اثر بازدارندگی نفت خام بر عملکرد رویشی و فیزیولوژیکی بذر و نهال گونه‌های کنار، کهور، آکاسیا و اقاقیا

پیام فیاض[۱*] و اکرم باقری پور[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۲)

چکیده

در این تحقیق تأثیر نفت خام (صفر تا ۲۰ درصد) به‌عنوان یکی از آلاینده‌های مهم عصر حاضر بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی چهار گونهٔ درختی کهور، آکاسیا، کنار و اقاقیا در دو مرحلهٔ جوانه‌زنی و نهالی در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی بررسی شد. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذور کهور و آکاسیا تحت تأثیر آلودگی قرار نگرفت، اما وجود بیش از ۶ درصد آلودگی موجب کاهش جوانه‌زنی کنار و ۴ درصد آلودگی موجب توقف کامل جوانه‌زنی اقاقیا گردید. دوز مؤثر میانه براساس عملکرد رویشی ریشه‌چه به‌ترتیب برای گونه‌های آکاسیا، کهور، کنار و اقاقیا ۶/۹، ۳/۲، ۳/۶ و ۲/۷ درصد برآورد گردید. در مرحلهٔ نهالی درصد برگ سبز، غلظت کلروفیل و عملکرد فتوسیستم ۲ با افزایش آلودگی نفتی کاهش یافت. رشد نهال‌های اقاقیا در غلظت‌های بالای سه درصد متوقف شد. افزایش غلظت نفت با کاهش طول ساقه در دو گونهٔ آکاسیا و کهور همراه بود، اما تفاوت معنی‌داری در طول ریشه آنها مشاهده نشد. افزایش آلودگی نفتی به بیش از سه درصد در نهال‌های کنار با افزایش رشد اندام‌های هوایی و زمینی همراه بود. تفاوت الگوی پاسخ به نفت خام در گونه‌های مختلف ما را قادر به انتخاب گونه‌ها براساس اهداف مختلفی مانند پایش زیستی تا گیاه‌پالایی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: سنجش زیستی، نفت خام، جوانه‌زنی، ناحیه رویشی خلیج عمانی، گیاه‌پالایی

۱. گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و پژوهشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه یاسوج

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: pfayyaz@yu.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

مقدمه

خاک‌های آلوده به نفت خام در مناطق نفت‌خیز یک تهدید اساسی برای محیط زیست محسوب می‌شوند. در میان آلاینده‌های موجود در نفت خام، فلزات سنگین، هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای معطر و هم‌چنین برخی مواد و عناصر از جمله آمین‌ها، فنول‌ها، بنزن‌ها، کلسیم، مس، روی، سرب، باریم، منگنز، فسفر و گوگرد وجود دارد که برای موجودات زنده خطرناک بوده و بسته به شدت آلودگی و نوع گونه می‌تواند رشد، محتوای پروتئین، نرخ فتوسنتز، محتوای رنگدانه‌ها و انسجام غشای سیتوپلاسمی را کاهش دهد. هم‌چنین نفت خام با تأثیر بر خواص فیزیکی و آبی خاک سبب چسبندگی و اتصال ذرات خاک شده و به دنبال سخت و غیرقابل نفوذ شدن خاک، زهکشی خاک و انتقال اکسیژن را مختل می‌کند (۸، ۹ و ۱۸). گیاهان قادرند از طریق رهاسازی عناصر غذایی و ترشح ترکیبات مختلف از جمله اسیدهای آلی و ترکیبات قندی در خاک و نیز انتقال اکسیژن به ناحیهٔ ریشهٔ خود موجب تحریک و افزایش فعالیت جمعیت میکروبی تخریب کنندهٔ آلاینده‌های نفتی شوند (۱۶). شناسایی و استقرار گونه‌های متحمل به آلاینده‌های نفتی، سرعت پالایش زیستی را در مناطق آلوده افزایش داده و از پیامدهای منفی زیست محیطی آن می‌کاهد. مطالعات گسترده‌ای پیرامون ارزیابی میزان سمیت نفت خام برروی گیاهان مختلف صورت گرفته است. در اکثر موارد افزایش آلودگی نفتی با کاهش درصد جوانه‌زنی و محدود شدن توسعهٔ اندام هوایی و زمینی همراه بوده است. از جمله افزایش غلظت نفت خام از صفر تا ۱۰ درصد در خاک موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ و مقدار کلروفیل b در نهال‌های اقاقیا طی ۹۰ روز آزمایش گردید اما مقدار کلروفیل a در ۲ درصد آلودگی نفتی افزایش و سپس کاهش یافت و در غلظت‌های بالای ۴ درصد رشد گیاه متوقف شد (۳). هم‌چنین در بررسی که در گیاه سورگوم انجام شد افزایش غلظت نفت خام از صفر تا ۱۰ درصد میزان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و در ۲۰ درصد آلودگی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه متوقف شد (۷). گزارش‌های محدودی نیز مبنی بر عدم کاهش جوانه‌زنی و افزایش رشد گیاه در حضور آلاینده‌های نفتی در برخی گونه‌های روغنی شده است. به‌طوری که نتایج مارکوس و همکاران (۱۹) نشان داد، افزایش غلظت آلایندهٔ نفتی تا ۶ درصد تأثیری بر جوانه‌زنی و رشد آکاسیا نداشت و توسعهٔ ریشه در برخی گونه‌های دارای دانه‌های روغنی مانند کرچک، سویا و آفتابگردان با افزایش غلظت آلاینده‌های نفتی افزایش یافت. حفظ درصد جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ گیاهچه در غلظت‌های بالای نفت خام همیشه متضمن متحمل بودن یا سازگار بودن گیاه به آلودگی نفتی نیست. به‌طوری که با وجود اینکه برخی از حبوبات درصد جوانه‌زنی و نرخ رشد اولیهٔ خوبی در مناطق آلوده به نفت (۵ درصد) داشتند ولی بعد از ۶ هفته از بین رفتند (۲۰). علاوه بر ویژگی‌های رویشی عملکرد فتوسیستم ۲ شاخص بسیار حساسی به تنش‌های محیطی است که نشان‌دهندهٔ عملکرد اجزای فتوسنتزی گیاه و شاخص خوبی برای تعیین میزان تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌باشد (۱۲).

بخش عمده‌ای از مناطق نفت‌خیز در مناطق نیمه گرمسیری مستقر هستند و درختان جنس کهور، آکاسیا و کنار گونه‌های غالب این مناطق را تشکیل می‌دهند. ارزیابی گونه‌های گیاهی مختلف بومی و غیر بومی منطقه از نظر مقاومت به نفت خام و تعیین توان گیاه‌پالایی آنها به فهم دقیق‌تر ما نسبت به پیامدهای زیست محیطی آلاینده‌های نفتی بر فلور منطقه و ارائهٔ راهکارهای مدیریتی نوین جهت رفع این آلاینده‌ها منجر خواهد شد.

در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف نفت خام بر عملکرد رویشی و فیزیولوژیکی بذر و نهال سه گونهٔ درختی شاخص مناطق جنوبی ایران شامل کهور پاکستانی *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC.، آکاسیا *Acacia victoriae* Benth. و کنار *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. به‌همراه گونهٔ اقاقیا *Robinia pseudoacacia* L. مورد ارزیابی قرار گرفت.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق در ابتدای زمستان ۱۳۹۱ بذور گونه‌های کنار و آکاسیا از درختان واقع در نهالستان پارک جنگلی چاکوتا واقع در استان بوشهر و بذور کهور از درختان مستقر در پارک جنگلی اهواز و بذور اقاقیا از درختان کاشته شده در پارک جنگلی مسجد سلیمان واقع در استان خوزستان تهیه شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. بذور به مدت ۳ ماه تا زمان شروع آزمایش در شرایط دمای اتاق در پاکت‌های پلاستیکی نگهداری شدند. به‌منظور شکستن خواب بذر بسته به نوع بذر و براساس مرور منابع و آزمایشات اولیه پیش‌تیمار مناسب انتخاب گردید. بذور کنار پس از ۲۰ دقیقه خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۹۰ درصد شسته شدند و به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شدند. بذور کهور و اقاقیا پس از ۲۴ ساعت خیساندن در آب به‌صورت دستی خراش داده شدند (با اسکالپر در ناحیه‌ای غیر از ناف) و بذور آکاسیا نیز پس از ۲۴ ساعت خیساندن در آب به مدت ۱۰ ثانیه در آب جوش قرار گرفتند (۱۳).

نفت خام از پایانهٔ چاه‌های نفت شهرستان مسجد سلیمان واقع در منطقهٔ بی‌بیان در فروردین ماه ۱۳۹۱ تهیه شد و در ظرف پلاستیکی ۴ لیتری درب‌دار به آزمایشگاه دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه یاسوج منتقل گردید. درب ظرف در طی این مدت به کمک چند لایهٔ پلاستیک کاملاً درزگیری شد تا میزان تبخیر مواد فرار از نفت کاهش یابد.

برای انجام آزمایش جوانه‌زنی و ریشه دوانی بذرها، بسته‌های حاوی خاک گلدانی از خدمات کشاورزی تهیه و نفت خام به نسبت ۰، ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی/ وزنی، و در مرحله استقرار نهال، خاک گلدانی با خاک سطحی (صفر تا ۲۵ سانتی‌متری) مجاور گلخانه دانشگاه یاسوج به نسبت یک به یک ترکیب و پس از الک کردن با مش ۲ میلی‌متر، نفت خام با نسبت ۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ درصد وزنی/ وزنی ترکیب شد و به‌مدت ۳ هفته در هوای آزاد در شرایط دمای اتاق و در سایه به‌منظور کاهش مواد فرار موجود قرار داده شد. ترکیب نفت خام با خاک نیز به‌صورت مرحله‌ای صورت گرفت به این ترتیب که ابتدا بخش کمی از خاک با مقدار مورد نظر از نفت آمیخته گردید و سپس ترکیب حاصل با باقی‌ماندهٔ خاک مخلوط گشت تا نفت به‌صورت یکنواخت در تمام خاک مخلوط گردد.

به‌منظور بررسی تأثیر نفت خام بر جوانه‌زنی گونه‌های مورد مطالعه، تعداد ۱۰ عدد بذر از هر گونه در ۳ تکرار پس از انجام مراحل استراتیفیکاسیون در اردیبهشت ماه به ظروف شیشه‌ای (۲۵×۲۵×۱/۵ سانتی‌متر) حاوی خاک سبک با غلظت‌های مختلف نفت خام (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی/ وزنی) در عمق ۲ سانتی‌متری منتقل شدند و با زاویهٔ ۴۵ درجه در دمای اتاق با شرایط نوری یکسان قرار گرفتند. به این ترتیب ریشه‌ها از پشت شیشه قابل رویت بودند و امکان پایش روزانه رشد آنها فراهم بود. پس از ۱۲ روز گیاهچه‌ها برداشت شدند و درصد جوانه‌زنی و طول ریشهٔ گیاهچه‌ها ثبت گردید. دوز مؤثر ۵۰ و ۹۵ درصد نفت خام بر عملکرد رویشی گونه‌های مختلف با استفاده از مدل رگرسیون خطی و براساس رشد ریشه در هر گونه برآورد گردید.

به‌منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نفت خام بر رشد و توسعهٔ اندام هوایی و زمینی در مرحلهٔ نهالی، نهال‌های یک‌ماههٔ گونه‌های مورد مطالعه در خرداد ماه به خاک سبک با غلظت‌های مختلف نفت خام (۰، ۳، ۵ و ۷ درصد) منتقل و در شرایط گلخانه (حدود ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد شب و ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد روز) با شرایط نوری محیطی فصل نگهداری شدند و به‌میزان مورد نیاز به‌صورت یک تا دو روز در میان آبیاری شدند. پس از گذشت سه ماه نهال‌ها برداشت شدند و طول ریشه، طول ساقه و تعداد برگ‌های سبز در آنها ثبت شد.

