



## گزینه های کاهش هزینه در ریزازدیادی تجاری

محمود ملکی<sup>۱</sup>، رویا ساجدی<sup>۲</sup>

### Low cost options in commercial micropropagation

Mahmood maleki, Roya sajadi

Email:biotec\_aria@yahoo.com

#### چکیده

فناوری ریز ازدیادی در مقایسه با روش های سنتی تکثیر گران تر است، به سرمایه گذاری بالا نیاز دارد و در بعضی از موارد هزینه تولید هر واحد گیاهی خارج از توان مالی است. بنابراین اتخاذ راهکارهایی برای کاهش هزینه تولید و پایین آوردن هزینه تولید هر واحد گیاهی ضروری است. فناوری کشت بافت کم هزینه در اتخاذ مراحل عملیاتی و کاربرد تجهیزات برای کاهش هزینه واحد تولیدی ریزازدیادی اعمال می شود. گزینه های کاهش هزینه باید هزینه تولید را بدون مصالحه کیفیت انجام گیرد. گزینه های کاهش هزینه معمولاً می توانند باهم تلفیق شوند که شامل طراحی ساختمان، آزمایشگاه، فضای کار، جایگزینی تجهیزات، روشنایی، گرما و طراحی تولید برای فعالیت های با انعطاف پذیری و کارایی بیشتر است. انتخاب چندین گیاه که امکان تولید را در طول سال فراهم می کنند به جریان مالی و استفاده بهینه از تجهیزات و امکانات همراه است.

#### کلمات کلیدی

کشت بافت گیاهی، ریزازدیادی، کاهش هزینه، تکثیر درون شیشه ای

#### ۱. مقدمه

کشت بافت گیاهی یا کشت این ویترو عبارت است از رشد و تکثیر سلول ها، بافت ها و اندام های گیاهی در محیط کشت (مصنوعی) جامد و مایع معین، تحت شرایط استریل و کنترل شده است. فناوری کشت بافت های گیاهی بطور گسترده برای تکثیر گیاهان مورد استفاده قرار می گیرد و فناوری تجاری سازی عمدتاً بر پایه ریزازدیادی است که تکثیر سریع از یک بخش کوچکی از ساقه، جوانه انتهایی، به میزان محدود از جنین های سوماتیکی، کپه های سلولی کشت سوسپانسیون و از طریق بیوراكتور هاست [۲].

پتانسیل کشت بافت گیاهی در افزایش تولیدات کشاورزی و اشتغال مناطق روستایی توسط سرمایه گذاران و سیاست گزاران در کشور های در حال توسعه بخوبی مشخص شده است. با وجود این، در بیشتر کشورهای در حال توسعه، تامین مالی امکانات و هزینه واحد تولیدی گیاهان ریزازدیادی شده بالاست و اغلب به سرمایه ی بر می گردد که با مزیت های اقتصادی

<sup>۱</sup> هیات علمی گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

<sup>۲</sup> کارشناس باغبانی جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان



بالمقوه فناوری متناسب نیست. علیرغم هزینه های بالای تولید، دادو ستد گیاهان زینتی پر رونق است و گیاهان زینتی بطور کلی ارزش بالایی در واحد گیاهی دارند، هر چند که محدودیت بازار دارند[۴].

در حال حاضر صدها آزمایشگاه ریز ازدیادی تجاری در سرتاسر دنیا در حال تکثیر شمار زیادی از کلون ها، واریته های مطلوب و پوشش گیاهی محلی هستند. صرف نظر از امتیاز سرعت تکثیر، این فناوری برای تولید گیاهان عاری از بیماری، اصلاح نباتات در دامنه وسیعی از محصولات کشاورزی، درختان جنگلی و میوه بکار گرفته می شود. با این وجود، در بیشتر موارد، هزینه تولید هر واحد گیاهی تولید شده از طریق کشت بافت مانعی در جهت سازگاری این فناوری در تولید تجاری با مقیاس وسیع می شود. گزینه های کاهش هزینه باید هزینه تولید را بدون مصالحه کیفیت میکروپروپاگول و گیاهان حاصل انجام دهند. در فناوری های با هزینه پایین، کاهش هزینه با بهبود کارایی و کاربرد بهتر منابع انجام می گیرد. فناوری کشت بافت با هزینه پایین باعث برتری در کشاورزی، باغبانی، جنگل داری و گلکاری در بسیاری از کشور های در حال توسعه است، که هزینه معقول و کیفیت بالای مواد گیاهی را به همراه دارد[۳].

