

## بررسی اثر بافت خاک، تغذیه معدنی و pHهای مختلف محلول غذایی بر تولید ماده ضد مالاریایی آرتیمیزینین (Artemisinin) در گیاه *Artemisia annua L.*

حسین لاری یزدی<sup>۱\*</sup>، رمضانعلی خاوری نژاد<sup>۲</sup>، عبدالحسین روستائیان<sup>۳</sup>، علی گودرزی<sup>۴</sup>

۱- استادیار زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد

۲- استاد زیست شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران

۳- استاد شیمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

۴- مربی زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد

\* آدرس مکاتبه:، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زیست شناسی

### چکیده

آرتیمیزینین ماده‌ای با خاصیت ضد مالاریایی است که در گیاه *A. annua L.* به‌طور طبیعی وجود دارد. در این پژوهش تأثیر برخی از عوامل نظیر بافت خاک، تغذیه معدنی و pH محلول غذایی بر میزان تولید آرتیمیزینین مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین مقدار آرتیمیزینین در خاک شنی لوم، با ۰/۰۶۵ درصد و کمترین مقدار آن در خاک سیلت لوم، با ۰/۰۴۳ درصد مشاهده شد. کمترین مقدار آرتیمیزینین تولید شده در محلول غذایی فاقد فسفر مشاهده شد که نسبت به شاهد ۶۳/۸ درصد کاهش نشان می‌دهد. کمترین کاهش تولید آرتیمیزینین در محلول غذایی فاقد منیزیم که نسبت به شاهد ۲۲/۵ درصد کاهش دارد مشاهده می‌شود. حداکثر تولید آرتیمیزینین در غلظت  $210 \text{ mg l}^{-1}$  نیتروژن محلول غذایی دیده شد. حداکثر تولید آرتیمیزینین در pH بین ۶ تا ۷، یعنی در محیط‌های خنثی تا کمی اسیدی اندازه‌گیری شد و در  $\text{pH} = 6/5$  بیشترین مقدار آن (۰/۰۶۴ درصد) مشاهده گردید.

کل واژگان: کندواش، *Artemisinin Artemisia annua L.*، بافت خاک، تغذیه معدنی، pH



بررسی اثر بافت خاک ...

## مقدمه

گیاه *A. annua* L. از خانواده Asteraceae، گیاهی علفی یکساله، بومی آسیا می باشد [۱۹]. از این گیاه به عنوان منبع اسانس برای عطرسازی و نیز منبع آرتمیزینین یا به عبارتی مهمترین ماده طبیعی ضد مالاریا بعد از کینین استفاده می شود [۲۱]. آرتمیزینین یک سزکویی ترپن لاکتون کمیاب با پراکسید داخلی متعلق به گروه کادینان می باشد [۲۴، ۴]. این ترکیب، ترکیب پایه برای ساخت داروهای ضد مالاریایی مؤثر با سمیت کمتر برای انسان است [۵، ۷، ۱۲]. با وجودی که ساخت آرتمیزینین در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفته است [۲۰، ۳] بررسی ها نشان می دهد که گیاه *A. annua* اقتصادی ترین منبع آرتمیزینین قابل استفاده می باشد [۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۵]. با توجه به گسترش گیاه *A. annua* در مناطق شمالی ایران بر آن شدید تا به بررسی عواملی نظیر بافت خاک، تغذیه معدنی، و pH محلول غذایی بر میزان تولید آرتمیزینین در این گیاه پردازیم.

## مواد و روش ها

الف- تهیه نمونه های گیاهی و مکان پژوهش

بذر گیاه *A. annua* از باغ گیاه شناسی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، کیلومتر ۱۲ اتوبان تهران- کرج تهیه گردید. این پژوهش در مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واقع در حصارک پونک تهران انجام شد.

ب- بررسی مقدار آرتمیزینین موجود در نمونه های مورد آزمایش برای تعیین مقدار کمی آرتمیزینین موجود در

نمونه های مورد آزمایش از روش Liersch [۸، ۱۸]

استفاده گردید:

