

مطالعه سیستماتیکی گروه گون‌های برگ ساده از بخش *Inceni DC.* در ایران

مسعود رنجبر*، استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
ثمینه نوری، کارشناس ارشد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
رؤیا کرمان، دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

چکیده

در این تحقیق، ویژگی‌های ریخت‌شناختی و کرده‌شناختی جمعیت‌های مختلف ۵ گونه متعلق به گروه گون‌های برگ ساده از بخش *Inceni DC.* در ایران مطالعه گردید. نتایج نشان داد که تاکسون‌های مورد مطالعه در دو گروه قرار می‌گیرند. همچنین عدد کروموزومی و رفتار میوزی در ۳ جمعیت از دو گونه متعلق به این گروه بررسی گردید. همه تاکسون‌های مورد مطالعه دیپلوئید بوده و عدد پایه کروموزومی آنها برابر ۸ است ($2n=2x=16$). گرچه در گونه‌های مورد مطالعه، کروموزوم‌ها رفتار منظمی طی میوز نشان دادند، لیکن برخی ناهنجاری‌ها مانند کروموزوم‌های سرگردان و جدا افتاده در آنافاز I و II و دیاکینز/متافاز I، سیتومیکسی در آنافاز/تلوفاز I و II، میکرونوکلئوس در تلوفاز II، سلول‌های چندقطبی در تلوفاز II، سلول‌های دوهستکی در پروفاز I و چسبندگی کروموزوم و پل‌ها در آنافاز I و تلوفاز II مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: بخش *Inceni DC.* ریخت‌شناسی، کرده‌شناسی، گون، میوز

مقدمه

یکی از بزرگترین و متنوع‌ترین بخش‌های گون‌های کرک دوشاخه است و دارای حدود ۱۳۵ گونه در سراسر دنیاست. ایران با دارا بودن ۷۳ گونه و ۵۷ گونه انحصاری (Ranjbar, 2007)، یکی از مهمترین مراکز گونه‌زایی و تنوع این بخش است. از این رو، بخش *Inceni DC.* یکی از پیچیده‌ترین بخش‌های جنس گون از نظر سیستماتیکی در ایران است (Ranjbar et al., 2002; Ranjbar and Karamian, 2003, 2004; Ranjbar et al., 2005; Ranjbar, 2007)

تیره باقلا (Fabaceae) با حدود ۶۰۰ جنس و بیش از ۱۲۰۰۰ گونه، سومین تیره بزرگ در بین گیاهان گل‌دار است. جنس گون (*Astragalus L.*) با دارا بودن حدود ۲۵۰۰ گونه، بزرگترین جنس گیاهان گل‌دار در دنیاست. ایران با ۸۵۰ گونه، به تنهایی یکی از مراکز اصلی تنوع این جنس است (Maassoumi, 1998; Lock and Simpson, 1991). بخش *Inceni DC.*

*ranjbar@basu.ac.ir

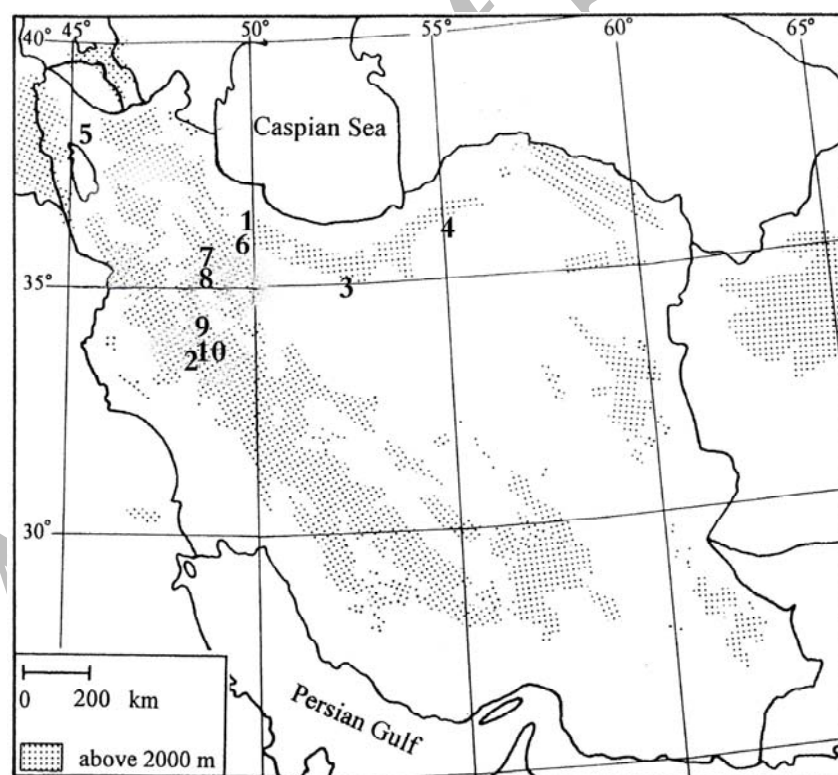
مختلف ۵ گونه گون برگ ساده از بخش *Incani DC.* استفاده شد. نمونه‌ها در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ از مناطق غرب، شمال غرب و شمال شرق ایران جمع‌آوری و مطالعه ریخت‌شناسی گونه‌ها بر روی ۸۵ ویژگی ریخت‌شناختی که مهمترین آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است، انجام گرفت. گونه‌های مورد مطالعه در هرباریوم دانشگاه بوعلی سینا (BASU) نگهداری می‌شوند. نقشه پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در ایران در شکل ۱ و ویژگی‌های ریخت‌شناختی مربوط به اندام‌های رویشی و زایشی مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

مطالعات سیتولوژیک انجام شده در این جنس بر روی شمارش عدد کروموزومی متمرکز شده است (Aryavand, 1983; Maassoumi, 1987; Maassoumi, 1989; Bader and Sherif, 2007; Ranjbar et al., 2010). بخش *Incani DC.* واجد عدد پایه کروموزومی ($x=8$) و دارای دو سطح پلیپیدی ($2n=4x=32$ و $2n=2x=16$) است (Ranjbar et al., 2010).

مواد و روش‌ها

مطالعه ریخت‌شناسی

به منظور مطالعه ریخت‌شناسی از جمعیت‌های



شکل ۱- نقشه پراکنش ۴ گونه گون برگ ساده از بخش *Incani DC.* در ایران. (1) *A. riouxii*, (2) *A. abnormalis*, (3) *A. fridae*, (4) *A. gueldenstaedtia* و جمعیت‌های مختلف *A. supervisus*: جمعیت ۱۵۴۱ (5)، جمعیت ۱۹۱۱۸ (6)، جمعیت‌های ۱۹۱۱۷ و ۱۹۱۲۰ (7)، جمعیت‌های ۱۹۱۱۵ و ۱۹۱۱۹ (8) جمعیت ۱۹۱۱۶ (9) و جمعیت ۱۳۸۴۷ (10).

جدول ۱- مشخصات تاکسون‌های مورد مطالعه از گروه گون‌های برگ ساده از بخش *Incani* DC.

