

Effect of Different Plant Growth Regulators, Explant Types and Light on Callogenesis Traits of Medicinal Plant Nettle (*Urtica dioica* L.)

Abdolkarim Zarei^{1*}, Fatemeh Salajeghe² and Mojahed Kamalizadeh³

- 1- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Plant Production and Genetic (Biotechnology), Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran (zareij@jahromu.ac.ir)
- 2- M.Sc. Graduate of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran
- 3- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetic (Biotechnology), Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

Received: 7 November, 2018

Accepted: 6 March, 2019

Abstract

Background and Objectives

Nettle (*Urtica dioica* L.) is considered a valuable plant with high level of various beneficial phytochemical, which has been used centuries in traditional medicine. Since it contains various secondary metabolites and shows noticeable activity against different Gram-positive and Gram-negative bacteria, nettle has been identified as an appropriate choice for wider applications in the food and pharmaceutical industries in the recent years. This plant is native to Asia, Europe, Africa and North America and grows naturally in different regions of Iran. Although nettle is an important medicinal plant worldwide, there is no information about optimization of its tissue culture conditions. This study was carried out to investigate the effects of different plant growth regulators, explant types and light condition on the callogenesis properties of nettle plant under *in vitro* condition.

Materials and Methods

A factorial experiment was carried out on the base of completely randomized design with three replicates. Different explants including young leaves, old leaves, nodes and seeds of nettle plant were cultured in the solid MS medium supplemented with 30 g l⁻¹ sucrose and different concentrations of plant growth regulators of 2,4-D (1, 2 and 3 mg l⁻¹) and BA (0.1, 0.5 and 1 mg l⁻¹). Callus-related characteristics, including time of callus induction, callogenesis percentage, and their color and texture were analyzed. Analysis of variance was carried out by SAS software ver. 9.3.1 and mean comparison was conducted using Duncan multiple range test.

Results

According to the results, callus induction was significantly influenced by explant type. The highest callus induction was attained from young leaves, nodes and old leaves, respectively. The results also showed that callus induction and its properties were significantly influenced by light condition. Preservation of cultures in dark condition resulted in higher callus induction than light condition. In addition, the effect of plant growth regulators was significant on callus induction and its properties. The highest percentage of callus induction was obtained from young leaf explants in the medium containing 1 mg l⁻¹ 2,4-D and 1 mg l⁻¹ BA in dark condition followed by node explants in the same plant growth regulator treatment. However, medium supplemented



with 1 mg l^{-1} 2,4-D and 0.1 mg l^{-1} BA showed to be more effective for old leaf explants. Based on the results of this research, young leaf explants in the MS medium containing 1 mg l^{-1} 2,4-D and 1 mg l^{-1} BA in dark condition are suggested for callus induction from nettle plant.

Discussion

Type, color and amount of produced callus in different plant species are highly dependent on the genotypes, compositions of tissue culture media as well as the levels of both endogenous and exogenous plant growth regulators. Auxin and cytokinin are two main plant growth regulators playing important roles in callogenesis of different plant species. There is an interaction between the level of plant growth regulators and color of produced callus. Based on the results of present study, it seems that in the nettle plant, node explants endure a higher level of plant growth regulators and hence produce a brighter callus than the leaf segment explants when they are treated with high concentrations of these chemicals.

Keywords: 6-Benzyladenine, Callogenesis, Culture media, Factorial experiment, 2, 4-D

اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد، نوع ریزنمونه و روشی بر تولید کالوس گیاه داروئی گزنه (*Urtica dioica* L.)

عبدالکریم زارعی^{۱*}، فاطمه سلاجقه^۲ و مجاهد کمالی‌زاده^۳

۱- *نویسنده مسئول: دانشیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی (بیوتکنولوژی)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران (zareij@jahromu.ac.ir)

۲- دانشجوی سابق کارشناسی، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران

۳- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی (بیوتکنولوژی)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵

چکیده

گیاه گزنه به‌عنوان یکی از گیاهان با ارزش داروئی بوده که به علت دارا بودن ترکیبات فیتوشیمیایی با ارزش، اخیراً توجه زیادی به آن برای درمان بیماری‌های مختلف و همچنین استفاده از آن در صنایع غذایی به‌عنوان نگهدارنده شده است. در این پژوهش به منظور بهینه‌سازی شرایط کشت بافت برای القاء کالوس از بافت‌های مختلف این گیاه، اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد، شرایط نگهداری محیط کشت و نوع ریزنمونه بر میزان تولید کالوس آن مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در دانشگاه جهرم انجام گردید و ریزنمونه‌های مختلف شامل برگ‌های مسن و جوان، گره و بذر این گیاه در محیط کشت MS جامد حاوی ۳۰ گرم بر لیتر ساکارز و غلظت‌های متفاوت دو تنظیم‌کننده رشد تو-فور-دی (۱، ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر) و بنزیل آدنین (۱، ۵/۰ و ۱۰/۱ میلی‌گرم در لیتر) کشت شدند و چهار هفته پس از کشت صفاتی از قبیل درصد تولید کالوس، زمان کالوس‌دهی، بافت و رنگ کالوس‌های القایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصله، ریزنمونه‌های مورد استفاده تفاوت معنی‌داری از نظر تولید کالوس نشان دادند، به طوری که ریزنمونه‌های برگ مسن، برگ جوان و گره قادر به تولید کالوس بودند. پاسخ ریزنمونه‌ها برای تولید کالوس با قرار گرفتن در شرایط نوری مختلف متفاوت بود به نحوی که شرایط تاریکی تأثیر بیشتری در القای کالوس و میزان رشد آن داشت. همچنین اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد بر تولید کالوس ریزنمونه‌های مختلف در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین میزان تولید کالوس در ریزنمونه‌های برگ‌های جوان و ریزنمونه‌های گره در محیط کشت دارای یک میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی و یک میلی‌گرم بنزیل آدنین به‌دست آمد ولی در مورد برگ مسن بیشترین میزان این صفت در یک میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی و ۱۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین در شرایط تاریکی حاصل شد. در بین ریزنمونه‌های مورد استفاده، ریزنمونه‌های برگ جوان در شرایط تاریکی بیشترین درصد تولید کالوس را نشان داده و رشد کالوس بهتری داشتند. استفاده از ریزنمونه برگ جوان و تیمار یک میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی و یک میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و نگهداری کشت‌ها در شرایط تاریکی برای تولید کالوس از این گیاه پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ۶-بنزیل آدنین، تو-فور-دی، طرح فاکتوریل، کالوس‌زائی، محیط کشت