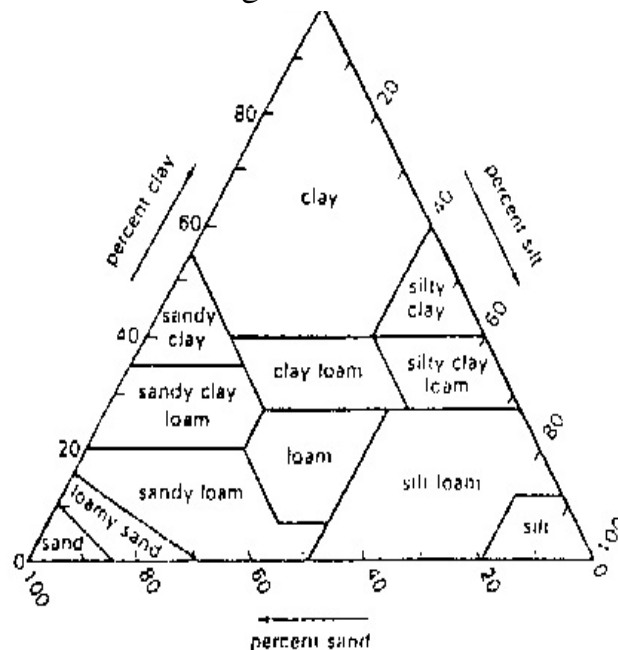
به ۲/۵ گرم از برگ های خشک شده گیاه *A. annua* ۲۰۰ میلی لیتر پترولیوم اتر اضافه کرده و نمونه به مدت ۶ ساعت در حمام آب گرم با دمای ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از صاف کردن محلول، حلال را تبخیر کرده تا نمونه خشک شود. ۴ میلی لیتر اتانول به نمونه اضافه کرده و پس از صاف کردن، باقیمانده توسط ۲ میلی لیتر اتانول شسته شد. تمام محلول صاف شده، با اتانول به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. ۱ میلی لیتر از محلول نهایی با ۴ میلی لیتر محلول سود ۲ درصد رقیق شده، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد حمام آب گرم حرارت داده شد. پس از سرد شدن، ۱ میلی لیتر اتانول افزوده، با اسید استیک ۰/۲ نرمال به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. بدین ترتیب نمونه جهت HPLC آماده گردید. هر نمونه ۳ بار تزریق شد.

ج- بررسی تاثیر بافت خاک بر مقدار آرتمیزینین در گیاه *A. annua*

به منظور بررسی تاثیر بافت خاک از سه نوع خاک استفاده شد که خاک های شنی لوم (sandy loam)، لوم (loam) و سیلت لوم (Slit Loam) بود. خاکها از رویشگاه های طبیعی این گیاه در مناطق شمالی ایران انتخاب شدند. از هر خاک سه گلدان تهیه شد. ابتدا بذر گیاهان در خاک نرم کشت و سپس گیاهک ها به گلدان های کوچکی منتقل شدند و پس از مدتی نمونه های بهتر به گلدان های بزرگتر انتقال پیدا کردند. سنجش کمی آرتمیزینین بعد از ۹۰ روز بر روی این نمونه های انجام گرفت. برای تعیین بافت خاک از روش

این غربال‌ها که بر روی هم قرار گرفته‌اند ریخته و پس از غربال شدن، مقدار ذرات باقیمانده در هر یک را وزن کرده و به این ترتیب درصد ذرات به دست می‌آید. حال درصد سیلت، رس و شن را بر روی اضلاع نمودار مثلثی مشخص شده، از هر کدام خطی در جهت خطوط کوچکی که در روی هر ضلع است رسم گشته و نقطه تلاقی آنها در روی مثلث هر جا که باشد، مشخص کننده نوع بافت خاک است.

آمریکایی Janick استفاده شد [۱۳]. به این ترتیب درصد رس، سیلت و شن در خاک‌ها مشخص شد و سپس با استفاده از نمودار مثلثی (تصویر شماره ۱) بافت خاک تعیین گردید. اندازه ذرات خاک برای این بررسی در جدول شماره ۱ آورده شده است. برای تعیین درصد ذرات مختلف خاک از غربال‌هایی که قطر شبکه‌های آنها مشخص است استفاده می‌شود. مقدار ۱۰۰ گرم از خاک را پس از نرم کردن بر روی



تصویر شماره ۱- نمودار مثلثی جهت تعیین بافت خاک [۱۳]

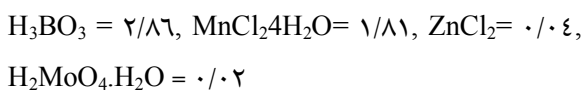
جدول شماره ۱- طبقه‌بندی اندازه ذرات خاک

نام ذره	قطر ذره (mm)
سنگریزه	۳/۱۰
شن درشت	۱-۰/۲۵
شن متوسط	۰/۲۵-۰/۰۵
سیلت	۰/۰۵-۰/۰۱
رس	<۰/۰۱

سه گروه اول مجموعاً درصد شن را تشکیل می‌دهد [۱۳]

روشنایی و تاریکی نیز توسط زمان سنج خودکار، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد. محلول کامل غذایی به مدت دو هفته برای تثبیت گیاهان مورد استفاده قرارگرفت و سپس آزمون‌های زیر انجام شد:

محلول کامل، محلول‌های فاقد N، P، K، Ca، Mg، S و محلول دارای N با غلظت ۱۰۵، ۲۱۰ و ۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر. جهت تهیه N با غلظت ۱۰۵ و ۳۱۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از  $NH_4NO_3$  استفاده شد. ترکیب محلول‌های غذایی در جدول شماره ۲ آورده شده است [۲۲]. هر آزمون شامل ۴ گیاه و ۳ تکرار، و طول مدت آزمایش ۹۰ روز بود [۱۱]. عناصر کم مصرف شامل ترکیبات زیر می‌باشد ( $g\ l^{-1}$ ):



در ضمن خاک‌های مورد استفاده از نظر فسفر، پتاسیم و نیتروژن قابل دسترس توسط بخش خاک‌شناسی باغ گیاه‌شناسی مورد تجزیه قرار گرفت.

د- بررسی اثر تغذیه معدنی بر تولید آرتمیزینین در گیاه *A. annua*

اثر برخی عناصر پر مصرف بر تولید آرتمیزینین مورد بررسی قرار گرفت. کشت گیاه در محلول غذایی بنا به روش‌های به‌کار گرفته شده توسط برخی محققان انجام شد [۱۱، ۲۲]. یک هفته پس از رویش دانه‌ها، گیاهک‌ها به محلول‌های غذایی انتقال یافتند. برای این منظور تعدادی ظروف پلاستیکی یک لیتری ضد عفونی و با آب مقطر شسته شد. سپس گیاهک‌ها به هر ظرف یک لیتری که حاوی یک لیتر محلول غذایی بود انتقال داده شدند. محلول غذایی هر روز توسط پمپ هوادهی، pH آن با استفاده از محلول‌های یک نرمال KCl، KOH در حدود ۶/۵ تنظیم می‌شد. تعویض محلول غذایی هر هفته یک بار انجام می‌شد و زمانی که حجم محلول‌ها قبل از تعویض کاهش می‌یافت، کاهش حجم با آب مقطر جبران می‌گردید. روشنایی مورد نیاز توسط ۲ لامپ ۱۰۰ وات معمولی و ۵ لامپ ۴۰ وات فلوئورسنت تامین می‌شد و درکل، شدت نور اتاق کشت توسط نورسنج ۱۶/۵ وات بر متر مربع اندازه‌گیری شد. طول دوره‌های

آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) مورد مقایسه قرار گرفتند  $P < 0.05$  به عنوان سطح اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## نتایج

### الف- نتایج مربوط به آزمایش خاک

خاک‌ها از نظر مقدار نیتروژن، پتاسیم و فسفر قابل جذب مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج در جدول شماره ۳ آورده شده است.

### ه- بررسی اثر pH های مختلف محلول غذایی بر تولید آرتمیزیین

برای این منظور محلول‌هایی با pH های ۵، ۵/۲، ۵/۳، ۵/۴، ۶، ۶/۵، ۷، ۷/۵ و ۸ تهیه گردید. پس از کشت گیاه در محلول‌های فوق به مدت ۴ هفته [۱۱، ۲۲] و خشک کردن نمونه‌ها، مقدار آرتمیزیین تولید شده در برگ‌های خشک شده هر نمونه مورد سنجش قرار گرفت.

### و- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

این آزمایش‌های به صورت یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار انجام گرفت و نتایج با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد تحلیل آماری قرار گرفت میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن (DMRT) و

جدول شماره ۲- ترکیب شیمیایی مملول غذایی ( $ml^{-1}$ )

Stock(M)	Complete	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	۱	۱	-	-	۱	۱	۱
KNO <sub>3</sub>	۵	-	۵	-	۵	۳	۳
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	۵	-	۵	۵	-	۴	۴
MgSO <sub>4</sub>	۲	۲	۲	۲	۲	-	-
KCl	-	۵	۱	-	-	۲	۲
CaCl <sub>2</sub>	-	۵	-	-	-	۱	۱
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	۱	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	-	۲	۵	-	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	۲	-
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	۲
MICRO	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
Fe-EDTA	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول شماره ۳- نتایج آنالیز خاک‌ها

نمونه خاک	P	K	N
۱	۹/۰۲۰	۱۰/۳۴۰	۰/۰۲۸
۲	۴/۶۶۰	۱۱/۲۶۰	۰/۰۹۶
۳	۴/۵۸۰	۱۳/۷۹۰	۰/۰۷۱

\* مقادیر بر حسب ppm می باشد

ب- نتایج اثر بافت خاک بر مقدار آرتمیزینین در گیاه *A. annua* نتایج مربوط به بررسی اثر بافت خاک بر روی مقدار آرتمیزینین گیاه *A. annua* در تصویر ۲ آورده شده است. بیشترین مقدار آرتمیزینین در بافت شنی لوم با ۰/۰۶۵ درصد و کمترین مقدار آرتمیزینین در بافت سیلت لوم با ۰/۰۴۳ درصد مشاهده می شود. نتایج آنالیز واریانس داده های مربوط به تاثیر بافت خاک بر مقدار آرتمیزینین نشان می دهد که تفاوت های مشاهده شده از نظر آماری معنی دار ( $P < 0.05$ ) نمی باشد.