شماره هرباریومی	جمع آوری کننده	ارتفاع (متر)	تاریخ جمع آوری	محل جمع آوری	نام گونه
BASU 19116	رنجبر و نوری	۱۵۶۰	۱۳۸۸/۲/۲	لرستان: درود، دریاچه گهر	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19115	رنجبر و نوری	۱۷۴۷	۱۳۸۸/۲/۱۰	همدان: گردنه آوج	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19117	رنجبر و نوری	۱۴۸۵	۱۳۸۸/۲/۱۰	همدان: اولین روستا بعد از آبگرم	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19120	رنجبر و نوری	۱۴۵۰	۱۳۸۸/۲/۲۲	همدان: آبگرم	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19119	رنجبر و نوری	۱۷۳۲	۱۳۸۷/۲/۲۲	همدان: ۱۳ کیلومتری آبگرم	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 1541	محمدزاده و رزبان	۱۸۰۰	۱۳۷۱/۳/۲۵	آذربایجان: خامنه	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 13847	خدابنده لو	۱۴۰۰	۱۳۸۷/۲/۱۵	همدان: جاده ملایر	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19118	رنجبر و نوری	۱۶۴۷	۱۳۸۸/۳/۲۲	زنجان: به طرف ماهنشان	<i>A. supervisus</i> (Kuntze) Sheld.
BASU 19162	رنجبر و نوری	۱۷۴۰	۱۳۸۸/۲/۲	لرستان: درود، روستای سراوند	<i>A. abnormalis</i> Rech.f.
BASU 19163	رنجبر و نوری	۲۳۸۶	۱۳۸۸/۲/۲	لرستان: اشترانکوه	<i>A. abnormalis</i> Rech.f.
BASU 19164	رنجبر و نوری	۱۷۴۰	۱۳۸۸/۲/۲	لرستان: درود، روستای سراوند	<i>A. abnormalis</i> Rech.f.
BASU 19114	رنجبر و نوری	۱۵۵۰	۱۳۸۸/۲/۲۳	سمنان	<i>A. fridae</i> Rech.f.
BASU 6133	رنجبر	۱۶۰۰	۱۳۸۰/۱/۱۸	سمنان: شاهرود	<i>A. gueldenstaedtia</i> Bunge
BASU 19081	رنجبر و نوری	۱۶۴۷	۱۳۸۸/۲/۲۳	زنجان: به طرف ماهنشان	<i>A. riouxii</i> Rech.f.

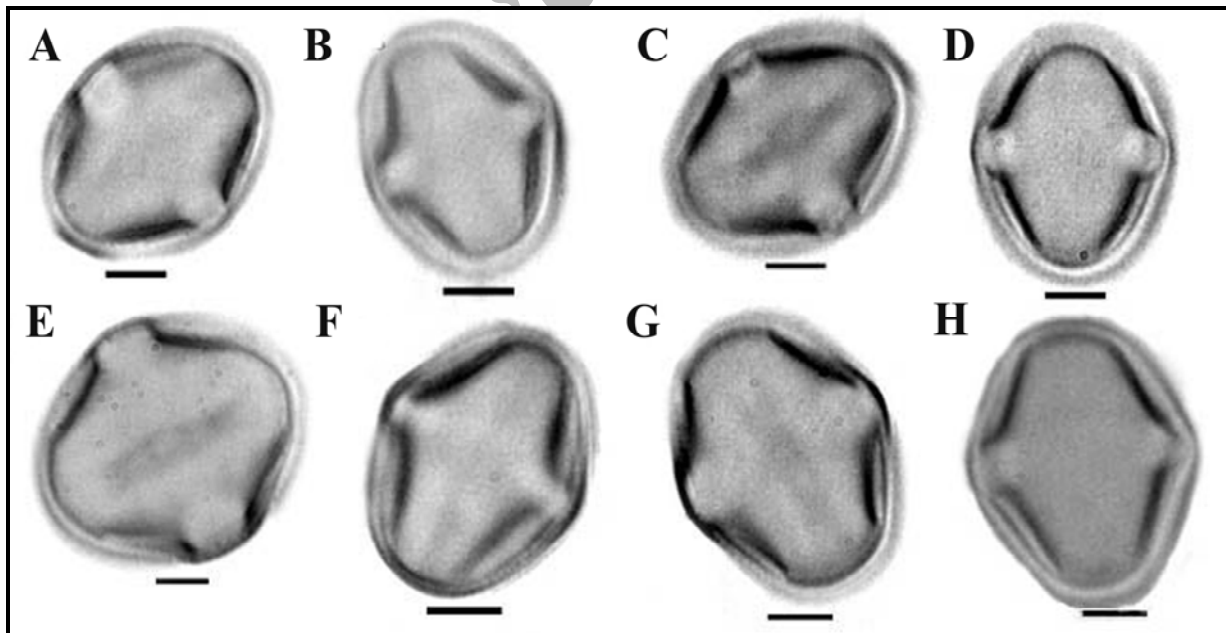
جدول ۲- ویژگی‌های ریخت‌شناختی مورد مطالعه در جمعیت‌های مختلف ۵ گونه از گروه گون‌های برگ ساده از بخش *Incana DC.*