مقدمه

رزالس (Rosales) و تیره گزنه (Urticaceae) گیاهی، علفی، دو پایه، چندساله با ارتفاع ۱۰۰-۵۰ سانتی‌متر و

گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) متعلق به راسته

تولید جنین‌های غیر جنسی و همچنین به‌عنوان ابزار مناسب برای دستکاری ژنتیکی گیاهان مختلف به کار گرفته شده است. کالوس در شرایط درون شیشه، در محیط کشت و تحت تأثیر مواد تنظیم کننده رشد گیاهی شکل می‌گیرد (Soltanipul et al., 2012). ساختمان کالوس، مقدار و رنگ کالوس ایجاد شده در گیاهان مختلف، به ژنوتیپ، نوع ریزنمونه، میزان تنظیم کننده‌های درون‌زاد و برون‌زاد و همچنین ترکیب محیط کشت بستگی دارد (Kumari et al., 2006). از میان عوامل مؤثر بر تولید کالوس، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه اکسین و سیتوکینین نقش بسیار مهمی در فرایند القای کالوس دارند (Mungole et al., 2011). نوع تنظیم کننده رشد و غلظت‌های آن به محیط کشت و همچنین گونه گیاهی بستگی دارد (Kumari et al., 2006). تو-فور-دی (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)) و بنزیل آدنین ((Benzyl Adenine (BA)) به ترتیب از انواع اکسین‌ها و سیتوکینین‌های پر کاربرد در شرایط کشت بافت گیاهی برای القای کالوس می‌باشند، هر چند که نوع گیاه و ریزنمونه هم نقش زیادی در انتخاب نوع تنظیم کننده رشد گیاهی دارا می‌باشند (Chee, 1990; Iranpak et al., 2012; Jaiswal and Naryan, 1985; Leonard et al., 2009; Malamug et al., 1991; Abbasi Kajani et al., 2014; Sedaghati et al., 2015). با توجه به این که تاکنون در زمینه کشت بافت گیاه گزنه تحقیقی صورت نگرفته است، سعی بر آن شد تا شرایط بهینه برای محیط کشت این گیاه مورد بررسی قرار گیرد. لذا به منظور انجام بررسی‌های بیشتر در مورد شرایط مناسب کشت بافت این گیاه در این پژوهش سعی شد اثر غلظت‌های مختلف دو تنظیم کننده رشد گیاهی بنزیل آدنین و تو-فور-دی، شرایط نگهداری محیط کشت و نوع ریزنمونه بر میزان تولید کالوس این گیاه بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

گیاهان گزنه مورد آزمایش از سطح باغات شهرستان جهرم جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه بیوتکنولوژی دانشگاه جهرم منتقل شدند و پس از شستشوی سطحی به

دارای کرک‌های گزنه می‌باشد. در ایران در مناطق مختلفی از کشور به‌صورت خودرو وجود دارد از جمله در دامنه‌های البرز در استان‌های تهران و البرز، در مناطق شمالی در مازندران و گیلان و در آذربایجان در دامنه‌های سهند، زنقاب، دیلمان و ارسباران، لرستان و در استان فارس. این گیاه ارزش دارویی قابل توجهی دارد و از زمان‌های گذشته مصارف دارویی و غذایی آن شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. ترکیبات این گیاه شامل اسید سالیسیلیک، انواع فلاونوئیدها، سروتونین (Serotonin)، استیل کولین (Acetylcholine)، اسیدفورمیک (Formic acid) و لکوترین‌ها (Leukotriene) می‌باشد (Franciskovic et al., 2017). گزارش‌های زیادی مبنی بر مفید بودن گزنه در درمان برخی بیماری‌ها بخصوص دیابت و جلوگیری از ابتلا به برخی بیماری‌های قلبی عروقی بیان شده است. همچنین به‌علت دارا بودن خواص ضد باکتریایی بر علیه هر دو نوع باکتری‌های گرم منفی و مثبت، اخیراً استفاده از آن به‌عنوان نگهدارنده در صنایع غذایی و بهداشتی-آرایشی توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Kregiel et al., 2018).

امروزه گیاهان دارویی به‌علت داشتن ترکیبات ثانویه با ارزش اهمیت بسیار زیادی در درمان برخی بیماری‌ها پیدا کرده‌اند. در اکثر مواقع میزان متابولیت دارویی موجود در گیاه به‌صورت طبیعی کم می‌باشد. استفاده از شرایط کشت بافت گیاهی یکی از راه‌های اصلی تولید متابولیت‌های مفید گیاهان دارویی می‌باشد. با استفاده از تکنیک‌هایی از قبیل کشت بافت گیاهی، تولید کالوس و کشت سوسپانسیون سلولی می‌توان میزان متابولیت‌های دارویی خاصی را در گیاهان افزایش داد. تحقیقات فراوانی در زمینه استفاده از این تکنیک‌ها در شرایط درون شیشه، به‌عنوان سیستم جایگزین برای تولید مواد مؤثره با ارزش صورت گرفته است (Leonard et al., 2009; Siahmansour et al., 2018; Sahraroo et al., 2018). کشت کالوس از جمله روش‌های پر کاربرد کشت بافت گیاهی است که به اهداف مختلفی از جمله تولید ترکیبات دارویی با ارزش، ریزازیدادی غیرمستقیم از گیاه، افزایش تنوع ژنتیکی،

