دوفصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ١٦، شمارهٔ ١، صفحهٔ ١٢٥-١١٧ (١٣٨٧)

مطالعه کاریوتیپی ۵ جمعیت رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) بومی ایران

ليلي صفايي[1]، حسين زينلي[2] و زهرا جابرالانصار[3]

۱- مربي پژوهشي، مرکز تحقيقات کشاورزي و منابع طبيعي استان اصفهان، E-mail:safaii2000@yahoo.com
۲- استاديار، مرکز تحقيقات کشاورزي و منابع طبيعي استان اصفهان.
۳- کارشناس‌ارشد، مرکز تحقيقات کشاورزي و منابع طبيعي استان اصفهان.
تاريخ دريافت: ۸۶/۵/۱۰ تاريخ پذيرش: ۸۶/۱۰/۴

چکیده

اين تحقيق طي سالهاي ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ در مرکز تحقيقات کشاورزي و منابع طبيعي استان اصفهان بر روي ۵ جمعيت رازيانه انجام شد. تعداد کروموزوم، طول بزرگترين کروموزوم، طول کوچکترين کروموزوم، نسبت طول بزرگترين به کوچکترين کروموزوم، ميانگين نسبت بازوي بلند به کوتاه، ميانگين نسبت بازوي کوتاه به بلند، ميانگين طول کروموزومها و تقارن کاريوتيپي در هر جمعيت مورد بررسي قرار گرفت. براساس نتايج بدست آمده، عدد پايه کروموزومي‌در تمام جمعيتهاي مورد مطالعه x=۱۱ و تعداد کروموزوم۲۲= ۲x= ۲n بود. کروموزومهاي ژنوم ۵ جمعيت از نوع متاسانتريک، ساب متاسانتريک و ساب تلوسانتريک بودند. شکل کلی کاريوتيپ‌ها حاکي از تقارن نسبي هر پنج توده است. بررسي طول نسبی کوتاهترين کروموزوم نشان داد که دو جمعيت لرستان و فزوه نجف‌آباد با مقادير به‌ترتيب برابر با ۷۵% و ۷۲/۷۲% متقارن‌تر از ساير جمعيت‌ها و جمعيت اصفهان (۳۳/۳۳%) نسبت به سايرين از تقارن کمتري برخوردار است.

واژه‌هاي کليدي: رازيانه، کاريوتيپ، سيتوژنتيک و ميتوز

مقدمه

رازيانه گياهي علفي، چندساله و متعلق به خانواده چتريان (Apiaceae) مي‌باشد که منشأ آن نواحي مديترانه و جنوب اروپا گزارش شده است (قاسمي‌دهکردي، ۱۳۸۱). اين گياه داراي ريشه غده‌اي، مستقيم به رنگ سفيد مات و ساقه‌اي استوانه‌اي به رنگ سبز روشن است که ارتفاع آن به ۱/۵ تا ۲/۵ متر مي‌رسد. برگها به رنگ سبز تيره، متناوب، ظريف و داراي بريدگيهاي کم و بيش عميق هستند. گلهاي کوچک و زرد رنگ آن در انتهاي ساقه‌هاي اصلي و فرعي و به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار مي‌گيرند. ميوه رازيانه دوکي شکل با دو انتهاي باريک و رنگ آن سبز يا قهوه‌اي روشن مي‌باشد (Rechinger,1982). اسانس اين گياه به طور وسيعي در صنايع داروسازي، غذايي، آرايشي و بهداشتي کاربرد دارد. داشتن اطلاعات کافي درمورد ويژگيهاي کاريوتيپي و سيتولوژيکي هر گياه از جمله نيازهاي اوليه آن مي‌باشد و امروزه در مطالعات گياه‌شناسي علاوه بر بررسيهاي مورفولوژيک به مطالعه خصوصيات سلولي نيز پرداخته مي‌شود. Maude و Pamela (۱۹۳۹) و Chitra (۱۹۵۵) تعداد کروموزومهاي پايه در گياه رازيانه را ۲۲ =۲n