ویژگی‌های ریخت‌شناختی	fri	gul	rio	Abn 9	abn1 0	abn1 1	Sup 8	sup1 2	Sup 13	Sup 34	Sup 41	Sup 43	Sup 47	Sup 58
طول گیاه	۴۰۰	۱۵۰	۲۴۰	۶۷/۵	۷۰	۸۵	۷۵	۱۱۰	۱۰۰	۶۰	۱۱۵	۷۵	۹۵	۷۵
طول برگ	۱۳۰	۷۰	۱۰۵	۳۴/۵	۴۴	۵۲/۵	۴۹	۶۰	۴۳/۵	۴۷/۵	۵۷/۵	۴۷/۵	۷۵	۳۶/۵
طول دم‌برگ	۷۰	۳۴	۴۲/۵	۱۵/۵	۲۷	۲۲/۵	۲۷/۵	۳۵	۱۷/۵	۲۲/۵	۳۲/۵	۲۲	۴۵	۲۵
تعداد جفت برگچه	۱	۳	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
طول برگچه	۴۳	۱۸/۵	۵۵/۵	۱۸/۵	۲۱/۵	۲۵/۲۵	۲۰	۲۸/۵	۲۵/۵	۲۶	۳۱/۵	۲۸	۲۳	۲۳
عرض برگچه	۴۰	۱۳	۲۸/۵	۱۳	۱۷	۱۸/۵	۱۵/۲۵	۱۹/۵	۱۷/۷۵	۱۷	۲۹	۱۸	۲۱	۱۵
طول کرک سطح رویی برگچه	۰/۴۵	۰/۶	۰/۳	۰/۳۵	۰/۳	۰/۸۵	۰/۵	۰/۶۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۵	۰/۵
طول کرک سطح زیرین برگچه	۰/۴۵	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۸۵	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۶	۰/۵	۰/۸	۰/۵	۰/۳۵
طول گوشواره	۷	۷	۶/۵	۵	۷	۱۵	۶	۶/۵	۸	۷	۴	۵/۵	۹	۶/۷۵
عرض گوشواره	۶	۴	۴	۲/۵	۲/۵	۴/۵	۲/۵	۲/۷	۳/۷۵	۲/۵	۱/۷۵	۲/۵	۴/۷۵	۲
طول کرک گوشواره	۰/۷۵	۰/۶	۰/۴	۱/۱	۰/۳۵	۱/۰۵	۰/۷	۰/۶۵	۰/۵	۱	۰/۵۵	۱/۲۵	۰/۷۵	۱/۱۵
طول گل‌آذین	۳۹۵	۱۱۲/۵	۱۶۲/۵	۲۵	۳۳/۵	۵۷/۵	۴۵	۶۵	۸۲/۵	۴۲/۵	۱۱۲	۵۵	۸۵	۵۳/۵
طول کرک سفید دمگل آذین	۰/۳	۰/۵	۰/۲۵	۰/۹۵	۱/۷۵	۰/۸	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶	۰/۵	۰/۳۵	۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۷
طول کرک سیاه دمگل آذین	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰	۰/۴	۰	۰	۰	۰/۳۵
طول دمگل آذین	۱۳۵	۵۰	۸۰	۱۵/۵	۲۵	۳۵	۳۰	۴۵	۵۲/۵	۲۴	۸۰	۴۴	۵۷/۵	۳۷/۵
تعداد گل	۱۹	۲۰	۴۵	۸	۸	۷/۵	۴	۷/۵	۷/۵	۸	۸	۸	۱۰	۷/۵
طول براکنه	۶	۱۲/۷۵	۱۰	۳	۴/۵	۵/۲۵	۲/۷۵	۵	۰/۵	۳/۲۵	۵/۵	۳/۲۵	۳/۷۵	۳/۵
عرض براکنه	۱/۲	۱/۲۵	۳/۵	۱/۲۵	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۷۵
طول کرک براکنه	۰/۳۵	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۷	۰/۷	۰/۴۵	۰/۴	۰/۳	۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۳
طول کرک سیاه دمگل	۰	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۲	۰/۴۵	۰/۲۵	۰/۴	۰/۲۵	۰/۳
طول کرک سفید دمگل	۰/۴۵	۰	۰	۰	۰/۳۵	۱/۱۵	۰/۳	۰	۰	۰	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۵
طول دمگل	۳/۲۵	۲/۵	۲/۵	۱/۲۵	۲	۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۲	۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۲/۷۵
طول کاسه	۱۲	۷/۷۵	۱۵/۷۵	۱۳/۵	۱۳/۸	۱۳/۵	۱۴	۱۳/۵	۱۳	۱۴	۱۳	۱۳/۵	۱۴/۵	۱۱
طول دندان کاسه	۲/۲۵	۱/۷۵	۶/۵	۳/۲۵	۲/۵	۴	۲/۵	۳/۲۵	۱/۷۵	۲/۵	۱/۷۵	۳/۲۵	۲/۷۵	۳/۵
طول لوله کاسه	۱۲/۵	۶/۲۵	۷/۵	۱۰/۲۵	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۱	۱۳/۵	۱۰	۱۱	۸/۷۵	۱۱/۵	۱۰/۷۵	۸/۵
عرض لوله کاسه	۱۲	۸	۸/۷۵	۹/۵	۸/۶	۱۱	۹/۵	۹/۹	۸/۷۵	۹/۹	۱۰/۵	۸/۵	۱۰/۷۵	۷
طول کرک سفید کاسه	۰/۳۵	۰/۳۵	۰	۰/۳۵	۰/۴	۱	۰/۵۵	۰/۸	۰/۵۵	۰/۵	۰/۵۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴
طول کرک سیاه کاسه	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۳۵	۰/۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۳	۰	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۳	۰/۲۵
طول درفش	۲۵/۵	۱۹	۲۴/۵	۲۰	۲۰	۲۲/۲۵	۲۲/۲۵	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵/۲۵	۴۷/۵	۲۵	۴۰
عرض درفش	۱۵	۷	۱۰	۹/۲	۸/۲۵	۱۲	۱۰/۲۵	۸/۲۵	۱۲	۸/۲۵	۱۰/۲۵	۹/۵	۴	۴
طول ناو	۱۸/۵	۱۴/۲۵	۱۵/۵	۱۷	۱۷	۲۲	۱۷	۲۰/۲۵	۱۸/۷۵	۲۰	۲۰	۱۱/۷۵	۲۰/۷۵	۵
عرض ناو	۴	۳/۶	۳/۵	۴/۲۵	۳/۱	۵/۲۵	۳/۷۵	۳/۹	۳/۷۵	۳/۷۵	۳/۸۵	۳/۵	۴/۷۵	۳/۵
طول ناخنک ناو	۱۱/۵	۷/۷۵	۷/۷۵	۹/۵	۹/۵	۱۳	۱۰	۱۱/۷۵	۱۱/۷۵	۱۱	۱۲	۰/۶	۱۲/۲۵	۰/۵
طول بال	۲۲	۱۶/۵	۱۸	۱۸/۷۵	۱۸/۷۵	۲۴/۲۵	۲۰	۲۲	۱۱/۵	۲۱	۲۳	۱۸	۲۲	۱۹
عرض بال	۴/۵	۳/۲۵	۳/۷۵	۳/۴	۳/۷	۴/۲	۴	۴/۵	۴	۴	۵/۲	۴/۱	۳/۷۵	۱/۷۵
طول گوشک بال	۰/۶	۰/۷۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۵	۰/۶۵	۲	۱	۲	۱/۶	۰/۴۵	۱/۱	۰

مطالعه ریز ریخت‌شناسی دانه گرده

به منظور مطالعه ریز ریخت‌شناسی دانه گرده از روش استولیز استفاده شد. گل‌های جدا شده از نمونه‌های هرباریومی توسط انتهای همزن شیشه‌ای تا اندازه‌ای خرد شد و سپس ۶ میلی لیتر محلول استولیز به آن اضافه گردید. زمان لازم برای تیمار دانه‌های گرده با محلول استولیز به مقاومت دانه‌های گرده و به ضخامت آگزمین بستگی دارد. این روش برای از بین بردن محتوای سیتوپلاسمی، انتین و هر نوع پوشش سطحی به کار برده می‌شود. پس از اضافه کردن محلول استولیز، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در بن ماری حرارت داده شد. در هنگام حرارت دادن، محلول مرتب به هم زده شد. آنگاه لوله‌های آزمایش محتوی محلول فوق با دستگاه سانتریفیوژ Hettich مدل D-7200 با ۳۰۰۰ تا

۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی دور ریخته شد و به مابقی آب مقطر اضافه و دوباره سانتریفیوژ گردید. این کار سه بار تکرار شد (Erdtman, 1960). در نهایت، چند قطره محلول حاوی گرده روی لام قرار داده شد و پس از خشک شدن و قرار دادن قطره‌ای از محلول گلیسرین-ژل روی آن، پس از ۲۴ ساعت با میکروسکوپ نوری مطالعه شد. ویژگی‌های مختلف دانه گرده، مانند: قطر قطبی، قطر استوایی، طول شیار، عرض شیار، فاصله بین دو شیار و ضخامت آگزمین برای ۲۰ دانه گرده از هر تاکسون با اوکولر مدرج اندازه‌گیری شد (شکل ۲). داده‌های گرده‌شناختی مورد مطالعه به روش PCO آنالیز شد.



شکل ۲- تصاویر میکروگراف نوری دانه گرده در ۳ گونه گون برگ ساده از بخش *Incani DC.* (A *A. supervisus* 8 (A *A. supervisus* 13 (F *A. fridae* 40 (E *A. supervisus* 12 (D *A. abnormalis* 10 (C *A. abnormalis* 9 (B *A. supervisus* 34 (G *A. supervisus* 47 (H (مقیاس = ۶ میکرومتر).

