

کشت دانه های گرده تعدادی از پروانه وارن (Papilionoideae) و اثر دما بر رویش و

لوله های گرده در آنها

دکتر احمد مجد - فرخنده رضا نژاد

گروه زیست شناسی - دانشکده علوم - دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

دانه های گرده سویا *Glycine max*، یونجه *Medicago sativa* و نخود *Cicer arietinum* در محیطهای کشت مختلف کشت شد و در دماهای مختلف از صفر تا ۴۰ درجه یا گامهای ۵ درجه قرار گرفت. در شماری از آزمایشها پس از اثر تنش سرما یا گرما بر گرده ها، نمونه های کشت شده به دمای مناسب برده شد. نتایج آزمایشها نشان داد که: محیط اصلاح شده، Pfaller 1967: 15 برای کشت گرده های این گیاهان مناسب است. درصد رویش گرده های هر سه گونه گیاه مورد تجربه تا رسیدن دما به ۵°C بسیار ناچیز است از ۵°C تا ۱۰°C. رویش گرده ها کم است آستانه رویش فعال گرده این گیاهان حدود ۱۵°C است و بیشترین رویش گرده ها در دمای ۱۵°C تا ۲۰°C می باشد. پس از آن تا رسیدن دما به ۳۰°C تغییر قابل توجه و معنی داری در میزان رویش گرده ها دیده نمی شود از ۳۵°C تا ۴۰°C میزان رویش گرده ها کاهش می یابد به نحوی که در ۴۰°C دمای بیش از آن رویشی خوب صورت نمی گیرد. متفاوت گرده های یونجه در برابر افزایش دما به طور نسبی از گرده های نخود و سویا بیشتر است.

رشد لوله های گرده نیز همانند میزان رویش گرده ها و با شدتی بیشتر تحت تاثیر تغییرات دما قرار می گیرد. تا رسیدن دما به ۵°C

رشد لوله های گرده بسیار ناچیز است. از حدود ۱۵°C رشد لوله سریع لوله های گرده آغاز می شود و تا رسیدن به حدود ۳۰°C می یابد. افزایش دما به ۳۵°C تا ۴۰°C موجب کاهش رشد لوله گرده می شود و دمای بیش از ۴۰°C موجب توقف رشد لوله های می شود. رشد لوله گرده نسبت به رویش گرده در برابر تنشهای سرما یا گرمایی حساستر است و در مجموع نیاز دمایی بالاتری دارد.

مقدمه

کشت دانه های گرده در شرایط آزمایشگاهی و مقایسه نتایج رویش و رشد طبیعی لوله های گرده به منظور شناسایی شرایط مناسب برای کشت، داشت و برداشت گیاهان، به دست آوردن گیاهان، تجزیهات مربوط به دست ورزی آنها، بررسی اثر عوامل مختلف بر رویش و رشد لوله های گرده و تشکیل آنروزوتیدها و روشهای مناسب و متداول پژوهشی کنونی است. دست یافتن به کشت مناسب برای گرده های گونه ها یا سرده های مختلف توجه پژوهشگران زیادی از جمله (Brink, 1924), (Brewbaker and Kwack, 1963: 2), (Heslop-Harrison, 1992: 8), (Rebecca et al., 1992: 6) است که با تجربیات خود به ترتیب محیطهای مناسبی را برای

اختصاص داده شده است و بنابراین بررسیهای علمی از جمله اثر عوامل محیطی بر تکوین، تکامل و رویش گرده ها، رشد لوله های گرده، لقاح و تشکیل میوه و دانه در آنها می تواند علاوه بر دستاوردهای علمی جدید، دارای نتایج کاربردی - اقتصادی باشد. در این پژوهش نیز متناسب با چنین اهدافی بررسی اثر محیطهای مختلف کشت و نیز دماهای مختلف بر رویش لوله های گرده در سه سرده از پروانه وازان مورد توجه بوده است.

مواد و روشها :

دانه های گرده ای که بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح از گلهای سویا، نخود و یونجه بدست آمده بود بر روی محیطهای کشت (Brewbaker and Kwack, 1963), (Heslop Harrison, 1992), (Rebeca McGee, 1992) و نیز محیط کشت اصلاح شده Pfahiler در بشقاب پتری های با اندازه متوسط (۶۰ × ۱۵ میلیمتر) کشت شد. نمونه ها بلافاصله پس از کشت در دماهای مختلف از صفر تا ۴۰°C با گامهای ۵ درجه قرار داده شد. پس از گذشت نیم، یک، دو و سه ساعت از کشت، نمونه ها با اسید استیک ۲۵ درصد تثبیت شد و در هر بشقاب پتری درصد رویش گرده ها و میزان رشد لوله های گرده مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین درصد رویش، در هر بشقاب پتری ۲۰۰ دانه گرده در ۲ تا ۵ میدان دید، مورد مشاهده میکروسکوپی قرار گرفت. به منظور سنجش میزان رشد لوله های گرده نیز طول ۲۰ لوله گرده با استفاده از اکلر دارای گراتیکول در هر بشقاب پتری اندازه گیری شد. هر تجربه چهار بار تکرار گردید و نتایج با استفاده از آنالیز واریانس دوعاملی با تکرار و آزمون دانکن (Duncan's multiple range test) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. پس از مقایسه نتایج و تعیین دمای بهینه برای رویش گرده ها و رشد لوله های گرده هر گونه از گیاهان مورد پژوهش، برخی نمونه های کشت شده را پس از تنش سرمایی (صفر تا ۵°C) و تنش گرمایی (۳۵ تا ۴۰°C) به دمای بهینه منتقل کردیم و میزان رویش لوله های گرده را بررسی کرده با نمونه های شاهد که تمام مدت در دمای بهینه بودند، مقایسه کردیم.