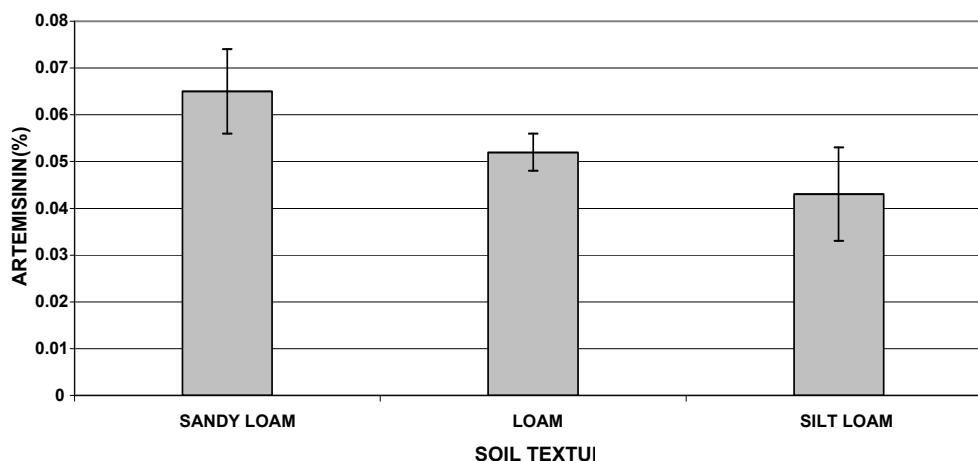
همان طور که در جدول فوق مشخص شده است مقدار نیتروژن در خاک نمونه ۲، پتاسیم در خاک نمونه ۳ و فسفر در خاک نمونه ۱ بیشتر از بقیه خاکها می باشد.

بافت خاکها نیز با استفاده از نمودار مثلی تعیین شد که نتایج در جدول شماره ۴ آورده شده است. آنالیز بافت خاک نشان داد که خاک شماره ۱ از نوع سیلت لوم، شماره ۲ از نوع شنی لوم و شماره ۳ از نوع لوم بود.

جدول شماره ۴- نتایج مربوط به بافت خاک

نمونه خاک	رس	سیلت	شن	بافت خاک
۱	۲۴	۵۲	۲۴	سیلت لوم
۲	۱۴	۲۶	۶۰	شنی لوم
۳	۱۸	۳۲	۵۰	لوم