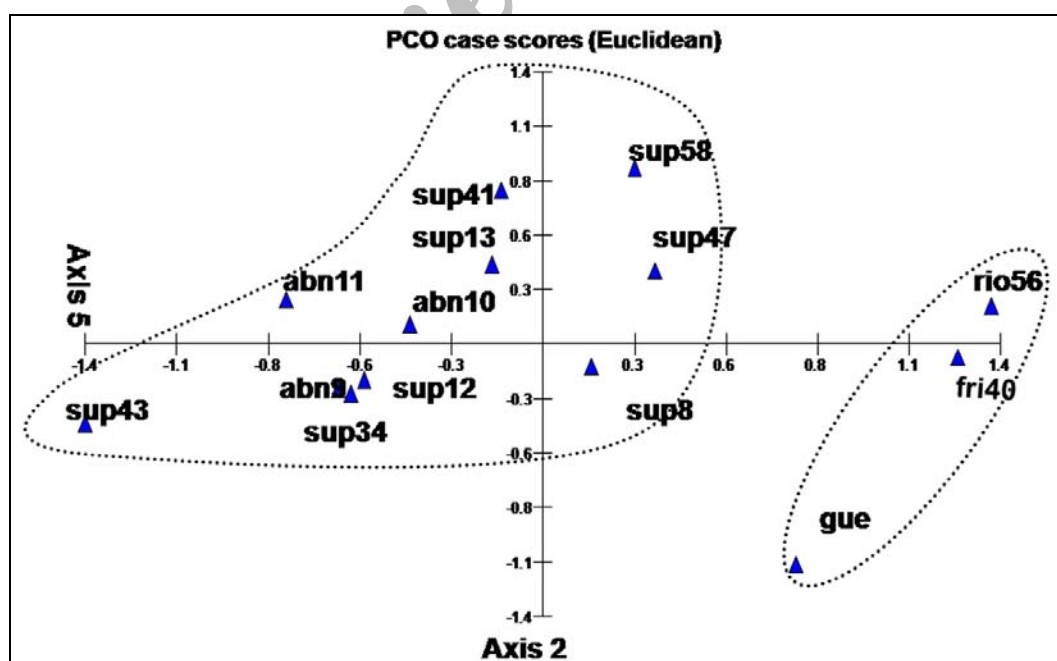
مطالعه کروموزومی

به منظور مطالعه کروموزومی، جمع آوری غنچه دو گونه *A. fridae* و *A. abnormalis* از اواسط اردیبهشت تا اواسط تیر ماه در مناطق مختلف انجام شد. برای دستیابی به تمامی مراحل میوز از غنچه‌های مختلف در اندازه‌های متفاوت و در ساعات مختلف نمونه‌برداری انجام شد. در این مطالعه، از سلول‌های مادر دانه گرده در بساک پرچم‌ها استفاده شد. غنچه‌های جوان به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در محلول تثبیت کننده پینار تثبیت و پس از شستشو با روش استاندارد استوک‌کارمین، رنگ آمیزی شدند. در نهایت، سلول‌های در حال تقسیم توسط میکروسکوپ Olympus BX-41 بررسی و عکس‌برداری توسط دوربین دیجیتال Olympus انجام شد. داده‌های کروموزومی مربوط به دو گونه مورد مطالعه به روش PCO آنالیز شد.

نتایج

مطالعه ریخت‌شناسی

نتایج حاصل از آنالیز ویژگی‌های ریخت‌شناختی مربوط به اندام‌های رویشی و زایشی (جدول ۲) به روش PCO نشان داد که جمعیت‌های مختلف ۵ گونه مورد مطالعه در دو گروه قرار می‌گیرند. گروه اول شامل جمعیت‌های مختلف دو گونه *A. abnormalis* و *A. supervisus* و گروه دوم شامل سه گونه *A. fridae*، *A. rioxii* و *A. gueldenstaedtia* است (شکل ۳). علت جدایی گروه دوم بلند بودن گیاه، دارا بودن تعداد برگچه بیشتر از یک و تعداد گل‌های زیاد در سه گونه *A. fridae*، *A. rioxii* و *A. gueldenstaedtia* است.

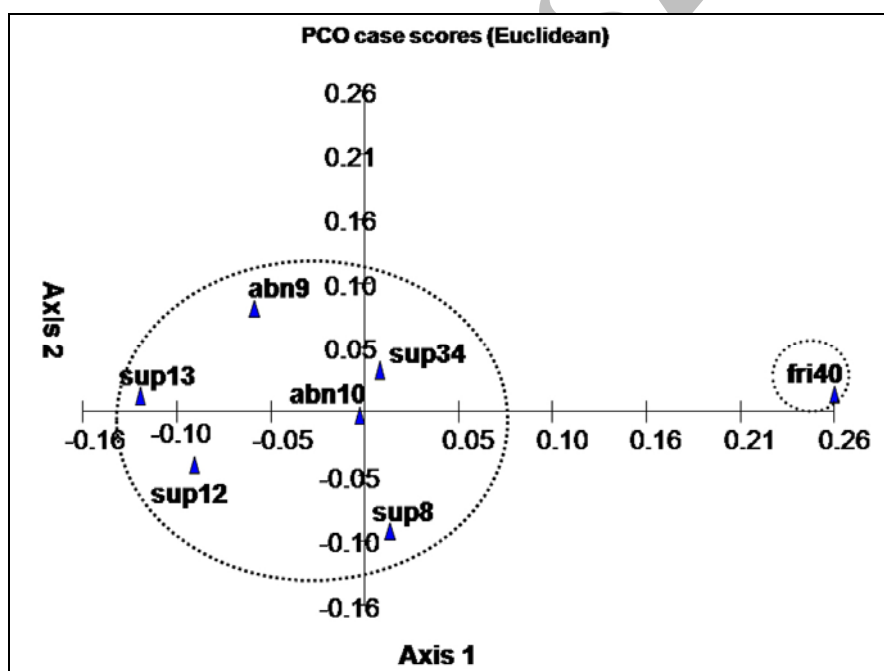


شکل ۳- گروه‌های فنتیکی حاصل از آنالیز داده‌های ریخت‌شناختی به روش PCO

مطالعه ریز ریخته‌شناسی دانه گوده

آنالیز داده‌های گرده‌شناختی (جدول ۳) به روش PCO نشان داد که جمعیت‌های مختلف ۵ گونه مورد مطالعه در ۲ گروه قرار می‌گیرند. گروه اول شامل جمعیت‌های مختلف دو گونه *A. abnormalis* و *A. supervisus* و گروه دوم شامل گونه *A. fridae* است که نتایج حاصل از مطالعه ریخته‌شناسی را تأیید می‌کند (شکل ۴). جدایی *A. fridae* به علت تفاوت در میانگین فاصله بین شیار در محل بالای گرانول است که

در *A. fridae* معادل ۲۱/۸ و در سایر گونه‌ها، ۱۳/۰۲ تا ۱۶/۰۲ است. همچنین، ضخامت دیواره آگزین در *A. fridae* معادل ۱/۵ و در سایر گونه‌ها، ۱/۰۲ تا ۰/۹۳ است. میانگین طول شیار در *A. fridae* معادل ۶/۶۴ و در سایر گونه‌ها، ۳/۱۵ تا ۵/۰۵ است. بعلاوه، میانگین قطر قطبی در *A. fridae* معادل ۳۶/۹۷ و در سایر گونه‌های گروه ۵، ۲۵ تا ۲۹/۱۵ است و میانگین قطر استوایی نیز در *A. fridae* معادل ۲۹/۶۷ و در سایر گونه‌ها، ۲۲/۱۲ تا ۲۳/۳۵ است.