با توجه به از بین رفتن نهال‌های اقاقیا در خاک‌های با آلودگی شدید نفت خام آزمایش برای هر گونه به‌صورت جداگانه و بر پایهٔ طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت معنی‌دار بودن اثرات تیمارها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چندگانه دانکن در سطح معنی‌داری خطای ۵ درصد گروه‌بندی شدند. کلیهٔ آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ انجام شد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

نتایج

افزایش غلظت نفت خام تا ۲۰ درصد، درصد جوانه‌زنی کهور و آکاسیا را تحت تأثیر قرار نداد اما افزایش غلظت آن تا بیش از ۶ درصد موجب کاهش درصد جوانه‌زنی گونهٔ کنار شد (شکل ۱-الف). شدت تأثیر آلودگی نفتی بر گونهٔ اقاقیا بیشتر از سایر گونه‌ها بود به‌نحوی که درصد جوانه‌زنی اقاقیا با کمترین میزان نفت خام (۲ درصد) کاهش یافت و در غلظت ۴ درصد و بیشتر از آن متوقف شد. رویش ریشه‌چه بیشتر از درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار گرفت به‌طوری که در تمام گونه‌های مورد بررسی افزایش آلودگی نفتی موجب کاهش رشد ریشه‌چه طی ۱۲ روز رویش گردید (شکل ۱- ب). رشد ریشهٔ آکاسیا بیشترین تحمل را در برابر آلودگی نفتی داشت به‌طوری که با افزایش نفت خام در خاک تا ۲ درصد رشد آن تغییر معنی‌داری نداشت. از طرفی ریشه دوانی بذور اقاقیا، کنار و کهور به شدت تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار گرفت و به ترتیب در غلظت بالای ۴، ۶ و ۸ درصد به‌طور کامل متوقف گردید.

نتایج حاصل از برآورد دوز مؤثر ۵۰ و ۹۵ درصد نفت خام براساس عملکرد رویشی ریشه در غلظت‌های مختلف نفت خام برای گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که بیشترین دوز مؤثر میانه و ۹۵ درصد به ترتیب ۶/۹ و ۳۰ درصد مربوط به گونهٔ آکاسیا برآورد گردید. گونهٔ اقاقیا نیز بسیار حساس به آلودگی نفتی بود و وجود ۲/۷ درصد نفت در خاک ۵۰ درصد، و وجود ۵/۵ درصد آلودگی نفتی در خاک ۹۵ درصد رشد ریشه‌چه را کاهش داد. کنار و کهور هم از نظر میزان حساسیت به آلودگی نفتی در حد متوسط بودند (جدول ۱) به‌نحوی که وجود ۳/۲ تا ۳/۶ درصد آلودگی نفتی در خاک موجب کاهش ۵۰ درصدی رشد طولی ریشه‌چه در بذور کنار و کهور گردید و با افزایش آلودگی نفتی خاک تا ۱۵/۴ درصد در کنار و ۲۱ درصد در کهور موجب کاهش ۹۵ درصد رشد طولی ریشه‌چه گردید. البته پایین بودن مقدار ضریب تبیین رگرسیون برای

جدول ۱. مقادیر دوز مؤثر ۵۰ و ۹۵ درصد نفت خام براساس طول ریشه‌چه در گونه‌های مختلف

نام گونه	EC_{50}	R^2	EC_{95}	R^2
کنار	۳/۶	۰/۸۷	۱۵/۴	۰/۸۱
کهور	۳/۲	۰/۳۹	۲۱/۰	۰/۲۱
آکاسیا	۶/۹	۰/۴۳	۳۰/۴	۰/۵۶
اقاقیا	۲/۷	۰/۸۴	۵/۵	۰/۹۹

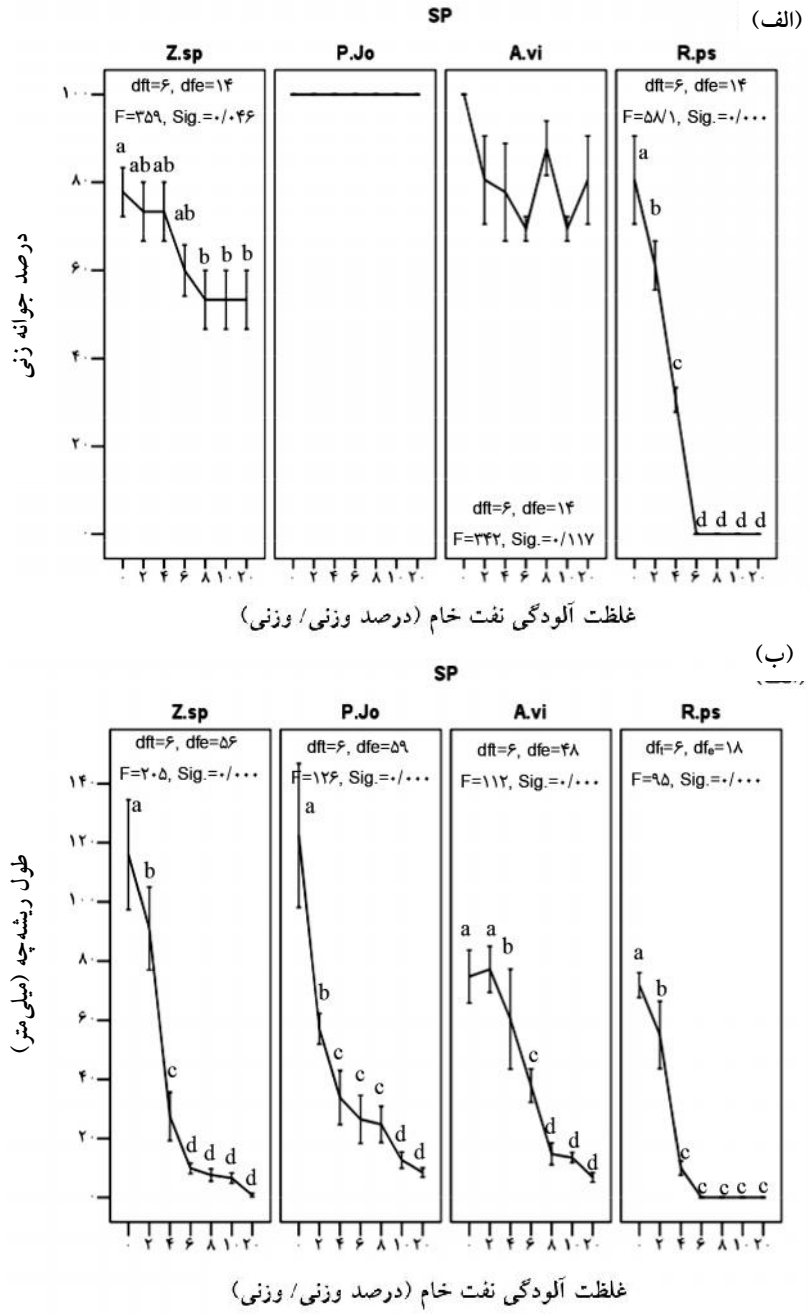
برآورد دوزهای مؤثر در مورد دو گونه کهور و آکاسیا نشان می‌دهد که پاسخ افراد مختلف این دو گونه به افزایش آلاینده نفتی تا حدی متفاوت است در حالی‌که وجود ضریب تبیین بالا در دو گونه کنار و اقاقیا حاکی از یکنواخت بودن روند کاهش رشد در اثر آلودگی نفتی در تمام افراد این دو گونه می‌باشد.

