

مطالعه کاربوتیپی هفت گونه جو (*Hordeum*) در استان فارسعبدالرضا نصیرزاده^۱ و فریدون انصاری اصل^۲

چکیده

در این پژوهش هفت گونه جو شامل *H. bulbosum*، *H. violaceum*، *H. glaucum*، *H. spontaneum*، *H. vulgare*، *H. geniculatum* و *H. distichon* مورد مطالعه کاربوتیپی قرار گرفتند. در آزمایشگاه، مطالعه سیتولوژی انجام و براساس اطلاعات حاصله تعداد کروموزومها و سطح پلویدی هر گونه مشخص شد سپس ژنوم گونه‌ها شامل طول کل، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه و نسبت بازوی بلند به کوتاه کروموزومها محاسبه و بر اساس اطلاعات حاصله کاربوتیپی هر گونه به صورت ایدیوگرام رسم شد. در پایان فرمول و تقارن کاربوتیپی گونه‌ها از طریق فرمول‌ها و جداول مربوطه به دست آمد. این مطالعه نشان داد که سه گونه *H. violaceum*، *H. bulbosum* و *H. geniculatum* تتراپلوئید با $2n = 4x = 28$ و چهار گونه دیگر دیپلوئید با $2n = 2x = 14$ هستند که بررسی سیتولوژی سه گونه *H. distichon*، *H. geniculatum* و *H. violaceum* برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود. نتایج نشان داد که فرمول کاربوتیپی چهار گونه دیپلوئید به صورت $7m$ و سه گونه تتراپلوئید به صورت $2sm + 12m$ بود. هم‌چنین بررسی تقارن کاربوتیپی گونه‌ها نشان داد که کلیه گونه‌های مورد مطالعه متقارن و در کلاس A قرار داشته‌اند. در پایان تجزیه کاربوتیپی گونه‌های جو با استفاده از پارامترهای $TF\%$ ، $S\%$ ، $T.V$ ، $D.R.L.$ و X تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: جنس جو، سیتولوژی، کاربوتیپی، کروموزوم

مقدمه

مطالعات ژنتیکی و سیتولوژی استفاده می‌شود. بنابراین جو به عنوان یک نمونه آزمایشگاهی خوب در مطالعات سیتوژنتیکی، ژنتیک جمعیت، سیستم‌های زادآوری، فیزیولوژی، شناسایی آنزیم‌ها، بیوفیزیک، پاتولوژی و ویروس‌شناسی کاربرد فراوان دارد (۱۵). امروزه جنس جو دارای ۳۲ گونه و جمعاً ۴۵ تاکسون می‌باشد که ۲۸ تاکسون دیپلوئید، ۱۶ تاکسون تتراپلوئید و ۸

گونه‌های جو از جنبه‌های مختلف به ویژه در تغذیه دام و تهیه مالت جو حائز اهمیت می‌باشند هم‌چنین با توجه به خصوصیات بسیار خوب از جمله کم بودن تعداد کروموزومها، دارا بودن کروموزوم‌های نسبتاً بزرگ، سهولت در تشکیل دورگه و وجود درصد بالایی از خودگشنی، در سطح وسیعی برای

۱. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز

۲. کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

استبیز همگی در کلاس ۱A قرار داشته و از نظر فرمول کاریوتیپی به صورت $7m$ می‌باشند (۶).

به طور کلی هدف از انجام این پژوهش شامل شناسایی گونه‌های جو موجود در استان فارس، انجام مطالعه کروموزومی، تهیه کاریوتیپ و تجزیه و تحلیل ژنوم گونه‌های مورد مطالعه، مقایسه و تفکیک گونه‌ها بر اساس اطلاعات کروموزومی و مقایسه نتایج حاصل از بررسی قرابت و نزدیکی گونه‌ها بر اساس اطلاعات کاریوتیپی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

الف) جمع‌آوری بذر

با توجه به این‌که در بررسی‌های کروموزومی معمولاً از منطقه مرستمی ریشه‌چه استفاده می‌شود، بنابراین در پایان فصل رویش و در زمان رسیدن کامل بذرها، با مراجعه به رویشگاه‌های جو، بذر مورد نیاز جهت آزمایش‌های سیتولوژی جمع‌آوری گردید.

