Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۵، شماره ۳، صفحه ۴۸۳-۴۷۱ (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.123636.2411
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1398.35.471.95.3.1575.1607

ارزیابی تنوع فیتوشیمیایی در جمعیت‌های سالیکورنیا (*Salicornia iranica* Akhani) رشدکرده در اطراف دریاچه ارومیه

محمد آقایی[۱]، عباس حسنی[۲*]، حسین ناظمیه[۳] و بابک عبداللهی مندولکانی[۴]

۱- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، پست الکترونیک: horthasani@yahoo.com

۳- استاد، مرکز تحقیقات ریزفناوری دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۴- دانشیار، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

چکیده

ترکیب‌های پلی‌فنل موجود در گیاهان به‌دلیل اثرهای آنتی‌اکسیدانی و احتمالاً ضدسرطانی، از دیرباز مورد توجه پژوهشگران بوده‌اند. در این پژوهش، به‌منظور بررسی تنوع فیتوشیمیایی ۳۲ جمعیت وحشی سالیکورنیای (*Salicornia iranica* Akhani) رویش یافته در اطراف دریاچه ارومیه، میزان کلروفیل، کاروتنوئیدها، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سال ۱۳۹۵ در گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه تنوع بالایی را از نظر ویژگی‌های فیتوشیمیایی مورد اندازه‌گیری داشتند. بیشترین میزان کلروفیل کل با مقدار ۱۲/۰۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر مربوط به جمعیت کارخانه ماسه و کمترین مقدار با ۰/۸۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر مربوط به توده قوشچی I بود. بیشترین (۱۰/۴۱ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر) و کمترین (۳/۷ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر) میزان فنل کل به‌ترتیب در جمعیت قوشچی II و جمعیت کارخانه ماسه مشاهده گردید. همچنین جمعیت‌های داشخانه (با ۲/۱۲ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر) و رودخانه آجی‌چای (با ۰/۱۸ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر) به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید کل را داشتند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره جمعیت‌های مختلف در محدوده ۳/۱۶ (مربوط به جمعیت رودخانه آجی‌چای) تا ۷۰/۸۹٪ (مربوط به جمعیت میقیطالو) متغیر بود. براساس تجزیه خوشه‌ای، جمعیت‌های مورد بررسی در سه گروه قرار گرفتند و جمعیت‌های رودخانه آجی‌چای و میقیطالو بیشترین فاصله ژنتیکی را از یکدیگر داشتند. یافته‌های کلی این تحقیق نشان داد که جمعیت‌های سالیکورنیا رویش یافته در اطراف دریاچه ارومیه از تنوع قابل‌ملاحظه‌ای به‌ویژه از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخوردارند که این می‌تواند در مدیریت ژرم‌پلاسم و اصلاح این گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع فیتوشیمیایی، سالیکورنیا (*Salicornia iranica* Akhani)، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی در کشاورزی و از بزرگترین عوامل محدودکننده رشد گیاه و تولید محصول در جهان می‌باشد، که به یکی از جدی‌ترین مشکلات جهانی برای فراهم کردن آب و زمین کافی برای رفع نیازهای غذایی جهان تبدیل شده است (El Shaer, 2010). در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی را خاک‌های شور و سدیمی تشکیل می‌دهند که نزدیک به ۱۵٪ از کل کشور است. رشد بالای جمعیت کشور، شور شدن زمین‌های کشاورزی و کاهش منابع آب شیرین باعث شده است تا کشاورزی ایران با محدودیت‌های جدی روبرو باشد (Mohammadi, 2007). در این میان یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی که در سال‌های اخیر در ایران در حال رخ دادن است کاهش آب و خشک شدن دریاچه ارومیه می‌باشد. دریاچه ارومیه بزرگترین و شورترین دریاچه دائمی ایران است که بر اثر تغییرات جوی ایجاد شده طی دو دهه اخیر و به‌تبع آن خشکسالی‌های طولانی‌مدت و کاهش بیش از حد تراز سطح آب دریاچه مشکلات زیست محیطی فراوانی را بوجود آورده است و باعث شور شدن زمین‌های کشاورزی و مرغوب منطقه شده است (Aghaian-zadeh *et al*., 2013). ازاین‌رو پیدا کردن راهکاری که بتوان این زمین‌ها را احیاء کرده و دوباره مورد استفاده قرار داد ضروری می‌باشد. یکی از راهبردهایی که امروزه برای بهره‌برداری بیشتر از زمین‌های کم‌بهره و تحت تنش مطرح است تغییر الگوی کاشت و استفاده از گیاهان کم‌توقع و مقاوم در برابر انواع تنش‌ها مانند شوری می‌باشد. در این راستا مطالعه و شناسایی ارقام مقاوم به شوری که از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر بوده و بتواند جایگزین دیگر محصولات کشاورزی شود، حائز اهمیت می‌باشد (Glenn *et al.*, 1998).