انسان. گونه های مختلف تک لپه ایها و دو لپه ایها، ذرت، نرگس و بویا، فرنگی ابداع یا معرفی کرده اند. محققین متعددی از این محیط کشت برای گونه های دیگری از تک لپه ایها، دو لپه ایها و باغیانگان استفاده کرده اند. یکی از اهداف این پژوهش نیز مقایسه میزان رشد لوله های گرده و سلامت آنها در محیط های کشت مختلف و شناسایی محیط مناسب تر بوده است.

تشکیل میوه و دانه به دمای مناسب نیاز دارد بخشی از این نیاز بویا به اثر دما بر رویش گرده ها و رشد لوله های گرده است که برای تعیین یاخته های تر (آنتروزیئیدها) به کیسه رویانی نهاندانگان یا بگن بازدانگان و انجام لقاح لازم است. در مواردی که توانایی رویش گرده در شرایط آزمایشگاهی با لقاح در شرایط مزرعه هماهنگی داشته باشد. پژوهشهای آزمایشگاهی به عنوان شاخصی برای توان لقاح مورد توجه است (Loreti et al, 1981), 11. پژوهشگرانی از جمله (Farlow, 1979), 5, (Pearson, 1932), 14, (KUO, 1981), 10. گزارش کرده اند که گستره های دمایی و دمای بهینه در گونه ها و ارقام مختلف گیاهی متفاوت است. رویش گرده ها و رشد لوله های گرده در شرایط آزمایشگاهی به ویژه در گونه های خاصی مورد پژوهش عمده ای از محققان از جمله (Therios et al, 1984), 13, (Mellenthin, 1977), 19, (Luza et al, 1981), 12, (Griggs, 1975), 6, (Jefferies, 1981), 9, (Sedgley, 1977), 18, (Yates, 1981), 23, (Bajaj, 1991), 1. بوده است. این پژوهشها بیان می کند که سرما و نیز دمای بالاتر از ۴۰°C با کاهش یا توقف رویش و رشد لوله های گرده، موجب کاهش میزان محصول می شود. همچنین مشخص شده است که رشد لوله گرده نسبت به رویش گرده در برابر سرما و گرما حساسیت بیشتری دارد و به طور متوسط نیاز دمایی بالاتری دارد.

گیاهان تیره پروانه آسا به ویژه سرده هایی مثل سویا، نخود و بویا از گیاهان استراتژیک و دارای اهمیت اقتصادی و تغذیه ای زیاد هستند. هزاران هکتار از اراضی قابل کشت کشور به کشت این گیاهان

عکسبرداری از نمونه ها با میکروسکوپ نوری زایس مجهز به دوربین انجام شد.

نتایج :

نتایج حاصل از میزان رویش یا درصد رویش گرده ها نشان می دهد که در هر سه سرده سویا، نخود و یونجه، رویش دانه های گرده در فاصله زمانی نیم تا یک ساعت پس از کشت زیاد است و در شرایط مناسب رویش، بیش از ۹۰ درصد دانه های گرده در این مدت می رویند (نمودار ۲، ۱ و ۳).

گرده های بدست آمده از غنچه های نیمه رس (نزدیک به شکفتن گل) توان رویش بیشتری دارند در حالی که گرده های مسن و انتخاب شده از گل‌های شکفته به نسبت کمتری می رویند و عده ای از آنها لوله های گرده دارای انشعاب و یا بیش از یک لوله گرده به وجود می آورند. کشت گرده ها در شرایط دمایی مشابه، اما بر روی محیط‌های کشت مختلف نشان می دهد که برای رویش و رشد لوله های گرده هر سه گونه مورد پژوهش، محیط اصلاح شده Pflater با ترکیب: ساکارز ۱۰ گرم، نیترات کلسیم ۰/۰۳ گرم، اسید بریک ۰/۰۱ گرم، آگار ۰/۵ گرم و آب مقطر ۱۰۰ سانتیمتر مکعب از سایر محیط‌های به کار گرفته شده مناسبتر است.

نتایج حاصل از تیمارهای دمایی نشان می دهد که میسران رویش گرده ها در سه گونه مورد پژوهش در دمای تا 5°C بسیار کم و پائین تر از ۱۰ درصد گرده های کشت شده می باشد (شکل ۱، ۲، ۳ - تصویر A و جدول ۱). با افزایش دما تا 15°C میزان رویش گرده ها به سرعت افزایش می یابد و در یونجه و سویا به ۸۵ درصد گرده های کشت شده می رسد (شکل ۱ و ۳، تصویرهای B و C). در نخود چنین میزان رویشی در دمایی بیشتر یعنی حدود 20°C حاصل می شود (شکل ۲، تصویر D و جدول ۱). از حدود ۱۵ تا 35°C میزان رویش گرده ها در حد بهینه است و به حدود ۹۰ تا ۹۲ درصد می رسد (شکل ۱، ۲، ۳، تصاویر D تا G و جدول ۱). البته تغییرات میزان رویش در ۱۵ تا 35°C خیلی زیاد نیست (از ۸۵ به حدود ۹۰ درصد) و از نظر آماری چندان معنی دار نمی باشد. افزایش دما از ۳۵ به 40°C به صورت

قابل توجهی میزان رویش گرده ها را کاهش می دهد و به حدود درصد می رساند (شکل ۱، ۲، ۳، تصویر H و جدول ۱).

در هر سه گونه، میزان رشد لوله های گرده در نیم ساعت کشت نسبت به نیم ساعت بعد، به دلیل زمان لازم برای آب گیر فعال شدن گرده ها، کمتر می باشد و پس از آن با افزایش زمان، افزایش می یابد (نمودار ۵، ۴ و ۶).