ب) شناسایی گونه‌ها

در اواسط فصل رویش و در زمان گل‌دهی، با مراجعه مجدد به رویشگاه‌ها، از هر گونه چند نمونه کامل گیاهی (شامل ریشه، برگ، ساقه و گل) جمع‌آوری و بر اساس روش متداول در هرباریوم‌ها، ابتدا با قرار دادن در پرس فرم داده و سپس خشک شدند. در پایان شناسایی گونه‌ها بر اساس فلور ایرانیکا (۱۷) انجام گردید.

ج) جوانه‌دار کردن بذر

برای انجام آزمایش جوانه‌زنی، در هر مرحله حدود ۲۰ بذر در یک ظرف پتری‌دیش و روی کاغذ واتمن کاشته و پس از اضافه کردن مقدار کافی آب مقطر، به انکوباتور با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی منتقل شدند که بسته به گونه ۲ الی ۳ روز طول می‌کشید تا طول ریشه‌چه‌ها به اندازه ۲-۱ سانتی‌متر برسد.

تاکسون هگزاپلوئید با عدد پایه کروموزومی $x=7$ می‌باشند. اولین مطالعه کروموزومی جو در سال ۱۹۲۴ توسط کیهارا و روی دو گونه *H. vulgare* و *H. pusillum* انجام گردید. وی نشان داد که این دو گونه دیپلوئید ($2n = 2x = 14$) با عدد کروموزومی پایه $x=7$ می‌باشند (۷). تاکنون بیشترین بررسی‌های سیتولوژی روی گونه جو زراعی انجام شده که آن را گونه‌ای دیپلوئید اعلام کرده‌اند (۱۱ و ۱۳) اما بعضی از محققین آن را گونه‌ای تتراپلوئید ($2n = 4x = 28$) دانسته‌اند (۱۱ و ۱۲). در مورد دو گونه *H. bulbosum* و *H. geniculatum* در پاره‌ای از مطالعات، آنها را دیپلوئید (۱۱) و در پاره‌ای دیگر تتراپلوئید اعلام کرده‌اند (۱۲). در یک مطالعه هم‌زمان که روی جمعیت‌های گونه *H. violaceum* صورت گرفت این گونه را دیپلوئید ($2n = 2x = 14$)، تتراپلوئید ($2n = 4x = 28$) و هگزاپلوئید ($2n = 6x = 42$) با عدد پایه کروموزومی $x=7$ دانسته‌اند (۹). در کلیه بررسی‌های کروموزومی که روی گونه‌های *H. spontaneum*، *H. glaucum* و *H. distichum* انجام شده، آنها را دیپلوئید ($2n = 2x = 14$) با عدد کروموزومی پایه $x=7$ اعلام کرده‌اند (۱۱، ۱۲ و ۱۳). در ایران مطالعات سیتولوژی متعددی بر روی گونه‌های جو به ویژه گونه زراعی انجام شده است. داوودی با بررسی سیتولوژی گونه جو زراعی والفجر آن را گونه‌ای دیپلوئید با ۱۴ کروموزوم و فرمول کاریوتیپی $2M+4Sm+1St$ معرفی کرد (۲). امیدی در مطالعه کاریولوژیکی خود روی گونه جو زراعی (*H. vulgare*)، آن را گونه‌ای دیپلوئید با عدد پایه $x=7$ اعلام کرد (۱) هم‌چنین سیدی با بررسی کاریوتیپی ارقام جو زراعی، آن را گونه‌ای دیپلوئید اعلام نمود (۳). صاحبی ۶ گونه از جنس جو را مورد مطالعه سیتولوژی قرار داد که ۴ گونه *H. brevisubulatum*، *H. glaucum*، *H. bogdani*، *H. spontaneum* دیپلوئید، گونه *H. bulbosum* تتراپلوئید و گونه *H. leporinum* هگزاپلوئید بودند (۴). یزدان‌ستا نیز ۲۰ ژنوتیپ مختلف جو لخت را مورد مطالعه سیتولوژی قرار داد. وی نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌ها، دیپلوئید و دارای ۱۴ کروموزوم می‌باشند که براساس روش

