال ظریفی از گیاهان خوراکی جوان بوده که از بذر انواع سبزیجات تهیه می شوند. این گیاهان، با وجود اندازه کوچک، طعمی قوی دارند؛ زیرا حداکثر طعم و مزه را در اولین مراحل رشد یعنی دوره گیاهچه ای یا رشد اولیه بروز می دهند. مطابق مطالعات انجام شده مواد مغذی موجود در میکروگرین ها ۴ الی ۴۰ برابر سبزیجات معمولی می‌باشد و ۲۸ گرم از میکروگرین‌ها معادل ۵۰۰ گرم سبزیجات معمولی مواد مغذی دارند. در پرورش این گیاهان از سموم و آفتکش ها استفاده نمی شود. بذر میکروگرین‌ها سرشار از مواد مغذی است که در آن ذخیره شده اند، این سبزیجات خیلی سریع رشد نموده و طی دوره ۱۰ تا ۱۵ روز پس از کاشت، برداشت می شوند. قابلیت پرورش گیاهان مختلف در تمام فصول سال، کاهش دو برابری هزینه های انرژی مصرفی، عدم تخریب محیط زیست، کاهش چشمگیر مصرف آب، قابلیت نگهداری و حمل ونقل آسان از دیگر مزایای میکروگرین ها می باشد (Turner *et al.,* 2020). تحقیقات نشان داده است که تمامی سبزیجات کوچک، تقریباً حدود ۵ برابر بیشتر از برگ های بالغ دارای مواد مغذی هستند. میکروگرین ها و جوانه ها اغلب در گلخانه ها، و تحت کنترل شرایط خاص آب و هوا رشد می کنند و بین ۷ تا ۱۴ روز حدود ۷ سانتی متر ارتفاع دارند (Gensheimer & Gubernot, 2016). شباهت های زیادی بین میکروگرین ها و جوانه ها وجود دارد و تاکنون شیوع یا بیماری مرتبط با میکروگرین ها گزارش نشده است. تنوع این محصولات همانند سایر محصولات تازه در حال تغییر است. محصولاتی مانند آفتابگردان، نخود فرنگی، چغندر، اسفناج، کلم پیچ و گشنیز از محصولات نوظهور سالاد هستند. آنها اغلب در سینی هایی در گلخانه ها رشد نموده و به دلیل مواد مغذی بالا مورد توجه مصرف کنندگان هستند، اما این سبزیجات

عمر ماندگاری کوتاهی دارند (Riggio *et al.,* 2019). میکروگرین‌ها اولین بار در سال ۱۹۸۰ در رستوران‌های کالیفرنیا مورد استفاده قرارگرفتند، پس‌ازآن محبوبیت زیادی بین مردم پیدا کردند. این گیاهان معطر، به‌عنوان سبزی‌های مینیاتوری با عطروطعم فوق‌العاده در تزئین بشقاب‌های غذا برای زیباتر شدن رنگ غذا نیز استفاده می‌شوند. باوجوداینکه اندازه این سبزی‌ها خیلی کوچک است، اما یک منبع غنی از مواد مغذی هستند. اغلب این سبزی‌ها نسبت به سبزی‌ها بالغ‌تر، حاوی مقادیر بیشتری مواد مغذی و ویتامین هستند و علاوه بر طعم، ارزش غذایی بالایی دارند و مناسب است که در رژیم غذایی افراد گنجانده شوند(Turner *et al.,* 2020).

میکروگرین‌ها گیاهان تازه جوانه‌زده، نابالغ و بدون ریشه‌ای هستند که پس از تشکیل برگ‌های کوتیلدون و یا برگ‌های بذر بین ۱۰ تا ۱۴ روز برداشت می‌شوند. مهم‌ترین مواد مغذی در ریزسبزی‌ها ویتامین ث، کاروتنوئیدها، ویتامین K، ویتامین E، کلسیم و پتاسیم و مقدار آن‌ها پنج‌تا چهل برابر بیشتر از سبزی‌های بالغ است (Mir *et al.,* 2017). میکروگرین‌ها، به دلیل نابالغ بودن، معمولاً دارای عطروطعم بیشتر، بافت شکننده و حاوی مقادیر زیادی ترکیبات مغذی هستند (Gioia *et al.,* 2017).