نتایج بررسی رویش نهال‌های چهار گونهٔ مورد مطالعه در غلظت‌های مختلف نفت خام (۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ درصد) طی سه ماه نشان داد رویش طولی ساقه و ریشه در نهال کنار با افزایش غلظت نفت خام افزاش یافت در حالی‌که هر چند در نهال‌های اقاقیا افزایش آلاینده نفتی تا سه درصد تأثیری در رشد ریشه و ساقه آنها نداشت اما رویش نهال‌ها پس از آن به‌طور کامل متوقف شد. رشد نهال‌های دو گونه کهور و آکاسیا تا غلظت ۷ درصد نفت خام ادامه داشت اما رشد ساقه در آنها کاهش یافت در حالی‌که رشد چندان تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار نگرفت (شکل ۲).

با افزایش غلظت آلودگی نفتی تعداد برگ سبز در تمام گونه‌های مورد مطالعه کاهش یافت. تعداد برگ سبز در گونه کنار تا میزان یک درصد آلودگی نفت خام تفاوتی با شاهد نشان نداد و پس از آن کاهش ناگهانی داشت. تعداد برگ‌های سبز در گونه اقاقیا به سرعت کاهش یافت و در یک درصد نفت خام به حداقل مقدار خود رسید (شکل ۳).

با افزایش آلودگی نفتی غلظت کلروفیل در تمام گونه‌های مورد بررسی کاهش یافت، اما با حضور ۱ درصد آلودگی نفتی تغییر

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]



شکل ۱. الف) درصد جوانه‌زنی بذر و ب) طول ریشه‌چه (میانگین ± یک انحراف معیار) در چهار گونهٔ کنار، کهور، آکاسیا و اقاقیا در غلظت‌های مختلف نفت خام

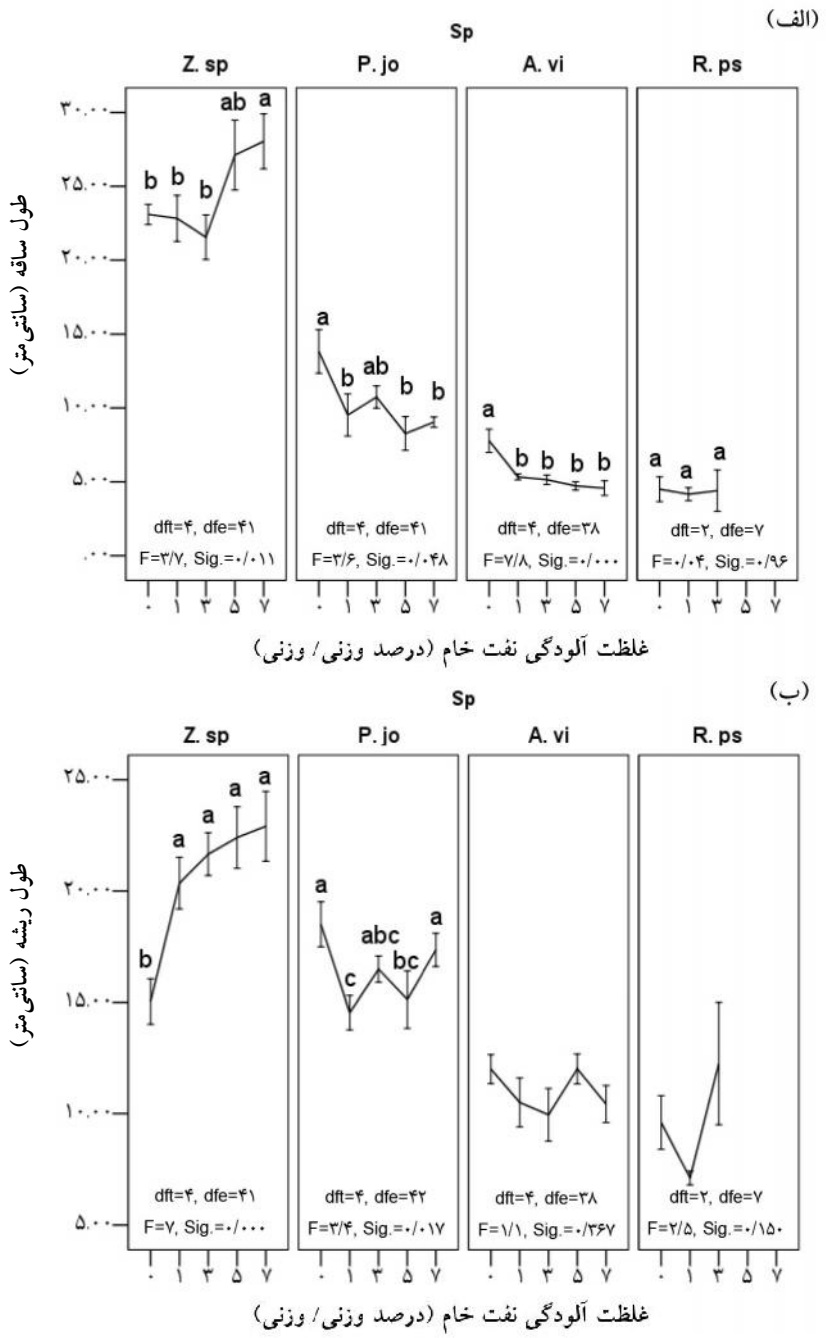
حروف لاتین مشابه نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند.