شکل ۴- گروه‌های فنتیکی حاصل از آنالیز داده‌های گرده‌شناختی به روش PCO

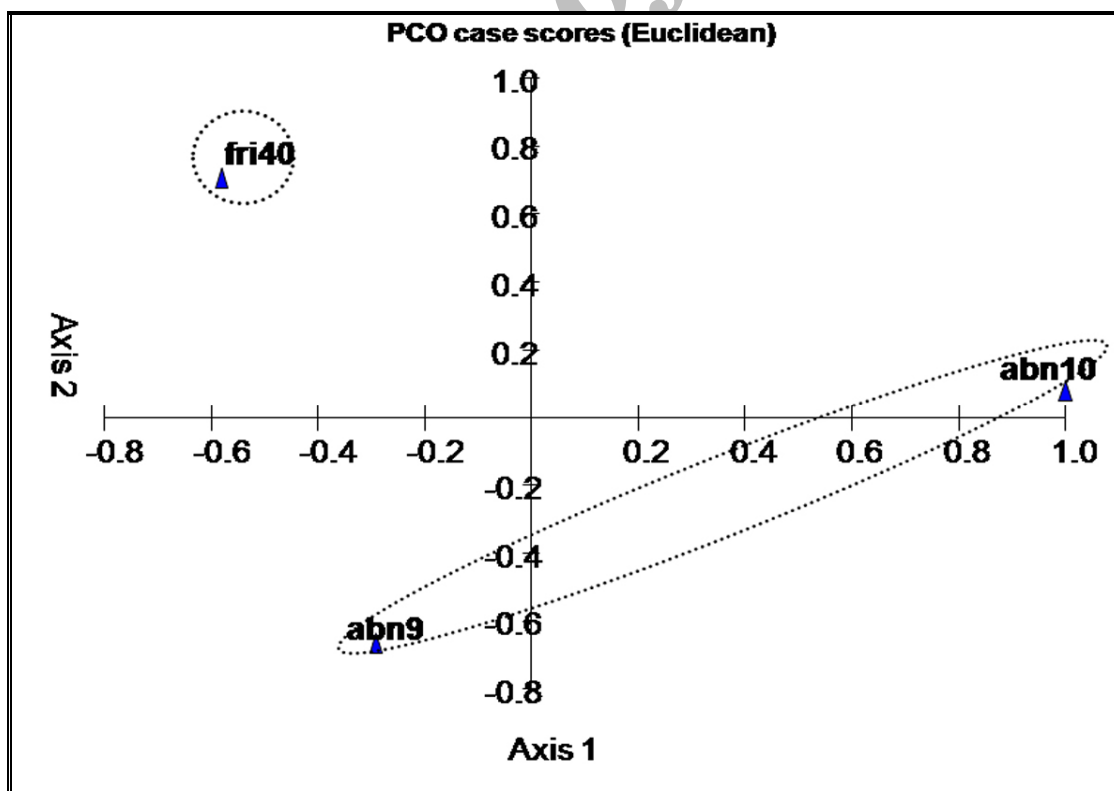
جدول ۳- ویژگی‌های گرده‌شناختی مورد مطالعه در جمعیت‌های مختلف ۳ گونه از گروه گون‌های برگ ساده از بخش *Incarni DC*

sup47	sup41	sup34	sup13	sup12	sup8	abn11	abn10	abn9	fri	ویژگی‌های گرده‌شناختی
۲۳/۳۵	۲۳/۱۷	۲۳/۳۷	۲۲/۱۲	۲۲/۷	۲۳/۲۲	۲۳/۲	۲۳/۱	۲۳/۲۲	۲۹/۶۷	قطر قطبی
۲۶/۹۷	۲۶/۱	۲۸/۲۷	۲۵	۲۱/۶۵	۲۹/۱۵	۲۸/۸	۲۹/۰۵	۲۶/۳۵	۳۶/۹۷	قطر استوایی
۱۵/۶۲	۹/۳	۱۶/۰۲	۱۳/۳۵	۱۴/۳۵	۱۵/۳۷	۱۵/۳	۱۵/۴۵	۱۳/۰۲	۲۱/۸	فاصله بین شیارها (در محل فاقد گرانول)
۳/۱۵	۳/۵۷	۴/۶۵	۱۳/۳۵	۴/۳۵	۴/۷۷	۵/۰۵	۴/۴۲	۴/۴۷	۶/۶۷	طول شیار
۲/۱	۲/۴۵	۲/۳۲	۲/۱۲	۱/۸۲	۱/۴۲	۱/۹۵	۲/۰۲	۲/۶۷	۲/۱	عرض شیار
۱	۱	۱	۱	۰/۹۳	۱	۱/۰۲	۱	۱	۱/۵	ضخامت آگزین
۱/۱۵	۱/۱۲	۱/۲۰	۱/۱۳	۰/۹۵	۱/۲۵	۱/۲۴	۱/۲۵	۱/۱۳	۱/۲۴	اندیس شکل (P/E)

مطالعه کروموزومی

میوز یک رویداد تکاملی بزرگ است که در کاهش تعداد کروموزوم‌ها به اوج خود می‌رسد. مسیر هماهنگ و عادی میوز باعث ایجاد گامت‌هایی با قابلیت حیاتی می‌شود. در این مطالعه از تعداد ۱۳۵۴ سلول شمارش شده در گونه *A. abnormalis* 19162، ۱۰/۳۳ درصد مرحله زیگوتن/پاکیتن، ۱۱/۸۹ درصد مرحله دیاکینز/متافاز I، ۲۷/۹۱ درصد مرحله آنافاز I/تلوفاز I، ۱/۰۳ درصد مرحله متافاز II و ۴۸/۸۱ درصد مرحله آنافاز II/تلوفاز II را نشان دادند. در گونه *A. abnormalis* 19163 از ۳۶۸۱ سلول شمارش شده، ۵۲/۴۳ درصد مرحله زیگوتن/پاکیتن، ۱۷/۲۵ درصد مرحله دیاکینز/متافاز I، ۱۷/۷۱ درصد مرحله آنافاز

I/تلوفاز I، ۰/۲۱ درصد مرحله متافاز II و ۲/۳۸ درصد مرحله آنافاز II/تلوفاز II را نشان دادند. در گونه *A. fridae* از تعداد ۲۳۷۷ سلول شمارش شده، ۲۵/۳۶ درصد مرحله زیگوتن/پاکیتن، ۵/۷۶ درصد مرحله دیاکینز/متافاز I، ۱۷/۴۵ درصد مرحله آنافاز I/تلوفاز I، ۱/۳۸ درصد مرحله متافاز II و ۵۰/۰۲ درصد مرحله آنافاز II/تلوفاز II را نشان دادند. نتایج حاصل از مطالعه مراحل مختلف میوز و ناهنجاری‌های مشاهده شده طی این فرآیند در جدول ۴ ارائه شده است. جدایی گونه *A. fridae* در آنالیز PCO داده‌های کروموزومی، تأیید کننده نتایج حاصل از آنالیز داده‌های ریخت‌شناختی و گرده‌شناختی است (شکل ۵).