کرده بودند محاسبه گردید. همچنین ابعاد کالوس‌ها با استفاده از کاغذهای الگوی مدرج محاسبه گردید. رنگ کالوس‌های تولیدی بر اساس رتبه دهی از ۱ تا ۷ (بر اساس میزان رنگ به صورت افزایشی) محاسبه گردید. در آزمایش دوم سه تکرار از ریزنمونه‌های مختلف برگ مسن و جوان با ۷ مشاهده و ریزنمونه گره با ۵ مشاهده در هر پتری‌دیش و بیست نمونه بذری ضد عفونی شده در هر پتری‌دیش در نه غلظت مختلف تنظیم کننده رشد گیاهی و به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

پس از ثبت داده‌ها، از نرم‌افزار SAS نسخه ۳، ۱، ۹ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون معنی داری تیمارها در سطح یک درصد استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

ریزنمونه‌ها از هفته دوم بعد از کشت در محیط القای کالوس، شروع به تولید کالوس نمودند (شکل ۱). در آزمایش اول ریزنمونه‌های برگ جوان در دو شرایط مختلف تاریکی و روشنایی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که اثر شرایط نگهداری رشد و غلظت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر میزان تولید کالوس در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). این بدان مفهوم است که فاکتورهای مورد مطالعه از نظر تأثیر بر روی صفت مورد مطالعه به صورت مستقل از یکدیگر عمل نمی‌کنند و وابسته به یکدیگر می‌باشند.

بر اساس نتایج حاصل شده، بدون در نظر گرفتن تیمارهای مختلف تنظیم کننده رشد، برگ‌های جوان گیاه گزنه در شرایط تاریکی میزان کالوس دهی بیشتری از شرایط روشنایی از خود نشان دادند. اثر متقابل تنظیم کننده رشد گیاهی و شرایط نگهداری ریزنمونه‌ها نشان داد که ریزنمونه‌های برگ جوان در تمام تیمارهای مورد استفاده شرایط تاریکی تولید کالوس بهتری نشان دادند (شکل ۲). بیشترین درصد کال‌زایی در شرایط تاریکی و روشنایی در ریزنمونه‌های تیمار شده با یک میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و یک میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین حاصل شد. همچنین

سرعت توسط اتانول ۷۰ درصد به مدت یک دقیقه و محلول هیپوکلریت ۱/۲ درصد به مدت ۱۰ دقیقه و سه نوبت شستشو با آب مقطر استریل، ضد عفونی سطحی شده و مورد کشت قرار گرفتند. در این تحقیق از محیط کشت پایه MS (Murashige and Skoog, 1962) استفاده گردید. تنظیم کننده‌های رشد اکسین تو-فور-دی با غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میلی گرم در لیتر و همچنین سیتوکینین BA با غلظت‌های ۱، ۵/۰ و ۱/۰ میلی گرم در لیتر به محیط اضافه شدند. همچنین ۳۰ گرم در لیتر ساکارز و ۷/۵ گرم در لیتر آگار به محیط افزوده شد. با استفاده از دستگاه پی اچ سنج دیجیتالی، پی اچ محیط‌های تهیه شده قبل از افزودن عامل ژله‌ایی کننده در محدوده ۵/۸-۵/۶ تنظیم گردید.

به منظور تولید کالوس قطعاتی از ریزنمونه برگ‌های تازه رشد کرده، همچنین برگ‌های کاملاً توسعه یافته و یک گره ساقه با ابعاد متوسط یک تا یک و نیم سانتی متر جدا شدند و پس از زخم زنی پشت آن‌ها روی محیط کشت قرار گرفتند. به منظور مقابله با آلودگی باکتریایی، پس از اتوکلاو کردن محیط کشت و قبل از توزیع محیط کشت به ظروف کشت، آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل به میزان ۵۰ میلی گرم در لیتر به محیط افزوده شد. نمونه‌ها در دمای ۲۶-۲۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند. برای بررسی اثر نور بر تولید کالوس، برخی نمونه‌ها در جعبه تیره سر بسته قرار گرفته و برخی در شرایط نوری اتاق (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) قرار گرفتند.

در آزمایش اول ریزنمونه برگ جوان در شرایط نوری متفاوت تاریکی و روشنی، و نه ترکیب مختلف تنظیم کننده رشد با ۳ تکرار و ۷ ریزنمونه در هر پتری دیش جهت شناسایی بهترین شرایط رشد کالوس مورد بررسی قرار گرفت. این طرح در شرایط کنترل شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. هر هشت روز یک مرتبه داده برداری انجام گرفت و درصد کالوس‌ها، بافت و میزان رشد آن‌ها بررسی شد و یادداشت برداری شد. درصد کالوس دهی بر اساس تعداد ریزنمونه‌هایی که در هر تیمار تولید کالوس

غلظت ۳ میلی گرم در لیتر تو-فور-دی کالوس های کاملاً قهوه ایی تولید نمودند (شکل ۳). برای القاء کالوس در بیشتر ریزنمونه های گیاهی نیاز به هر دو نوع تنظیم کننده های رشد اکسین و سیتوکینین می باشد.