انواع میکروگرین‌های رایج در بازارهای خارجی شامل، کلم بروکلی، کرفس، ریحان و چغندر قرمز هستند. مزایای تغذیه ای میکروگرین ها بسیار مورد توجه مردم است میکروگرین‌ها دارای محتوای بالای ویتامین‌ها و مواد معدنی و همچنین سایر ترکیبات زیست فعال می باشند. Gioiaو همکاران (۲۰۱۷) ، گزارش کردند که غلظت ترکیبات فنلی کل در میکروگرین‌ها با ترشی، تلخی و شیرینی ارتباط مستقیم دارند. مطالعات نشان داده است که بسیاری از گونه‌های میکروگرین نسبت به نمونه‌های بالغ ترکیبات مغذی بیشتری ازجمله ویتامین‌ها یا پیش سازهای آن‌ها، شامل کاروتنوئیدها، اسید اسکوربیک، توکوفرول ها[۱] و توکورینول ها[۲]، فیلوکلینون[۳] (Gioia *et al.,* 2017; Kyriacou *et al.,* 2019) ، کلروفیل (Bulgari *et al.,* 2017) ، آنتوسیانینها[۴]و گلوکوزینولات ها[۵] دارند (Choe *et al.,* 2018).

علیرغم افزایش تحقیقات در مورد میکروگرین‌ها، هیچ مطالعه‌ای بر روی انواع میکروگرین‌ها در ایران صورت نگرفته است. در حال حاضر فقط چند نمونه میکروگرین آماده بسته‌بندی شده در سوپرمارکت‌ها یافت می‌شود. قیمت بالای میکروگرین‌ها و فسادپذیری این محصولات را محدود به بازارهای رستوران‌ها و موسسات پذیرایی مجلل می‌کند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی و تغذیه ای میکروگرین‌ها بود.

مواد و روش ها

مواد اولیه

گونه های مختلف میکروگرین ها شامل ریحان (*Ocimum basilicum* L.) Basil، شاهی (*Raphanus sativus* L.) cress. وتربچه Radish (*Raphanus raphanistrum* L.) توسط شرکت

۱ tocopherols
۲ tocotrienols
۳ phylloquinone
٤ anthocyanins
٥ glucosinolates

توسعه فناوری جوانه سبز واقع در مرکز رشد مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به روش هیدروپونیک کشت و در مرحله میکروگرینی برداشت و به آزمایشگاه صنایع غذایی بخش فنی و مهندسی منتقل شدند.

روش اجرا

۳ گونه مختلف میکروگرین (سبزی های ریحان، شاهی و تربچه) در اولین مرحله برگ واقعی، با لپه‌های سبز و متورم پس از ۱۰ تا ۱۴ روز از کشت برداشت شدند. سپس نمونه ها درآون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت تا زمان ثابت شدن وزن خشک شدند و میزان مواد معدنی ماکرو و میکرو، میزان ماده خشک،میزان کلروفیل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی کل و ویتامین ث بررسی گردید.

آزمون‌های فیزیکو شیمیایی

اندازه گیری مواد معدنی

آهن، روی، مس، منگنز و بور با استفاده از دستگاه جذب اتمی، پتاسیم با استفاده از روش نور سنجی شعله[۶] فیلم فتومتر، فسفربه روش کالیمتری با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۸۸۰ نانومتر اندازه گیری شدند.(Khamdi *et al.*, 2015)

درصد ماده خشک گیاه

برای اندازه گیری درصد ماده خشک، سه نمونه از هرگیاه انتخاب شدند. وزن تازه با استفاده از ترازو دیجیتال ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد. سپس نمونه‌ها در دستگاه آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس تارسیدن به وزن ثابت خشک شدند و وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از مقیاس دیجیتال ۰/۰۱ گرم در نهایت اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری درصد ماده خشک از رابطهٔ ۱ استفاده شد.

$$DW\% = \frac{fsw - dsw}{fsw} \times 10$$ رابطه (۱)

اسید اسکوربیک (ویتامین ث)

اندازه گیری آسکوربیک اسید با روش رنگ سنجی محلول ۲-۶ دی‌کلرو ایندوفنل با کمی تغییرات انجام شد(AOAC, 2005). یک میلی‌لیتر از آب سبزی به ۱۰ میلی‌لیتر محلول متافسفریک اسید ۱ درصد اضافه و ۱۵ دقیقه با سرعت g ×۴۰۰۰ سانتریفوژ شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از مایع رویی برداشته شده و به ۱۰ میلی‌لیتر محلول رنگی ایندوفنل (۰/۰۰۲۵ درصد) اضافه گردید. نمونه‌ها ۱۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفته و جذب آنها در ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. سپس با مقایسه جذب با منحنی استاندارد، مقدار آسکوربیک اسید نمونه‌ها محاسبه شد. برای تهیه منحنی استاندارد غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم آسکوربیک اسید در یک لیتر متافسفریک ۱ درصد تهیه شده و از این محلول‌ها ۱ میلی‌لیتر به ۱۰ میلی‌لیتر محلول رنگی ایندوفنل اضافه شده و مانند نمونه‌ها آزمایش انجام شد.