معنی‌داری در محتوای کلروفیل کنار و اقاقیا مشاهده نشد. عملکرد مؤثر فتوسیستم ۲ نیز روند تغییرات مشابهی را نشان داد با این تفاوت که بهبود نسبی عملکرد مؤثر فتوسیستم ۲ در غلظت‌های بالای آلودگی نفتی در نهال‌های گونهٔ کنار مشاهده گردید (شکل ۲).

بحث

میزان جوانه‌زنی بذور تحت تأثیر آلودگی نفتی در اثر عوامل مختلفی کاهش می‌یابد. از جمله این عوامل می‌توان به محصور شدن آب، کاهش حرکت مواد مغذی (۵)، کاهش کلسیم، نیترات و فسفر قابل

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

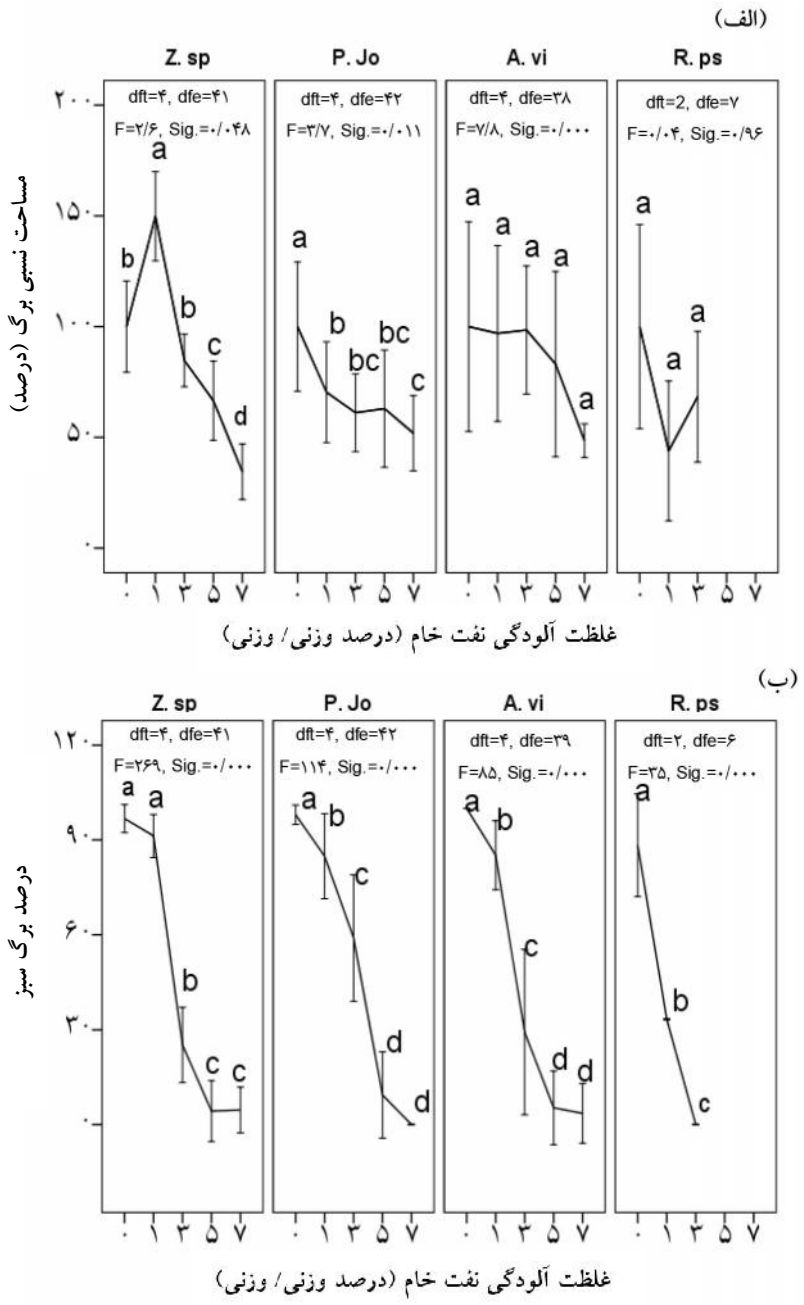


شکل ۲. الف) طول ساقه و ب) طول ریشه (میانگین ± یک انحراف معیار) در نهال‌های چهار گونهٔ کنار، کهور، آکاسیا و اقاقیا در غلظت‌های مختلف نفت خام

حروف لاتین مشابه نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند.