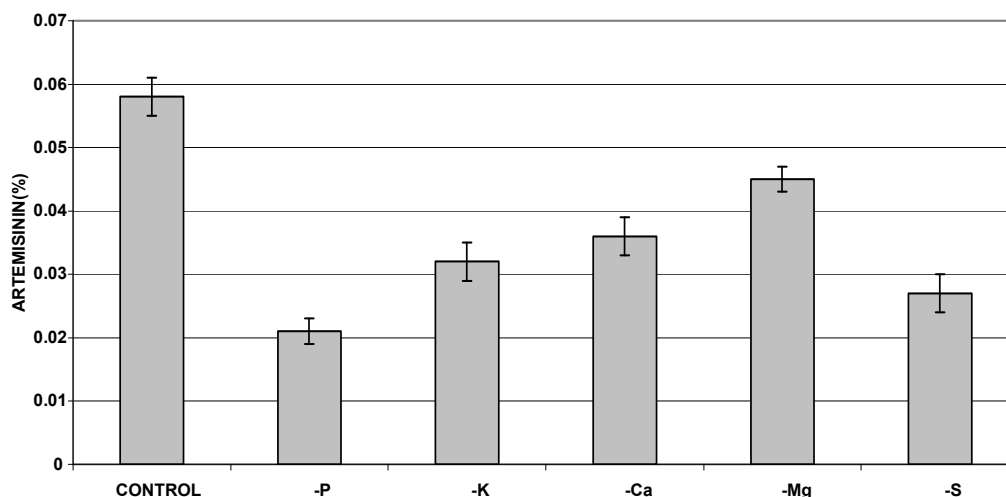
\* مقادیر به درصد می باشد



تصویر شماره ۲- اثر بافت خاک بر مقدار آرتیمیزین در گیاه *A. annua*

به شاهد ۲۲/۵ درصد کاهش دارد. محلول‌های غذایی فاقد کلسیم، پتاسیم و گوگرد به ترتیب ۴۵، ۳۸ و ۵۳/۵ درصد کاهش تولید آرتیمیزین نسبت به شاهد را نشان می‌دهند. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر تغذیه معدنی بر تولید آرتیمیزین نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد. اثرات کمبود پتاسیم، کلسیم و منیزیم در یک گروه آماری و اثرات کمبود فسفر و گوگرد در گروه آماری دیگر قرار دارند.

ج- نتایج بررسی اثر تغذیه معدنی بر تولید آرتیمیزین نتایج مربوط به بررسی مقدار آرتیمیزین تولید شده در محلول‌های غذایی در تصویر شماره ۳ نشان داده شده است. مقدار آرتیمیزین تولید شده در محلول غذایی کامل (شاهد) ۰/۰۵۸ درصد می‌باشد. کمترین مقدار آرتیمیزین تولید شده در محلول غذایی فاقد فسفر با ۰/۰۲۱ درصد بود که نسبت به شاهد ۶۳/۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد. کمترین کاهش تولید آرتیمیزین در محلول غذایی فاقد منیزیم با تولید ۰/۰۴۵ درصد آرتیمیزین دیده می‌شود که نسبت



### تصویر شماره ۳۳- اثر کمبود مواد معدنی در مملول‌های غذایی بر مقدار آرتمیزینین در گیاه *A. annua*

آرتمیزینین نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) نمی‌باشد.

#### ۵- نتایج بررسی اثر pHهای مختلف محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین

بررسی اثر pHهای مختلف محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین نشان می‌دهد که در  $pH=6.5$  محلول غذایی بیشترین اثر را در تولید آرتمیزینین دارد. در این pH مقدار تولید آرتمیزینین ۰/۰۶۴ درصد می‌باشد. کمترین مقدار آرتمیزینین تولید شده در  $pH=0.8$ ، ۰/۰۲۱ درصد می‌باشد که نسبت به  $pH=6.5$ ، ۶۷/۱ درصد کاهش را نشان می‌دهد. همچنین مقدار تولید آرتمیزینین در کمترین pH یعنی ۵، ۰/۰۲۴ درصد اندازه‌گیری شد که نسبت به  $pH=6.5$ ، ۶۲/۵ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

با توجه به تصویر شماره ۵ مشاهده می‌شود که حداکثر تولید آرتمیزینین در pH بین ۶ تا ۷ یا به

د- نتایج بررسی اثر تغییرات نیتروژن محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین

اثر غلظت‌های ۱۵۰، ۲۱۰ و ۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین در تصویر شماره ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در غلظت‌های ۱۵۰، ۲۱۰ و ۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن، تولید آرتمیزینین به ترتیب ۰/۰۳۱، ۰/۰۵۲ و ۰/۰۲۶ درصد می‌باشد. بیشترین مقدار تولید آرتمیزینین در غلظت ۲۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن با ۰/۰۵۲ درصد است. کمترین مقدار آرتمیزینین اندازه‌گیری شده در غلظت ۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن با ۵۰ درصد کاهش نسبت به غلظت ۲۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن می‌باشد. همچنین مقدار آرتمیزینین اندازه‌گیری شده در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن،

۴/۴ درصد کاهش نسبت به غلظت ۲۱۰ میلی‌گرم در لیتر را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر تغییرات نیتروژن محلول غذایی بر تولید