ریز ازدیادی بعنوان فناوری مناسب در پروژه های توسعه های یونسکو در افریقا و کارائیب شناخته شده است با وجود این، هزینه تولید باید کاهش یابد. در کشورهای در حال توسعه، صنایع خصوصی گروه مهمی هستند که نیازمند فناوری کارآمد از نظر هزینه هستند. برای مثال در هند از ۹۰ واحد ریزازدیادی تجاری که تاسیس شدند، ۳۲ واحد بسته شدند. این کمپانی ها که در تولید تجاری فعالیت می کنند، عمدتاً توجیه اقتصادی ندارند چرا که هزینه تولید بالاست و آزمون های کنترل کیفیت وجود ندارند. با وجود این، فناوری کشت بافت با هزینه پایین با مزیت بالا در کشاورزی، گلکاری، جنگل داری و باغبانی در بیشتر کشورهای در حال توسعه باقی خواهد ماند[۱].

## ۲. مواد و روش ها

در این تحقیق ابتدا دو فاز امکان کاهش هزینه که اولی مربوطه به کاهش هزینه های مربوط به ساختمان و تاسیسات و در فاز دوم کاهش هزینه های مربوط به مواد مصرفی همانند ظروف، محیط های کشت و غیره... بر اساس تجربیات بکار رفته در تمام کشورهای در حال توسعه آسیایی و افریقایی (با تکیه به موفقیت های حاصل در هند) و مورد تایید سازمان غذا و خواربار جهانی (FAO) مورد بررسی قرار گرفت و امکان بومی سازی آن برای کشور ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحله بعد هزینه های جایگزین (پیشنهادی و تایید شده در کشورهای توسعه یافته) با گزینه های فعلی مورد مقایسه قرار گرفت تا میزان بهره وری در واحد های تولیدی کشت بافت در ایران مورد ارزیابی قرار گیرد و میزان موفقیت و سود آوری این صنعت نوظهور و با اهمیت در ایران بهبود یابد. با توجه به مشخص بودن تمام هزینه های مرتبط با احداث یک واحد تولیدی کشت بافت گیاهی، این هزینه ها با هزینه های مربوط به روش های جایگزین پیشنهادی مورد مقایسه قرار می گیرد تا مشخص گردد که گزینه های پیشنهادی تا چه حدی در کاهش هزینه ها و در نهایت سود آوری این بنگاه های تولیدی می توانند موثر باشند. در این بررسی منابع علمی معتبر بین المللی مورد تایید فائو در کشورهای در حال توسعه جنوب شرق آسیا و آفریقا با تجربیات فنی ۴ ساله آزمایشگاه کشت بافت گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر مورد مقایسه قرار گرفت و مصاحبه حضوری با واحدهای تولیدی در جهت



شناخت بیشترین هزینه ها، عملکرد فنی و مشکلات واحدهای تولید کشت بافت گیاهی و تولیدکنندگان نهال برای ارائه راهکاری مناسب در کنار هم مورد ارزیابی قرار گرفت.

### ۳. نتایج

نتایج این بررسی در چندین زیر بخش آورده می شود :

#### ۳.۱. گزینه های کاهش هزینه مربوطه به ساختمان ، گلخانه و تاسیسات

در گزینه های کاهش هزینه مربوطه به ساختمان، گلخانه و تاسیسات، سه استراتژی برای ساختمان واحدهای تولیدی کشت بافت با مقیاس متوسط و با میزان تولید ۱۰۰ تا ۵۰۰ هزار گیاه در سال (مترای بنا برابر ۲۲۰ متر مربع و در دو طبقه مجزا و بصورت موردی برای شهرستان ابهر) هزینه های ساخت بنا، خرید بنا و اجاره بنا مورد مقایسه قرار گرفتند. پس از در نظر گرفتن هر سه استراتژی، مقایسه ای بین این سه استراتژی انجام شد که خلاصه آن در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به سرمایه مورد نیاز می توان این گونه نتیجه گیری نمود که در صورت وجود سرمایه کافی، احداث ساختمان از خرید آن بهتر است و علاوه براین طراحی آن بهتر و هدفمند تری نسبت به خرید انجام می گیرد و بیش از ۱۵۰ میلیون تومان صرفه جویی می شود. دارای دو عیب عمده است، هزینه اولیه بالا در احداث واحد تولیدی و زمان بر بودن احداث بنا و با توجه به ارزش افزوده ساختمان در ایران در صورتی که سرمایه اولیه موجود باشد، احداث بنا منطقی ترین روش است.