جذب (۱۱)، اتصال ذرات و سخت شدن خاک (۸) اختلال در تهویه خاک (۴) و نیز تجزیهٔ ناقص هیدروکربن‌ها و تولید عناصر سمی نظیر سولفیدها و فلزات سنگین (۲۳) اشاره نمود. افزایش غلظت نفت خام با کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه در تمام گونه‌های مورد بررسی همراه بود اما حساسیت گونه اقاقیا بیشتر از سایر گونه‌ها بوده و جوانه‌زنی بذور اقاقیا در غلظت بیش از ۶ درصد متوقف شد ($ED50$=٪۲/۷ و $ED95$=٪۵/۵) و گونهٔ آکاسیا مقاومت بیشتری در برابر نفت نشان داد ($ED50$=٪۶/۹ و $ED95$=٪۳۰/۴).

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

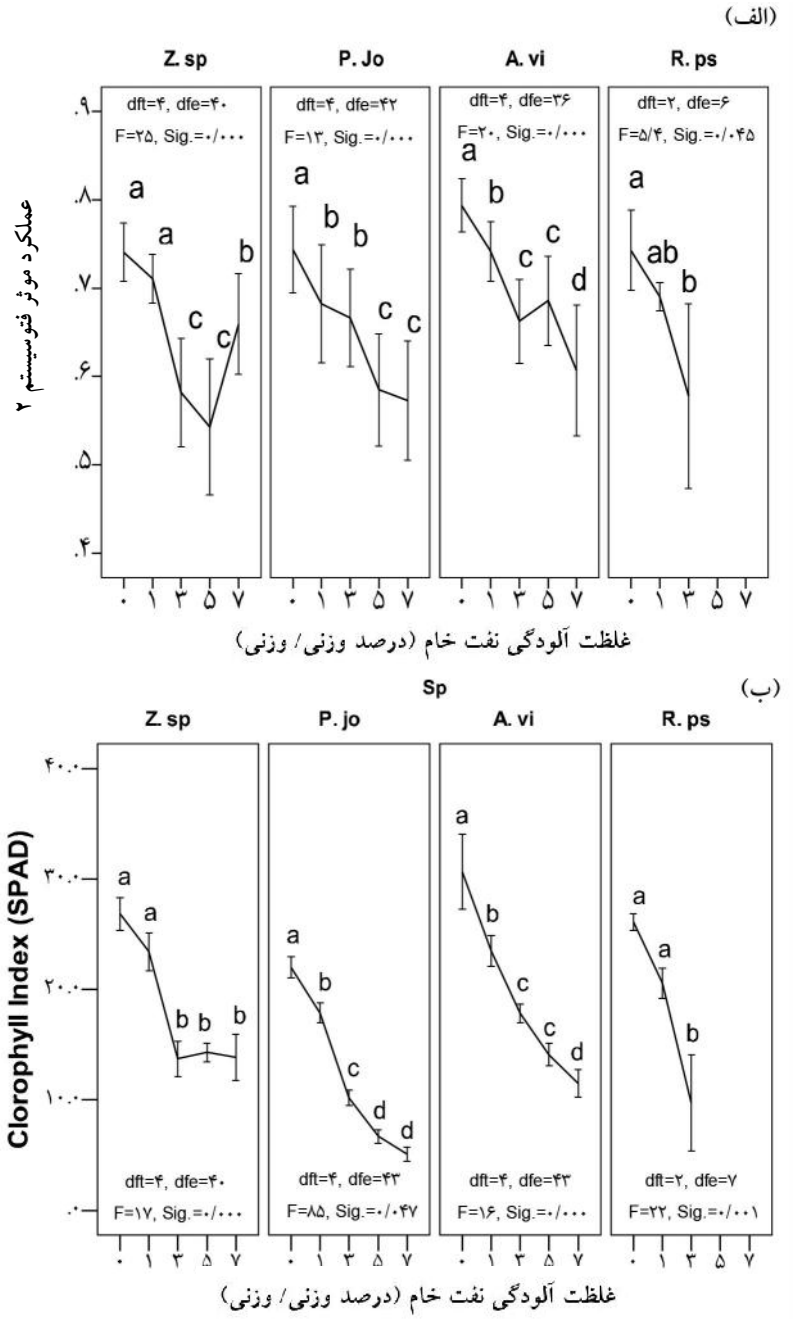


شکل ۳. مساحت نسبی برگ و درصد برگ سبز (میانگین ± یک انحراف معیار) در نهال‌های چهار گونهٔ کنار، کهور، آکاسیا و اقاقیا در غلظت‌های مختلف نفت خام

حروف لاتین مشابه نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند.

در تحقیقی که عسگری مهرآبادی و همکاران (۳) برروی تأثیر نفت خام بر خصوصیات جوانه‌زنی اقاقیا انجام دادند اثر بازدارندگی نفت خام بر جوانه‌زنی بذور اقاقیا گزارش شد به‌نحوی که جوانه‌زنی بذور اقاقیا در غلظت بیش از ۴ درصد متوقف گردید. تفاوت نتایج این تحقیق با نتایج عسگری و همکاران (۳) می‌تواند در اختلاف ناشی از مبدأ بذر، خصوصیات خاک و نفت و سایر شرایط محیطی باشد. در دو گونه آکاسیا و کهور درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر آلودگی نفتی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]



شکل ۴. غلظت کلروفیل و عملکرد مؤثر فتوسیستم ۲ (میانگین ± یک انحراف معیار) در نهال‌های چهار گونهٔ کنار، کهور، آکاسیا و اقاقیا در غلظت‌های مختلف نفت خام

حروف لاتین مشابه نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند.