جدول ۱. نتایج تجزیه کاربوتیپ گونه‌های مختلف جنس جو در استان فارس

T.V.	D.R.L	X	S%	TF%	L/S	S	L	T.L	۲n	نام علمی گونه‌ها
۲۸۰/۵۵	۱/۹۵	۸/۸۶	۷۶/۲۵	۴۰/۷۳	۱/۴۰	۵۰/۵۴	۷۰/۷۵	۱۲۴/۰۸	۲۸	<i>H. bulbosum</i>
۲۸۳/۸۱	۱/۷۱	۸/۲۷	۷۸/۸۱	۴۰/۱۸	۱/۳۷	۴۶/۵۴	۶۳/۲۰	۱۱۵/۸۴	۲۸	<i>H. violaceum</i>
۲۲۵/۰۷	۲/۴۷	۸/۲۵	۷۰/۹۲	۴۰/۳۴	۱/۳۶	۴۶/۵۶	۶۳/۷۰	۱۱۵/۴۳	۲۸	<i>H. geniculatum</i>
۱۵۵/۶۶	۴/۶۵	۹/۳۲	۶۹/۷۶	۳۹/۸۵	۱/۴۳	۲۶/۰۰	۳۶/۸۱	۶۵/۲۴	۱۴	<i>H. spontaneum</i>
۱۳۴/۱۴	۲/۳۰	۷/۸۲	۸۵/۰۳	۴۰/۱۸	۱/۳۸	۲۲/۰۱	۳۰/۳۲	۵۴/۷۴	۱۴	<i>H. glaucum</i>
۱۱۴/۲۲	۶/۷۵	۸/۵۴	۶۴/۸۲	۴۱/۷۰	۱/۳۰	۲۴/۹۳	۳۲/۳۵	۵۹/۷۸	۱۴	<i>H. distichon</i>
۱۳۶/۱۵	۳/۷۶	۹/۲۶	۷۵/۸۵	۴۲/۴۳	۱/۳۲	۲۷/۵۱	۳۶/۱۳	۶۴/۸۵	۱۴	<i>H. vulgare</i>

T.L. = Total length of chromosomes

L. = Total of long arms

S = Total of short arms

TF% = Total form percentage

S% = Releative length of the shortest chromosome

D.R.L. = Difference of range of relative length

T.V. = Total volume

هـ) مطالعات میکروسکوپی و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از مشاهده سلول‌های متافازی مناسب، از هر گونه ۱۵ سلول متافازی مناسب انتخاب و از آنها عکس گرفته شد. در ادامه ابتدا تعداد کروموزوم‌های هر گونه شمارش و سپس خصوصیات کاربوتیپی از قبیل طول هر کروموزوم، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه، نسبت بازوی بلند به کوتاه، نسبت بازوی کوتاه به بلند، طول نسبی و حجم کروموزوم‌ها برای هر گونه محاسبه گردید. با استفاده از اطلاعات فوق سطح پلویدی هر گونه مشخص و کاربوتیپ آن به صورت ایدیوگرم رسم گردید. مقایسه کاربوتیپ گونه‌ها با استفاده از روش دو طرفه استینز (۱۸) و فرمول کاربوتیپی گونه‌ها توسط روش لوان و همکاران (۱۶) مشخص گردید (جدول ۲). در پایان تجزیه کاربوتیپ گونه‌های جو با استفاده از پارامترهای طول‌نسبی کوتاه‌ترین کروموزوم S% (۱۰)، اختلاف دامنه طول‌نسبی کروموزوم‌ها D.R.L، شکل کلی کاربوتیپ TF% (۱۴)، حجم کل ژنوم TV و مقدار متوسط کروماتین X (۸) تعیین شد (جدول ۱).