جدول ۱: مقایسه سه استراتژی مربوط به هزینه های ساختمان

استراتژی بکار رفته	هزینه ها به ریال	مزایا	معایب
خرید ساختمان	۳۹۶۰۰۰۰۰۰۰ با احتساب ۱۸۰۰۰۰۰۰ برای هر متر مربع	- کاهش زمان برای شروع تولید	- پر هزینه بودن در سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با دو استراتژی دیگر
احداث بنا	۲۴۵۰۰۰۰۰۰ با محاسبه هزینه ۶۵۰۰۰۰۰ برای هر متر مربع بعلاوه هزینه تاسیسات داخلی و خرید زمین	- کم کردن هزینه مربوط به سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با خرید خانه - دلخواه بودن بنا با اهداف تولید	- پر هزینه بودن در سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با استراتژی اجاره بنا - افزایش زمان مربوط به شروع تولید
اجاره ساختمان	۵۸۵۰۰۰۰۰۰ اجاره ۵ ساله بعلاوه هزینه تغییرات اولیه	- کاهش زمان مربوط به شروع تولید	- عدم سرمایه گذاری برای آینده و نگرانی های مربوط به آینده
		- کم کردن هزینه مربوط به سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با دو استراتژی دیگر	- مطلوب نبودن طراحی بنا برای واحد تولیدی

#### ۳.۲. گزینه های کاهش هزینه های مربوط به تجهیزات



در این بخش هزینه های مربوط به تجهیزات لازم برای استقرار واحد های تولیدی کشت بافت در حدود ۵۰ میلیون بر آورد گردید که می توان با گزینه های کم هزینه جایگزین مورد مقایسه قرار گیرد. با توجه به مقایسه تجهیزاتی که می تواند حذف یا با گزینه کم هزینه تری جایگزین گردد، می توان این گونه نتیجه گیری نمود که در این بخش می توان در حدود ۳۸ درصد و نزدیک به ۱۹ میلیون تومان صرفه جویی نمود. که رقم قابل توجهی محسوب می شود که می تواند بهره وری را بالا ببرد و از طرفی در بسیاری از موارد طراحی تجهیزات بسیار کارآمد تر و بهتر از نمونه خریداری شده است.

### ۳،۳. کاهش هزینه های مربوط به مواد مصرفی

هزینه محیط کشت در فرایند ریز ازدیادی ۱۵ درصد تولیدات را به خود اختصاص می دهد و در ترکیبات محیط کشت نیز مواد ژله کننده نظیر آگار، ۷۰ درصد هزینه محیط کشت را به خود اختصاص می دهند. با این بر آورد هزینه ماده ژله کننده به تنهایی حدود ۱۰ درصد هزینه تولید را شامل می شود و مابقی اجزاء همانند ساکارز، نمک ها، آب، ویتامین ها و ویتامین ها ۵ درصد هزینه تولیدات را بخود اختصاص می دهند. نتایج این بررسی نشان می دهد که حذف ماده ژله کننده آگار هزینه محیط کشت را به کمتر از نصف کاهش می دهد در گزینه دیگر استفاده از صمغ هاو نشاسته های گیاهی در مواردی که هدف فقط ریزازدیادی است با موفقیت قابل جایگزینی است. حذف همزمان آگار و ساکارز هزینه های مربوط به تهیه محیط کشت را ۸۰ درصد کاهش می دهد.

ظروف شیشه ای مصرف شده مثل شیشه مربا و ظروف شیشه ای نوشیدنی ها می تواند جایگزین لوله های آزمایشی گران قیمت نمود. در فرایند ریزازدیادی استفاده از شیشه های مربا علاوه بر ارزان بودن کارایی خوبی از خود نشان دادند و زمانی که میزان تولید بالاتر از ۱۰۰ هزار گیاهچه در سال است از توجه بسیار خوبی برخوردار است. علاوه بر این ظروف یکبار مصرف و نایلون فریزر نیز می تواند برای کشت بافت در واحد های تولیدی مورد استفاده قرار گیرند که دارای دو امتیاز عالی هستند یعنی علاوه بر ارزان بودن آنها، در فرایند ساخت آن حرارت های بالا باعث استریل آنها می شود و بدون فرایند استریل سازی که نیاز به انرژی بالایی و نیروی انسانی که دو عامل عمده در افزایش هزینه تولید است نیز می توانند مورد استفاده قرار گیرد.