اندازه گیری میزان کلروفیل

میزان کلروفیل با استفاده از روش اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شد .(Arnon, 1949) بدین منظور، ۰/۲ گرم از نمونه خشک و به آن یک میلی لیتراستون ۸۰ درصد اضافه شد.

۶ Flame Photometer

سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس و تاریکی قرار داده شدند. پس از سانتریفیوژ کردن،۵۰ میکرولیتر عصاره به دست آمده و با استون ۸۰ درصد به حجم یک میلی لیتر رسید و میزان جذب، آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۷۳ نانومتر خوانده شد.سپس محتوی کلروفیل aو b در طول موج های ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. برای محاسبه میزان کلروفیل از روابط ۲ تا ۴ استفاده شد. Chl_a برای کلروفیل a، Chl_b برای کلروفیل b و A دانسیته نوری می باشد.

رابطه (۲) $Chla = 15.65\ A666 - 7.340\ A653$

رابطه (۳) $Chlb = 27.05\ A653 - 11.21\ A666$

رابطه (۴) $Total\ Chlorophyll = Chlorophyll\ a + Chlorophyll\ b$

استخراج ترکیبات موثرمیکروگرین

استخراج ترکیبات موثرمیکروگرین با استفاده از حلال های اتانول ۷۰ درصد، ۷۰ متانول درصد و آب انجام شد. بدین منظور ۱۰۰ گرم از نمونه میکروگرین به دقت وزن شده و در یک بشر حاوی ۴۰۰ میلی لیتر حلال های مختلف ریخته شده و در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت همزده شدند. سپس محلول تحت خلاء صاف گردید و با تبخیر کنندهٔ دوار تحت خلاء (مدل Laborota 4000 efficient، ساخت کشور آلمان) تحت دمای ۴۵ درجهٔ سلسیوس تا حد آبگیری کامل تغلیظ گردید (Azarpazhooh *et al.*, 2019).

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی

محتوای فنل کل عصاره با معرف فولین سیوکالچو اندازه گیری شد. به ۱۰۰ میکرولیتر عصاره (رقیق شده با متانول ۱:۱۰ حجمی/ حجمی) ۶ میلی لیتر آب دو بار تقطیر و ۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالچو اضافه گردید. پس از ۸ دقیقه، ۱/۵ میلی لیتر کربنات سدیم (۲۰درصد وزنی /حجمی) افزوده شد و مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط جهت تکمیل واکنش نگهداری شد. سپس جذب آن در ۷۶۵ نانومتر با استفاده از طیف سنج (A UV-1600) خوانده شد. میزان ترکیبات فنلی کل موجود در نمونه از روی منحنی استاندارد (اسیدگالیک در غلظت های ۱۰۰ تا ۹۵۰ میلی گرم در لیتر) تعیین و بر اساس میلی گرم اسید گالیک در صد گرم نمونه گزارش گردید (Capannesi *et al.*, 2000).

اندازه گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال آزادDPPH

محلول ۰/۰۰۶ درصد رادیکال آزاد DPPH در متانول تهیه شد. ۰/۱ میلی لیتر از عصاره میکروگرین با ۱ میلی لیتر از محلول DPPH و ۲/۹ میلی لیتر متانول مخلوط و پس از ۳۰ دقیقه ماندن در تاریکی، جذب آن در طول موج ۵۱۲ نانومتر خوانده شد. متانول برای تنظیم صفر دستگاه و محلول DPPH –متانول به عنوان شاهد استفاده شد. درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد بر حسب رابطه ۵ محاسبه شد.

رابطهٔ (۵) $\%DPPH = [(A_{DPPH} - A_S)/A_{DPPH}] \times 100$

جدول۱- عناصر میکرو در نمونه های سبزی میکروگرین (ریحان، شاهی، تربچه)

نمونه میکروگرین	ازت (N)	فسفر(P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	سدیم (Na)
	درصد					
ریحان	۳/۵۳±۰/۰۲c	۰/۹۴۰±۰/۱۲b	۴/۳۳±۰/۰۷b	۰/۹۷±۰/۰۴b	۰/۶۴±۰/۰۱a	۱/۶۴±۰/۰۵c
شاهی	۴/۸۱±۰/۰۴a	۰/۹۸±۰/۱۷a	۵/۹۳±۰/۳۲a	۰/۹۵±۰/۰۳b	۰/۵۲±۰/۰۴b	۱/۹۵±۰/۰۲b
تربچه	۴/۱۳±۰/۰۶b	۰/۸۸±۰/۰۲c	۴/۴۰±۰/۰۵c	۱/۲۱±۰/۰۶a	۰/۶۲±۰/۰۲a	۲/۲۵±۰/۰۸a

مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن درسطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی دار است

جدول۲- عناصر ماکرو در نمونههای سبزی میکروگرین(ریحان،شاهی،تربچه)

نمونه میکروگرین	آهن (Fe)	منگنز(Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)
	میلیگرم بر کیلوگرم			
ریحان	۸۹±۲/۳۵c	۵۷±۲/۵۹b	۱۱۵±۴/۶۲b	۷±۰/۱۲b
شاهی	۱۰۵±۴/۵۶a	۶۰±۳/۶۲b	۱۳۵±۲/۵۷a	۸±۰/۴۶b
تربچه	۹۸±۳/۵۴b	۷۰±۴/۸۲a	۷۰±۳/۶۸ c	۱۰±۰/۵۸a

مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن درسطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنیدار است

که DPPH درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، A_{DPPH} جذب شاهد و A_S جذب نمونه است (Brand-Williams *et al.*1995).

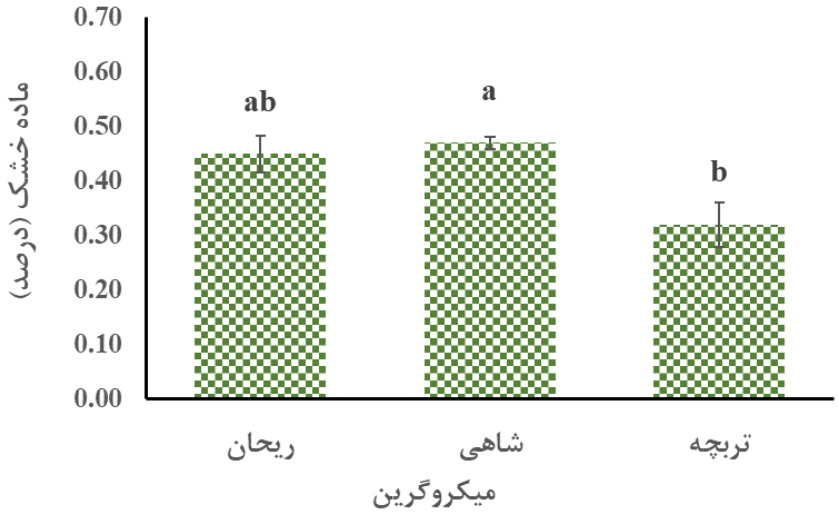
تجزیه تحلیل آماری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی، شیمیایی وحسی با استفاده از طرح کاملا تصادفی با نرم افزار SPSSV. 20 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. نتایج به دست آمده تجزیه واریانس یک طرفه[۷] و اختلاف بین میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفت. برای رسم منحنی‌ها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 استفاده شد. اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده اند.

نتایج و بحث

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و ارزیابی حسی بر روی سه نمونه سبزی میکروگرین ریحان، شاهی و تربچه انجام شد. تجزیه و تحلیل محتوای مواد معدنی در بخش خوراکی میکروگرین‌ها معنی‌دار($p<$ ۰/۰۵) بود. تفاوت معنی داری بین گونه‌ها برای برخی عناصر در میکروگرین‌های سبزی ریحان، شاهی وتربچه مشاهده شد. عناصر معدنی به دو گروه: عناصر ماکرو (مانند کلسیم، منیزیم، فسفر، پتاسیم و سدیم) و عناصر میکروکه

۷ One-way ANOVA



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد ماده خشک میکروگرین سبزی ریحان، شاهی و تربچه

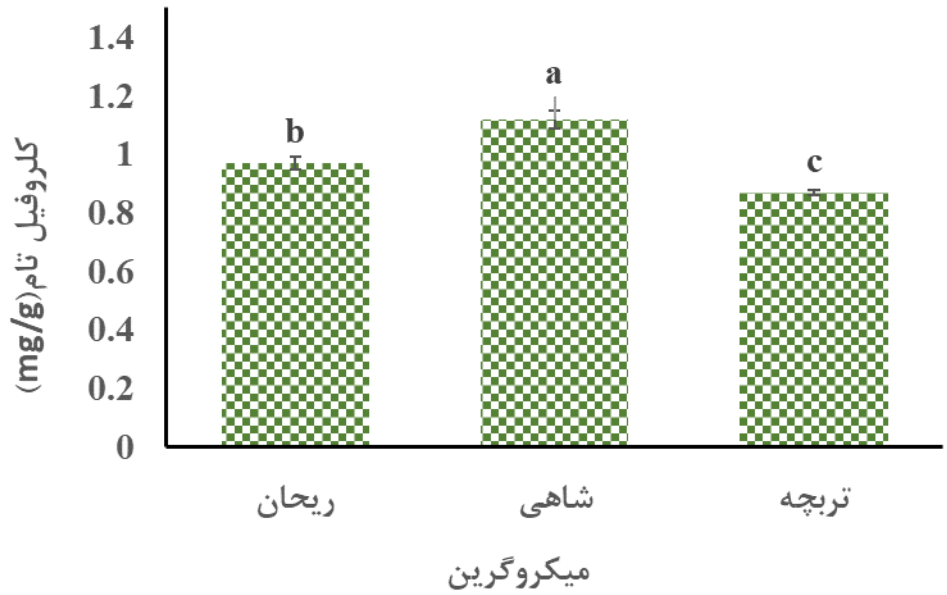
میله های رسم شده روی هر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد را بین تیمارها نشان می دهد (P <۰/۰۵)