یکی از گیاهان شورپسند برای نیل به اهداف یادشده، گیاه سالیکورنیا می‌باشد که هم به‌عنوان غذا و دارو و هم به‌عنوان علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nasiri, 2013). سالیکورنیا (*Salicornia*) یکی از جنس‌های معروف متعلق به خانواده چغندرسانان (Chenopodiaceae) است که به‌صورت گیاهی علفی، یک‌ساله، با ساقه‌های آبدار و گوشتی به‌طور طبیعی در سواحل دریا و حاشیه ماندآب‌های شور رشد و تکامل یافته است (Isca *et al.*, 2014). گونه *Salicornia iranica* Akhani جزء گونه‌های بومی (اندمیک) سالیکورنیا در ایران بوده و در ایران مرکزی رشد می‌کند و یک جنس دیپلوئید از سالیکورنیا است (Akhani, 2008). رویشگاه‌های این گیاه در ایران شامل استان‌های فارس، سمنان، گرگان، بوشهر، هرمزگان، یزد، خراسان، خوزستان، مرکزی، آذربایجان‌غربی و شرقی، اصفهان، قم و تهران می‌باشد (Akhani, 2008). سالیکورنیا به‌عنوان یک محصول زراعی امیدوارکننده مقاوم به شوری، می‌تواند به‌طور بالقوه در محصولات غذایی انسان و دام آورده شود (Lu *et al.*, 2010). گونه‌های سالیکورنیا اهمیت بالایی به‌دلیل استفاده‌های آن در درمان انسانی دارند و علاوه‌بر صنایع دارویی، به‌عنوان یک افزودنی در تولید شیشه و صابون کاربرد دارند (Liebezeit, 2008). ترکیب‌های شیمیایی موجود در این گیاه شامل آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترکیب‌های پلی‌فنلی، ساپونین‌های تری‌ترپنوئیدی و استروئیدها می‌باشد (Isca *et al.*, 2014). از ترکیب‌های فلاونوئیدی جدا شده از گیاه می‌توان به کوئرستین، ایزوکوئرستین، روتین و ایزو رامنیتین اشاره نمود (Geslin & Verbist, 1985). بررسی‌ها نشان داده است که مشتقات کوئرستین جزو مهمترین فلاونوئیدهای گیاه می‌باشد که گیاه را در برابر تابش‌های فرابنفش محافظت می‌کند (Liebezeit, 2008). گونه‌های سالیکورنیا در طب سنتی به‌عنوان داروی دیابت، گواتر، خارش و جرب استفاده می‌شود (Isca *et al.*, 2014).

آنتی‌اکسیدان‌ها از لحاظ بیولوژیک ترکیب‌های فعالی محسوب می‌شوند که بدن را در برابر آسیب‌های ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن، نیتروژن و کلر که منجر به بروز بیماری‌ها می‌شوند، محافظت می‌نمایند (Harisaranraj *et al.*, 2008). ترکیب‌های پلی‌فنلی و به‌ویژه فلاونوئیدها به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قادر هستند رادیکال‌های آزاد موجود در محیط را خنثی کرده و از اثرهای مخرب آنها جلوگیری بعمل آورند (Sun, 2000). فعالیت آنتی‌اکسیدانی

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب‌های فنلی اساساً به‌دلیل ویژگی اکسیداسیون- احیاء آنها بوده که می‌توانند نقش مهمی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و از بین بردن پراکسیدها یا سایر گونه‌های اکسیژن فعال بازی کنند (Osawa, 1994).

بررسی‌ها مشخص کرده است که تغییرات شرایط اقلیمی مواد مؤثره گیاهان را از نظر کمّی و کیفی به شدت دستخوش تغییر می‌کند (Tetenyi, 2002). مطالعات مختلف نشان داده است که میزان ترکیب های شیمیایی در گونه های مختلف سالیکورنیا متفاوت بوده که این تفاوت از دو عامل ژنتیک و شرایطی محیطی منشأ می گیرد. پژوهش‌های Kang و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که گیاهان سالیکورنیای رشد یافته در محیط طبیعی، دارای تنوع زیادی در ترکیب های شیمیایی می‌باشند که این ناشی از تنوع در نمک آب است و کاهش آب و بالا رفتن نمک در نواحی ساحلی سبب محدودیت طبیعی برای گیاه می شود. این پژوهش به‌منظور ارزیابی میزان کلروفیل، کاروتنوئید، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در جمعیت‌های مختلف سالیکورنیای رویش یافته در اطراف دریاچه ارومیه که به‌عنوان منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند، انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از ۳۲ جمعیت وحشی سالیکورنیای رویش یافته در مناطق مختلف اطراف دریاچه ارومیه (جدول ۱ و شکل ۱) در سال ۱۳۹۵، در مرحله تمام گل نمونه‌برداری شد. بدین‌منظور، برای هر تکرار از سرشاخه‌های پنج بوته مجزا، یک نمونه مرکب تهیه شده و نمونه ها برای اندازه گیری ویژگی های فیتوشیمیایی مورد نظر به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل گردیدند. ترکیب‌های مورد اندازه‌گیری شامل کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئیدها، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بودند.

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئیدها ابتدا یک گرم از گیاه تازه را در هاون چینی با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ عصاره‌گیری کرده، سپس عصاره حاصل را سانتریفیوژ نموده، محلول رویی را برداشته و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico UV/Vis 2100, USA) میزان جذب آن در طول موج‌های ۶۶۲، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت مقادیر کلروفیل و کاروتنوئیدها از روابط زیر محاسبه گردید (Lichtenthaler & Wellburn, 1983).

$$Ca=11.75\ A_{662} - 2.35\ A_{645}$$
$$Cb=18.61\ A_{645} - 3.96\ A_{662}$$
$$Cx+c = (1000\ A_{470} - 2.27\ Ca - 81.4\ Cb)/227$$

A: میزان جذب در هر طول موج، Ca: مقدار کلروفیل a، Cb: مقدار کلروفیل b، Cx+c: مقدار کاروتنوئید

برای سنجش فنل کل از معرف فولین سیوکالتیو استفاده شد. برای این منظور از سرشاخه‌های هر بوته یک نمونه مرکب به وزن یک گرم توزین و در داخل هاون ریخته شد. سپس نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ عصاره‌گیری شد. عصاره صاف شده به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ (۱۰۰۰ دور در دقیقه) و از محلول رویی برای اندازه‌گیری استفاده گردید. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک استفاده گردید و میزان فنل کل عصاره براساس میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر گزارش شد (Seevers & Daly, 1970).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