### ۴،۳. کاهش هزینه های انرژی

کاهش هزینه های انرژی از طریق عدم استفاده از انرژی الکتریکی است در مواردی است که می تواند اجرا شود. در این ارتباط اتخاذ استراتژی های زیر می تواند کارآمد باشد:

\* استفاده از ظروف یکبار مصرفی که طی فرایند ساخت استریل شده اند، می تواند هزینه انرژی ناشی از اتوکلاو یا آون را کاهش دهد. علاوه بر کاهش هزینه انرژی، در هزینه پرسنلی نیز صرفه جویی می شود.

\* عدم استفاده از دستگاه آب مقطر گیری (دوبار تقطیر یا دیونیزه) و جایگزینی آن با آب معمولی شیر که می تواند جایگزین شود و در فرایند ریزازدیادی مشکلی ایجاد نمی کند مگر اینکه دارای فلزات سنگین باشد.

\* اتوتروف کردن کشت بافت های گیاهی نیاز به استفاده از ساکارز را کاهش می دهد یا آنها را بی نیاز از این قند می کند و احتمال آلودگی کشت بافت های گیاهی را به آلودگی های میکروبی به سبب فقدان قند بطور چشمگیری کاهش می دهد. علاوه بر آن هزینه برق را که برای کشت بافت های گیاهی در اتاق کشت وجود دارد و مصرف بسیار زیاد برق را به همراه دارد از بین می برد چرا که در فرایند اتوتروف از نور طبیعی استفاده می شود.



\*عدم ضرورت در ثابت نگهداشتن دمای اتاق رشد بر روی دمای ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد. علیرغم اینکه در آموزش‌های کشت بافت گیاهی ثابت درجه حرارت به عنوان یک اصل مطرح می‌شود، در بررسی‌های انجام شده نوسانات دمای شبانه تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد نه تنها تاثیر منفی روی فرایند رشد ندارد بلکه حتی در فرایند سازگاری می‌تواند بسیار کارآمد نیز باشد. لذا رعایت نکردن دمای ثابت و وجود نوسانات تا بیش از ۱۰ درجه می‌تواند هزینه مصرف برق را بطور چشمگیری کاهش دهد.

\*با توجه به اینکه هزینه حاصل از انرژی الکتریکی در ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه گران‌تر از انرژی‌های جایگزین و بویژه گاز طبیعی است لذا تغییر نوع انرژی و استفاده از دستگاه‌های حرارتی که گازسوز شده‌اند همانند اتوکلاو، آب مقطرگیری، آون و غیره .. می‌تواند کاهش زیادی در هزینه‌های مربوط به انرژی پدید آورد که نوع کاهش هزینه در زندگی روزمره خانگی به وضوح دیده می‌شود که می‌توان به گازسوز بودن وسایل حرارتی همانند بخاری، آبگرمکن، پکیج و غیره ... اشاره نمود.

### ۵.۳. کاهش هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی

برای کاهش هزینه‌های ناشی از نیروی انسانی می‌توان موارد زیر را پیشنهاد نمود:

- مکانیزه نمودن فرایند کار همانند طراحی بیوراكتورهای ساده می‌تواند هزینه کارگری را کاهش دهد که در کشورهای در حال توسعه می‌تواند طراحی و توسعه یابد و فرایند تولید را بمراتب سرعت ببخشد.
- اعمال موارد بسیار سخت‌گیرانه در جهت کنترل آلودگی‌ها و عبور و مرور زیاد پرسنل در اتاق انتقال و رشد. آلودگی کشت بافت‌های گیاهی علاوه بر این که هزینه تولید را بشدت بالا می‌برد، باعث اتلاف نیروی کار می‌شود.
- برای حفظ کارایی بالای افرادی که بر روی هود لامینار کار می‌کنند، این افراد در روز نباید بیش از ۴ ساعت کار کنند و بهتر است به کاری دیگر همانند شستشوی ظروف، خشک کردن ظروف یا کار در گلخانه مشغول شوند.
- استفاده از کارکنان زن در واحد‌های تولیدی باعث کارایی بالای این واحد‌ها می‌شود و علت این موضوع به این سبب است که کار در واحد‌های تولید کشت بافت به کار بدنی سنگین نیاز ندارد و بجای آن کاری است که باید با حوصله بیشتری انجام گیرد. موسیقی در اتاق انتقال نیز بر کارایی می‌افزاید و برای در گلدان قرار دادن گیاهان، مردان کارایی بهتری دارند.
- رضایتمندی نیروی انسانی در این واحد‌های تولید که کار در آنها نیاز به حوصله و دقت فراوان دارد و کوچکترین اشتباه با زیان اقتصادی شدیدی همراه است باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