کالوس های تولیدی در شرایط روشنایی رنگ تیره تری نسبت به کالوس های حاصل شده در شرایط تاریکی داشتند (شکل ۳). به علاوه با افزایش غلظت تنظیم کننده های رشد گیاهی رنگ کالوس های تولیدی تیره تر شد به طوری که

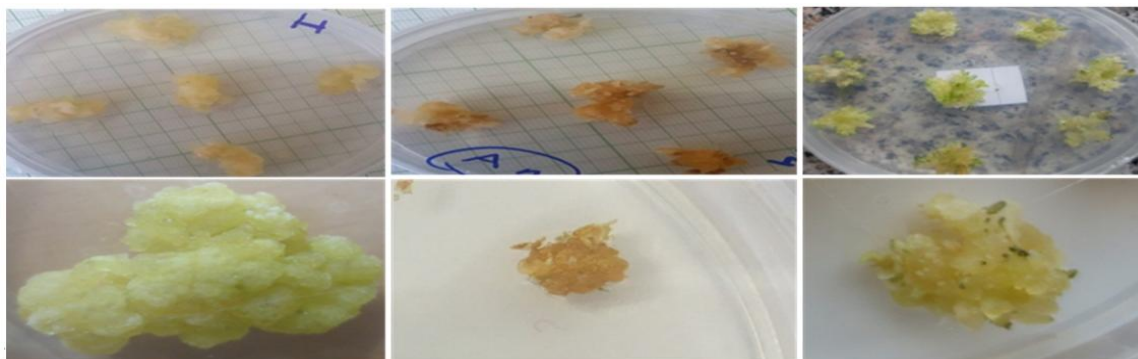


Figure 1. Callus obtained from different explants of *U. dioica*
Left: Young leaves, middle: Old leaves and right: node explants

Table 1. Effects of different concentrations of plant growth regulators in dark and light conditions on the callogenesis of young leaves of *U. dioica* plant

S.O.V.	df	Murashige and Skoog	
		Callus induction	Callus color and texture
Plant growth regulators	8	1.015**	23.685**
Culture condition	1	1.89**	3.629**
Plant growth regulators × Culture condition	8	0.054**	2.629**
Error	36	0.0045	0.0185
C.V. (%)	-	10.61	3.53

Significant at 1% probability.

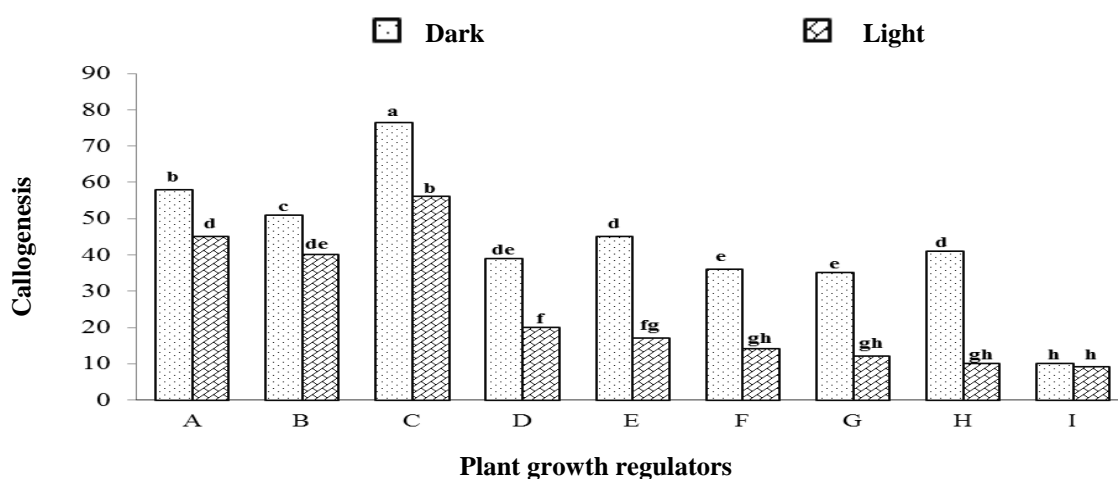


Figure 2. Reciprocal effects of culture condition in dark or light and plant growth regulators on callogenesis in *U. dioica*. Letters on horizontal axis represent type of plant growth regulators treatments as described above

A) 1 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.1 mg l⁻¹ BA; B) 1 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.5 mg l⁻¹ BA; C) 1 mg l⁻¹ 2,4-D, 1 mg l⁻¹ BA;
D) 2 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.1 mg l⁻¹ BA; E) 2 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.5 mg l⁻¹ BA; F) 2 mg l⁻¹ 2,4-D, 1 mg l⁻¹ BA;
G) 3 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.1 mg l⁻¹ BA; H) 3 mg l⁻¹ 2,4-D, 0.5 mg l⁻¹ BA; I) 3 mg l⁻¹ 2,4-D, 1 mg l⁻¹ BA

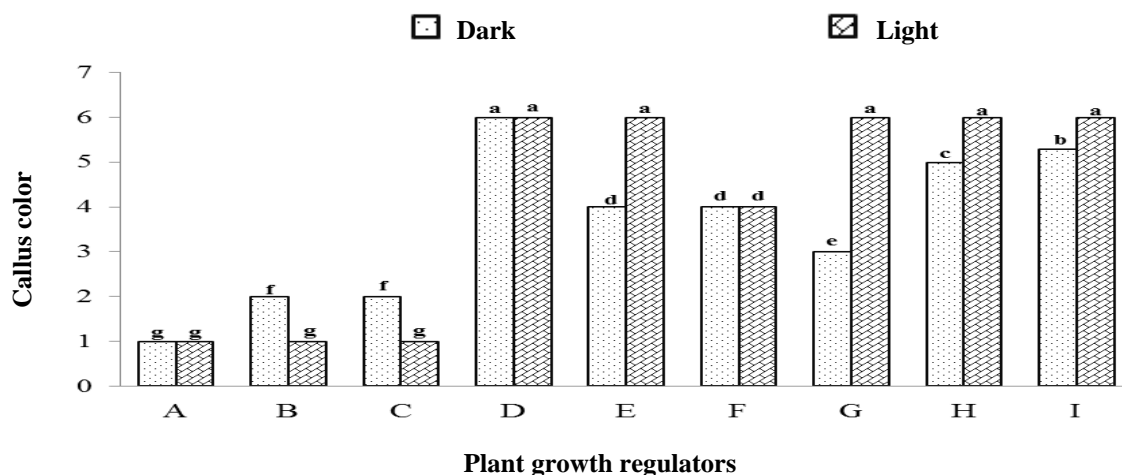


Figure 3. Reciprocal effects of culture condition in dark or light and plant growth regulators on color of callus in *U. dioica*. Letters on horizontal axis represent type of plant growth regulators treatments according to Fig. 2.