گـزارش نمـوده‌انـد. تحقیقـات Zohary و Heywood (۱۹۹۷)، Shanmugavelu و همکاران (۲۰۰۲) و Deng و همکاران (۲۰۰۶) نیز نتایج آنها را تأیید نموده است. Data و Rita (۲۰۰۳) کاریوتیپ و رفتار کروموزومي چند گونـه از خانواده چتریان را مورد بررسي قرار دادنـد. نتـایج آنهـا حاکي از این بود که حضور کروموزوم‌هاي متاسنتریك در جـنس رازیانـه (*Foeniculum vulgare* Miller.) متـداول است. همچنین طـول کـل کروماتین هاپلوییـدي، نسـبت بازوهاي کوتاه در طول کل کروماتین و نسبت کوتـاهترین کرومـوزوم بـه بلنـدترین کرومـوزوم را بـراي ایـن گیـاه به‌ترتیب برابر بـا ۲/۷ ± ۲۹/۱۲ میکـرون،۳۹/۹۶ درصـد و ۶۵/۵۹ درصـد بـرآورد کردنـد. Sheidaii و همکـاران (۲۰۰۷) ۱۳ جمعیت رازیانه را بر اسـاس تقسـیمات میـوز دانه گرده مقایسه نمودند و ضمن اعلام تعـداد کرومـوزوم پایه ۲۲= ۲x =۲n، حالتهاي بي والانت و کوآدراوالانـت را در آنهـا مشـاهده کردنـد. مطالعـات Murata و Orton (۱۹۸۴) بـر روي کـرفس زراعـي (*Apium graveolens*) نشان داده اسـت کـه کروموزومهـاي ایـن جـنس از نـوع متاسـانتریک، سـاب متاسـانتریک، سـاب تلوسـانتریک و تلوسانتریک مي‌باشند و بر اسـاس موقعیـت سـانترومر بـه صورت ۹ کروموزوم ساب متاسـنتریك، یـك کرومـوزوم متاسـانتریك و یـك کرومـوزوم تلوسـنتریك طبقـه‌بنـدي مي‌گردند. نتایج شـمارش کرومـوزومي‌در ۸ تـوده کـرفس کـوهي (*Kelussia odoratissima*) نشـان داد کـه آنهـا دیپلویید، داراي ۲۲ کروموزوم و از سـه نـوع متاسـنتریک، سـاب متاسـنتریک و سـاب تلوسـنتریک هسـتند (جـابر الانصـار، ۱۳۸۳). Anuradha (۱۹۷۷) بـا بررسـي سیتوژنتیکي ۶ واریته کرفس زراعي، نتیجه‌گیري کـرد کـه همه واریته‌ها داراي ۲۲ کروموزوم بوده و ایـن واریتـه‌هـا فقط در تعداد کروموزوم‌هاي داراي فرورفتگـي ثانویـه بـا یکدیگر متفاوت بودند. تحقیق حاضر، با توجه بـه کمبـود اطلاعات در زمینـه وضـعیت کرومـوزومي رازیانـه ایـران انجام شد.

مطالعات کروموزومي

مطالعه خصوصـیات سـلولي از قبیـل تعـداد و شـکل کروموزومها و همچنین ویژگیهاي پروتئیني و آنزیمي یکي از روشـهاي بررسـي تنـوع اسـت. عـده‌اي از دانشـمندان معتقدند که کروموزومها تنها عوامـل مناسـبي هسـتند کـه مي‌توان بر اساس آنها روند تکاملي را دریافت. بـه کمـك اطلاعات کروموزمي امکان مقایسه گونـه‌هـا و جمعیتهـاي آنها امکان‌پذیر مي‌گردد. جمعیت‌هاي متعلق به یك گونـه، هر یك سازش ژنومي خاص خود را با محیطي کـه در آن مي‌رویند، نشان مـي‌دهنـد (میرزایـي‌ندوشـن و همکـاران، ۱۳۸۱). از طرفـي، اختلافهـاي موجـود میـان گونـه‌هـاي مختلف، انعکاسي مسـتقیم از محتـواي ژنتیکـي آنهاسـت. اختلاف در اندازه کروموزومهـا نشـان دهنـده اختلافهـاي موجود در انواع محصولات ژني یـا پروتئینـي آنهاسـت و اخـتلاف در تعـداد کروموزمهـا نشـان دهنـده اختلافهـاي موجود در آرایش ژن یا مضـاعف شـدن ژن و یـا هـر دو مي‌باشد. همچنین بسیاري از اختلافهـاي مورفولـوژیکي و فیزیولوژیکي بیانگر تفاوت در محصولات عمل ژن اسـت که با اثرهاي محیطي تغییر مي‌کند (معصومي و خسـروي، ۱۳۶۸). اصطلاح کاریوتیپ را بـه صـورت مجموعـه‌اي از خصوصیات که مشخص کننده یك دسته کروموزوم اصلي اسـت تعریـف مـي‌کننـد کـه در آن کروموزومهـاي پایـه هاپلوئیدي یك ارگانیسم بر اساس اندازه‌شان از بـزرگ بـه کوچك و از چـپ بـه راسـت مرتـب مـي‌گردنـد. وجـود