د) تهیه نمونه کروموزومی

ابتدا در مرحله پیش‌تیمار، بذره‌های جوانه‌زده به مدت ۳/۵ ساعت در محلول ۱ درصد آلفا برمونفتالین قرار داده شدند. جهت تثبیت، ابتدا ریشه‌چه‌ها را کاملاً با آب مقطر شستشو داده تا آثار مواد پیش‌تیمار برطرف گردد سپس ریشه‌چه‌ها از محل اتصال به لپه‌ها قطع و به محلول تثبیت کننده کارنوی (۳) قسمت الكل : ۱ قسمت اسیداستیک خالص) منتقل شدند. نگهداری ریشه‌چه‌ها در محلول تثبیت به مدت ۲۴ ساعت بهترین نتیجه داشت. در مرحله هیدرولیز، پس از شستشوی کافی نمونه‌ها با آب مقطر، به محلول اسید کلریدریک یک‌نرمال منتقل و در آون (در دمای ۶۰°C) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه (بسته به گونه) قرار داده شدند سپس ریشه‌چه‌ها به مدت ۵ دقیقه در آب مقطر شستشو شده تا اثر اسید کلریدریک از بین برود. در مرحله رنگ‌آمیزی از استواورسین به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در آون و دمای ۶۰°C استفاده گردید و پس از اسکواش اقدام به تهیه نمونه میکروسکوپی شد.

جدول ۲. مشخصات گیاه‌شناسی و کاربوتیپی گونه‌های مختلف جنس جو در استان فارس

نام علمی گونه	نام فارسی*	چرخه زندگی	تعداد کروموزوم	سطح پلویدی	فرمول کاربوتیپی
<i>H. bulbosum</i>	جو پیاز دار (جو کتو)	چندساله	۲۸	تتراپلوید	۱۲ m + ۲ sm
<i>H. violaceum</i>	جو بنفش (چمن زار)	چندساله	۲۸	تتراپلوید	۱۲ m + ۲ sm
<i>H. geniculatum</i>	جو زانودار	یک‌ساله	۲۸	تتراپلوید	۱۲ m + ۲ sm
<i>H. spontaneum</i>	جو خودرو	یک‌ساله	۱۴	دیپلوید	۷ m
<i>H. glaucum</i>	جو هرز	یک‌ساله	۱۴	دیپلوید	۷ m
<i>H. distichon</i>	جو معمولی	یک‌ساله	۱۴	دیپلوید	۷ m
<i>H. vulgare</i>	جو زراعی	یک‌ساله	۱۴	دیپلوید	۷ m

* : اسامی فارسی گونه‌ها از منبع شماره ۵ اقتباس شده است.

نتایج و بحث

در این پژوهش هفت گونه جو شامل *H. bulbosum* L.، *H. geniculatum* و *H. glaucum* Steud، *H. distichon* L.، *H. spontaneum*، *H. violaceum* Boiss.&Huet. All.، *H. vulgare* L. و C.Koch. که بر اساس فلور ایرانیکا (۱۷) شناسایی شدند، مورد بررسی کاربوتیپی قرار گرفتند. این مطالعه نشان داد که سه‌گونه *H. violaceum*، *H. bulbosum* و *H. geniculatum* تتراپلوید با $2n = 4x = 28$ و چهارگونه دیگر دیپلوید با $2n = 2x = 14$ بودند (شکل‌های ۱ الف الی ۷ ب) که مطالعات کاربوتیپی سه گونه *H. geniculatum*، *H. distichon* و *H. violaceum* برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