رشد لوله های گرده نیز همانند رویش آنها اما با شدت بیشتر تحت تاثیر تغییرات دما قرار می گیرد. در دمای پائین (تا حدود 5°C) رشد بسیار مختصر است. (شکل ۱، ۲ و ۳، تصویر A و جدول ۱) با افزایش دما، سرعت رشد لوله های گرده نیز افزایش می یابد. دمای حدود 30°C به بیشترین مقدار خود می رسد (شکل ۱، ۲ و ۳، تصاویر B تا F و جدول ۲). افزایش دما به بیش از 30°C میزان رویش لوله های گرده را کاهش می دهد و در 40°C یا کمی بالاتر از آن رویش متوقف می شود (شکل ۱، ۲، ۳، تصویر H و جدول ۲).

رشد لوله های گرده در یونجه از دو گونه دیگر سریعتر است. حدود ۰/۲ تا ۰/۵ میلیمتر در ساعت می رسد در حالی که در نخود سویا رشد متوسط لوله های گرده حدود ۰/۳ تا ۰/۴ میلیمتر در ساعت می باشد. (نمودار ستونی ۵، ۴ و ۶).

تنشهای گرمایی (صفر تا 5°C) و سپس انتقال گرده های در حال رشد به دمای مناسب، چنانچه زمان تنشها از حدود نیم ساعت نگذرد، تغییر محسوسی در رشد لوله های گرده ایجاد نمی کند. تنشهای گرمایی (40°C) حتی برای مدت نیم ساعت نیز کاهش شدید رشد لوله های گرده می شود.

بحث و تفسیر :

نتایج حاصل از کشت دانه های گرده سه گونه از پروانه ها از نظر نشان می دهد که به طور کلی میزان رویش گرده های این گیاهان سرما یا دمای کم (تا حدود 5°C) ناچیز است و با افزایش دما رویش زسیدن به حدود 30°C افزایش می یابد. رویش فعال گرده ها از 15°C شروع می شود که در هر گونه با گونه دیگر کمی تفاوت دارد. به ویژه در نخود آستانه رویش فعال به حدود 20°C می رسد.

فصل گل دمی مورد توجه قرار گیرد و از کشت نمونه های حساس به گرما در نواحی گرم اجتناب شود.

بررسی چگونگی رشد لوله های گرده نشان داد که در هر سه گونه برای رشد سریع لوله های گرده و سالم ماندن آنها دمای بهینه حدود ۲۵ تا ۳۰°C است و با افزایش دما به حدود ۳۵ تا ۴۰°C رشد لوله های گرده کاهش می یابد یا حتی متوقف می گردد. این نتایج با یافته های (Sangduen et al . 1983) ، 17 ، (Vanwert et al . 1992) ، 20 ، که دمای ۳۰°C را به عنوان دمای بهینه برای رشد لوله های گرده گیاهان مورد پژوهش خود منظور داشته اند سازگاری دارد.

مقایسه رویش گرده ها و رشد لوله های گرده در دماهای مختلف نشان می دهد که رشد لوله گرده نیاز دمایی بالاتری نسبت به رویش دانه گرده دارد و لوله های گرده در برابر تنشهای سرمایی و گرمایی آسیب پذیرترند. از این دیدگاه نیز دمای متوسط مناطق مورد کاشت به ویژه در فصل گل دمی بایستی مورد توجه باشد.

از یک سو با یافته های (Vasil . 1985) ، 21 ، (Mellenthinet et al . 1991) ، 13 ، (Gudin . 1991) ، 7 ، که نشان داده می شود که کمتر از ۱۵°C توان رویش گرده ها را کاهش می دهد و از دیگر با نتایج پژوهشهای (Weinbaum et al . 1984) ، 22 ، که می دهد نیاز دمایی در بین گونه های یک جنس برای رویش گرده اوت است. سازگاری دارد.

پوشه های ما آثار زبان بار دمای حدود ۳۰°C و بیش از آن بر گرده های گیاهان مورد تجربه را به خوبی نشان داد. این آثار که شامل زیاد مربوط به تغییر در ساختمان قضایی و ویژگیهای آنها و دیگر ماکرومولکولهای گرده ای می شود. نتایج گزارش شده (Yates . 1989) ، را تأیید می کند ولی با کارهای (Bajaj et al . 1989) ، که نشان می دهد دانه های گرده شب بو تا دمای ۶۰°C نیز موافقت ندارد. در گرده های مورد پژوهش ما، تنش گرمایی ۳۰°C حتی برای مدت نیم ساعت موجب کاهش معنی دار توان گرده ها می شود. در کشت این گیاهان بایستی دمای منطقه در

جدول ۱ - درصد رویش دانه های گرده در دماهای مختلف

نام گونه	دما °C	۰ تا ۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
Medicago sativa	۹/۷۵	۸۲/۵۲	۸۶/۲۵	۹۷/۵	۹۲/۲۵	۹۳/۵	۹۳/۷۵	۶۵/۲۵	
Cicer arietinum	۹/۲۵	۷۶/۵	۸۲/۲۵	۹۱/۵	۹۳/۲۵	۹۲	۸۵/۷۵	۵۵/۷۵	
Glycine max	۶/۷۵	۸۲/۵۲	۸۹	۹۱	۹۰/۲۵	۹۱/۲۵	۸۳	۵۶	

جدول ۲ - میزان رشد لوله گرده در دماهای مختلف (میلیمتر بر ساعت)