تفاوتها و شباهتهاي كاريوتيپ گروههاي مختلف را به روابط تكاملي آنها نسبت مي‌دهند (ميرزايي ندوشن و همكاران، ۱۳۸۱). از جمله خصوصيات مورفولوژيكي كروموزومها كه در بررسي كاريوتيپي در مرحله متافاز ميتوز مورد بررسي قرار مي‌گيرد، مي‌توان به تفاوت در اندازه مطلق كروموزومها، تفاوت در موقعيت سانترومر، تفاوت در عدد پايه كروموزومي، تفاوت در تعداد و موقعيت ماهواره‌ها و تفاوتهاي مربوط به مقدار و توزيع مناطق هتروكروماتيني اشاره نمود (معصومي و خسروي، ۱۳۶۸). تقارن و عدم تقارن كاريوتيپها نيز جهت مقايسه كاريوتيپ جمعيت‌ها و گونه‌ها بكار مي‌رود. كاريوتيپهاي متقارن كاريوتيپهايي هستند كه كروموزومهاي آنها هم اندازه و داراي سانترومرهاي مياني يا تقريباً مياني باشند و كاريوتيپهاي نامتقارن كاريوتيپهايي هستند كه كروموزومهاي آنها به صورت ساب متاسانتريك و يا بيشتر به صورت آكروسنتريك باشند. گاهي نيز كاريوتيپ‌هاي نامتقارن دو دسته كروموزوم با اندازه كاملاً متفاوت دارند كه به آنها كاريوتيپهاي دو شكلي مي‌گويند. از جمله روشهاي اندازه‌گيري تقارن كاريوتيپي، درصد شكل كلي (TF%) است كه به عنوان شاخص دسته‌بندي كاريوتيپ بكار مي‌رود:

TF %= (مجموع طول كلي كروموزومها / مجموع طول بازوهاي كوتاه) ×۱۰۰

هر چه ميزان TF% به عدد ۵۰ نزديك‌تر باشد، كروموزومهاي متاسانتريك نسبت به كروموزومهاي آكروسانتريك و تلوسنتريك بيشتر است.

كميت دوم، طول نسبي كوتاهترين كروموزوم (S%) مي‌باشد كه عبارت است از:

S% = (طول كوتاهترين كروموزوم / مجموع طول كل كروموزومها) ×۱۰۰

سومين كميت، نسبت طول بازوي كوتاه به بازوي بلند (S/L) مي‌باشد. با استفاده از اين نسبت، تغييرات و اختلافهاي ريختي كروموزومها را بر اساس تغيير محل سانترومر بررسي مي‌كنند.

Arm ratio = S/L =(طول بازوي بلند / طول بازوي كوتاه)

چهارمين كميت، نسبت طول بازوي بلند به بازوي كوتاه (r-value) است. هر چه اين نسبت در كاريوتيپ بيشتر باشد عدم تقارن كروموزومهاي كاريوتيپ بيشتر است (ميرزايي‌ندوشن و همكاران، ۱۳۸۱).

r-value =(طول بازوي كوتاه /طول بازوي بلند)

پنجمين كميت، اختلاف دامنه طول نسبي كروموزومها (DRL) است كه برابر با اختلاف بين حداقل و حداكثر طول نسبي كروموزومهاست.

جهت نامگذاري انواع كروموزومها از روش لوان (Levan *ex al*., 1964) استفاده مي‌شود. در اين روش، با استفاده از مؤلفه نسبت طول بازوي بلند به بازوي كوتاه (r-value) انواع مختلف كروموزومها مشخص و نام‌گذاري مي‌گردد.