کد	جمعیت	محل جمع‌آوری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
P1	قوشچی I	آذربایجان‌غربی	38° 0'2.55"N	45° 5'7.24"E
P2	قوشچی II	آذربایجان‌غربی	38° 0'2.55"N	45° 5'7.24"E
P3	بندر رحمانلو	آذربایجان‌شرقی	37°30'27.75"N	45°47'35.42"E
P4	بعد از علوم پزشکی قبل از سد حسنلو	آذربایجان‌غربی	37° 8'31.49"N	45°26'28.23"E
P5	داشخانه	آذربایجان‌غربی	37° 2'9.74"N	45°41'7.89"E
P6	بندر شرفخانه	آذربایجان‌شرقی	38°10'30.96"N	45°28'21.76"E
P7	نیروگاه بناب	آذربایجان‌شرقی	37°24'52.32"N	46° 0'31.73"E
P8	جزیره اسلامی	آذربایجان‌شرقی	37°54'15.67"N	45°25'11.52"E
P9	چی چست	آذربایجان‌غربی	37°35'15.63"N	45°15'32.59"E
P10	تالاب روبروی سد حسنلو I	آذربایجان‌غربی	37° 6'2.48"N	45°28'49.08"E
P11	تالاب روبروی سد حسنلو II	آذربایجان‌غربی	37° 6'2.48"N	45°28'49.08"E
P12	تالاب سولدوز	آذربایجان‌غربی	37° 2'39.24"N	45°35'10.94"E
P13	پلیس‌راه ارومیه	آذربایجان‌غربی	37°21'8.63"N	45°17'17.52"E
P14	قبل از پلیس‌راه ارومیه	آذربایجان‌غربی	37°22'34.67"N	45°16'13.60"E
P15	سرای	آذربایجان‌شرقی	37°51'55.05"N	45°34'44.08"E
P16	شکارگاه	آذربایجان‌شرقی	37°56'27.59"N	45°42'7.39"E
P17	گوگان خاصلو I	آذربایجان‌شرقی	37°49'1.22"N	45°50'23.82"E
P18	گوگان خاصلو II	آذربایجان‌شرقی	37°49'1.22"N	45°50'23.82"E
P19	سرای بین جاده	آذربایجان‌شرقی	37°52'34.46"N	45°39'2.32"E
P20	کارخانه ماسه	آذربایجان‌غربی	37°11'34.29"N	45°21'50.18"E
P21	عیسی کان I	آذربایجان‌غربی	37°31'35.60"N	45°15'59.99"E
P22	عیسی کان II	آذربایجان‌غربی	37°31'35.60"N	45°15'59.99"E
P23	شیرین بلاغ I	آذربایجان‌غربی	37° 7'48.66"N	45°26'51.08"E
P24	شیرین بلاغ II	آذربایجان‌غربی	37° 7'48.66"N	45°26'51.08"E
P25	رودخانه آجی‌چای	آذربایجان‌شرقی	37°52'2.41"N	45°44'55.30"E
P26	پلیس‌راه نرسیده به پل روگذر	آذربایجان‌غربی	37°43'9.29"N	45°13'57.39"E
P27	رودخانه حسن‌آباد	آذربایجان‌شرقی	37°56'17.47"N	45°45'16.60"E
P28	ایستگاه رادیو	آذربایجان‌شرقی	37°52'29.76"N	45°49'23.52"E
P29	گرده قیط I	آذربایجان‌غربی	37° 2'13.09"N	45°37'34.52"E
P30	گرده قیط II	آذربایجان‌غربی	37° 1'53.30"N	45°39'10.45"E
P31	دیزج دول	آذربایجان‌غربی	37°15'3.44"N	45°19'32.19"E
P32	میقیطالو	آذربایجان‌غربی	38° 1'9.86"N	45° 9'4.67"E

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

برای استخراج و اندازه‌گیری فلاونوئید کل، یک گرم از سرشاخه‌های گیاه را در هاون چینی ریخته و با استفاده از بر مبنای ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ عصاره‌گیری گردید. سپس یک میلی‌لیتر از عصاره استخراج شده را برداشته و به یک میلی‌لیتر محلول ۲٪ آلومینیوم تری‌کلراید ($AlCl_3$) اضافه شده و حجم آن با اتانول به ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شد. نمونه‌ها به مدت ۴۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و بعد از ۴۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۸۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. از محلول کوئرستین برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد و میزان فلاونوئید کل عصاره براساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر گیاه گزارش شد (Khazaal *et al.*, 1993).

به‌منظور ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌های مورد مطالعه از روش DPPH استفاده شد. اساس این روش احیاء رادیکال آزاد DPPH به‌وسیله آنتی‌اکسیدان‌ها در غیاب سایر رادیکال‌های آزاد در محیط می‌باشد و نتیجه این عمل باعث ایجاد رنگی در محیط می‌شود که شدت آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قابل اندازه‌گیری است. برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، از سرشاخه‌های هر بوته یک نمونه مرکب به وزن یک گرم توزین و در داخل هاون ریخته شد. سپس با مقدار ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ عصاره‌گیری و به‌مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ (۱۰۰۰ دور در دقیقه) شده و از محلول رویی برای اندازه‌گیری استفاده گردید. آنگاه ۳۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده را برداشته و به آن دو میلی‌لیتر از محلول DPPH اضافه شد و در نهایت جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی از رابطه زیر محاسبه شد (Lakshmi *et al.*, 2015).

$$\text{درصد مهار} = (A_{control} - A_{sample}) / A_{control} \times 100$$

$A_{control}$: جذب محلول بلانک در ۵۱۷ نانومتر

A_{sampel}: جذب نمونه در ۵۱۷ نانومتر

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های مربوط به اندازه‌گیری ویژگی‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 انجام گردید. محاسبه همبستگی بین صفات، تجزیه خوشه‌ای داده‌ها (براساس روش Ward و معیار حداقل واریانس) و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که جمعیت‌ها از نظر صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.01$) می‌باشند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	فنل کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
جمعیت	۳۱	۱۴/۴۶**	۷/۶۲**	۰/۹**	۱/۹۳**	۹/۰۳**	۰/۷۳**	۱۳۳۴/۱۲**
اشتباه	۶۴	۰/۰۱	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۴۵۲	۰/۰۷۸	۶/۶۳۴
CV(%)		۲/۵۴	۱۱/۰۷	۳/۴۸	۲/۴۵	۱۰/۴۶	۲۶/۷۴	۵/۸۳

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

دامنه تغییرات و میانگین صفات در میان توده‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند محدوده وسیع‌تری از کمّیت صفت را دارا بوده و دامنه انتخاب وسیع‌تری برای آن صفت فراهم می‌کنند. در بین صفات مطالعه شده، کلروفیل a و کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دارای بیشترین تنوع بودند (جدول ۳).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل (با مقدار ۱۲/۰۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در جمعیت کارخانه ماسه و کمترین مقادیر کلروفیل a، b و کل (با مقدار ۰/۸۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در جمعیت قوشچی I مشاهده شد. بیشترین (۵/۴۱ میلی گرم در گرم وزن تر) و کمترین (۰/۷۹۷ میلی گرم در گرم وزن تر) مقدار کاروتنوئید به ترتیب در جمعیت‌های کارخانه ماسه و قوشچی I بدست آمد. میزان فنل کل در جمعیت‌های مختلف سالیکورنیا از ۳/۷ (در جمعیت کارخانه ماسه) تا ۱۰/۴۱ (در جمعیت قوشچی II) میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تر متغیر بود.