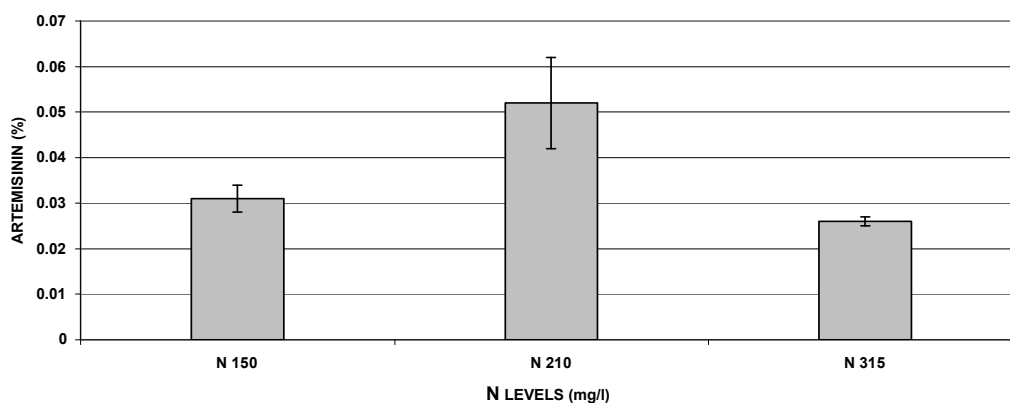


استفاده با روش Janick و همکاران تعیین شدند که نتیجه عبارت بود از: سیلت لوم، شنی لوم و لوم [۱۳]. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار آرتمیزینین در خاک شنی لوم با ۰/۰۶۵ درصد و کمترین مقدار آرتمیزینین در خاک سیلت لوم با ۰/۰۴۳ درصد می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به تاثیر بافت خاک بر مقدار آرتمیزینین نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

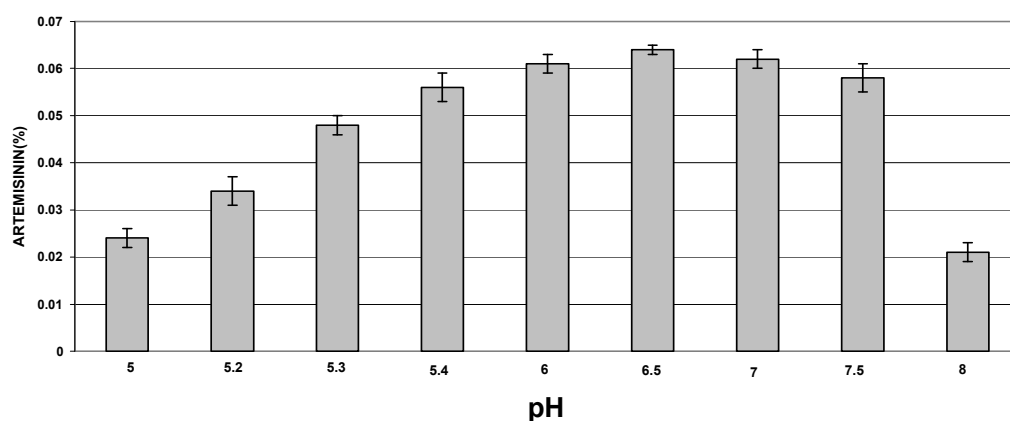
عبارتی محیط‌های خنثی تا کمی اسیدی می‌باشد. محیط‌های قلیایی و اسیدی موجب کاهش تولید آرتمیزینین می‌شوند. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر pHهای مختلف محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد.

## بحث

جهت بررسی اثر بافت خاک بر میزان تولید آرتمیزینین در گیاه *A. annua*، بافت خاک‌های مورد



تصویر شماره ۴- اثر غلظت‌های مختلف نیتروژن محلول غذایی بر مقدار آرتمیزینین در گیاه *A. annua*



#### تصویر شماره ۵- اثر pH های مختلف محلول غذایی بر مقدار آرتمیزینین در گیاه *A. annua*

که تفاوت‌های مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

مطالعات انجام شده توسط Figueira در سال ۱۹۹۶ نشان می‌دهد که کمبود فسفر محلول غذایی بیشترین اثر را در کاهش تولید آرتمیزینین داشته است، در حالی که کمبود منیزیم کمترین اثر را در تولید آرتمیزینین نشان می‌دهد [۱۱]. نتایج بررسی اخیر نیز منطبق با نتایج Figueira می‌باشد.

بررسی اثر تغییرات نیتروژن محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین در گیاه *A. annua* نشان می‌دهد که حداکثر تولید آرتمیزینین در غلظت ۲۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن می‌باشد. با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی به ۳۱۵ میلی‌گرم در لیتر، ۵۰ درصد کاهش آرتمیزینین نسبت غلظت ۲۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در گیاه *A. annua* مشاهده می‌شود.

نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر تغییرات نیتروژن محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین در گیاه *A. annua* نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده شده از نظر آماری برای تولید آرتمیزینین معنی‌دار نمی‌باشد.