مواد و روشها

بذر ۵ جمعيت بومي از مناطق اصفهان، شيراز، بوشهر، لرستان و فزوه نجف‌آباد جمع‌آوري شد. براي مطالعه كروموزومهاي متافازي سلولهاي مريستمي نوك ريشه، از روش رنگ‌آميزي استو ـ آهن هماتوكسلين (Agayev, 1996) استفاده گرديد. به اين منظور از هر جمعيت، ۶۰ عدد بذر سالم انتخاب شد و پس از ضدعفوني با محلول ويتاواكس دو در هزار به مدت ۱۵ دقيقه، روي كاغذ

صافي مرطوب و در ظروف پتري كاشته شدند و در دماي ۲۵°c و تاريكي مطلق نگهداري گرديدند. پس از جوانه‌زني، بذرهاي با طول ريشه‌چه ۱/۵ تا ۲ سانتيمتر جدا شده و به منظور پيش تيمار، در محلول آلفا برومونفتالين اشباع به مدت ۵ ساعت قرار گرفتند. پس از آن، ريشه‌ها شسته شده و با استفاده از كاغذ صافي خشك شدند. از محلول لويتسكي به عنوان تثبيت كننده و جلوگيري كننده از كوتاه شدن بيش از حد كروموزومها استفاده شد. مدت زمان لازم براي تثبيت ۳۶ ساعت در يخچال با دماي ۳ تا ۴ درجه سانتيگراد بود. سپس ريشه‌ها به مدت ۳ ساعت با آب شهر شستشو شدند. در مرحله نگهداري، ريشه‌ها به اتانول ۷۰ درصد منتقل گرديدند و در يخچال با دماي ۴ درجه سانتيگراد و به مدت ۲۴ ساعت نگهداري شدند و پس از آن به مدت نيم ساعت با آب مقطر شستشو شده و خشك گرديدند. ريشه‌ها جهت هيدروليز به محلول يك نرمال هيدروكسيد سديم در حمام بخار آب با دماي ۶۰°c و به مدت ۱۵ دقيقه انتقال داده شدند و پس از هيدروليز به مدت ۳۰ دقيقه با آب مقطر شستشو شده و سپس با رنگ استو آهن هماتوكسيلين در دماي ۳۰ـ ۲۵ درجه سانتيگراد و مدت ۱۲ ساعت رنگ‌آميزي گرديدند. در پايان، از هر نمونه چند لام تهيه شد و با ميكروسكوپ نوري مجهز به دوربين سوني مدل SSC- DC 50 AP مورد بررسي قرار گرفت و متافازهاي مناسب با بزرگ‌نمايي ۱۰۰ ميكروسكوپ شناسايي و از آنها عكس تهيه گرديد. براي هر جمعيت پس از تعيين تعداد كروموزوم، كاريوتيپ تهيه و طول بزرگترين كروموزوم، طول كوچكترين كروموزوم، نسبت طول بزرگترين به كوچكترين كروموزوم، ميانگين نسبت بازوي بلند به كوتاه، ميانگين نسبت بازوي كوتاه به بلند، ميانگين طول كروموزومها و تقارن كاريوتيپي اندازه‌گيري گرديد.

نتايج

در بررسيهاي سيتوژنتيكي انجام شده بر روي ۵ جمعيت مورد مطالعه، تعداد كروموزومها در همه جمعيتها برابر با ۲n =۲x= ۲۲ مشخص گرديد (شكلهاي ۱ تا ۶). عاملهاي اندازه‌گيري شده در جدولهاي ۱ و ۲ آمده است. فرمول كاريوتيپي جمعيتها (جدول ۲) نشان داد كه كروموزومهاي دو جمعيت اصفهان و لرستان متاسانتريک مي‌باشند و جمعيت‌هاي شيراز و بوشهر داراي دو نوع كروموزوم متاسانتريک و ساب متاسانتريک هستند. جمعيت فزوه نجف‌آباد علاوه بر كروموزومهاي متاسانتريک و ساب متاسانتريک داراي يک كروموزوم ساب تلوسانتريک است. بزرگترين و كوچكترين كروموزومها در دو جمعيت اصفهان و شيراز (۳/۵، ۱/۱ ميكرون) قرار داشتند. بيشترين ميانگين طول كروموزوم به جمعيت فزوه نجف‌آباد (۲/۶ ميكرون) و كمترين آن به جمعيت بوشهر (۲/۰) اختصاص داشت (جدول ۱). از نظر عاملهاي سنجش تقارن كاريوتيپي، طول نسبي كوتاهترين كروموزوم (%S) در جمعيت لرستان و فزوه نجف‌آباد بيشترين مقدار (۷۵% و ۷۲/۷۲%) و در جمعيت اصفهان كمترين مقدار (۳۳/۳۳%) برآورد گرديد. همچنين كمترين اختلاف دامنه طول نسبي كروموزومها (DRL) در جمعيت لرستان (۹/۸۷-۷/۴) و فزوه نجف‌آباد (۱۱/۱۱-۸/۰۸) و بيشترين اختلاف در جمعيت اصفهان (۱۳/۰۴-۴/۳۴) بدست آمد (جدول ۲).