نام گونه	دما °C	۰ تا ۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
Medicago sativa	۰/۰۲۸	۰/۰۹۵	۰/۱۹۲	۰/۴۵۵	۰/۷۳۳	۰/۹۹۵	۰/۶۶۲	۰/۱۳۱	
Cicer arietinum	۰/۰۲۸	۰/۱۰۸	۰/۱۴۱	۰/۳۱۵	۰/۶۶۸	۰/۸۵۴	۰/۵۹	۰/۰۷۸	
Glycine max	۰/۰۲۲	۰/۱۲	۰/۲۲۲	۰/۴۰۲	۰/۸۳۶	۰/۹۵۶	۰/۷۰۲	۰/۱۰۳	

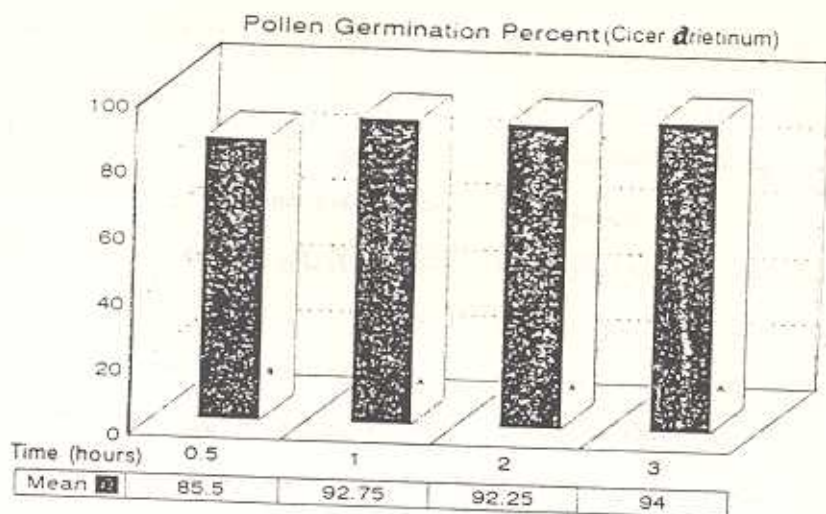
نشریه علوم

دانشگاه تربیت معلم
(علمی - پژوهشی)

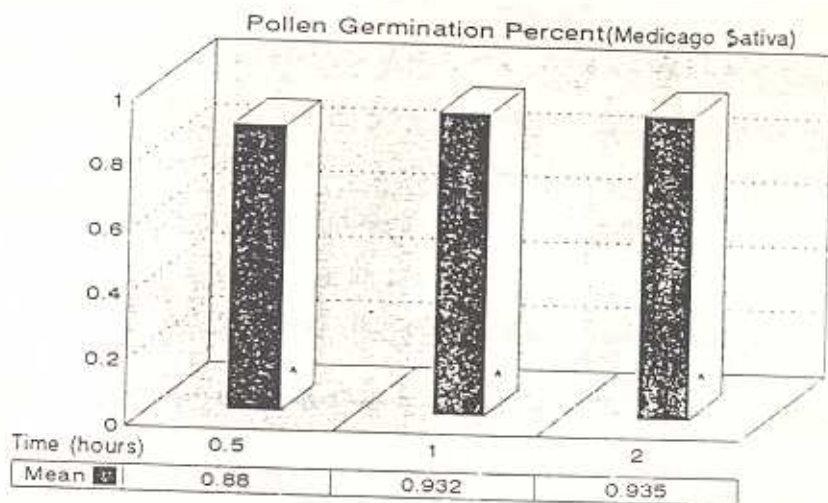


Vol. 5, NO. 1, 2
Spring and Summer 1993

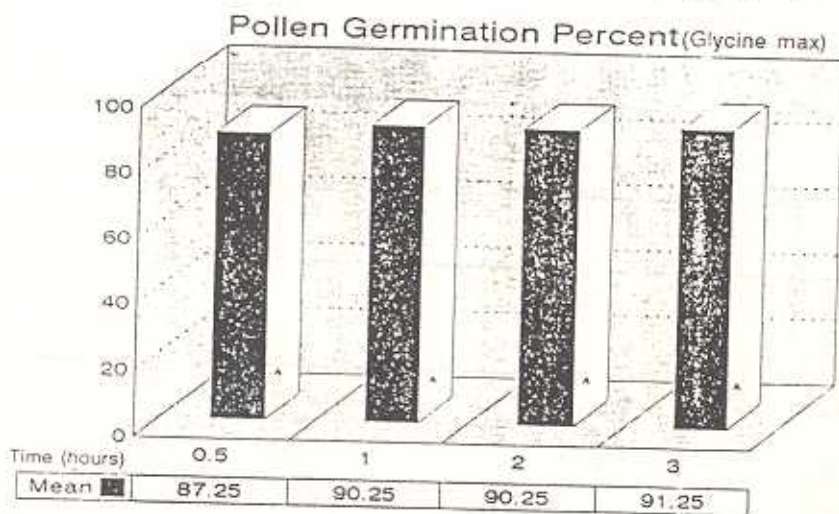
Journal
University for



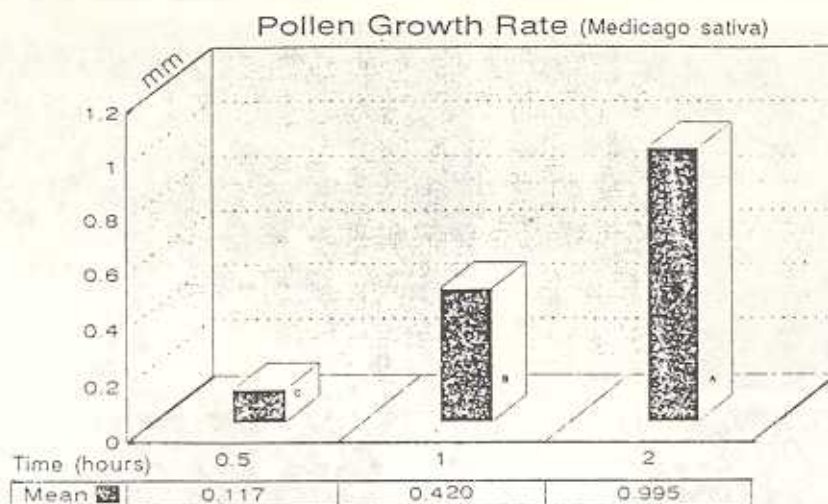
نمودار ۱: درصد رویش گرده یونجه به ترتیب: نیم، یک و دو ساعت پس از کشت در دمای 30°C