جدول ۳- میانگین و ضریب تغییرات صفات در جمعیت‌های سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	ضریب تغییرات (٪)
کلروفیل a	۰/۲۹۱	۸/۵۰۷	۲/۶۸۸	۶۱/۳۸
کلروفیل b	۰/۵۴۳	۳/۵۴۷	۱/۴۰۲	۳۹/۶۶
کلروفیل کل	۰/۸۳۵	۱/۲۰۵	۴/۰۸۹	۵۴/۲۲
کاروتنوئیدها	۰/۷۹۷	۵/۴۱۴	۱/۷۵۹	۴۶/۰۵
فنل کل	۳/۷	۱۰/۴۱۴	۶/۴۱۹	۲۷/۰۹
فلاونوئید کل	۰/۱۸	۲/۱۲	۱/۰۴۹	۴۷/۴۷
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۳/۱۶	۷۰/۸۹	۲۲/۱۱۲	۹۵/۶۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین مقادیر ترکیبات شیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در جمعیت‌های سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

جمعیت	کلروفیل a (mg/g fw)	کلروفیل b (mg/g fw)	کلروفیل کل (mg/g fw)	کاروتنوئیدها (mg/g fw)	فنل کل (mg GAE/g fw)	فلاونوئید کل (mg QE/g fw)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪)
P1	۰/۲۹q	۰/۵۴s	۰/۸۳s	۰/۸۰t	۵/۴۱i-m	۱/۵۵bc	۳۶/۰۴g
P2	۲/۶۳e-j	۱/۶۱f	۴/۲۴g	۱/۶۷ij	۱۰/۴۱a	۱/۳۰c-g	۲۸/۳۱h
P3	۱/۸۰l-o	۱/۱۲mn	۲/۹۰n	۱/۴۳m	۴/۷۰k-o	۰/۲۳k	۲۹/۳۰h
P4	۱/۴۹o	۰/۹۹op	۲/۴۹p	۱/۱۰r	۵/۵۹h-m	۱/۹۰ab	۲۳/۳۶i
P5	۲/۹۲d-g	۱/۴۴h	۴/۳۶fg	۱/۹۴g	۸/۹۰b	۲/۱۲a	۲۱/۹۸i
P6	۱/۵۰o	۰/۹۲pq	۲/۴۲p	۱/۲۶op	۵/۳۶i-m	۰/۳۴jk	۱۶/۶۳j
P7	۲/۷۳e-i	۱/۲۲kl	۳/۹۵h	۱/۶۸ij	۵/۱۶i-n	۱/۰۲c-i	۶/۹۳qr
P8	۱/۳۵o	۱/۰۴no	۲/۳۹p	۱/۲۵opq	۷/۳۰c-f	۱/۴۲b-e	۸/۵۱opq
P9	۲/۴۰g-k	۱/۳۳j	۳/۷۳ij	۱/۳۶mn	۴/۴۷mno	۱/۳۶c-f	۴/۹۵rst
P10	۲/۲۷h-m	۱/۳۰jk	۳/۵۷jk	۱/۷۹h	۵/۹۶g-k	۰/۶۵h-k	۴/۹۵rst
P11	۲/۴۱g-k	۱/۲۶jk	۳/۶۶ijk	۱/۵۶kl	۶/۱۳f-j	۱/۱۲c-h	۱۲/۸۷kl
P12	۳/۰۸de	۱/۷۲e	۶/۱۴e	۲/۱۹e	۷/۷۳cd	۱/۰۰c-i	۱۶/۰۳j
P13	۵/۹۷b	۲/۲۶c	۸/۲۳b	۲/۴۶c	۷/۴۷cde	۱/۴۳b-e	۹/۹۰no
P14	۴/۶۲d	۱/۸۶d	۶/۴۹d	۱/۹۴g	۴/۵۹mno	۰/۹۳e-i	۶/۱۳qrs
P15	۲/۹۱d-g	۱/۵۱gh	۴/۴۳fg	۲/۱۱f	۷/۶۱cde	۰/۹۷d-i	۱۴/۸۵jk
P16	۳/۰۱de	۱/۴۸gh	۴/۴۹f	۲/۱۷ef	۶/۳۹e-i	۱/۱۵c-h	۹/۷۰nop
P17	۵/۵۵b	۲/۴۱b	۷/۹۵c	۲/۹۰b	۷/۴۷cde	۱/۴۴b-e	۱۱/۰۲lmn
P18	۲/۹۸def	۱/۳۵ij	۴/۳۳fg	۱/۶۹ij	۵/۷۷h-m	۰/۹۸d-i	۷/۵۲pq
P19	۲/۳۰h-l	۱/۰۱o	۳/۳۱l	۱/۲۸op	۵/۹۳g-l	۰/۹۵d-i	۱۰/۲۹mno
P20	۸/۵۱a	۳/۵۵a	۱۲/۰۵a	۵/۴۱a	۳/۷۰o	۰/۲۰k	۶/۹۳qr
P21	۲/۲۰i-n	۱/۱۱mn	۳/۳۱l	۱/۱۸q	۶/۸۴d-h	۱/۹۰ab	۱۲/۲۷lm
P22	۱/۶۶no	۱/۴۳hi	۳/۱۰m	۱/۶۳jk	۶/۸۱d-h	۰/۹۵d-i	۱۱/۲۸lmn
P23	۱/۴۹o	۱/۰۷mno	۲/۵۵op	۱/۹۲g	۴/۰۴no	۰/۸۲f-j	۴/۱۵st
P24	۱/۸۸k-o	۱/۱۵lm	۳/۰۳mn	۱/۳۲no	۷/۵۶cde	۱/۲۸c-g	۱۲/۴۷lm
P25	۲/۲۲i-m	۱/۳۲j	۳/۵۴k	۱/۷۴hi	۴/۵۰mno	۰/۱۸k	۳/۱۶t
P26	۱/۷۳mno	۱/۲۷jk	۲/۷۰o	۱/۲۱pq	۴/۶۴l-o	۱/۵۰bcd	۶/۳۳qrs
P27	۰/۴۴pq	۰/۷۸r	۱/۲۲r	۰/۹۱s	۷/۱۰c-f	۰/۷۹g-j	۶۲/۵۷d
P28	۲/۸۲d-h	۱/۵۴fg	۴/۳۶fg	۱/۷۳hi	۱۰/۳۰a	۱/۳۶c-f	۵۱/۲۸f
P29	۰/۸۴p	۰/۸۶qr	۱/۷۰q	۱/۲۴pq	۹/۰۱b	۱/۲۲c-g	۵۴/۰۵e
P30	۲/۱۰j-n	۱/۲۲kl	۳/۱l	۱/۵۳l	۸/۱۶bc	۰/۶۴h-k	۶۵/۵۴c
P31	۲/۴۴f-j	۱/۳۱jk	۳/۷۶i	۱/۵۹kl	۵/۴۱i-m	۰/۵۳ijk	۶۷/۷۲b
P32	۴/۱۳c	۱/۸۹d	۶/۰۱e	۲/۲۹d	۴/۹۳j-o	۰/۳۷jk	۷۰/۸۹a

حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین آنهاست (آزمون دانکن).

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی نیز در جمعیت‌های مختلف متغیر بوده و از ۰/۱۸ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر در جمعیت رودخانه آجی‌چای تا ۲/۱۲ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر در جمعیت داشخانه متفاوت بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره جمعیت‌های مختلف در محدوده ۳/۱۶٪ تا ۷۰/۸۹٪ متغیر بوده و به‌ترتیب مربوط به جمعیت‌های رودخانه آجی‌چای و میقیطالو بود (جدول ۴).

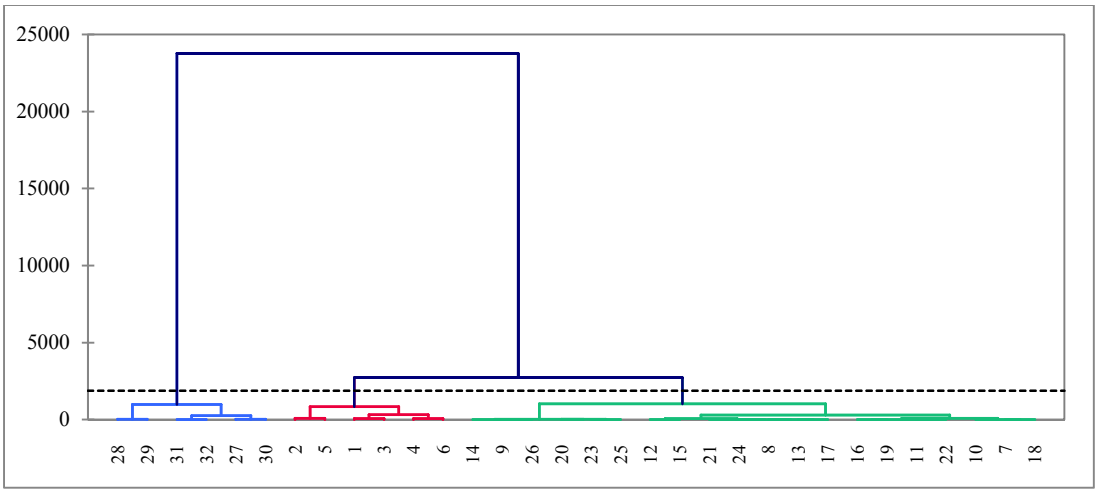
محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۵) نشان داد که بین برخی از صفات همبستگی معنی‌داری ($P\leq0.05$) وجود داشت. به‌طوری که بیشترین همبستگی بین میزان کلروفیل کل و کلروفیل a و کمترین همبستگی بین فنل کل و کلروفیل b مشاهده شد. فنل کل و فلاونوئید کل به‌ترتیب بیشترین و کمترین ضرایب همبستگی را با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی داشتند. همچنین بیشترین همبستگی با فلاونوئید کل مربوط به فنل کل بود.

براساس تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، جمعیت‌های سالیکورنیای مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۲). در گروه اول ۶۲/۵٪ (جمعیت‌های P14، P9، P26، P20، P23، P25، P12، P15، P21، P24، P8، P13، P17، P16، P19، P11، P22، P10، P7 و P18)، در گروه دوم ۱۸/۷۵٪ (جمعیت‌های P2، P5، P1، P3، P4 وP6) و در گروه سوم نیز ۱۸/۷۵٪ (جمعیت‌های P28، P29، P31، P32، P27 وP30) جمعیت‌ها قرار گرفتند. گروه سوم شامل جمعیت‌هایی بود که بالاترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را به خود اختصاص داده بود.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات در جمعیت‌های سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه

	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	فنل کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
کلروفیل a	۱						
کلروفیل b	۰/۹۷۶*	۱					
کلروفیل کل	۰/۹۹۸*	۰/۹۸۱*	۱				
کاروتنوئیدها	۰/۹۰۵*	۰/۹۳۴*	۰/۹۲۰*	۱			
فنل کل	-۰/۱	-۰/۰۷۱	-۰/۰۹۳	-۰/۱۶۳	۱		
فلاونوئید کل	-۰/۱۶۸	-۰/۱۹۷	-۰/۱۷۷	-۰/۳۱۰	۰/۴۴۹*	۱	
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	-۰/۲۳۱	-۰/۱۹۵	-۰/۲۲۴	-۰/۲۰۳	۰/۳۲۲	۰/۱۶۹	۱