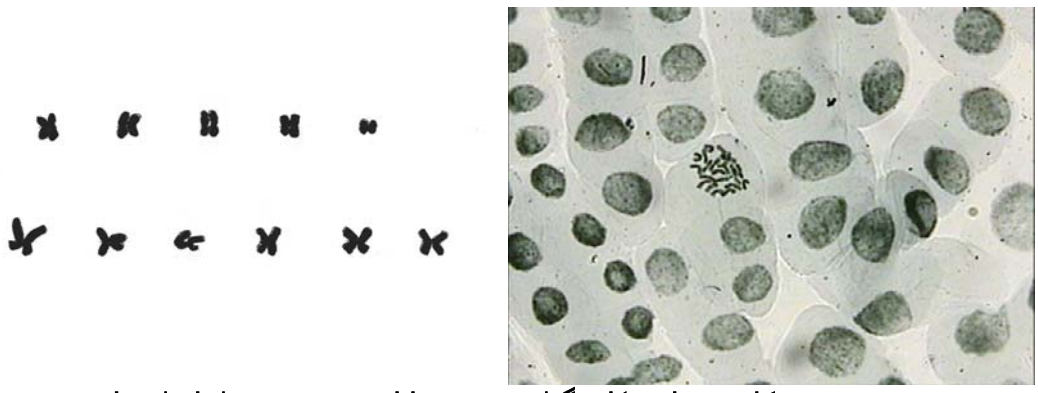
جدول ۱- مقایسه صفات کاریوتیپي جمعیت‌هاي رازیانه مورد مطالعه

جمعیت	تعداد کروموزوم	طول بزرگترین کروموزوم	طول کوچکترین کروموزوم (میکرون)	نسبت طول بزرگترین به کوچکترین‌کروموزوم	میانگین نسبت بازوي بلند به کوتاه	میانگین نسبت بازوي کوتاه به بلند	میانگین طول کروموزومها
اصفهان	۲۲	۳/۵	۱/۱	۳	۱/۳	۰/۷۶	۲/۴
شیراز	۲۲	۳/۵	۱/۱	۳	۱/۳	۰/۷۶	۲/۴
بوشهر	۲۲	۲/۹	۱/۴	۲	۱/۴	۰/۷	۲
لرستان	۲۲	۲/۳	۱/۷	۱/۳۳	۱/۳۵	۰/۷	۲/۱
فزوه‌نجف‌آباد	۲۲	۳/۲	۲/۳	۱/۳۷	۱/۴۱	۰/۷	۲/۶

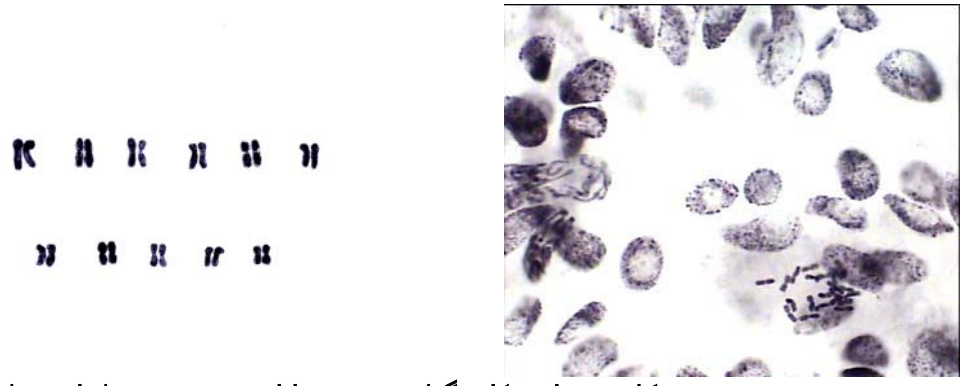
جدول ۲- عاملهاي آماري محاسبه شده، جهت سنجش تفارن کاریوتیپي

جمعیت	%TF	%S	DRL	فرمول کاریوتیپي
اصفهان	۴۳/۴۷	۳۳/۳۳	۴/۳۴-۱۳/۰۴	۱۱m
شیراز	۳۸/۷۷	۶۳/۶۳	۷/۱۴-۱۱/۲۲	۷m +۴sm
بوشهر	۴۱/۵۵	۶۲/۵	۶/۴۹-۱۲/۹۸	۹m +۲sm
لرستان	۴۱/۹۷	۷۵	۷/۴-۹/۸۷	۱۱m
فزوه نجف‌آباد	۴۱/۴۱	۷۲/۷۲	۸/۰۸-۱۱/۱۱	۹m +۱sm +۱st