شکل ۵- گروه‌های فنتیکی حاصل از آنالیز داده‌های کروموزومی به روش PCO

جدول ۴- ویژگی‌های کروموزومی مورد مطالعه در دو گونه *A. fridae* و *A. abnormalis*

fri	abn10	abn9	ویژگی‌های کروموزومی
۲۳۷۷	۳۶۸۱	۱۳۵۴	تعداد سلول‌ها
۲۵/۳۶	۵۲/۴۳	۱۰/۳۳	زیگوتن/پاکتین (%)
۰	۱/۷۶	۸/۵۷	سیتومیکسی (%)
۰	۰	۰	بی‌هستگی (%)
۰/۳۳	۰	۰	دوهستگی (%)
۵/۷۶	۱۷/۲۵	۱۱/۸۹	دیاکینز/متافاز I (%)
۱۵/۳۲	۱۴/۴۸	۱۲/۴۲	کروموزوم‌های جدا افتاده (%)
۰	۰	۰	سیتومیکسی (%)
۰	۰	۰	دسیناپس (%)
۰	۰	۰	چسبندگی کروموزوم‌ها و پل‌ها (%)
۰	۰/۱۵	۰	بی‌والان حلقوی (%)
۱۷/۴۵	۱۷/۷۱	۲۷/۹۱	آنافاز I/تلوفاز I (%)
۱/۶۸	۴/۲۹	۰/۷۹	کروموزوم‌های عقب افتاده (%)
۰	۱/۸۴	۰/۲۶	چسبندگی کروموزوم‌ها و پل‌ها (%)
۰	۰/۹۲	۱/۵۸	سیتومیکسی (%)
۶/۱۱	۰/۱۵	۳/۴۳	ناهمزمانی هسته‌ها (%)
۰	۰	۰	دسیناپس (%)
۲/۴	۰	۲/۱۱	کروموزوم‌های جدا افتاده (%)
۱/۳۸	۰/۲۱	۱/۰۳	متافاز II (%)
۰	۰	۰	سیتومیکسی (%)
۰	۰	۰	ناهمزمانی هسته‌ها (%)
۳/۰۳	۰	۰	کروموزوم‌های جدا افتاده (%)
۵۰/۰۲	۱۲/۳۸	۴۸/۸۱	آنافاز II/تلوفاز II (%)
۰/۰۸	۰	۰/۳	چسبندگی کروموزوم‌ها و پل‌ها (%)
۰/۳۳	۰	۱/۳۶	سیتومیکسی (%)
۰/۳۳	۰	۰	کروموزوم‌های عقب افتاده (%)
۰/۰۸	۰	۰	کروموزوم‌های جدا افتاده (%)
۰/۰۸	۰	۰	سلول‌های چندقطبی (%)
۰	۰	۰	ناهمزمانی هسته‌ها (%)

سیتومیکسی

اتصالات سیتوپلاسمی، پدیده‌ای است که به طور عمده در نهان‌دانگان توصیف می‌شود. مهاجرت اجزای کروماتینی بین سلول‌های میوزی مجاور از طریق اتصالات سیتوپلاسمی که از پیش ساختارهای پلاسماسماتایی موجود در بافت بساک منشأ می‌گیرد، سیتومیکسی نامیده می‌شود. این پدیده منجر به ایجاد گیاهان آنوپلویدی یا گامت‌های کاهش نیافته می‌شود. تشکیل گامت کاهش نیافته از نظر تکاملی مهم است، زیرا منجر به تولید گیاهانی با ویژگی‌های ریخت‌شناختی متفاوت و درجه پلویدی بالا می‌شود (Ranjbar et al., 2009). در این مطالعه، پدیده سیتومیکسی در مرحله پروفاز I با فراوانی ۱/۷۶ درصد و در مرحله آنافاز/تروفاز I به میزان ۰/۹۲ درصد در گونه 19163 *A. abnormalis*، در مرحله پروفاز I با فراوانی ۸/۵۷ درصد، در مرحله آنافاز/تروفاز I به میزان ۱/۵۸ درصد و در مرحله آنافاز/تروفاز II با فراوانی ۱/۳۶ درصد در گونه 19162 *A. abnormalis* و در مرحله آنافاز/تروفاز II به میزان ۰/۳۳ درصد در گونه *A. fridae* مشاهده شد (شکل‌های ۶ و ۷).

کروموزوم‌های سرگردان

کروموزوم‌های سرگردان، کروموزوم‌های عقب افتاده از تفکیک آنافازی هستند و در مقابل کروموزوم‌های پیشرو به دلیل حرکت زود هنگام کروموزوم‌ها در آنافاز مشاهده می‌شوند. علت این پدیده، عدم اتصال صحیح کروموزوم‌ها به رشته دوک

و عدم انتقال آن‌ها به قطبین است. کروموزوم‌های سرگردان در مرحله آنافاز I/تروفاز I در گونه 19163 *A. abnormalis* با فراوانی ۴/۲۹ درصد، در مرحله آنافاز I/تروفاز I در گونه 19162 *A. abnormalis* به میزان ۰/۷۹ درصد و در مرحله آنافاز/تروفاز I و II در گونه *A. fridae* به ترتیب با فراوانی ۱/۶۸ و ۰/۳۳ درصد مشاهده گردیدند (شکل ۶).

چسبندگی کروموزوم‌ها و پل‌ها

چسبندگی کروموزوم‌ها به یکدیگر از ایجاد انتهای چسبناک بین دو یا چند کروموزوم و تشکیل پل‌های چسبناک در آنافاز ناشی می‌شود. البته، در شرایطی ممکن است کروموزوم یا کروماتیدها به یک قطب دوک کشیده شوند. احتمال بقای سلول‌های دچار چسبندگی کم است، زیرا به طور عمده تفکیک این کروموزوم‌ها در آنافاز و تاخیر چند مرحله‌ای آن‌ها در میوز مشاهده می‌شود (Ranjbar et al., 2010). در این مطالعه چسبندگی کروموزوم‌ها در مرحله آنافاز I/تروفاز I در گونه 19163 *A. abnormalis* با فراوانی ۱/۸۴ درصد، در مرحله آنافاز/تروفاز I و II در گونه 19162 *A. abnormalis* به ترتیب با فراوانی ۰/۲۶ و ۰/۳ درصد و در مرحله آنافاز II/تروفاز II در گونه *A. fridae* با فراوانی ۰/۰۸ درصد مشاهده شد (شکل ۶).

میکرونوکلئوس

کروموزوم‌هایی که میکرونوکلئوس را در طی میوز ایجاد می‌کنند، از میکروسپورهای میکروسیت جدا

ناهمزمانی هسته‌ها

این پدیده در مرحله آنافاز I/تولفاز I با فراوانی ۰/۱۵ درصد در گونه *A. abnormalis* 19163، در مرحله آنافاز I/تولفاز I به میزان ۳/۴۳ درصد در گونه *A. abnormalis* 19162 و در مرحله آنافاز I/تولفاز I به میزان ۶/۱۱ درصد در گونه *A. fridae* مشاهده شد (شکل ۶).