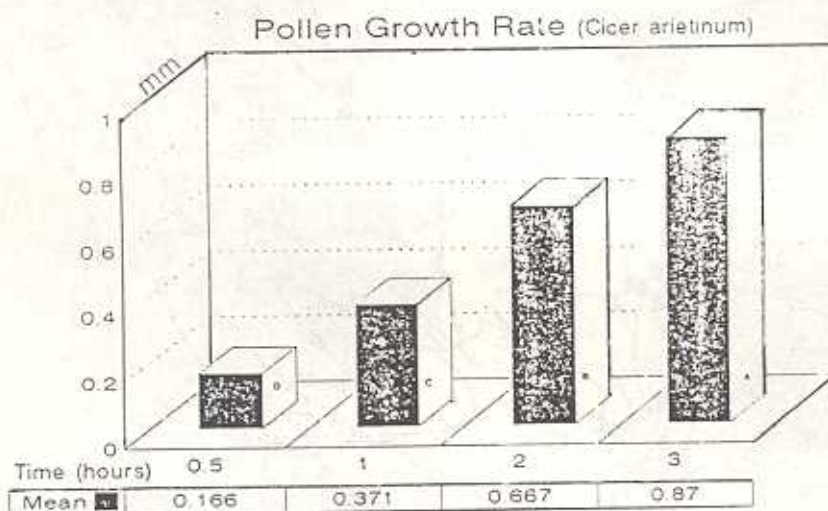
نمودار ۲: درصد رویش گرده نخود به ترتیب: نیم، یک، دو و سه ساعت پس از کشت در دمای 30°C



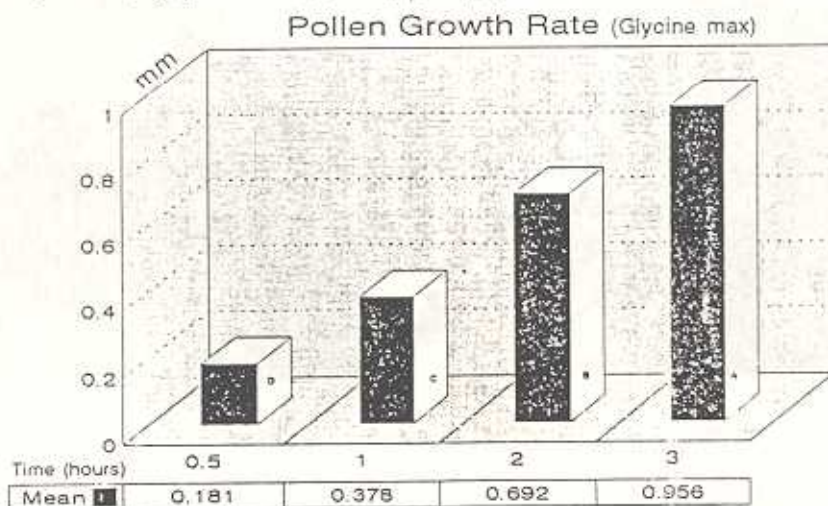
نمودار ۳: درصد رویش گرده سویا به ترتیب: نیم، یک، دو و سه ساعت پس از کشت در دمای 30°C