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪

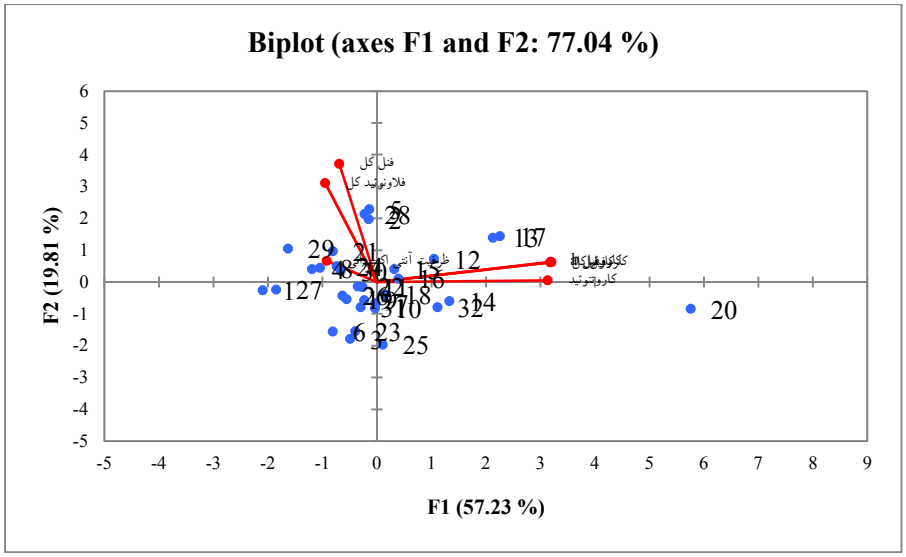


شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های سالیکورنیای اطراف دریاچه ارومیه به روش **Ward** براساس صفات اندازه‌گیری شده

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش تجزیه‌وتحلیل چند متغیره، به‌منظور دسته‌بندی نمونه‌ها با توجه به خصوصیات بیوشیمیایی (میزان کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئیدها، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) انجام شد (شکل ۳). با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۶ متغیر اولیه در قالب دو متغیر جدید (دو مؤلفه اصلی) تعیین شدند که این دو مؤلفه در مجموع ۷۷/۴٪ (۵۷/۲۳٪ برای مؤلفه اول و ۱۹/۸۱٪ برای مؤلفه دوم) از تغییرات کل را توجیه نمودند. اولین مؤلفه همبستگی بالایی با محتوای کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کاروتنوئید داشت. مؤلفه دوم نیز همبستگی بالایی با محتوای فنول کل و فلاونوئید کل داشت.



شکل ۳- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مختلف سالیکورنیا

بحث

در این پژوهش میزان فنل کل بین ۳/۷ تا ۱۰/۴۱ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم وزن تر متغیر بود. برخی پژوهش‌ها پیشنهاد کرده‌اند که ترکیب‌های پلی‌فنولیک اندام‌های گیاه تحت تأثیر ژنوتیپ و عادت رشدی می‌باشد (Orhan *et al.*, 2007)، اگرچه ارتفاع، نور، دما و میزان مواد غذایی قابل دسترس در خاک نیز می‌تواند متابولیسم فنیل پروپانوئیدها را تحت تأثیر قرار دهد (Dixon & Paiva, 1995). مرحله بلوغ گیاه در زمان برداشت نیز یکی از فاکتورهای مهم تأثیرگذار روی میزان ترکیب‌های فنولیک می‌باشد. Bystrická و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که میزان و نوع ترکیب‌های فنلی در گیاهان دارویی به گونه، نوع اندام و مرحله رشد گیاه بستگی دارد. نتایج مطالعات Kang و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه سالیکورنیا ناشی از وجود ترکیب‌های پلی فنولی و فلاونوئیدی موجود در گیاه می‌باشد و تنوع شوری آب سبب تنوع زیادی در ترکیب‌های شیمیایی گیاه می‌شود. همچنین محققان نشان دادند که ترکیب تانگ تانگ مدیک اسید (Tungtungmadic acid) یکی از ترکیب‌های پلی فنولی مهم با خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی در گیاه سالیکورنیا می‌باشد (Chung *et al.*, 2005). مطالعاتی که توسط Daffodil و همکاران (۲۰۱۳) بر روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های (فراکسیون‌های) مختلف عصاره حاصل از سالیکورنیا (*Salicornia brachiata*) انجام شد نشان داد که عصاره متانولی دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به حلال‌های غیرقطبی‌تر می‌باشد و این به‌دلیل استخراج بهتر ترکیب‌های فنلی گیاه توسط متانول می‌باشد. با توجه به نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