سوماتیکی در تاریکی، تمایز و تقسیم سلولی را قبل از انتقال دادن بافت گیاهی به نور، تحریک می‌کند (Compton and Gray, 1993). بافت‌های گیاهی اتیوله اغلب دارای ترکیبات فنلی اکسیداتیو کمتر و همچنین بافت آوندی و دیواره‌های سلولی نازک تری هستند (Hartmann et al., 1997).

کمتر شدن ضخامت دیواره سلولی و ترکیبات کمتر آن ممکن است حرکت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی را به مکان‌های باززایی ریزنمونه‌ها تسهیل کنند (Compton et al., 2004). گزارش‌های متعددی بیان کرده‌اند که تنظیم‌کننده رشد تو-فور-دی، بهترین تنظیم‌کننده رشد گیاهی نوع اکسین برای القاء کالوس از گیاهان تک‌لپه و دولپه‌ای می‌باشد (Chee, 1990; Jaiswal and Naryan, 1985; Lu et al., 1982; Malamug et al., 1991).

بر اساس نتایج حاصله اثر نوع ریزنمونه روی درصد تولید کالوس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که ریزنمونه‌های برگ جوان قابلیت بیشتری در تولید کالوس داشتند درحالی که ریزنمونه‌های بذر در محیط کشت هیچ تغییری نکردند. بر اساس نتایج حاصله و بدون در نظر گرفتن تیمار تنظیم‌کننده رشد گیاهی نمونه‌های برگ جوان بیشترین درصد تولید کالوس را دارا بودند و بعد از آن ریزنمونه‌های گره و سپس ریزنمونه‌های برگ مسن در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

نیاز به نسبت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد جهت القای کالوس در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Abbasi Kajani et al., 2014). همچنین در بررسی که بر روی ریزنمونه‌های گیاه ارس کوهی (*Juniperus excelsa*) انجام گرفت مشخص شد که تنظیم‌کننده رشد تو-فور-دی نسبت به NAA و IBA در محیط کشت MS تأثیر بیشتری در القاء کالوس داشت (Salehi Shanjani, 2003). در مطالعات متعددی اثر شرایط نوری بر میزان تولید کالوس گیاهان مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است که برخی از آن‌ها بیانگر این مطلب بوده‌اند که تیمارهای مختلف نوری تأثیر معنی‌داری در تولید کالوس گیاهان نداشته است (Soltanipul et al., 2012) و در برخی گزارش شده که القاء کالوس در شرایط تاریکی بهتر از شرایط روشنایی بوده است (Ameri et al., 2011; Iranpak et al., 2012; Khoramirad and Shoor, 2011). (Compton (1999). بررسی اثر نور بر ساقه‌زایی لپه‌های هندوانه بیان کرد که پیش تیمار تاریکی به‌طور معنی‌داری تعداد ریزنمونه‌هایی که تولید ساقه می‌کنند را افزایش داده است. نقش دقیق تاریکی هنوز کاملاً مشخص نشده، اما احتمال داده می‌شود که قرار دادن بافت‌های گیاهی در تاریکی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و سایر ترکیبات را از حساسیت نوری حفظ می‌کند (Evans et al., 1981; Hartmann et al., 1997).

همچنین قرار دادن ریزنمونه‌ها به منظور جنین‌زایی

Table 2. Analysis of different concentrations of hormonal treatments and explant types on callogenesis of nettle plants in dark condition

S.O.V.	df	Murashige and Skoog	
		Callus induction	Callus color and texture
Plant growth regulators	8	1.13**	14.50**
Explant	2	2.85**	27.44**
Plant growth regulators × Explant	16	0.21**	5.71**
Error	54	0.0016	0.259
C.V. (%)	-	7.52	23.30

Significant at 1% probability.

به غلظت‌های بیشتر تنظیم کننده رشد تو-فور-دی می‌باشد. این مشاهدات ممکن است ناشی از غلظت متفاوت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی درونزاد در ریزنمونه‌های مختلف باشد. تأثیر متفاوت ریزنمونه‌ها و غلظت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در گیاهان مختلفی گزارش شده است (Sharafi et al., 2014; Ebrahimzadeh et al., 2006). به عبارتی این احتمال وجود دارد که گره برای القاء کالوس به غلظت‌های بیشتری از تنظیم کننده رشد اکسین نیاز دارد و یا در غلظت‌های بیشتری از تنظیم کننده رشد تولید کالوس را در سطح بالایی حفظ می‌کند. معمولاً بافت‌های جوان میزان بیشتری از تنظیم کننده‌های رشد درونزاد دارا می‌باشند. به عبارتی این امکان وجود دارد که میزان بیشتری از تنظیم کننده‌های رشد اکسین در بافت‌های جوان باعث شوند که این بافت‌ها در غلظت‌های پایین تر اکسین کالزایی مناسب داشته باشند و با افزایش میزان اکسین در محیط کشت، و اثر سینتتید آن با تنظیم کننده‌های رشد درونزاد گیاه، اثر بازدارندگی تنظیم کننده رشد به وجود آید. بهترین تیمار تنظیم کننده رشد و شرایط نگهداری کشت در این پژوهش مشابه با گزارش Carolina et al. (2001) در مورد گل راعی می‌باشد که بیشترین تولید کالوس را از ریزنمونه‌های کشت شده در حضور یک میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین و یک میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و در شرایط تاریکی گزارش کردند. همچنین Ayan et al. (2005) گزارش کردند که بیشترین میزان کالوس از این گیاه در تیمار یک میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و کینیتین حاصل شد. Omidi et al. (2011) گزارش کردند که تنظیم کننده رشد تو-فور-دی نسبت به نفتالین استیک اسید تأثیر