بررسی‌های گیاه‌شناسی نشان داد که از سه گونه تتراپلوید، دو گونه *H. bulbosum* و *H. violaceum* چند ساله و گونه *H. geniculatum* یک‌ساله می‌باشد هم‌چنین نتایج شمارش کروموزومی و تعیین سطح پلویدی در مورد ۳ گونه یک‌ساله *H. distichon*، *H. glaucum*، *H. spontaneum* این سه گونه دیپلوید با ۱۴ کروموزوم می‌باشند (جدول ۲) که تأیید کننده نتایج گزارش‌های قبلی می‌باشد (۱۲، ۱۱، ۴، ۱۳). در مورد گونه زراعی *H. vulgare*، نتایج این پژوهش تأیید کننده پاره‌ای مطالعات، که آن را دیپلوید ($2n = 2x = 14$) اعلام

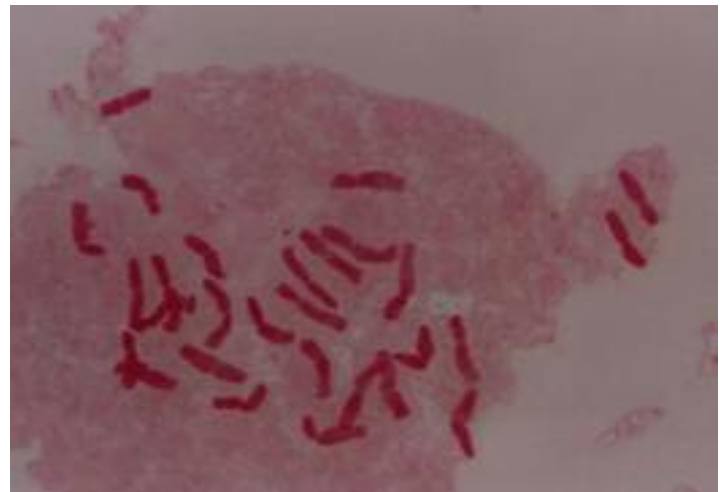
کرده‌اند می‌باشد (۱، ۲، ۶، ۱۱، ۱۲) ولی با سایر نتایج که آن را گونه‌ای تتراپلوید ($2n = 4x = 28$) دانسته‌اند مغایرت دارد (۱۳). در مورد دو گونه *H. bulbosum* و *H. geniculatum*، در پاره‌ای از مطالعات آنها را گونه‌ای تتراپلوید اعلام کرده‌اند (۴) و (۱۲) که تأیید کننده نتایج مطالعه حاضر می‌باشد ولی با بررسی‌هایی که این دو گونه را دیپلوید دانسته‌اند مغایرت دارد. بر اساس نتایج این پژوهش گونه *H. violaceum*، گونه‌ای تتراپلوید می‌باشد که تأیید کننده برخی از مطالعات قبلی است ولی با نتایجی که آن را گونه‌ای دیپلوید و یا هگزاپلوید اعلام کرده‌اند مغایرت دارد (۹). در خصوص فرمول کاربوتیپی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بر اساس روش لوان و همکاران، ۴ گونه دیپلوید دارای فرمول کاربوتیپی $7m$ و سه گونه تتراپلوید دارای فرمول کاربوتیپی $12m + 2sm$ می‌باشند (جدول ۲) که تأیید کننده نتایج مطالعاتی است که کاربوتیپی جنس جو را متقارن و سانترومر را در نقطه میانی یا تقریباً میانی دانسته‌اند می‌باشد (۶) ولی با نتایج بررسی‌های داوودی که فرمول کاربوتیپی گونه جو والفجر را $1st + 4sm + 2M$ معرفی کرده مغایرت دارد (۲). مقایسه کاربوتیپی گونه‌های جو که بر اساس روش دو طرفه استینز انجام شد نشان داد که کلیه گونه‌های مورد مطالعه در کلاس ۱A قرار می‌گیرند (جدول ۳) که بیانگر این نکته است که کروموزوم‌ها متقارن بوده و سانترومر تقریباً