بدست‌آمده و با بررسی میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بین توده‌های مختلف، مشاهده می‌شود که در برخی از توده‌ها، با وجود داشتن ترکیب‌های فنلی کل بیشتر نسبت به توده‌های دیگر، میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشابه یا کمتری دارند، که این می‌تواند ناشی از وجود آنتی‌اکسیدان‌های غیرفنلی یا ترکیب‌های مختلف فنلی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی یکسان باشد. همچنین ممکن است ترکیب‌های فنلی آنها جزء ترکیب‌هایی باشند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی ندارند (Javanmardi *et al.*, 2003). از همبستگی صفات برای بررسی و ایجاد رابطه منطقی و معنی‌دار بین صفات استفاده می‌شود. شناسایی ارتباط بین صفات می‌تواند بررسی صفاتی را که اندازه‌گیری آنها دشوار می‌باشد، هموار سازد. همبستگی مثبت بین کلروفیل a و b و کلروفیل کل و کاروتنوئید نشان‌دهنده ارتباط نزدیک این ویژگی‌ها با هم می‌باشد. همچنین همبستگی مثبت بین فنل کل و فلاونوئید کل ناشی از منشأ مشترک این ترکیب‌ها بوده و همه آنها جزء خانواده فنل‌ها می‌باشند. بررسی‌های انجام شده برای شناسایی فلاونوئیدهای گیاه سالیکورنیا نشان داد که روتین، ایزو رامنتین، کوئرستین و مشتقات آن عمده‌ترین ترکیب‌های فلاونوئیدی گیاه می‌باشد و به‌دلیل بالا بودن کوئرستین در گیاه از آن برای درمان خارش و ترومبوز سیاهرگی استفاده می‌شود (Christine *et al.*, 2017؛ Kim *et al.*, 2008). نکته قابل توجه در بررسی ضریب همبستگی بین صفات می‌تواند مربوط به همبستگی مثبت بین فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باشد. با اینکه این همبستگی معنی‌دار نیست ولی نشان‌دهنده سهم بالاتر خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیب‌های فنلی نسبت به ترکیب‌های دیگر می‌باشد. از سوی دیگر با بررسی نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای داده‌ها مشاهده می‌شود که گروه‌بندی جمعیت‌ها با پراکنش جغرافیایی آنها مطابقت ندارد؛ بنابراین می‌توان احتمال داد که بین جمعیت‌ها از طریق جابجایی دانه گرده و بذرها، جریان ژنی و در نتیجه مهاجرت رخ داده است. از این‌رو اتکای صرف به گوناگونی مناطق جغرافیایی در انتخاب والدین برای پروژه‌های اصلاحی کافی نبوده بلکه این مهم باید با توجه به ظرفیت‌های ویژه هر جمعیت انجام شود. براساس مطالعات انجام شده بر روی تنوع فنوتیپی فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی توده‌های ریحان ایران مشخص شد که خوشه‌بندی این توده‌ها از پراکنش جغرافیایی آنها تبعیت نمی‌کند (Aghaei *et al.*, 2014؛ Javanmardi *et al.*, 2003). برخلاف آنچه که در این تحقیق مشاهده گردید بررسی تنوع ژنتیکی شش جمعیت سالیکورنیا (*Salicornia ramosissima*) رویش یافته در آلمان مرکزی نشان‌دهنده تطابق آنها با پراکنش جغرافیایی بود (Krüger *et al.*, 2002). بررسی تنوع ژنتیکی دو گونه از گیاه شورزی *Salsola* حکایت از تنوع بالای این گیاه داشت و بررسی شرایط محیطی محل رشد گیاه نشان داد که تنوع در میزان شوری، تغذیه، pH و رطوبت خاک باعث تغییر تیپ رویشی گیاه می‌شود (Shuyskaya *et al.*, 2017).

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت نتایج این پژوهش نشان داد که جمعیت‌های سالیکورنیای رشد کرده در اطراف دریاچه ارومیه، از تنوع قابل‌ملاحظه‌ای به‌ویژه از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخوردارند. با این حال عدم تطابق خوشه‌بندی جمعیت‌ها با پراکنش جغرافیایی آنها ممکن است ناشی از یکی بودن منشأ بذری مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف سالیکورنیا باشد. شناسایی و جداسازی ترکیب‌های دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا با هدف بررسی تنوع این ترکیب‌ها در جمعیت‌های مختلف سالیکورنیا و مطالعه ارتباط این صفات با تنوع مولکولی جزء برنامه‌های تحقیقاتی بعدی در این زمینه می‌باشد.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، به‌دلیل تأمین بخشی از بودجه لازم برای انجام این تحقیق (قرارداد شماره ۵۳/۶۰۸)، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Aghaei, M., Hassani, A. and Darvishzadeh, R., 2014. Study on phenotypic variation of total phenol and antioxidant capacity among Iranian basil (*Ocimum basilicum* L.) landraces. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(2): 283-291.
- Aghaian-zadeh, A., Pirkharaty, H. and Rezaie, N., 2013. Drying of Lake Urmia and the challenges