ریزنمونه‌های بذر هیچ رشدی در محیط کشت نداشتند که بیانگر این است که بذور این گیاه ممکن است دارای خفتگی بوده و یا بازدارنده‌های رشد و عدم نمو کامل بذور مانع از جوانه زدن بذور در شرایط رشد گردیده است. به هر حال با توجه به این که گزارشی در مورد جوانه زنی بذر این گیاه مشاهده نشده است، نمی‌توان با قطعیت در این مورد نظر داد و به تحقیقات بیشتر در این زمینه نیاز است. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش هر سه ریزنمونه روشی استفاده شده قادر به تولید کالوس بودند و کالوس‌ها پس از چند مرتبه واکتس هم سالم و بدون تغییر باقی ماندند که بیانگر قابلیت استفاده از این کالوس‌ها چه به صورت کالوس و چه در شرایط کشت سلولی برای تولید متابولیت‌های ارزشمند از این گیاه می‌باشد. همچنین اثر متقابل نوع ریزنمونه و غلظت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر میزان تولید کالوس گیاه گزنه معنی دار بود (شکل ۴). به عبارتی بیشترین میزان تولید کالوس (۱۰۰ درصد) در تیمارهای ۱ میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و ۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین از ریزنمونه برگ جوان گره حاصل شد. برگ‌های مسن در غلظت ۱ میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و ۰/۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین بیشترین تولید کالوس را از خود نشان دادند. با افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد میزان تولید کالوس از برگ‌های مسن به شدت کاهش یافت. همچنین در تیمارهای ۲ میلی گرم در لیتر تو-فور-دی و ۰/۱ و ۰/۵ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین، میزان تولید کالوس در ریزنمونه گره بیشتر از برگ جوان بود که ممکن است بیانگر این مطلب باشد که برای القاء کالوس از ریزنمونه‌های گره نیاز

بر اساس نتایج بدون در نظر گرفتن غلظت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ریزنمونه‌های مختلف کالوس‌های با بافت متفاوتی تولید نمودند. رنگ کالوس‌های مختلف از سفید تا قهوه‌ای متفاوت بود. کالوس‌های حاصل از ریزنمونه گره روشن‌ترین کالوس‌ها را تولید نمودند درحالی‌که کالوس‌های حاصل از برگ جوان تیره‌ترین کالوس را در بین ریزنمونه‌های مختلف حاصل کردند. اثر متقابل ریزنمونه‌های مختلف و غلظت‌های تنظیم کننده رشد گیاهی نشان داد که هر دو فاکتور مورد مطالعه در رنگ و بافت کالوس مؤثر بودند (شکل ۵).

بیشتری بر درصد تشکیل کالوس در گیاه سرخدار دارا می‌باشد. همچنین پس از بررسی غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی به همراه ۰/۲، ۰/۴ و ۱ میلی‌گرم در لیتر کینتین، این محققین مشاهده کردند که بیشترین درصد تشکیل کالوس در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی و یک میلی‌گرم در لیتر کینتین و از ریزنمونه ساقه حاصل شد. به علاوه این محققین گزارش کردند که کالوس‌های حاصل از ساقه نرم، انعطاف پذیر و به رنگ کرم بودند درحالی‌که کالوس‌های حاصل از برگ بیشتر حالت فشرده، سفت و قهوه‌ای داشتند.

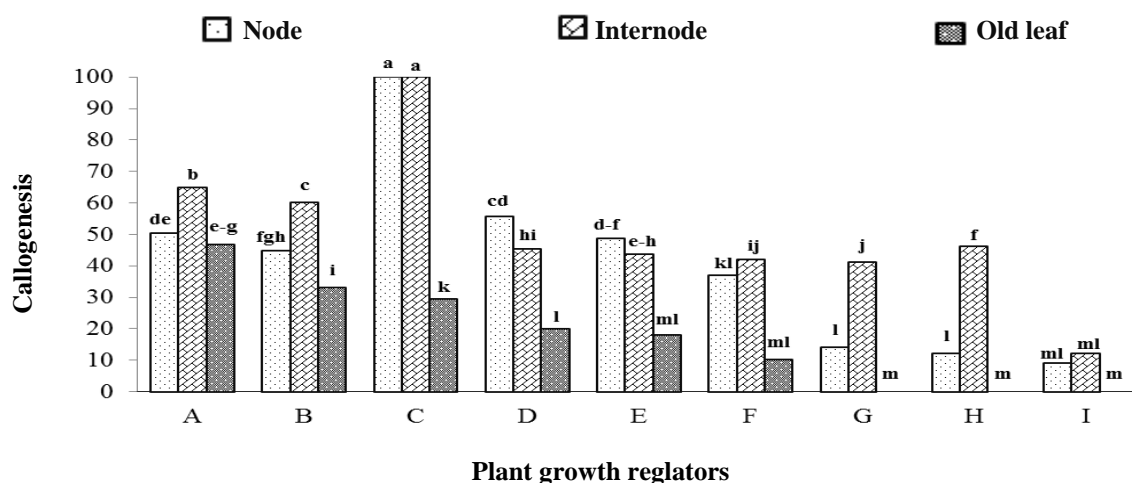


Figure 4. Effects of different explants and plant growth regulators on the callogenesis in *U. dioica*. Letters on horizontal axis represent type of plant growth regulators treatments according to Fig. 2