جدول ۳. تقارن کاربوتیپی گونه‌های مختلف جنس جو به روش دو طرفه استیبنز

بزرگ‌ترین کروموزوم کوچک‌ترین کروموزوم	> ۲ نسبت بازوان کروموزوم (L/S)			
	۰/۰	۰/۰۱ - ۰/۵۰	۰/۵۱ - ۰/۹۹	۱/۰۰
< ۲	<i>H. bulbosum</i> <i>H. violaceum</i> <i>H. geniculatum</i> <i>H. spontaneum</i>	۲ A	۳ A	۴ A
۲ - ۴	<i>H. glaucum</i> <i>H. distichon</i> <i>H. vulgare</i>	۱ B	۲ B	۳ B
> ۴		۲ C	۳ C	۴ C

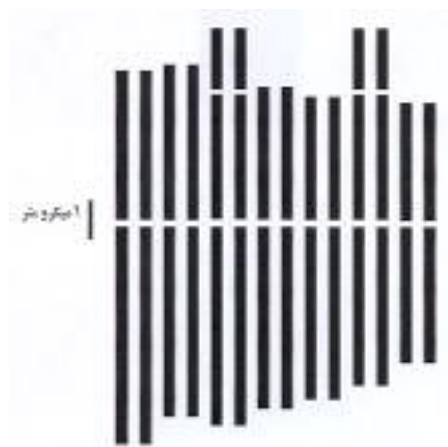


شکل ۱ - ب) ایدیوگرام گونه *H. bulbosum*

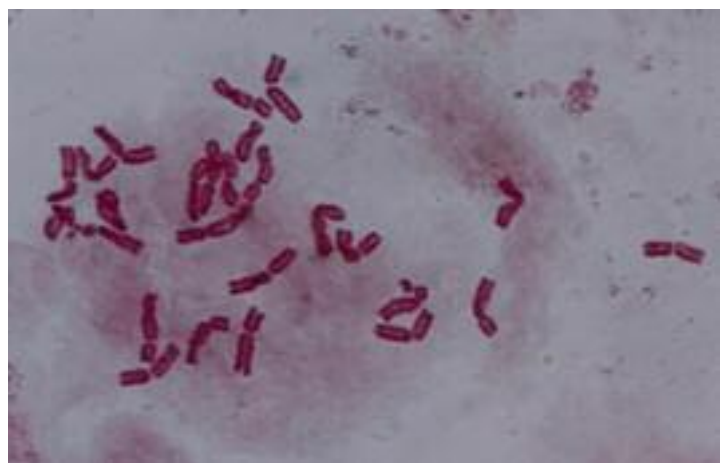


شکل ۱ - الف) متافاز میتوز گونه *H. bulbosum*

$$2n = 4x = 28$$

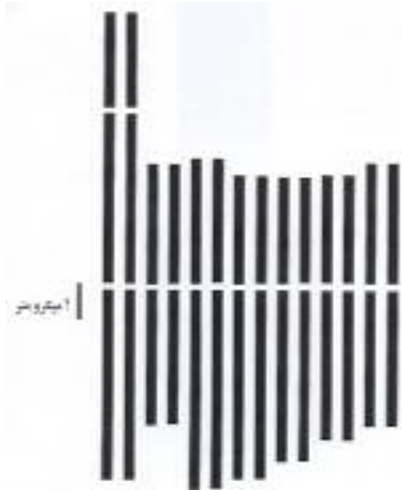


شکل ۲ - ب) ایدیوگرام گونه *H. violaceum*

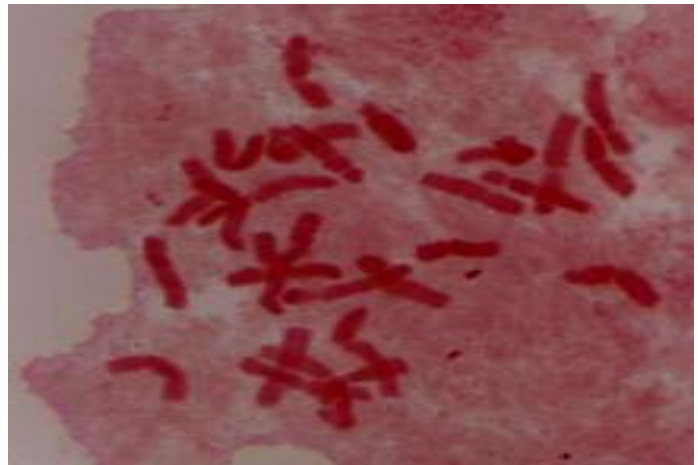


شکل ۲ - الف) متافاز میتوز گونه *H. violaceum*

$$2n = 4x = 28$$



شکل ۳ - ب) ایدیوگرام گونه *H. geniculatum*

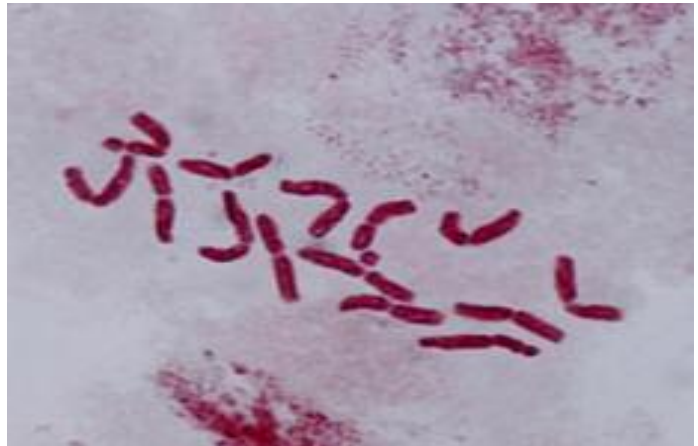


شکل ۳ - الف) متافاز میتوز گونه *H. geniculatum*

$$2n = 4x = 28$$

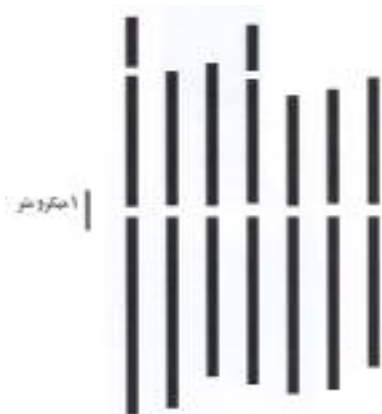