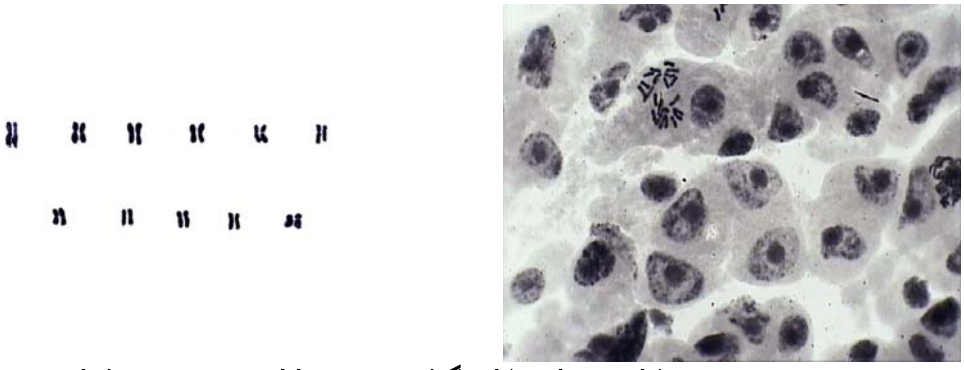
%TF: درصد کل فرم، %S: طول نسبي کوتاهترین کروموزوم و DRL: اختلاف دامنه طول نسبي کروموزومها



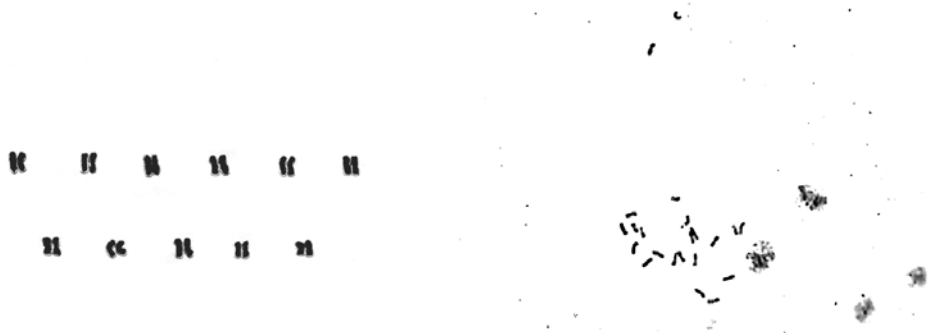
شکل ۱- نمایش کاریوگرام و صفحه متافازي در جمعیت رازیانه اصفهان



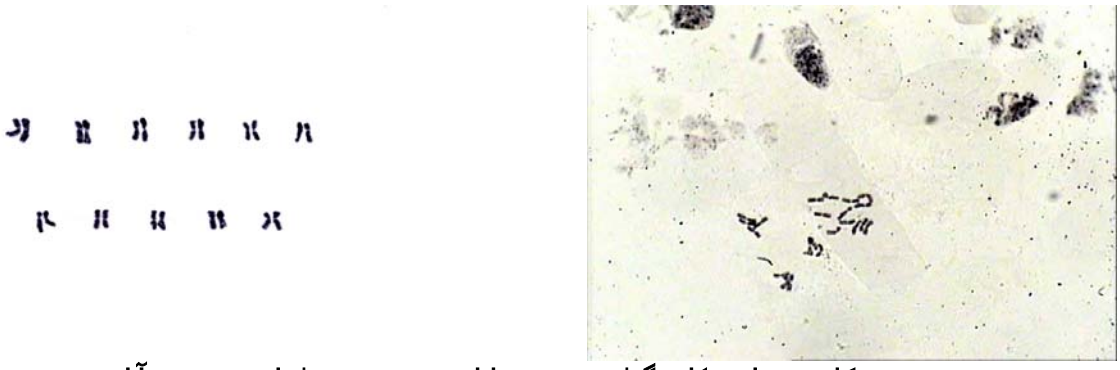
شکل ۲- نمایش کاریوگرام و صفحه متافازي در جمعیت رازیانه شیراز