تا ۲۰ درصد قرار نگرفت، هم‌چنین در گونه آکاسیا از لحاظ طول ریشه‌چه در غلظت‌های پایین با تیمار شاهد تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. در تحقیقی که توسط مارکوس و همکاران (۱۹) انجام گرفت افزایش آلودگی نفت خام تا ۶ درصد تأثیری بر جوانه‌زنی بذر آکاسیا نداشت. هم‌چنین در تحقیقی که توسط زمانی و همکاران (۱) برروی اثر بازدارندگی گازوئیل (صفر تا ۸ گرم بر کیلوگرم) بر جوانه‌زنی کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) و مارتیغال (*Silybum marianum* L.)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

انجام شد مشاهده گردید که میزان جوانه‌زنی آنها تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار نگرفت. به‌نظر می‌رسد که خصوصیات بذر از نظر ترکیب شیمیایی اندوسپرم مانند نوع ذخیرهٔ پلی‌ساکاریدها و تولید موسیلاژ در درصد جوانه‌زنی بذر در میزان مقاومت رویان به ترکیبات نفتی مؤثر باشد (۱۹). با توجه به اینکه شکل جوانه‌زنی در تمام گونه‌های مورد مطالعه یکسان است (برون‌زمینی یا Epigeal) بنابراین تفاوت در توسعهٔ ریشه‌چه در حضور آلایندهٔ نفتی در گونه‌های مورد مطالعه عمدتاً به توان تحمل گیاه به آلودگی نفتی بستگی دارد. به‌طوری که درصد جوانه‌زنی و توسعهٔ ریشه‌چه در گونهٔ اقاقیا در برابر آلاینده‌های نفتی در مقایسه با سایر گونه‌ها به‌شدت کاهش یافت. نتایج حاصل از بررسی اثر نفت خام بر صفات رویشی اندام هوایی و زمینی نهال‌های مورد مطالعه الگوی متفاوتی را در گونه‌های مختلف نشان داد. به‌گونه‌ای که در گونه کنار با وجود کاهش شدید برگ‌های سبز در غلظت‌های بالا میزان رشد ساقه و ریشه افزایش یافت. افزایش آلودگی نفتی در گونه کنار با خزان برگ‌ها و متعاقب آن رشد مجدد آنها همراه بود. تحریک رشد ریشه در اثر آلودگی نفتی با تحقیقاتی که برروی کرچک، آفتابگردان و سویا (۲ و ۱۹) مطابقت دارد. هم‌چنین افزایش نرخ فتوسنتز و رشد اندام هوایی نیز تحت تأثیر آلودگی نفتی در برخی از گیاهان تالابی شورپسند و نیمه‌شورپسند مشاهده گردید (۱۷). افزایش رشد ریشه در گیاه کنار به‌دلیل مکانیسم سازگاری این گیاه جهت دسترسی به آب و مواد غذایی می‌باشد (۱۴). خزان برگ‌های کنار با رشد برگ‌های جدید همراه بود. بخشی از کاهش پارامترهای رویشی طی تنش آلودگی نفتی ناشی از کمبود آب و مواد مغذی برای گیاه می‌باشد (۱۰). اگبوگیدی و همکاران (۶) کاهش قابل توجه تجمع زیست‌توده در نهال بذری *Jatropha curcas* L در سطوح بالای آلودگی نفتی را به بی‌تحرک شدن مواد معدنی و مغذی حیاتی توسط آلودگی نفت خام نسبت دادند. هم‌چنین در بررسی که برروی گیاه *Tripetala dennettia* در خاک آلودهٔ نفتی انجام دادند نیز کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش رشد و کاهش تعداد برگ را مشاهده کردند در بررسی رشد ریشهٔ گیاهان ذرت *Zea mays*، جو دوسر *Avena sativa* و آفتابگردان *Helianthus annus* در خاک‌های آلوده به پساب نفتی، ترکیبات نفتی دارای اثری منفی بر طول ریشهٔ هر سه گیاه بوده است (۲۴).

غلظت کلروفیل و عملکرد مؤثر فتوسیستم ۲ در تمام گیاهان مورد مطالعه تحت تأثیر آلودگی نفتی کاهش یافت. میزان کلروفیل برگ شاخص مهمی برای ارزیابی آلودگی‌های زیست محیطی است. کاهش مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها متناسب با افزایش آلودگی نفتی در گونه‌های گیاهی مختلف از جمله بادام زمینی گزارش شده است (۲۲) که از جمله دلایل احتمالی آن می‌توان به اختلال در جذب و انتقال منگنز و جایگزینی آن با برخی از فلزات سنگین موجود در نفت خام اشاره نمود که این امر تخریب کلروفیل را در پی خواهد داشت (۱۵). از جمله دلایل کاهش عملکرد فتوسیستم ۲ می‌توان به غیرفعال شدن پلاستوکوئینون در اثر هیدروکربن‌های پلی‌سیکلیک آروماتیک مواد نفتی (۱۲)، تخریب کلروفیل و آنزیم‌های مؤثر در انتقال الکترون تحت تأثیر بنزوپیرین و فلزات سنگین (۲۱) اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

عملکرد رویشی گیاهان راهکار مناسب و سریعی برای غربالگری گونه‌های متحمل به تنش‌های محیطی است. در این تحقیق عملکرد رویشی گونه‌های مورد بررسی در دو مرحلهٔ جوانه‌زنی و نهالی در برابر نفت خام مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد در مناطق با آلودگی نفتی پایین (تا ۲ درصد) استفاده از گونه آکاسیا عملکرد بهتری نسبت به سایر گونه‌ها دارد و با افزایش آلودگی نفتی سه گونهٔ آکاسیا، کهور و کنار با درنظر گرفتن مجموع متغیرها تفاوت چندانی با هم نداشتند. در گونهٔ اقاقیا هر چند که در غلظت‌های بالای ۶ درصد آلودگی نفتی امکان رشد وجود نداشت می‌توان از آن در غلظت‌های کمتر از ۲ درصد نفت خام استفاده نمود. استفاده از گیاهان

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

در گیاه‌پالایی می‌تواند از دو جنبهٔ تجزیهٔ گیاهی و استخراج گیاهی مورد توجه قرار گیرد که این امر نیازمند بررسی‌های تکمیلی می‌باشد. از طرفی با توجه به حساسیت بالای گونهٔ اقاقیا به آلودگی نفتی می‌توان از این گونه در پایش زیستی آلودگی‌های نفتی استفاده نمود.