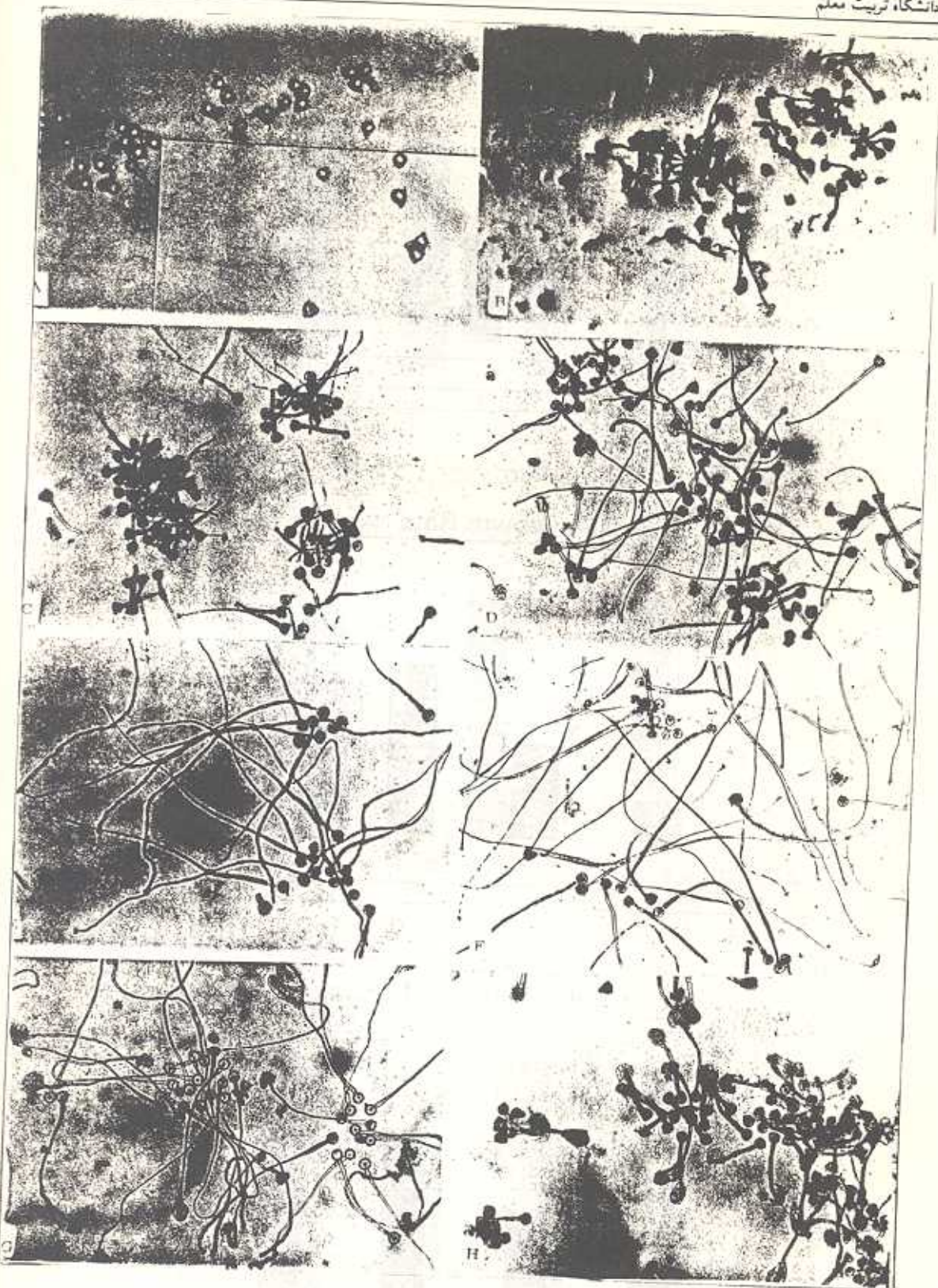
نمودار ۴: میزان رشد لوله گرده یونجه به ترتیب: نیم، یک و دو ساعت پس از کشت در دمای ۳۰°C



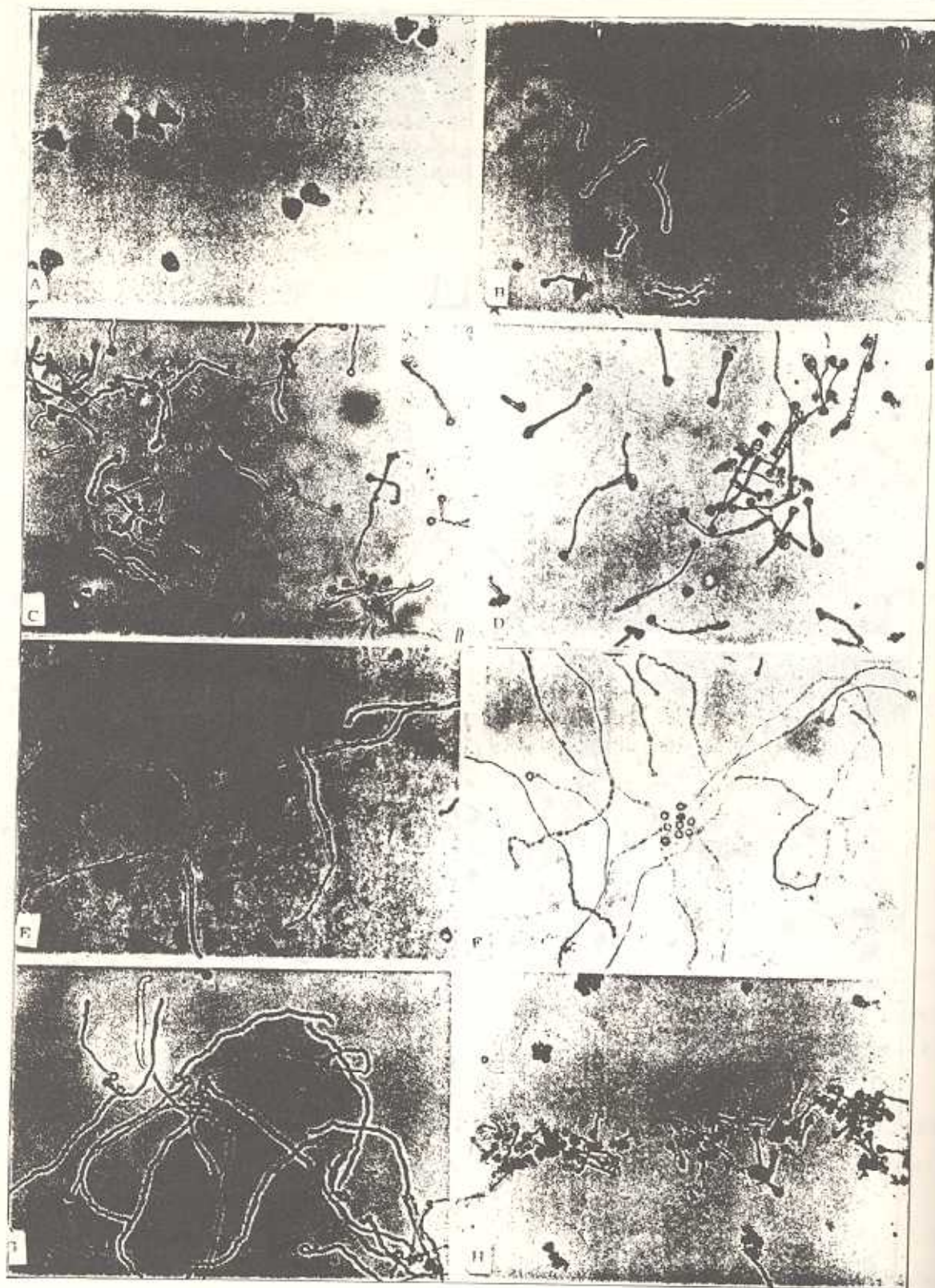
نمودار ۵: میزان رشد لوله گرده نخود به ترتیب: نیم، یک، دو و سه ساعت پس از کشت در دمای ۳۰°C