به عنوان عناصر کمیاب شناخته می‌شوند، مانند آهن، روی، مس و منگنزتقسیم می‌شوند که هر دو نقش مهمی درفرآیند بیولوژیکی مختلف برای گیاهان دارند .(Mditshwa *et al.*, 2009)

جدول های ۱و ۲ مقدار عناصر معدنی میکرو و ماکرو در نمونه‌های میکروگرین را نشان می دهد. مقدار غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در میکروگرین شاهی به ترتیب ۴/۸۱، ۰/۹۸ و ۵/۹۳ درصد بود که با ریحان و تربچه تفاوت معنی داری (p ۰/۰۵>) داشت. میزان کلسیم در تربچه ۱/۲۱ درصد بود که به طور معنی داری از شاهی و ریحان بالاتر بود. میزان سدیم در میکروگرین ریحان بالاتر ار شاهی و تربچه بود. جدول ۲ عناصر ماکرو در نمونه‌های میکروگرین سبزی را نشان می‌دهد. نتایج جدول ۲ نشان داد، در شاهی میزان آهن و روی به ترتیب ۱۰۵ و ۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که به طور معنی‌داری از ریحان و تربچه بیشتر بود. میزان منیزیم و کروم به ترتیب در تربچه ۷۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که به طور معنی‌داری (p ۰/۰۵>) از شاهی و ریحان بیشتر بود.

میزان ماده خشک سه نمونه سبزی میکروگرین (ریحان، شاهی و تربچه) در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان ماده خشک در میکروگرین شاهی ۰/۴۷ درصد بود که با ماده خشک ریحان تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج حاصله با تحقیقات Dalal و Siddiqui (۲۰۱۹) مطابقت داشت.

میزان کلروفیل سبزیجات به عنوان شاخص سلامتی و ظاهری محصول بسیار مهم است. با توجه به این که میکروگرین‌ها عمدتاً توسط لپه‌ها تشکیل شده اند و فقط تا حدی برگ‌های



شکل ۲- مقایسه میانگین کلروفیل تام (میلیگرم بر گرم)؛ میکروگرین سبزی ریحان، شاهی و تربچه