شکل ۴ - ب) ایدیوگرام گونه *H. spontaneum*



شکل ۴ - الف) متافاز میتوز گونه *H. spontaneum*

$$2n = 2x = 14$$

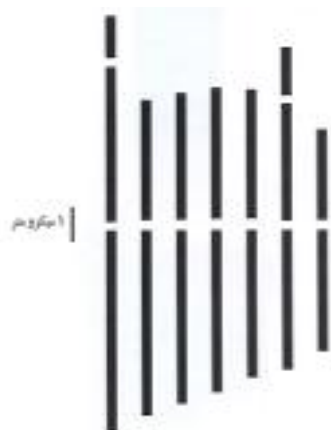


شکل ۵ - ب) ایدیوگرام گونه *H. glaucum*



شکل ۵ - الف) متافاز میتوز گونه *H. glaucum*

$$2n = 2x = 14$$



شکل ۶ - ب) ایدیوگرام گونه *H. distichon*



شکل ۶ - الف) متافاز میتوز گونه *H. distichon*

$$2n = 2x = 14$$



شکل ۷ - ب) ایدیوگرام گونه *H. vulgare*



شکل ۷ - الف) متافاز میتوز گونه *H. vulgare*

$$2n = 2x = 14$$

کروموزومی دیگر دارای کاربوتیپ متقارن تری می باشد. این مطالعات نشان داد که بیشترین مقدار متوسط کروماتین (X) گونه های ۲۸ کروموزومی با ۸/۶۸ مربوط به گونه *H. bulbosum* و کمترین مقدار متوسط کروماتین با ۷/۹ مربوط به گونه *H. geniculatum* می باشد (جدول ۱). بنابراین می توان نتیجه گرفت با افزایش تقارن کاربوتیپ ها، مقدار میانگین طول کروماتین در گونه های ۲۸ کروموزومی جو کاهش می یابد و گونه ها هر چه به طرف نامتقارن شدن پیش بروند بر میزان متوسط کروماتین افزوده می شود. مقایسه درصد TF گونه های