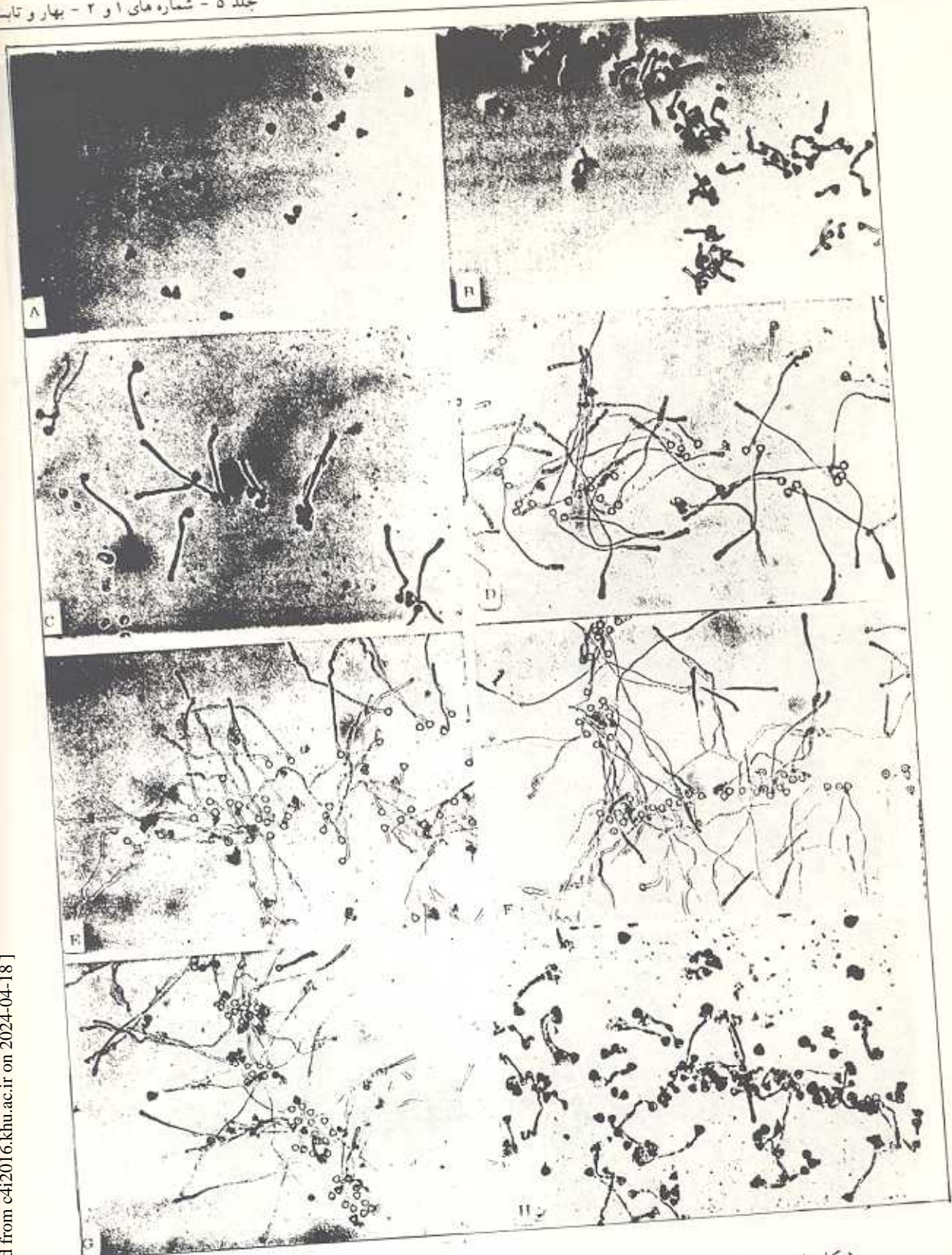
نمودار ۶: میزان رشد لوله گرده سویا به ترتیب: نیم، یک و دو ساعت پس از کشت در دمای ۳۰°C



شکل ۱: اثر دما بر رویش و رشد لوله گرده یونجه در محیط Pfahler، ۲ ساعت پس از کشت (x ۲۴۰): A-H: رویش و رشد لوله گرده به ترتیب در دمای ۵ تا ۴۰°C.



شکل ۲: اثر حرارت بر رویش و رشد لوله گرده نخود در محیط Pfahler، ۳ ساعت پس از آغاز کشت (x ۲۴۰): A-H: رویش و رشد لوله گرده به ترتیب در دمای ۵ تا ۴۰°C.