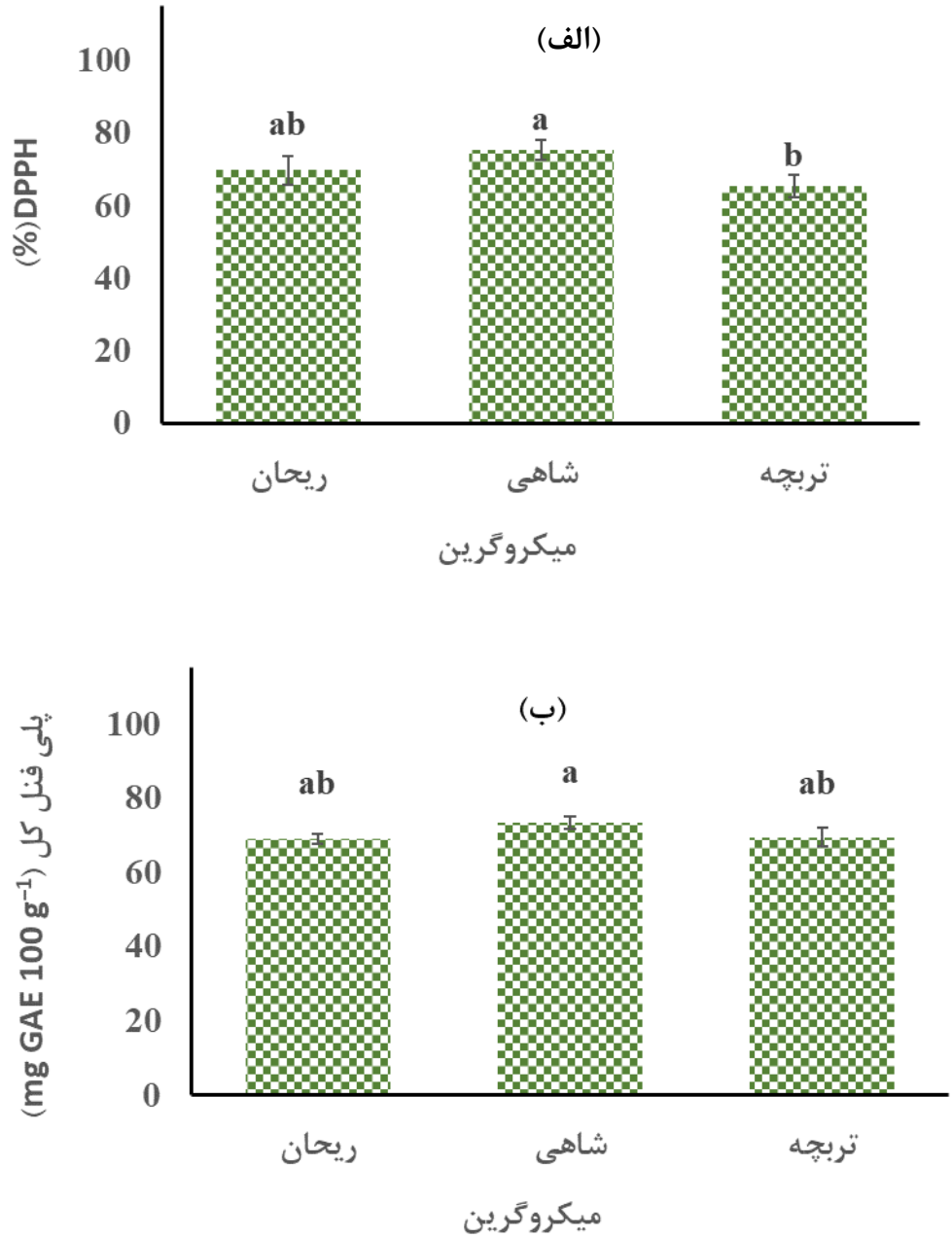
میله های رسم شده روی هر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد را بین تیمارها نشان می دهد (P <۰/۰۵)

واقعی ایجاد شده است، غلظت‌های کمتری از کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها، فنل‌ها وآنتوسیانین‌ها در مقایسه با سبزیجات بالغ دارند. شکل ۲، میزان کلروفیل در میکروگرین ها نشان مس دهد. میزان کلروفیل در میکروگرین شاهی ۱/۱۲ میلی‌گرم برگرم بود که به طور معنی‌داری از میکروگرین ریحان و تربچه بیشتر بود. فیضی زاده و همکاران (Fayezizadeh *et al.* 2023) میزان کلروفیل را در ریحان رقم کاپور[۸] به ترتیب (۰/۹۳ میلی گرم /گرم وزن تر) ، کلروفیل b (۰/۲۴ میلی گرم / گرم وزن تر) و کلروفیل کل (۱/۱۸ میلی گرم /گرم وزن تر) و در ریحان رقم آمتیس[۹] میزان کمترین مقدار کلروفیل a به ترتیب (۰/۲۷ میلی گرم /گرم وزن تر) ، کلروفیل b (۰/۰۸ میلی گرم /گرم وزن تر) و کلروفیل کل (۰/۳۵ میلی گرم /گرم وزن تر) گزارش کردند.

شکل ۳ (الف و ب) مقایسه میانگین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنلی در سه نمونه میکروین نشان می دهد. بیشترین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنلی به ترتیب معادل۷۵/۳۵ درصد و ۷۳/۴۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم در میکروگرین شاهی بود که به طور معنی‌داری از میکروگرین ریحان و تربچه بیشتر بود. محتوای فنلی کل از ۲۵تا ۱۵۲/۱۰ میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم و پتانسیل آنتی اکسیدانی بین ۳۵ تا ۹۰ درصد درانواع میکروگرین متغیر گزارش شده است (Yada *et al.*, 2019).