شکل ۳- نمایش کاریوگرام و صفحه متافازي در جمعیت رازیانه بوشهر



شکل ۴- نمایش کاریوگرام و صفحه متافازي در جمعیت رازیانه لرستان



شکل ۵- نمایش کاریوگرام و صفحه متافازي در جمعیت رازیانه فزوه نجف‌آباد

بحث

همان‌گونه کـه نتـایج حاصـل از مطالعـه کرومـوزومی جمعیت‌ها در این تحقیق نشان داد هر پنج جمعیـت داراي سطح پلوئیدی ۲۲=۲x= ۲n بودند. نتایج حاصـل از تحقیقـات Maude و Pamela (۱۹۳۹)، Zohary و Heywood (۱۹۹۷)، Shanmugavelu و همکـاران (۲۰۰۲) و Deng و همکـاران (۲۰۰۶) نیز تأییدي بر نتایج این تحقیق مي‌باشـد. از آنجـا که میانگین طول کروموزومها در این تحقیـق حـداقل ۲ و حداکثر ۲/۶ میکرون بوده، مي‌توان نتیجـه‌گیـري کـرد کـه کروموزومهـاي ایـن جـنس کوچـک هسـتند و فرمـول کاریوتیپي جمعیت‌ها نشان مي‌دهد کـه نـوع کروموزومهـا متاسـانتریک، سـاب متاسـانتریک و سـاب تلوسـانتریک مـي‌باشـد کـه بـا تحقیقـات Murata و Orton (۱۹۸۴) مطابقت دارد. از آنجا که هر چه میزان TF% بـه عـدد ۵۰ نزدیکتر باشد، تعداد کروموزومهاي متاسانتریك نسبت بـه کروموزومهاي آکروسانتریك و تلوسنتریك بیشتر اسـت و در نتیجه تقارن کروموزومي بالاتر مي‌باشد بر اساس نتـایج بدست آمده از ایـن تحقیـق، همـه جمعیـت‌هـا از تقـارن کاریوتیپي نسبي برخوردار مي‌باشند و تفکیک آنها از نظـر این عامل محسوس نمي‌باشد. از طرف دیگر، هر قدر طول نسبي کوتاهترین کروموزوم (S%) بیشتر باشد، تفاوت بین اندازه کروموزومها کمتر و در نتیجه تقارن کاریوتیپي بیشتر مي‌باشد. بنابراین جمعیت لرستان با داشـتن S% برابـر بـا ۷۵% نسبت به سایر جمعیت‌ها متقارن تـر اسـت. Datta و Rita (۲۰۰۳) درصـد کـل فـرم (TF%) و طـول نسـبي کوتاهترین کروموزوم(S%) را در رازیانه به‌ترتیب برابر بـا ۳۹/۹۶% و ۶۹/۵۹% گزارش کرده‌اند که با نتایج بـه دسـت آمده در این تحقیق نیز مطابقت مي‌کنـد. هرچـه اخـتلاف دامنه طول نسبي کروموزومهـا بیشـتر باشـد کاریوتیـپ از تقارن کمتري برخوردار مي‌باشد، بنابراین جمعیت لرسـتان و فزوه نجف‌آباد نسبت به سایر جمعیت‌ها از دامنـه طـول نسبي کمتري برخوردار بـوده و در نتیجـه متقـارن‌ترنـد و جمعیت اصفهان با بیشترین اختلاف طول نسبي از تقـارن کمتري برخوردار است. در مجموع، با توجه بـه عاملهـاي S% و DRL، بیشترین تقارن کاریوتیپي بـه جمعیـت‌هـاي لرستان و فزوه نجف‌آباد و کمترین آن به جمعیت اصفهان تعلق دارد. از آنجا که در نهانـدانگان کاریوتیپهـاي متقـارن نسـبتا ابتـدایي و کاریوتیپهـاي نامتقـارن از نظـر تکـاملي پیشرفته‌ترند (خسروي، ۱۳۷۵) مي‌توان در مجمـوع چنـین نتیجه‌گیري کـرد کـه جمعیـت اصـفهان نسـبت بـه سـایر جمعیت‌ها متکامل‌تر مي‌باشد. این نتایج برای اولین بـار از ایران گزارش می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله مراتب تشکر و قدرداني خود را از رئیس محترم بخش تحقیقات منابع طبیعي و کلیه همکاران واحد گیاهان دارویي به خاطر همکاریهاي صمیمانه در اجراي کلیه مراحل این تحقیق اعلام مي‌دارم.