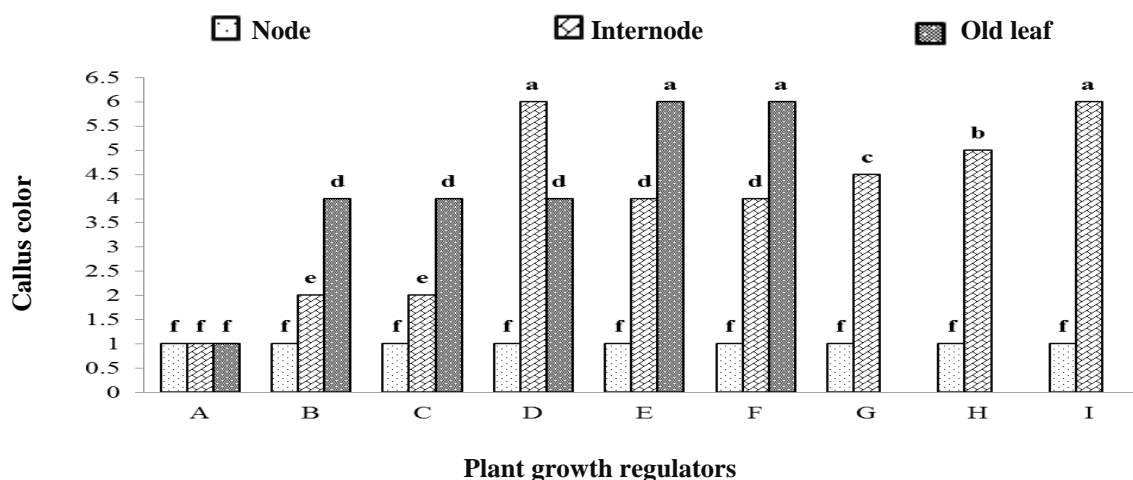


Figure 5. Effects of different explants and plant growth regulators on the color of callus in *U. dioica*. Letters on horizontal axis represent type of plant growth regulators treatments according to Fig. 2

و گزارش کردند که ریزنمونه‌های گره نسبت به برگ به غلظت بالاتری از تو-فور-دی برای القاء کالزایی نیاز داشتند (۴ میلی‌گرم در برابر ۲ میلی‌گرم در لیتر). همچنین این محققین گزارش کردند که کالوس‌های تولیدشده از ریزنمونه گره رنگ روشن‌تری از کالوس‌های حاصل شده از ریزنمونه برگ داشتند. به عبارتی دیگر می‌توان نتیجه گرفت که رابطه‌ای بین غلظت تنظیم‌کننده رشد و رنگ کالوس وجود داشته باشد و از آنجایی که گره نسبت به برگ غلظت بیشتری از تنظیم‌کننده رشد را تحمل می‌کند، ممکن است تولید کالوس‌های با رنگ روشن‌تری کنند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد تا با کاربرد غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد و نوع ریزنمونه، بهترین ریزنمونه و بهترین سطح تنظیم‌کننده رشد و همچنین بهترین شرایط نگهداری کشت‌ها جهت بدست آوردن بیشترین میزان کالوس پیدا شود تا بتوان از کشت کالوس و یا کشت سوسپانسیون سلولی و کاربرد القاء‌کننده‌های مختلف بتوان به مقدار بیشتری از ترکیبات ثانویه مفید دست یافت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تو-فور-دی و بنزیل آدنین به‌طور کارایی‌ی قادر به القاء کالوس از سه نوع ریزنمونه برگ جوان، برگ مسن و گره گیاه گزنه می‌باشد. همچنین نگهداری کشت‌ها در شرایط تاریکی تأثیر بیشتری در القاء کالوس در گیاه گزنه داشت.

سپاس‌گزاری

نویسندگان این مقاله از دانشگاه جهرم برای فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

بر اساس این نتایج کالوس‌های حاصل از گره در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند و همگی رنگ سفید داشتند. به عبارتی غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده رشد گیاهی هیچ‌گونه تأثیری در رنگ و بافت کالوس‌های حاصله نداشت. از طرفی کالوس‌های حاصل از برگ جوان و برگ مسن در غلظت‌های پایین تنظیم‌کننده رشد رنگ روشن داشتند ولی با افزایش غلظت تنظیم‌کننده رشد رنگ آن‌ها به سمت قهوه‌ای متمایل شد درحالی‌که تیمار ۲ میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی تیره‌ترین نوع کالوس‌ها را حاصل نمود. در غلظت‌های ۳ میلی‌گرم در لیتر تو-فور-دی برگ‌های مسن کالوسی تولید نکردند ولی برگ‌های جوانی که کالوس تولید نمودند هنوز رنگ تیره داشتند. بنابراین نتایج حاصل نشان داد که کالوس‌های روشن در تیمارهای پایین‌تر مربوط به ریزنمونه‌های برگ حاصل می‌شود درحالی‌که ریزنمونه گره کالوس قهوه‌ای تولید نکردند.

نوع، مقدار و رنگ کالوس ایجادشده در گیاهان مختلف به ژنوتیپ، میزان تنظیم‌کننده‌های رشد درون‌زا و برون‌زا و ترکیب محیط کشت وابسته است (Kumari et al., 2006). در میان این عوامل مؤثر، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه اکسین و سیتوکینین نقش بسیار حیاتی در فرایند القای کالوس دارند (Mungole et al., 2011). نوع تنظیم‌کننده رشد و غلظت‌های آن به محیط و خصوصاً گونه گیاهی بستگی دارد. البته نوع ریزنمونه گیاهی مورد استفاده هم می‌تواند تأثیر زیادی در غلظت‌های مورد نیاز گذارد. (Karamzad et al. (2016) برای القاء کالوس از گیاه سیب‌زمینی ریزنمونه‌های برگ و گره را در غلظت‌های مختلف تو-فور-دی مورد ارزیابی قرار دادند

References

- Abbasi Kajani, A., Alami Saeid, K., Daneshvar, M. H. and Mofid, M. R. (2014). Effect of growth regulators and antioxidants in the medium on in vitro callus induction in European yew (*Taxus baccata* L.). *Plant Productions*, 37(4), 1-7. [In Farsi]
- Ameri, M., Lahoti, M., Bagheri A. and Sharifi, A. (2011). *Optimization of callus induction media for Citrollus lanatus L. (cv. Crismon sweet) explants by IBA and IAA hormonal treatments in In vitro*