نتایج بررسی اخیر منطبق با نتایج مطالعات Figueira می‌باشد [۱۱]. به‌علاوه Figueira در نتایج خود بیان می‌دارد که فقدان نیتروژن و فسفر به طور قابل ملاحظه‌ای بر رشد گیاه و تولید وزن خشک موثر بوده است. همچنین تولید آرتمیزینین و اسید آرتمیزینیک، محصولی که می‌تواند به آرتمیزینین تبدیل شود، در ارتباط با مقادیر مختلف عناصر غذایی مورد مطالعه می‌باشد [۲۳]. بررسی نتایج مربوط به اثر pH های مختلف محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین

بررسی‌های انجام شده توسط Laughlin در سال ۱۹۹۳ در منطقه شمال غربی تاسمانیا در استرالیا نشان داد که در خاک رسی لوم با  $pH=8/5$ ، و فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۵۰ و ۲۵۰ قسمت در میلیون (ppm)، مقدار آرتمیزینین گیاه *A. annua* ۰/۰۷ درصد می‌باشد [۱۶، ۱۷]. همچنین اثر عناصر موجود در خاک‌ها نشان می‌دهد که در خاک شنی لوم که مجموع نیتروژن، فسفر و پتاسیم کمتری دارد، بیشترین مقدار آرتمیزینین دیده می‌شود. در خاک سیلت لوم که مجموع نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری دارد، کمترین مقدار آرتمیزینین مشاهده می‌گردد. در این بافت خاک مقدار فسفر بیش از خاک‌های دیگر می‌باشد. مطالعات انجام شده توسط مسعودی نشان می‌دهد در خاکی که دارای نیتروژن، فسفر و پتاسیم کمتری است زمان گل‌دهی و محصول گل ۳۷/۷ درصد افزایش دارد [۲].

مقدار آرتمیزینین تولید شده در محلول‌های غذایی کامل (شاهد) و تیمار (فاقد عناصر) مورد بررسی قرار گرفت. کمترین مقدار آرتمیزینین تولید شده در محلول غذایی فاقد فسفر که نسبت به شاهد ۶۳/۸ درصد کاهش نشان می‌دهد دیده شد. کمترین کاهش تولید آرتمیزینین در محلول غذایی فاقد منیزیم که نسبت به شاهد ۲۲/۵ درصد کاهش دارد مشاهده شد. اثرات کمبود پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول غذایی بر تولید آرتمیزینین در یک گروه آماری، و اثرات کمبود فسفر و گوگرد بر تولید آرتمیزینین نیز در یک گروه آماری قرار دارند. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر تغذیه معدنی بر تولید آرتمیزینین نشان می‌دهد

pH=۸/۲ (۰/۱۶ درصد) بود. مقدار آرتیمیزینین تولید شده در pHهای ۴/۳، ۵/۵ و ۶ ثابت و ۰/۲۱ درصد اندازه‌گیری شد. در pH=۷/۴ خاک مقدار آرتیمیزینین ۰/۲ درصد نشان داده شد.

با توجه به گسترش گیاه *A. annua* در مناطق شمالی ایران و نتایج حاصل از این بررسی، می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر برخی از شرایط محیطی، بازده تولید ماده ضد مالاریایی آرتیمیزینین افزایش می‌یابد. جا دارد تا شرکت‌های داروسازی کشور توجه بیشتری به گیاهان دارویی، از جمله گیاه *A. annua* جهت تهیه فرآورده‌های دارویی معطوف دارند.

## تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از زحمات آقایان دکتر مصطفی عبادی، کامبیز لاریجانی، خانم‌ها عاطفه سانقی، بهناز ذوالقدر و مسئولین مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران تشکر و قدردانی نمایم.

نشان می‌دهد که حداکثر تولید آرتیمیزینین در pH بین ۶ تا ۷ یعنی محیط‌های خنثی تا کمی اسیدی می‌باشد. در pH=۶/۵ بیشترین مقدار آرتیمیزینین (۰/۰۶۴ درصد) مشاهده می‌شود. محیط‌های قلیایی و اسیدی موجب کاهش تولید آرتیمیزینین می‌شوند. به طوری که کمترین مقدار آرتیمیزینین در pH=۸ (۰/۰۲۱ درصد) می‌باشد و نسبت به pH=۶/۵، ۶۷/۱ درصد کاهش را نشان می‌دهد. در pH=۵ مقدار آرتیمیزینین اندازه‌گیری شده ۰/۰۲۴ درصد بود که نسبت به pH=۶/۵، ۶۲/۵ درصد کاهش دارد. نتایج آنالیز واریانس داده‌های مربوط به اثر pHهای مختلف محلول غذایی بر تولید آرتیمیزینین معنی‌دار می‌باشد.

در سال ۱۹۹۳، Laughlin اثر pHهای مختلف خاک را بر تولید آرتیمیزینین در گیاه *A. annua* مورد بررسی قرار داد [۱۶، ۱۷]. نتایج بررسی‌های وی نشان داد که حداکثر آرتیمیزینین تولید شده در pH=۵/۲ خاک (۰/۲۲ درصد) و کمترین مقدار آرتیمیزینین تولید شده در pH=۵ (۰/۱۵ درصد) و

## منابع

کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران  
۱۳۷۱-۷۲.