منابع مورد استفاده

جابرالانصار، ز.،۱۳۸۳. بررسي تنوع ژنتیکي کرفس کوهي با استفاده از خصوصیات کروموزومي و صفات جوانه‌زني بذر، پایان نامه کارشناسي‌ارشد مرتعداري، دانشگاه صنعتي اصفهان. ۹۰ صفحه.

خسروي، ا.، ۱۳۷۵. تاکسونومي‌گیاهي و سیستماتیک زیستي (ترجمه)، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۹۰ صفحه.

قاسمي‌دهکردي، ن.، ۱۳۸۱. فارماکوپه گیاهي ایران، انتشارات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکي، معاونت غذا و دارو، ۳۳۳ـ ۳۲۵.

میرزایي‌ندوشن، ح.، مهرپور، ش.، رضایي، م.ب. و رشوند، س.، ۱۳۸۱. مطالعه مقدماتي جمعیت‌هایي از گونه*Aloe litoralis*،

تحقيقات ژنتيك و اصلاح گياهان مرتعي و جنگلي ايران، مؤسسه تحقيقات جنگلها و مراتع، جلد ۹، ۸۴ـ۴۹.

معصومي، ع.ا. و خسروي، ا.ر، ۱۳۶۸. تكامل كروموزومي در گياهان عالي بيولوژي معاصر اصول بنيادي تاكسونومي مدرن (ترجمه)، انتشارات مؤسسه تحقيقات جنگلها و مراتع، ۲۳۴ صفحه.

Agayev, Y. M., 1996. Advanced squash methods for investigation of plant chromosomes, Fourth Iranian Congress in Crop Production and Breeding Sciences, Key-note papers, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Anuradha, H., 1977. Study of the structure and behavior of chromosomes of the different varieties of *Apium graveolens* (celery), Cytologia, 1: 21-28.

Datta, A. K. and Rita, P., 2003. Chromosomal studies in four seed species of Umbelliferae. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding, 63:361- 362.

Deng, R.N., Liu, B. B., Cai, M. L., Hao, D., Li, R. F. and Liu, Y., 2006. Cytological study on the medical plant *Foeniculum vulgare* Miller. Journal of Huazhong Agricultural University. 25: 595- 597.

Levan, A., Fredga., K. and Sandberg, A., 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosome, Hereditas, 52: 201-220.

Maude, M. and Pamela. F., 1939. The merton catalogue. A list of the chromosome numerals of species of British flowering plants. New Phytologist, 38: 1-31.

Murata, M. and Orton, T., 1984. G-band like differentiation in meiotic prometaphase chromosomes of celery, Journal of Heredity, 3: 225-228.

Rechinger, T. K.H., 1982. Flora Hranica. Akademische Druck- U. Verlagsans talt, Graz- Austria, 150: 536-537.

Shanmugavelu, K.G., Kumar, N. and Peter, K.V., 2002. Production technology of spices and plantation crops. Agrobios (India), chapter 11:131-136.

Sheidaii, M., Kalhor-home, N. and Poorneydanei, A., 2007. Cytogenetic study of some populations of *Foeniculum vulgare* (Umbelliferae) in Iran. Caryologia, 60: 257- 261.

Zohary, D. and Heywood, V.H., 1997. An enumeration of the wild genetic resources of native European plants are grown in the Europe for food, forage, ornament, timber and other purposes. Herbarium editerreneum Panormitanum. Bocconea.7. http://www.pgrforum.org/Zohary _Heywood _catalogue.htm.

Cytogenetic studies in 5 native fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of Iran

Safaei[1] L., H. Zeinali[1] and Z. Jaberalansar[1]

1- Esfahan Agricultural and Natural Resource Research Center, E- mail: safaii2000@ yahoo.com

Abstract

This study was carried out in Agricultural and Natural Resource Research Center of Esfahan during 2004-2006. Karyotypes of 5 fennel populations were studied, using root tip mitotic cells. The base chromosome number was x= 11 for the studied popurations. Number of chromosomes, length of the longest chromosome, length of the shortest chromosome, longest/ shortest length ratio, average of long arm/short arm ratio, average of short arm/long arm ratio, average of chromosomes ratio were recorded. The types of chromosomes were metacantric, submetacentric and telocentric. Comparison of relative length of the shortest chromosome (S%) showed that Lorestan and Fozveh-Najafabad populations with 75% and 72.72% relative length of the shortest chromosome, respectively, had more symmetric karyotype and Esfahan population with 33.33% relative length value had less symmetric karyotype.

Key words: Cytogenetic, fennel, chromosome, mitotic and karyotype