بی‌والان‌های حلقوی

بی‌والان‌ها به دو شکل حلقوی و میله‌ای وجود دارند. بی‌والان‌های حلقوی معمولاً توسط کروموزوم‌های متاسانتریک و ساب‌متاسانتریک به وجود می‌آیند. در این بی‌والان‌ها، کیاسماها در هر بازوی کروموزوم‌های هومولوگ تشکیل می‌شوند. اما در میله‌ها، کیاسما در کروموزوم‌های اکروسانتریک و تلوسانتریک تشکیل می‌شوند. بی‌والان‌های حلقوی در مرحله متافاز I به میزان ۰/۱۵ درصد در گونه *A. abnormalis* 19163 مشاهده شدند.

سلول‌های چندقطبی

رشته‌های دوک در حالت عادی در هر دو قطب سلولی وجود دارند و به صورت یک مجموعه واحد عمل نموده، نقش مهمی در تنظیم کروموزوم‌ها در طول متافاز بازی می‌کنند. هر گونه تغییر یا شکستگی در این مجموعه دوک، ممکن است باعث قرار گرفتن کروموزوم‌ها در گروه‌های تصادفی شود. سلول‌های چندقطبی در مرحله تولفاز II با فراوانی ۰/۰۸ درصد در گونه *A. fridae* مشاهده شدند (شکل ۷).

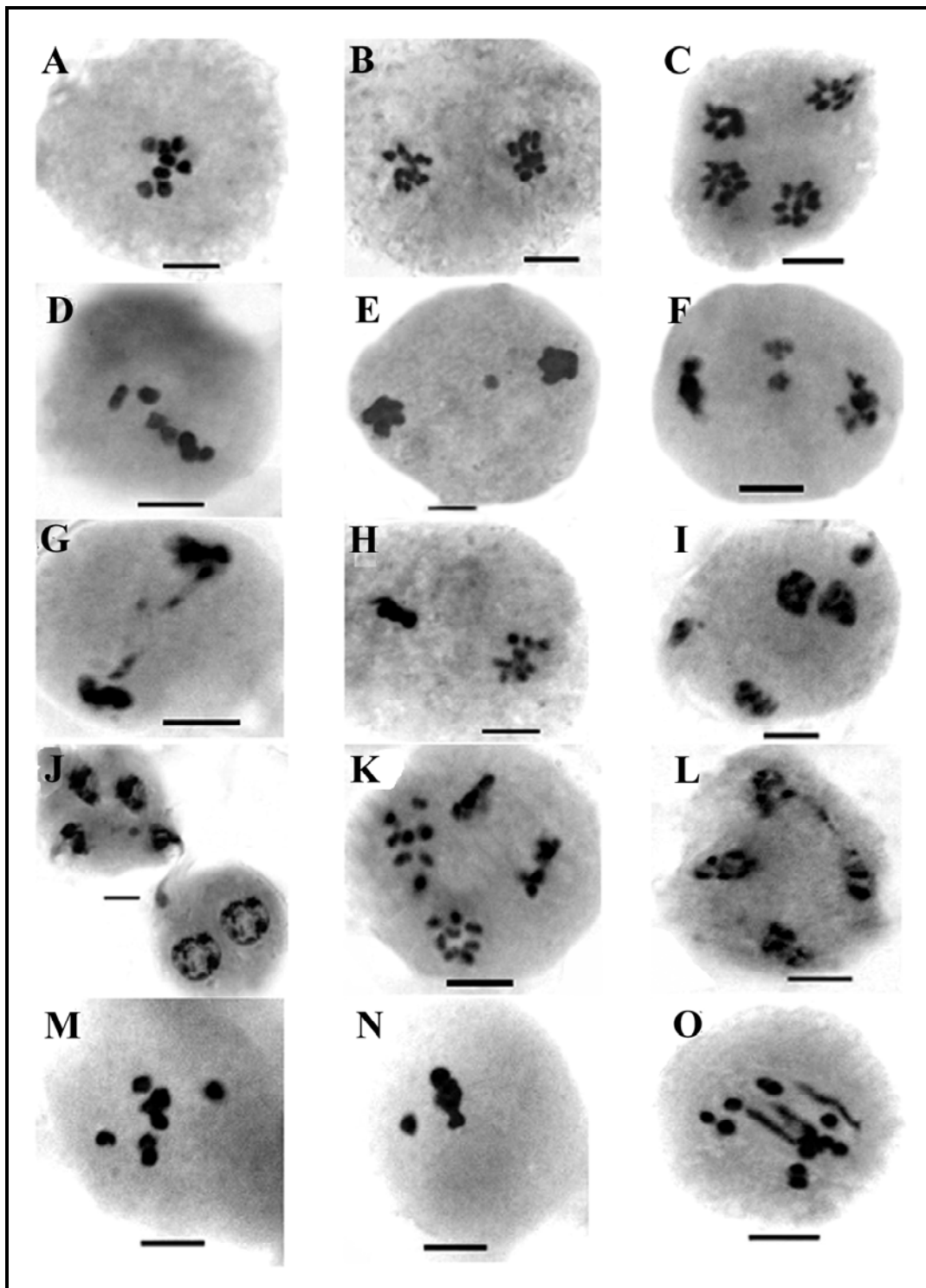
می‌شوند. میکرونوکلئوس ممکن است واجد دیواره میکروسپوری شده و نوعی برآمدگی را ایجاد کند. این میکروسیت‌های جدا شده منشأ ایجاد دانه گرده‌های نازا و کوچک خواهند بود (Baptista-Giacomelli *et al.*, 2000). به طور کلی، جداشدن زود هنگام یونی‌والان‌ها یا عملکرد آنها به عنوان لاگارد در آنافاز باعث ایجاد میکرونوکلئوس در تولفاز می‌شود که معمولاً تا مرحله تتراد باقی می‌مانند (Kodura and Rao, 1981). میکرونوکلئوس در این مطالعه در طی مرحله تولفاز II با فراوانی ۰/۳ درصد در گونه *A. abnormalis* 19162 مشاهده شد (شکل ۶).