۱. لاری یزدی حسین، خاوری نژاد رمضانعلی، روستائیان عبدالحسین. بررسی کمی ماده ضد مالاریایی آرتیمیزینین (Artemisinin) در عصاره گیاه گندواش (*A. annua* L.) مناطق شمالی ایران. فصلنامه گیاهان دارویی. بهار ۱۳۸۱، شماره دوم، صفحات ۴۱-۳۷.
۲. مسعودی عبدالناصر. بررسی تاثیر عوامل خارجی بر روی کیفیت و کمیت اسانس گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) و برخی جنبه‌های کاربردی آن. پایان‌نامه

7. Duke SO, Paul Jr RN and Lee SM. Terpenoids from the genus *Artemisia* as potential pesticides. pp: 318-34. In, Cutler HG (ed.), Biological active natural products: potetial use in agriculture. ACS Symp. Series 380. Am. Chem. Soc., Washington. DC. 1998.
8. Elhag HM, El-Domiaty M, El-Feraly FS, Mossa JS and El-Olemi MM. Selection and micropropagation of high artemisinin producing clones of *Artemisia annua* L. *Phytother. Res.* 1992; 6:20-4.
9. Ferreira JFS and Janick J. Production and detection of artemisinin from *Artemisia annua*. *cta Hort.* 1995b; 390:41-9.
10. Ferreira JFS and Janick J. Roots as an enhancing factor for the production of artemisinin in shoot cultures of *Artemisia annua*. *Plant, Cell, Tissue Organ Cult.* 1996b; 44:211-17.
11. Figueria GM. Mineral nutrition, production, and artemisinin content in *Artemisia annua* L. *Acta Hort.* 1996; 426:537-77.
12. Jain DC, Miathur AK. Isolation of high artemisinin yielding clones of *A. annua* L. *Phytochemistry*, 1996; 43: 993-1001.
13. Janick C Plant science. An introduction to world crops. Freeman and Co. San Francisco. 1975.
14. Klayman DL. Weeding out malaria. *Nat. Hist. Oct.* 1989; 18-26.
15. Klayman DL. *Artemisia annua*: From weed to respectable antimalarial plant. pp: 242-55. In: Kinghorn AD and Balandrin MF (eds.), Human medicinal agents from plants. *Am. Chem. Soc. Symp. Ser.* Washington, DC. 1993.
16. Laughlin JC. Effect of agronomic practices on plant yield and antimalarial constituents of *Artemisia annua* L. *Acta. Hort.* 1993; 331:53-61.
17. Laughlin JC. Agricultural production of artemisinin: A review. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1994; 88 (Suppl.1):21-2.
18. Liersch R, Soicke H, Stehr C and Tullner HU. Formation of artemisinin in *Artemisia annua*
3. Avery MA, Chong WKM and Jennings-White C. Stereoselective total synthesis of (+)-artemisinin, the antimalarial constituent of *Artemisia annua* L. *J. Am. Chem. Soc.* 1992; 114:974-9.
4. Brown GD. Annulide, a sesquiterpene lactone from *Artemisia annua*. *Phytochem.* 1993a; 32:391-3.
5. Bryson CT and EM. Croom Jr EM. Herbicide inputs for a new agronomic crop, annual wormwood (*Artemisia annua*). *Weed Technol.* 1991; 5:17-124.
6. Delabays NA, Benakis A and Collet G. Selection and breeding for high artemisinin (qinghaosu) yielding strains of *Artemisia annua*. *Acta. Hort.* 1993; 330:203-7.

22. Sarruge JR. Soluqbes nutritivas. *Summa Phytopathologica* 1975; 1:223-33.
23. Srivastava NK and Sharma S. Influence of micronutrient imbalance on growth and artemisinin content in *Artemisia annua*. *Indian J. Pharm. Sci.*1990; 52:225-7.
24. Woerdenbag HJ, Pras N, Van Uden W, DeBoer A, Batterman S, Visser JF Malingre TM. High peroxidase activity in cell cultures of *Artemisia annua* with minute artemisinin contents. *Nat. Prod. Lett.* 1992; 1:121-8.
19. Mc Vaugh R. In: Anderson WR (ed.). *Flora Novæ Galiciana: A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico*, Vol. 12(Compositae). Univ. of Michigan Press, Ann Arbor. 1984.
20. Ravindranathan T, Kumar MA, Menon RB and Hiremath SV. Stereoselective synthesis of artemisinin+. *Tetrahedron Lett.*1990; 31:755-8.
21. Riddle JM and Estes JW. Oral contraceptives in ancient medieval times. *Am. Scient.*1992; 80:226-33.