### ۵.۳. مدیریت و استراتژی بازار

با نگاه به نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده بصورت مصاحبه از تولیدکنندگان واحد‌های کشت بافت و نهال، بخش فروش ۳۰ درصد هزینه‌های واحد‌های کشت بافت را در جهان تشکیل می‌دهد که از بخش‌های کم‌اهمیت در واحدهای تولیدی در ایران بوده و اکثر واحد‌های تولیدی با جدیت این بخش را پی‌گیری نمی‌کنند و می‌توان گفت که پاشنه آشیل بیشتر واحدهای تولیدی، عدم توجه کافی به موضوع مدیریت تولید و بازار فروش است و پی‌گیری استراتژی‌های کارآمد در این بخش الزامی است. نگاه کلان به بازار فروش و توجه به صادرات بویژه به کشورهای همسایه باید مد نظر واحدهای تولیدی قرار گیرد.



### ۶,۳. تضمین کیفیت

در بیشتر کشورهای در حال توسعه، نیاز عمده به تامین کمیت بالایی از مواد گیاهی اصلاح شده برای تولید کنندگان و کشاورزان وجود دارد. از آنجایی که بررسی کیفیت در بیشتر کشورهای در حال توسعه در بیرون از خروجی آزمایشگاه وجود ندارد اما تضمین کیفیت بالای گیاهان ریزازدیادی شده عامل مهمی در اعتماد مصرف کننده خواهد بود. تضمین کیفیت زمانی که مواد گیاهی صادر می شوند، حتی اهمیت بیشتری پیدا می کند. کاهش هزینه برپایه مواردی که هزینه ها را کاهش می دهند در ریزازدیادی تجاری ضروری است و این درحالی است که کاهش هزینه نباید با کاهش کیفیت همراه باشد. بنیه قوی گیاهی یک نشانه مهمی از کیفیت است که تعیین کننده توانایی گیاهان برای سازگاری در شرایط مزرعه است. سازکارهایی که با کارایی هزینه همراه اند باید گیاهان نیمه سازگاری را در محیط کشت ها تولید کنند و چنین گیاهانی، سیستم ریشه ای گسترده و ماندگاری تولید می کنند و سازگاری آنها به شرایط مزرعه در زمان اندکی صورت می گیرد. بررسی ها نشان می دهد که تضمین کیفیت در واحدهای تولیدی جدی گرفته نمی شود و با پیشرفت جوامع و بازار رقابتی عدم توجه به این فرایند در دراز مدت باعث نابودی واحدهای تولیدی کشت بافت می شود.

### ۴. نتیجه گیری نهایی

نتایج این بررسی نشان می دهد که هزینه های بالای واحدهای تولیدی، سبب ناکارآمدی این فناوری کاربردی و بسیار سودمند شده است ولی اعمال روش های کم هزینه می تواند در اجرای واحدهای تولید از تاسیس تا مزرعه اعمال شود و کارایی این فناوری را با توجه به سرمایه گذاری و امکانات موجود افزایش دهد و این فناوری را از نظر اقتصادی توجیه پذیر نماید و علاوه بر سود واحدهای تولیدی، باعث افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی شود. نگاه فنی، علمی و مدیریتی می تواند احتمال ریسک این فناوری را به حداقل برساند. مشکلات واحدهای تولید کشت بافت در سه بخش مدیریت مالی، فنی و بازار قرار می گیرد که به راحتی قابل حل است مشروط بر این که در ۳ بخش از مشاوران درست کمک گرفته شود.

منابع و مراجع

- [1] FAO, 2002. *Low cost options for tissue culture technology in developing countries*. FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Vienna, Austria. [http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/te\\_1384\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/te_1384_web.pdf).
- [1] Neumann, K., Kumar, A. and Imani, J. 2009. *Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [3] Sahu, J., Sahu, R.K. A Review on Low Cost Methods for In Vitro Micropropagation of Plant Through Tissue Culture Technique. *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences* Vol. 1(1), 38-41, 2013



- [4] Sood H. and Chauhan R.S. 2009. Development of a low cost micropropagation technology for an endangered medicinal herb (*Picrorhiza kurroa*) of North-Western Himalayas. *Plant Sciences* 4: 21-31.