اسید اسکوربیک یک ترکیب فیتوشیمیایی زیست فعال ضروری است که به عنوان ویتامین ث نیز شناخته می شود و برای عملکرد بدن

۸ Kapoor
۹ Amethyst



شکل ۳- مقایسه میانگین الف (فعالیت آنتیاکسیدانی (درصد)؛ (ب) ترکیبات فنلی کل(میلی گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم)

میله های رسم شده روی هر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار درسطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد را بین تیمارها نشان می دهد (P <۰/۰۵)

ضروری است. اسید آسکوربیک همچنین به عنوان آنتی اکسیدان دسته بندی می شود که در به متابولیسم های مختلف انسان کمک می کند. بیشترین میزان ویتامین ث در میکروگرین شاهی (۶۵/۶۷ میلی گرم در صد گرم) در مقایسه با ریحان (۵۹/۵۶ میلی گرم در صد گرم) و تربچه(۵۵/۴۶میلی گرم در صد گرم) مشاهده شد(شکل ۴). Di Bella و همکاران (۲۰۲۰) میزان اسید اسکوربیک در مراحل مختلف رشد میکروگرین (جوانه، میکروگرینی و سبزی بالغ)

شکل ۴- مقایسه میانگین ویتامین ث(میلی گرم/۱۰۰ گرم) میکروگرین ریحان، شاهی و تربچه

میله های رسم شده روی هر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد را بین تیمارها نشان می دهد (P <۰/۰۵)

بررسی نمودند و بالاترین میزان ویتامین ث را در مرحله میکروگرینی گزارش نمودند. Xiao و همکاران (۲۰۱۲) غلظت اسید اسکوربیک را در ۲۵ میکروگرین تجاری مطالعه نمودند، که نتایج این تحقیق با گزارش آنها مطابقت دارد. میزان ویتامین ث در ارقام ریحان از ۱/۰۳ تا ۲ میلی گرم/ گرم وزن تر متغیر گزارش شده است (Fayezizadeh *et al.*, 2023). نتایج نشان داد که میکروگرین ها مقادیر بسیار متفاوتی از ویتامین ها را دارند. کل محتوای اسید آسکوربیک از ۲۰/۴ تا ۱۴۷ میلی گرم / ۱۰۰ گرم وزن تر متغیر بود. میزان اسیداسکوربیک در شاهی و تربچه به ترتیب ۴۳/۵ و ۲۶/۸ میلی گرم/ ۱۰۰ گرم وزن تر گزارش شده است، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Xiao *et al.*, 2019).

یافته های ترویجی

اطلاعات به دست آمده از تجزیه و تحلیل محتوای مواد معدنی در میکروگرین‌ها نشان می‌دهد که این گیاهان منابع مناسبی از عناصر معدنی مهم برای تغذیه انسان می‌توانند باشند. با توجه به این نتایج، می‌توان توصیه کرد که مصرف میکروگرین شاهی به عنوان یکی از سبزیجات با ارزش غذایی بالا در رژیم غذایی توصیه شود. با این حال، نکته مهم این است که تغذیه تنوع آمیز و شامل مختلف نوع‌های میکروگرین و دیگر سبزیجات نیز باید در نظر گرفته شود تا از تمامی مواد معدنی و ویتامین‌های مورد نیاز بدن بهره‌برداری شود. برای بهبود اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی میکروگرین‌ها، لازم است پژوهش‌های بیشتری بر روی این گیاهان به ویژه تحلیل دقیق‌تری از ترکیبات معدنی میکروگرین‌ها صورت بگیرد.

References:

Arnon, Daniel I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris, Plant physiology, 24: 1.

Azarpazhooh, E., Sharayei, P., Zomorodi, SH., and Ramaswamy, HS. 2019. Physicochemical and phytochemical characterization and storage stability of freeze-dried encapsulated pomegranate peel anthocyanin and in vitro evaluation of its antioxidant activity, Food and Bioprocess Technology, 12: 199-210.

Beharipour, A., Arjamandi, R., Mogui, R., and Ramezani, M.K. 2021. Investigating and comparing the amount of nitrate absorption in some vegetables in south of Tehran. Environmental Science and Technology Quarterly, 23(9), 77-87. (In Persian)

Bulgari, R. Baldi, A. Ferrante A. and Lenzi, A. 2016.Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 45, 119-129.

Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M., & Parenti, A. 2000. Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. Food Chemistry, 71(4), 553-562.

Choe, U. Yu, L. L. and Wang, T. T. 2018. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century, J. Agric. Food Chem., 66, 11519-11530.

Dalal, N., & Siddiqui, S. 2019. Effect of chemical treatment, storage and packaging on physico-chemical properties of sunflower microgreens. Int. J. Chem. Stud., 7, 1046-1050.

Di Bella, M. C., Niklas, A., Toscano, S., Picchi, V., Romano, D., Lo Scalzo, R., and Branca, F. 2020. Morphometric characteristics, polyphenols and ascorbic acid variation in Brassica oleracea L. novel foods: Sprouts, microgreens and baby leaves. Agronomy, 10(6), 782.

Fayezizadeh, M. R., Ansari, N. A., Sourestani, M. M., and Hasanuzzaman, M.

2023. Biochemical Compounds, Antioxidant Capacity, Leaf Color Profile and Yield of Basil (Ocimum sp.) Microgreens in Floating System. Plants, 12(14), 2652.