- condition*. Proceeding of 7th national congress of Biotechnology, Tehran, Iran. [In Farsi]
- Ayan, A. K., Cirak, C., Kevserolu K. and Sokmen A. (2005). Effects of expellant types and different concentrations of sucrose and phytohormones on plant regeneration and hypericin content in *Hypericum perforatum* L. *Turkish Journal of Agriculture*, 29(1), 197-204.
- Carolina, A., Astarita L. V. and Santarem E. R. (2001). *Organogenesis in Hypericum perforatum* L. IV Encontro Latino-Americano de Biotecnologia Vegetal, Goiania, Resumos.
- Chee, P. P. (1990). High frequency of somatic embryogenesis and recovery of fertile Cucumber Plants. *Horticultural Science*, 25(7), 792-793.
- Compton, M. E. (1999). Dark pretreatment improves adventitious shoot organogenesis from cotyledons of diploid watermelon. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 58(1), 185-188.
- Compton, M. E. and Gray D. J. (1993). Shoot organogenesis and plant regeneration from cotyledons of diploid, triploid, and tetraploid watermelon. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 118(1), 151-157.
- Compton, M. E., Gray, D. J. and Gaba, V. P. (2004). Use of tissue culture and biotechnology for the genetic improvement of watermelon. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77(1), 231-243.
- Ebrahimzadeh, M., Shaker, H., Bernard, F. and Khavarinejad, R. (2006). Effect of hormones and explant in callus induction and plant regeneration in tissue culture of *Anthurium andraeanum* Var. Tropical. *Pajouhesh & Sazandegi*, 73(3), 169-176. [In Farsi]
- Evans, D. A., Sharp W. R. and Flick, C. E. (1981). Plant regeneration from cell cultures. *Horticulture Review*, 3, 214-314.
- Franciskovic, M., Gonzalez-Perez, R., Orcic, D., Sanchez de Medina, F., Martinez-Augustin, O., Svircev, E., Simin, N. and Mimica-Dukic, N. (2017). Chemical composition and immuno-modulatory effects of *Urtica dioica* L. (stinging nettle) extracts. *Phytotherapy Research*, 31(8), 1183-1191.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies F. T. and Geneve R. L. (1997). *Plant propagation: Principles and practices* (6th ed). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Iranpak, N., Kalateh Jari, S. and Kalantari S. (2012). Effects of explant and plant growth regulators on callus induction and shoot formation in *Narcissus tazetta* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(2), 356-369. [In Farsi]
- Jaiswal, V. S. and Naryan, P. (1985). Regeneration of Plantlets from the callus of stem segments of adult plants of *Ficus religiosa* L. *Plant Cell Reports*, 4(1), 256-258.
- Karamzad, Z. H., Farshadfar, M., Zebarjadi, A. R. and Zolnorian, H. (2016). Investigation of effect of different concentrations of 2, 4- D and kinetin on callus induction in potato (*Solanum tuberosum* L.) variety of agria. *Journal of Plant Research*, 28(2), 316-325. [In Farsi]
- Khoramirad, M. and Shoor M. (2011). *Investigation of micro propagation of two commercial cultivars of Anthurium andraeanum under in vitro condition*. M.Sc. Thesis of Biotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. [In Farsi]
- Kregiel, D., Pawlikowska, E. and Antolak, H. (2018). *Urtica* spp.: Ordinary plants with extraordinary properties. *Molecules*, 23(7), 1-21.
- Kumari, B. D. R., Setuu A. and Sujatha, G. (2006). Somatic embryogenesis and plant regeneration in soybean (*Glycine max*). *Indian Journal of Biotechnology*, 5(2), 243-245.
- Leonard, E., Runguphan, W., Connor, S. O. and Prather K. J. (2009). Opportunity in metabolic engineering to facilitate scalable alkaloid production. *Nature Chemical Biology*, 5(5), 292-300.

- Lu, C., Vasil, I. K. and Ozias-Akins, P. (1982). Somatic embryogenesis in *Zea mays* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 75(1), 16-25.
- Malamug, J. J. F., Inden, H. and Asahira, T. (1991). Plantlets regeneration and propagation from ginger callus. *Scientia Horticulturae*, 48(1-2), 89-97.
- Mungole, A. J., Doifode, V. D., Kamble, R. B., Chaturvedi, A. and Zanware, P. (2011). *In vitro* callus induction and shoot regeneration in *Physalis minima* L. *Annals of Biological Research*, 2(2), 79-85.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Planetarium*, 15(1), 473-479.
- Omidi, M., Behjat Sasan, B., Naghavi, M. R., Kalate Jari, S. and Etminan, A. R. (2011). Effect of growth regulators, medium and explant on callus induction in *Taxus baccata* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2), 316-325. [In Farsi]
- Sahraroo, A., Mirjalili, M. H., Corchete, P., Babalar, M., Fattahi Moghadam, M. R. and Zarei, A. (2018). Enhancement of rosmarinic acid production by *Satureja khuzistanica* cell suspensions: Effects of phenylalanine and sucrose. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 50(1), 25-35.
- Salehi Shanjani, P. (2003). Nitrogen effect on callus induction and plant regeneration of *Juniperus excelsa*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(4), 419-422.
- Sedaghati, B., Babaeian, N., Bagheri, N. and Salehian Aghblaq, H. (2015). Effect of leaf explants types and various levels of 2, 4-D on callus induction and plant regeneration in *Anthurium andreanum*. *Journal of Crop Breeding*, 7(16), 11-15. [In Farsi]
- Sharafi, E., Khayymikoei, S. M., Fotokian, M. H., Davoodi, D. and Hassanloo, T. (2014). Effect of different growth regulators levels and explants types of callogenesis and organogenesis *Hypericum perforatum* L. under *in vitro* condition. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 5(3), 57-66. [In Farsi]
- Siahmansour, S. H., Ismaili, A. and Nazarian Firouzabadi, F. (2018). Effect of different elicitor treatments on hairy root of medicinal plant poppies (*Papaver somniferum* L.). *Plant Productions*, 41(1), 29-42. [In Farsi]
- Soltanipul, M. M., Mohammadi, A., Rahnema, H. and Abbaszadeh, B. (2012). Callogenesis investigation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 7(1), 45-54. [In Farsi]