شکل ۳: اثر حرارت بر رویش و رشد لوله گرده سویا در محیط Pfahler ۳ ساعت پس از آغاز کشت (× ۲۴۰): A-H: رویش و رشد لوله گرده به ترتیب در دمای ۵ تا ۴۰°C

References :

1. Bajaj, M. cresti, M. and shivana. K.R. 1991. Effects of high temperature and humidity stress on tobacco pollen and their progeny. in pollen and Ovule: Basic and Applied Aspects. ed. D.L. Mulcohy. Springer - Verlag. Berlin (in press).
2. Brewbaker, J.L. & Kwack, B.H. 1963. The essential role of Ca^{+2} in pollen germination and pollen tube growth. Am. J. Bot. 50(9), 859 - 865.
3. Brink, R.A., 1924 a. The physiology of pollen the requirements for growth. Am. J. Bot. 112: 275 - 277.
4. Brink, R.A., 1924 b. the physiology of pollen. Further consideration regarding the requirement for growth. Am. J. Bot. 11 : 283 - 294.
5. Farlow, P.J., D.E. Dyth, and N.S. Kruger. 1979. Effect of temperature on seed set and invitro pollen germination in French bean (*Phaseolus vulgaris*). Austral. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 19: 725 - 731.
6. Griggs, W.H., and B.T. Iwakiri. 1975. Pollen tube growth in almond flowers. California Agric. 29: 4-7
7. Gudin, L. Arcene, C. Pellegrino. 1991 - Influence of temperature and hygrometry on rose pollen germination. Advances in Horticultural science. 5: 96 - 98.
8. Heslop - Harrison, J. and Heslop - Harrison. 1992. germination of monocolpate Angiosperm pollen. Annal of Bot. 63: 395 - 403.
9. Jefferies, C.J., P. Boronin, K.G. Scott, and A.R. Belcher. 1982. Experimental systems and mathematical model for studying temperature effects on pollen tube growth and fertilization in palm plant cell Environ. 5: 231 - 236.
10. Kuo, C.G., J. S. Peng, and J.S. Tsoy. 1981. Effect of high temperature on pollen germination, pollen tube growth and seed yield of chinese cabbage. Hortscience 16: 67 - 68.
11. Loreti, F., Viti, R. and Xiloyannisne. 1981. Provi impollinazione incrociate e fertilita del polline alcune cultivar di mandorlo. Convegno Nazionale miglioramento della coltura del mondorlo e Nocciolo. Aspect genetici e tecnici. Messina e siracusa 1979, 379 - 390.
12. Luza, J.G., et al. 1987. Staminate bloom date and temperature responses of pollen germination and tube growth in two walnut (*Juglans*) species. Am. J. of E. 47: 1898 - 1903.
13. Mellenthin, W.M., Wang, C.Y. and Wang, S.Y. 1991. Influence of temperature on pollen tube growth and initial fruit development in d. Angou. Pea Hortscience. 7: 557 - 9.
14. Pearson, OH, H. 1932. Breeding plant of the cabbage group. Calif. Agric. Exper. Sta. Bull. 532.
15. Pfahler, P.L. 1967. invitro germination and pollen tube growth of maize (*Zea mays* L) Pollen. I. calcium and boron effects. Can. J. Bot. 55: 839 - 845.
16. Rebeen J. McGee and James R. Baggett. 1992. Unequal growth rate of pollen tubes from normal and stringless Pea Germotypes. Hortscience. 27(7): 833 - 840.
17. Sangduen, N., E.L. Sorensen & G.H. Liang. 1982. perennial x annual medicago corss. Can. J. Genet. cyt. 24: 361 - 365.
18. Sedgley, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour pollen tube growth and fruit set in the avocado. J. Hort. Sci. 52: 135 - 141.
19. Therios I.N., Tsirakoglou V.M., Dimassi - Theriou K.N., 1985 - Physiological aspects of pistachio pollen germination. Riv. ortoflorofru (It.), 96: 161 - 170.
20. Vanwert sally L. & James A. Saunders. 1992. Reduction of nuclease activity released from

- ination pollen under condition used for pollen
rotransformation. Plant Science 84: 11 - 16.
- lakakis, M. and I.C. Porilingis, 1985. Effect of
perature of pollen germination, pollen tube growth,
ctive pollenation period and fruit set of pear
cience. 20: 733 - 735.
22. Weinbaum, S.4., D.E. Parfitt, and V.S. Polito. 1984 -
Defferentiation cold sensivity of pollen grains
germination in two prunus species. Euphytica. 33: 419
- 426.
23. Yates, I.E., Sporks D., 1989. Hydration and temperature
influence invitro germination of pecan pollen. J. Am.
Soc. Hort. Sci. 114: 599 - 605.

*Culturing pollen grains of some members of leguminosae and determining
the temperature effects on their germination and pollen tube growth.*

Majid - Ahmad & Rezanejad - Farkhondeh

Department of Biology, Tarbeyat Moallem Universtiy, Tehran, Iran.

Abstract :

Pollens of *Glycine max.*, *Medicago sativa* and *Cicer arietinum* were cultured in different media as temperatures from 0°C to 40°C (Step = 5°C). In a number of tests after thermal stress effect (heat of cold), the cultured samples were brought to optimal temperatures. The results showed that: The modified of pfahler medium is suitable for these pollens culture. The percentage of pollens germination of all three species was poor below 5°C , but fair from 5°C to 10°C . The active germination treshlhd temperature was $\cong 15^{\circ}\text{C}$ and the most amount of germination is seen from 15°C to 20°C , after which there is no remarkable changes in germination decrease as there is no germination in temperatures $\geq 40^{\circ}\text{C}$. The temperature resistance of *Medicago sativa* pollens is proportionately more than the other two.

The growth of pollen tubes is similar to pollen grain growth and even much more affected by thermal changes. Below 5°C their growth is poor. From 15°C the active and rapid growth of pollen tubes begins and continues till 30°C . The temperature increase from 35°C to 40°C causes a decrease in the pollen tubes growth. The growth of pollen tubes is much more sensitive to thermal tensions (heat or cold) than pollen grains growth.