در نقطه میانی قرار دارد بنابراین گونه ها در مراحل ابتدایی تکامل قرار دارند که با نتایج حاصل از فرمول کاربوتیپی هماهنگی دارد هم چنین تأیید کننده نتایج مطالعه یزدان ستا می باشد (۶). مقایسه درصد TF گونه های ۲۸ کروموزومی نشان می دهد که بیشترین درصد TF با ۴۴/۴۴ مربوط به گونه *H. violaceum* و کمترین مقدار درصد TF با ۴۱/۷۰ مربوط به گونه *H. bulbosum* می باشد (جدول ۱). با توجه به این که هر چه درصد TF بیشتر باشد نشان دهنده تقارن کاربوتیپ بالاتری است، بنابراین گونه *H. violaceum* نسبت به دو گونه ۲۸

۱۴ کروموزومی نشان می‌دهد که بیشترین درصد TF با ۴۳/۵۲ کاربوتیپ متقارن‌تری است بنابراین گونه *H. vulgare* نسبت به مربوط به گونه *H. vulgare* و کمترین مقدار درصد TF با ۴۱/۳۹ مربوط به گونه *H. spontaneum* می‌باشد. با توجه به این‌که هر چه درصد TF بیشتر باشد گونه مورد نظر دارای

منابع مورد استفاده

۱. امیدی، م. ۱۳۷۹. بررسی کشت بافت، تنوع ژنتیکی و پروتئینی جو. پایان‌نامه دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۲. داوودی، د. ۱۳۷۳. بررسی سیتولوژی و تنوع کروموزومی کلن‌های سوماتیکی جو در ساختارهای تمایز یافته کالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۳. سیدی، ف. ۱۳۷۹. بررسی کاربوتیپ عادی و ریخت‌شناسی برخی از ارقام جو در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان.
۴. صاحبی، ج. ۱۳۸۰. بررسی سیستماتیک و بیوسستماتیک جنس *Hordeum* در ایران. پایان‌نامه دکتری سیستماتیک گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
۵. مظفریان، و. ۱۳۵۷. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.
۶. یزدان‌ستا، س. ۱۳۸۱. بررسی سیتوژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های جو لخت (*Hordeum vulgare*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
7. Darlington, C.D. and A.P. Wylie 1961. Chromosome Atlas of Flowering Plants. George Allen & Unwin LID. London.
8. Datta, M. and B. Agarwal 1992. Intervarietal differences in karotype of tea. Cytologia 57: 437 – 441.
9. Dewy D.R. 1979 The *Hordeum violaceum* complex of Iran. Am. J. Bot. 66: 166 – 172.
10. Gennur, M.N., S. N. Kadapa, A.F. Habib and J.V. Goud 1988. Karyomorphological studies in Asiatic cotton II . Karyotypic analysis of species and races of Asiatic cottons based on nucleoli chromosome and symmetry of karyotype. Cytologia 53 : 107 – 114.
11. Goldblat, P. 1987. Index to plant chromosome numbers. Missouri Botanical Garden 30:149.
12. Goldblat, P. 1991. Index to plant chromosome numbers. Missouri Botanical Garden 51:167-169.
13. Goldblat, P. and Dale E. Johnson 1995. Index to plant chromosome numbers. Missouri Botanical Garden. 69:130-131.
14. Huziwara, Y. 1962. Karyotype analysis in some genera of Compositae. VIII. Further studies on the chromosome of Aster. Am. J. Bot. 49: 116– 119.
15. King, R. C. 1974. Handbook of Genetics. Vol. 2. Plants, Plant Viruses and Protists. Plenum Press, New York.
16. Levan, A., K. Fredga and A. Sanberg 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosome. Hereditas 52: 201 – 220.
17. Rechinger, K.H. 1970. Flora Iranica (No. 70). Akademische Druk-u. Verlagsanstalt Graz, Austria.
18. Stebbins, G.L. 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold Pub., London.