Gensheimer, K., & Gubernot, D. 2016. 20 years of sprout-related outbreaks: FDA's investigative efforts. Paper presented at the Open Forum Infectious Diseases.

Gioia, F. D., Renna, M., & Santamaria, P. 2017. Sprouts, microgreens and "baby leaf" vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits and vegetables (pp. 403-432): Springer.

Khamdi, F., Masgarbashi, M., Hasibi, P., Payman, Farzaneh, & Enayat Zamir. 2015. The effect of plant residues and different levels of nitrogen fertilizer on the quality and concentration of micronutrient elements in wheat grain. Agricultural Applied Research, 28(4), 158-166 (In Persian).

Kyriacou, M. C. El-Nakhel, C. Graziani, G. Pannico, A. Soteriou, G. A. Giordano, M. Ritieni, A. De Pascale S. and Rouphael, Y. 2019. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species, Food Chem., 277, 107-118.

Mditshwa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., & Opara, U. L. 2017. Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review. Scientia Horticulturae, 218, 95–104. 10.1016/j.scienta.2017.02.024

Mir, S. A. Shah, M. A. and Mir, M. M. 2017. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components, Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 57, 2730-2736.

Nikghadami, M., Fotovat, A., and Khorassani, R. 2020. Effect of Different Levels of Domestic Sewage Sludge on concentration of heavy of Zn, Cu, Cd and Pb in in Radish and basil and some of chemical Soil Properties. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 10(3), 115-134.(In Persian)

Riggio, G. M., Wang, Q., Kniel, K. E., & Gibson, K. E. 2019. Microgreens—A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. International journal of food microbiology, 290, 76-85.

Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., and Wang, Q. 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. Journal of agricultural and Food Chemistry, 60(31), 7644-7651.

Xiao, Z., Rausch, S. R., Luo, Y., Sun, J., Yu, L., Wang, Q., Chen, P.,Yu, L., and Stommel, J. R. 2019. Microgreens of Brassicaceae: Genetic diversity of phytochemical concentrations and antioxidant capacity. Lwt, 101, 731-737.

Yadav, L. P., Koley, T. K., Tripathi, A., & Singh, S. 2019. Antioxidant potentiality and mineral content of summer season leafy greens: Comparison at mature and microgreen stages using chemometric. Agricultural Research, 8, 165-175.

Turner, Ellen R, Yaguang Luo, and Robert L Buchanan. 2020. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review, Journal of Food Science, 85: 870-82.

Investigation of bioactive compounds, minerals and sensory evaluation of watercress, basil and radish microgreens

Elham Azarpazhooh[1*], Parvin Sharyaei[1], Ali Gazanchian[2]

1. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad. (Corresponding author)
2. Associate Professor, CEO of Green Seed Technology Development Company, Agricultural, Natural Resources, Food Industries Technology and Innovation village (ANFTIV), Khorasan Razavi Province.

Received: September 2023 Accepted: October 2023 - DOI: 10.22092/mpt.2023.363557.1134

Abstract

Azarpashooh, E., Sharyaei, P., Gazanchian, A., Investigation of bioactive compounds, minerals and sensory evaluation of watercress, basil and radish microgreens
Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 5, No. 1, 2021-22 10-11: 82-94(in Persian)

References:

Microgreens are small and edible vegetables, smaller than greens and bigger than sprouts. Microgreens, as a rich source of nutrients and antioxidants, have gained a special place in the healthy nutrition of humans in recent years. These plants grow as small, compact greens, reaching a small height in just a few days, but despite their small size, they contain the richest sources of nutrients. In this project, the content of macro and micro elements and compounds of antioxidants in basil, watercress and radish microgreens have been investigated. The concentrations of nitrogen, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium in watercress microgreens were 4.81, 0.98, 5.93, 0.52, 0.95 and 1.95%, respectively. The amount of chlorophyll in watercress microgreen was 1.12 mg/g, which was significantly higher than basil microgreen (0.02 mg/g) and radish (0.87 mg/g). The highest amount of antioxidant and phenolic compounds were respectively (75.35% and 73.45mg/100g) in shahi microgreen, which was significantly higher

Email address of the corresponding author: (e.azarpazhooh@areeo.ir)

than basil microgreen (69.66% and 69.02mg/100g) and radish (65.37 ٪ and 69.45 mg/ 100 g) were more. The highest amount of vitamin C was found in watercress microgreens (65.67 mg/100 g) compared to basil (59.56 mg/100 g) and radish (55.46 mg/100 g). Microgreen Shahi had the highest overall acceptance score.

Key words: Microgreens, Micro and macro mineral elements, Chemical properties, Sensory evaluation.