سپاسگزاری

این تحقیق بخشی از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد است که با حمایت مالی دانشگاه یاسوج انجام گرفته است.

منابع مورد استفاده

۱. زمانی، س.، ع. قاسم نژاد، س. ابراهیمی و م. فتحی. ۱۳۹۲. ارزیابی مقاومت گیاه کنگرفرنگی و مارتیغال در خاک آلوده به ترکیبات نفتی (گازوئیل). اولین همایش تخصصی زیست‌پالایی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران، ۱۲ و ۱۳ آذر.

۲. کیارستمی، خ.، ف. غفاری رهبر و ر. شیردم. ۱۳۹۲. مطالعه رشد و واکنش دفاعی ریشه گیاهان در خاک‌های آلوده به نفت. *مجله پژوهش‌های گیاهی* ۲۶(۴): ۵۰۹-۵۰۰.

۳. عسکری مهرآبادی، م.، م. نوری، ف. بیگی و ف. امینی. ۱۳۹۰. ارزیابی جوانه‌زنی، مقدار کلروفیل و رشد گیاه اقاقیا در پاسخ به آلودگی نفت خام. *مجلهٔ زیست شناسی گیاهی* ۳(۷): ۵۴-۴۱.

4. Agbogidi, O. M. and D. E. Dolor. 2007. An assessment of the growth of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte Ex O' Rorte) Bail seedlings as influenced by crude oil contamination of soil. *Asian Journal of Plant Sciences* 2: 1287-1292.
5. Agbogidi, O. M. and E. Ayelo. 2010. Germination of African oil bean (*Pentaclethra macrophylla*, Benth.) seeds grown in crude oil polluted soil. Proceedings of the 2nd biennial national conference of the forests and forest products society, Federal University of Technology, Akure, Nigeria 105-111.
6. Agbogidi, O. M., P. G. Eruotor and O. A. Ohwo. 2011. Germination response of *Jatropha curcas* L. seeds as influenced by crude oil in soil. *Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(5): 114-117.
7. Akaninwor, J. O., A. O. Ayeleso and C. C. Monago. 2007. Effect of different concentrations of crude oil (Bonny light) on major food reserves in guinea corn during germination and growth. *Scientific Research and Essay* 2(4): 127-131.
8. Anigboro, A. A. and J. T. Nyerhovwo. 2008. Effect of crude oil on invertase and amylase activities in cassava leaf extract and germinating cowpea seedlings. *Asian Journal of Biological Sciences* 1(1): 56-60.
9. Baek, K. H., H. S. Kim, H. M. Oh, B. D. Yoon, J. Kim and I. S. Lee. 2004. Effects of crude oil, oil components, and bioremediation on plant growth. *Journal of Environmental Science and Health*, Part A 39(9): 2465-2472.
10. Bengough, A. G. 2003. Root growth and function in relation to soil structure, composition, and strength. PP. 151-171. *In*: Kroon, H. De and E. J. W. Visser (Eds.), Root Ecology. Springer Berlin Heidelberg.
11. Chupakhina, G. N and P. V. Maslennikov. 2004. Plant adaptation to oil stress. *Russian Journal of Ecology* 35: 290-295.
12. Earl, H. J. and R. F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal* 95(3): 688-696.
13. Finch-Savage, W. E. and G. Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist* 171: 501-523.
14. Huang, X. D., Y. El-Alawi, D. R. M. Penrose, B. Glick and B. Greenberg. 2004. Responses of three grass species to creosote during phytoremediation. *Journal of Environmental Pollution* 130: 453-463.
15. Küpper, H., L. Šetlík, M. Spiller, F. C. Küpper and O. Prášil. 2002. Heavy metal-induced inhibition of photosynthesis: Targets of *in vivo* heavy metal chlorophyll formation1. *Journal of Phycology* 38(3): 429-441.
16. Li, C. H., B. L. Ma and T. O. Zhang. 2002. Soil bulkdensity effects on soil microbial population and enzymeactivities during the growth of maize (*Zea Mays*) planted in large pots under field exposure. *Plant Science* 82: 147-154.
17. Lin, Q. and I. A. Mendelssohn. 1996. A comparative investigation of the effects of south Louisiana crude oil on the vegetation of fresh, brackish and salt marshes. *Marine Pollution Bulletin* 32(2): 202-209.
18. Luepromchai, E., W. Lertthamrongsak, P. Pinphanichakarn and S. Thaniyavarn. 2007. Biodegradation of PAHs in

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]

petroleum-contaminated soil using tamarind leaves as microbial inoculums. *Journal of Science Technology* 29: 515-527.

19. Marques, M., G. S. Rosa, C. R. S. Aguiar, S. M. Correia and E. M. Carvalho. 2010. Seedling emergence and biomass growth of oleaginous and other tropical species in oil contaminated soil. *The Open Waste Management Journal* 3: 26-32.
20. Merkl, N., R. Schultze-kraft and C. Infante. 2004. Phytoremediation in the tropics the effect of crude oil on the growth of tropical plants. *Bioremediation Journal* 8(3-4): 177-184.
21. Meudec, A., N. Poupart, J. Dussauze and E. Deslandes. 2007. Relationship between heavy fuel oil phytotoxicity and polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in *Salicornia fragilis*. *Science of the Total Environment* 381(1): 146-156.
22. Peretiemo-Clarke, B. O. and F. I. Achuba. 2007. Phytochemical effect of petroleum on peanut (*Arachis hypogea*) seedlings. *Plant Pathology Journal* 6(2): 179-182.
23. Victor, J. O. and A. O. Sadiq. 2002. Effects of spent engine oil on the growth parameters chlorophyll and protein levels of *Amaranthus hybridus* L. *The Environmentalist* 22: 23-28.
24. Vries, F. P. 1975. The cost of maintenance processes in plant cells. *Annals of Botany* 39(1): 77-92.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1395.5.16.3.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.16.31]