دوهستکی

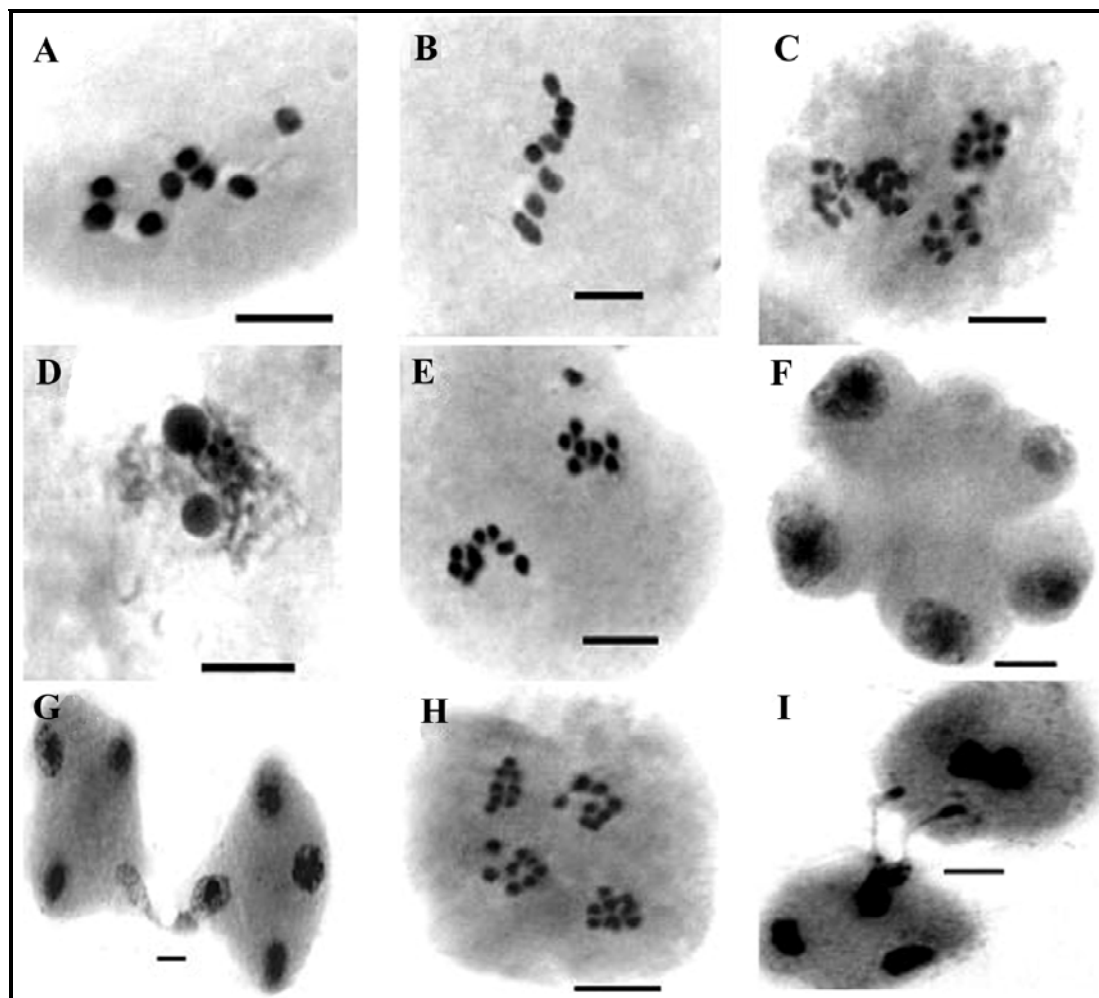
این پدیده در مرحله پروفاز I به میزان ۰/۳۳ درصد در گونه *A. fridae* مشاهده شد (شکل ۷).

کروموزوم‌های جدا افتاده

کروموزوم‌های جدا افتاده در مرحله دیاکینز/متافاز I با فراوانی ۱۴/۴۸ درصد در گونه *A. abnormalis* 19163، در مرحله دیاکینز/متافاز I به میزان ۱۲/۴۲ درصد و در مرحله آنافاز/تولفاز I با فراوانی ۲/۱۱ درصد در گونه *A. abnormalis* 19162، در مرحله دیاکینز/متافاز I با فراوانی ۱۵/۳۲ درصد، در مرحله آنافاز/تولفاز I به میزان ۲/۴۰ درصد، در مرحله آنافاز/تولفاز II به میزان ۳/۰۳ درصد و در مرحله آنافاز/تولفاز II به میزان ۰/۰۸ درصد در گونه *A. fridae* مشاهده شدند (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل ۶- مراحل مختلف میوز در ۲ جمعیت از گونه *A. abnormalis* (A A. diakinesis (19162)، B) تلوفاز I (19162)، C) تلوفاز II (19162)، D) متافاز I (19162)، E، F) کروموزوم‌های سرگردان در آنافاز I (19162)، G) پل در آنافاز I (19162)، H) ناهمزمانی هسته‌ها در تلوفاز I (19162)، I، I) میکرونوکلئوس در تلوفاز II (19162)، J) سیتومیکسی در تلوفاز II (19162)، K) ناهمزمانی هسته‌ها در آنافاز II (19162)، L) پل در آنافاز II (19163)، M) دیاکینز (19163)، N) کروموزوم‌های جدا افتاده در متافاز II (19163)، O) کروموزوم‌های سرگردان و پل در آنافاز I (19163) (مقیاس = ۶ میکرومتر).



شکل ۷- مراحل مختلف میوز در گونه *A. fridae* (A) دیاکینز، (B) متافاز I، (C) تروفاز II، (D) دو هستکی، (E) کروموزوم‌های جدا افتاده در توفاز (F,II) سلول پنج قطبی در توفاز II، (G) سیتومیکسی در توفاز II، (H) توفاز II، (I) سیتومیکسی در توفاز II (مقیاس = ۶ میکرومتر).

منابع

- Aryavand, A. (1983) IOPB Chromosome Number Reports LXXX. Taxon 32: 504-511.
- Bader, A. and Sherif, M. S. (2007): Karyotype analysis and systematic relationships in the Egyptian *Astragalus* L. (Fabaceae). International Journal of Botany 3: 147-159.
- Baptistia-Giacomelli, F. R., Pagliarini, M. S. and Almeida, J. L. (2000) Elimination of microspores in a Brazilian oat (*Avena sativa*) variety. Genetics and Molecular Biology 23 (3): 681-684.
- Erdtman, G. (1960) The acetolysis method. Svensk Botanisk Tidskrift 54: 561-564.
- Kodoru, P. R. K. and Rao, M. K. (1981) Cytogenetics of synaptic mutants in higher plants. Theoretical and Applied Genetics 59:197-214.

- Lock, J. M. and Simpson, K. (1991) Legumes of west Asia, a checklist. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Maassoumi, A. A. (1987) Notes on the genus *Astragalus* in Iran I, cytotaxonomic studies on some species. Iranian Journal of Botany 3: 117-128.
- Maassoumi, A. A. (1989) Notes on the genus *Astragalus* in Iran IV, cytotaxonomic studies on some species. Iranian Journal of Botany 4: 153-163.
- Maassoumi, A. A. (1998) Old world check-list of *Astragalus*. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
- Ranjbar, M. (2007) Notes on *Astragalus* sect. *Incani* DC. (Fabaceae) in Iran. Novon 17 (3): 390-392.
- Ranjbar, M. and Karamian, R. (2003) Some remarks on the genus *Astragalus* sect. *Incani* DC. in Iran. Botanical Journal of the Linnean Society 143(4): 443-447.
- Ranjbar, M. and Karamian, R. (2004) Taxonomic study of *Astragalus* sect. *Erioceras* (Fabaceae) in Iran, Additional notes and key to the species. Nordic Journal of Botany 22: 177-181.
- Ranjbar, M., Karamian, R. and Enayati Akmal, A. (2010) Meiotic behavior and chromosome number of 5 species of the *Astragalus* sect. *Megalocystis* Bunge (Fabaceae) in Iran. Cytologia 75(1): 49-58.
- Ranjbar, M., Karamian, R. and Hadadi, A. (2009) Biosystematic study of *Onobrychis vicifolia* Scop. and *Onobrychis altissima* Grossh. (Fabaceae) in Iran. Iranian Journal of Botany 15(1): 85-95.
- Ranjbar, M., Maassoumi, A. A. and Podlech, D. (2002) *Astragalus* sect. *Alopecuroidei* (Fabaceae) in Iran, complementary notes with a key to the species. Willdenowia 32: 85-91.
- Ranjbar, M., Rahiminejad, M. and Assadi, M. (2005) New findings on the genus *Astragalus* sect. *Incani* DC. in Iran. Willdenowia 35: 117-124.