www.SID.ir

Archive of SID

- Kang, S., Kim, M.R., Chiang, M. and Hong, J., 2015. Evaluation and comparison of functional properties of fresh water-cultivated Glasswort (*Salicornia herbacea* L.) with naturally-grown Glasswort. Food Science Biotechnology, 24(6): 2245-2250.
- Khazaal, K., Markantonuts, X., Nastis, A. and Ørskov, E.R., 1993. Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effects on in vitro gas production and in sacco dry matter degradation. Journal of the Scaienc of Food and Agrichulture, 63(2): 237-244.
- Kim, H.S., Yoon, Y.S. and Cho, J.W., 2008. Quantitative analysis of flavonoids from *Salicornia herbacea* L. extracst by LC-MS. Korean Journal of Medicinal Crop Science, 16(4): 231-237.
- Krüger, A.M., Hellwig, F.H. and Oberprieler, C. 2002. Genetic diversity in natural and antropogenic inland populations of salt-tolerant plants: random amplifed polymorphic DNA analysis of *Aster tripolium* L. (Compositae) and *Salicornia ramosissima* Woods (Chenopodiaceae). Molecular Ecology, 11: 1647-1655.
- Lakshmi, T., Ramasamy, R. and Thirumalaikumaran, R., 2015. Preliminary phytochemical analysis and in vitro antioxidant, FTIR spectroscopy, anti-diabetic activity of *Acacia catechu* ethanolic seed extract. Pharmacognosy Journal, 7: 356-362.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R., 1983. Determination of total carotenoids and chlorophll a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
- Liebezeit, G., 2008. Ethnobotany and phytochemistry of plants dominant in salt marshes of the Lower Saxony Wadden Sea, southern North Sea. Senckenbergiana Marítima, 38: 1-30.
- Lu, D.H., Zhang, M., Wang, S.J., Cai, J.L., Zhou, X. and Zhu, C.P., 2010. Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii* Torr. during storage. LWT Food Science and Technology, 43: 519-524.
- Mohammadi, M., 2007. Agriculture Pedology. Noor Bakhsh Press, 244p.
- Nasiri, T., 2013. Effect of irrigation levels and nitrogen fertilizer on the growth and yield of *Salicornia europea*. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, 59p.
- Orhan, I., Ozcelik, B., Kartal, M., Ozdeveci, B. and Duman, H., 2007. HPLC quantification of vitexine-2-O-rhamnoside and hyperoside in three *Crataegus* species and their antimicrobial and antiviral activities. Chromatographia, 66: 153-157.
- Osawa, T., 1994. Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems: 241-251. facing it. 32nd national and the 1st International Geosciences Congress, Tehran, 16-19 February: 121-128.
- Akhani, H., 2008. Taxonomic revision of the genus *Salicornia* L. (Chenopodiaceae) in centeral and Southern Iran. Pakiestan Journal Botany, 40(4): 1635-1655.
- Bystrická, J., Vollmannová, A., Margitanová, E. and Čičová, I., 2010. Dynamics of polyphenolics formation in different plant parts and different growth phases of selected buckwheat cultivars. Acta Agriculturae Slovenica, 95: 225-229.
- Christine, M., Pennesi, B.S., John Neely, M.D., Ames, G., Marks, Jr.M.D. and Alison Basak, M.D., 2017. Use of Isoquercetin in the treatment of Prurigo Nodularis. Journal of Drugs in Dermatology, 16(11): 1156-1158.
- Chung, Y.C., Chun, H.K., Yang, J.Y., Kim, J.Y., Han, E.H., Kho, Y.H. and Jeong, H.G., 2005. Tungtungmadic acid, a novel antioxidant, from *Salicornia herbacea*. Archives of Pharmacal Research, 28(10): 1122-1126.
- Daffodil, E.D., Rajalakshmi, K. and Mohan, V.R., 2013. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids of *Salicornia brachiata* Roxb. leaf extracts (Chenopodiaceae). World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2: 352-366.
- Dixon, R.A. and Paiva, N.L., 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. The Plant Cell, 7(7): 1085-1097.
- El Shaer, H.M., 2010. Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region. Small Ruminant Research, 91: 3-12.
- Geslin, M. and Verbist, J.F., 1985. Flavonoides de *Salicornia europaea*. Journal of Natural Products, 48(1): 111-113.
- Glenn, E.P., Brown, J.J. and Oleary, J., 1998. Irrigating crops with sea water. Scientific Aamerican, 279: 76-81.
- Harisaranraj, R., Prasitha, R., Saravana Babu, S. and Suresh, K., 2008. Analysis of Inter-species relationships of *Ocimum* species using RAPD Markers. Ethnobotanical Leaflets, 12: 609-613.
- Isca, V.M.S., Seca, A.M.L., Pinto, D.C.G.A. and Silva, A.M.S., 2014. An overview of *Salicornia* genus: the phytochemical and pharmacological profile: 145-164. In: Gupta, V.K., (Ed.). Natural Products: Research Review, Vol 2. Daya Publishing House, New Delhi, 550p.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H.P. and Vivanio, J.M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. Food Chemistry, 83: 547-550.

www.SID.ir

Archive of SID

(Chenopodiaceae) among habitat types in desert plant communities. Biologia, 72(3): 267-276.
- Sun, F., Hayami, S., Haruna, S., Tanaka, K., Yamada, Y., Tokumaru, S. and Kojo, S., 2000. Evaluation of oxidative stress based on lipid hydroperoxide, vitamin C and vitamin E during apoptosis and necrosis caused by thioacetamide in rat liver. Biochimica et Biophysica Acta, 1500: 181-185.
- Tetenyi, P., 2002. Chemical variation (Chemodifferentiation) in medicinal and aromatic plant. Acta Horticulturae, 576: 15-21.
In: Uritani, I., Garcia, V.V. and Mendeoza, E.M., (Eds.). Postharvest Biochemistry of Plant Food-Materials in the Tropics. Japan Scientific Societies Press, 257p.
- Seevers, P.M. and Daly, J.M., 1970. Studies on wheat stem rust resistance control at sr6 locus. 1- The role of phenolic compounds. Phytopathology, 6: 1322-1328.
- Shuyskaya, E., Toderich, K., Gismatullina, L., Rajabov, T. and Khohlov, S., 2017. Genetic diversity of two annual *Salsola* species

www.SID.ir

Archive of SID

Phytochemical diversity study in wild populations of *Salicornia iranica* Akhani grown around Lake Urmia

M. Aghaei[1], A. Hassani[2*], H. Nazemiyeh[3] and B. Abdollahi Mandoulakani[4]

1- Ph.D. student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
E-mail: horthasani@yahoo.com
3- Research Center for Pharmaceutical Nanotechnology, Faculty of Pharmacy, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
4- Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: October 2018 Revised: February 2019 Accepted: February 2019

Abstract

Plant polyphenolic compounds have long been of interest to researchers due to their antioxidant and possibly anti-cancer effects. In this research, in order to study the phytochemical diversity of 32 wild populations of *Salicornia iranica* Akhani grown around Lake Urmia, some traits including the content of chlorophyll, carotenoids, total phenol, total flavonoids, and antioxidant capacity were measured in the Department of Horticultural Science, Urmia University in 2016. The results revealed a wide range of phytochemical diversity among populations studied. The highest amount of total chlorophyll (12.05 mg/g fw) was observed in "Karkhaneh Maseh" population, while the lowest value (0.84 mg/g fw) was found in "Ghoshchi I" population. The highest (10.41 mg gallic acid/g fw) and lowest (3.7 mg gallic acid/g fw) amount of total phenol were observed in "Ghoshchi II" and "Karkhaneh Maseh" populations, respectively. Also, "Dashkhaneh" and "Aji Chai river" populations had the highest (2.12 mg quercetin/g fw) and lowest (0.18 mg quercetin/g fw) total flavonoids, respectively. The extract antioxidant capacity of different populations varied in the range of 3.16% ("Aji Chai river" population) to 70.89% ("Myghitalou" population). Cluster analysis divided the populations studied into three groups. The highest genetic distance was found between populations "Aji Chai river" and "Myghitalou". Overall, the findings of this experiment showed that the studied *Salicornia iranica* populations had a high diversity, especially from the viewpoint of antioxidant capacity, which can be used in the germplasm management and plant breeding of the species.

Keywords: Cluster analysis, Phytochemical diversity, *Salicornia iranica* Akhani, Total phenol, Antioxidant capacity.

www.SID.ir