



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## انواع مختلف جوامع میکروبی پریفایتون و پتانسیل محرک رشدی آنها

حسینعلی علیخانی\*<sup>۱</sup>، مهدیه لیلاسی مرند<sup>۲</sup>، شایان شریعتی<sup>۳</sup>، احمدعلی پوربابایی<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

رایانامه: [halikhan@ut.ac.ir](mailto:halikhan@ut.ac.ir)

۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه:

[mahdiyeh.leylasi@ut.ac.ir](mailto:mahdiyeh.leylasi@ut.ac.ir)

۳- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه:

[shayan\\_shariati@ut.ac.ir](mailto:shayan_shariati@ut.ac.ir)

۴- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه:

[pourbabaie@ut.ac.ir](mailto:pourbabaie@ut.ac.ir)

### چکیده

زیست لایه پریفایتیک یا پریفایتون، مجموعه‌ای پیچیده از جوامع اتوتروف و هتروتروف می‌باشد که می‌تواند شامل انواع مختلف جلبک، قارچ، باکتری، پروتوزوا و متازوا باشد. این لایه زیستی که در بیش‌تر اکوسیستم‌های آبی به ویژه غرقاب ولی کم عمق (مانند رودخانه‌ها، برکه‌ها و شالیزارها) تشکیل می‌شود، در تولید مواد اولیه این اکوسیستم‌ها نقش بسیاری ایفا می‌کند. پریفایتون‌ها به تغییرات محیطی پاسخ داده و در چرخه عناصر غذایی، کنترل آلودگی‌های فراگیر و زیست پالایی تأثیر قابل توجهی دارند. پریفایتون به دلیل حضور میکرواورگانیسم‌های بسیار متنوع در ترکیب آن، توانایی تحریک رشد گیاه را دارد. مکانیسم‌های مختلفی مانند انحلال فسفر و پتاسیم، تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفور، ایندول استیک اسید و سیانید هیدروژن می‌توانند توسط ترکیب میکروبی پیچیده پریفایتون اعمال شده و باعث افزایش رشد گیاه یا محصول شوند. مطالعات در زمینه پریفایتون‌ها بیش‌تر محدود به عملکرد آن در برکه‌ها یا پژوهش‌های مرتبط با تأثیر این زیست‌لایه در انحلال فسفر شالیزارها بوده است و مطالعات مرتبط با سایر ویژگی‌های محرک رشدی این جوامع زیستی بسیار محدود است. در مقاله مروری حاضر سعی شده است تا یک جمع‌بندی از پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌های مختلف تأثیر لایه زیستی پریفایتیک بر ویژگی‌های محرک رشدی گیاه ارائه شود.

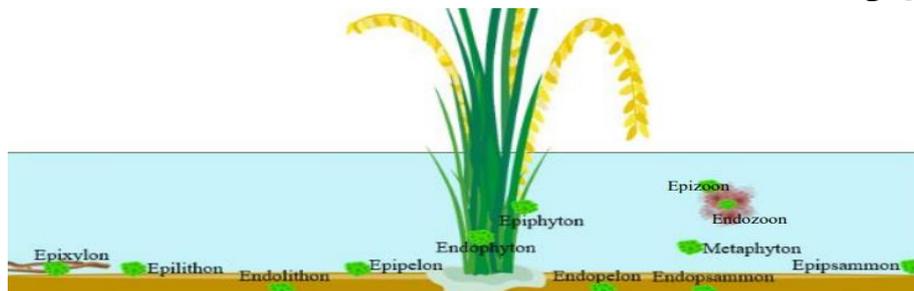
واژگان کلیدی: پریفایتون، زیست‌لایه، شالیزار، محرک رشد گیاه

## پریفایتون و عملکرد آن

لایه‌های زیستی پریفایتیک، میکروبیوم‌هایی هستند که در بیش‌تر اکوسیستم‌های آبی مانند دریا، دریاچه، نهر، رودخانه، برکه و شالیزارها حضور دارند و از یک مجموعه پیچیده از انواع اتوتروف‌ها و هتروتروف‌ها تشکیل شده‌اند. این جامعه میکروبی شامل انواع مختلف جلبک، باکتری، قارچ، پروتوزوئرها و متازوا می‌باشد و نقش زیادی در تولیدات اولیه و تعاملات شبکه غذایی مثل چرخه کربن، فسفر و دیگر عناصر غذایی ایفا می‌کنند (علیخانی و همکاران، ۱۴۰۰). پریفایتون می‌تواند به عنوان یک مخزن موقت عمل کرده و باعث افزایش آزادسازی عناصر غذایی شود. اما با وجود این توانایی در جامعه زیستی پریفایتیک، نقش آن در شالیزارها دست کم گرفته می‌شود و مطالعات بسیار کمی در مورد کارکرد آن انجام و گزارش شده است.

### گروه‌بندی پریفایتون‌ها

پریفایتون‌ها بر اساس محلی که از آن برای استقرار استفاده می‌کنند نامگذاری می‌شوند (شکل ۱)، که انواع تشکیل شده روی رسوبات بستر herpobenthos و انواع تشکیل شده روی بستر خاک haptobenthos نامیده می‌شوند. Haptobenthosها خود شامل Epiphyton (چسبیده به گیاهان، قطعات گیاهی و ماکروفیت‌های بزرگ)، Epilithon (چسبیده به مواد سخت مانند سنگ)، Epizoon (چسبیده به روی بدن حیوانات)، Episammon (روی دانه‌های شن و ماسه)، Epixylon (متصل به چوب)، Endozoon (درون بدن حیوانات)، Endophyton (درون گیاهان) و Endolithon (درون سنگ) می‌باشند. Herpobenthosها نیز شامل Metaphyton (روی رسوبات ساحلی)، Epipelon (روی سطح خاک)، Endopelon (درون رسوبات آلی)، Endopsammon (درون یا روی رسوبات شنی) می‌باشند (Pouličková et al., 2008). دو تاکسون اپی‌پلون و اپی‌سامون در محیط‌های مصنوعی به سرعت کلنیزه می‌شوند که این به دلیل ماهیت حرکتی این دو گروه بوده و می‌توانند به راحتی توسط جریان آب پراکنده شوند. اما اپی‌فایتون و اپی‌لیتون اتصال بسیر محکم‌تری به سطوح خود داشته و چسبندگی آن‌ها با ترشحات موسیلاژی افزایش می‌یابد (Allan et al., 2020).



شکل ۱- تصویری از طبقه‌بندی انواع پریفایتون (علیخانی و همکاران، ۱۴۰۰)

### مراحل کلنیزاسیون پریفایتون

مرحله اول که آماده‌سازی سطح می‌باشد و از آن به عنوان فاز شایسته سازی یاد می‌شود. روی سطح غرقابی که به تعادل دینامیکی رسیده، جذب مواد غذایی پس از تعدادی از واکنش‌های بیوشیمیایی شروع می‌شود. این مرحله در همه محیط‌ها مشابه می‌باشد. مرحله دوم یا کلنیزاسیون اولیه فرآیندی است که در آن استقرار باکتری اتفاق می‌افتد و پریفایتون اولیه شامل باکتری‌های زنده و مرده است. در مرحله سوم (کلنیزاسیون ثانویه) کلنیزاسیون باکتریایی بعد از پروتوزوئیدها، دیاتومه‌ها، جلبک‌ها و سیانوباکتری‌هاست. در این مرحله واکنش‌های بیوشیمیایی مختلف در سطح سوبسترا انجام می‌شود. مرحله چهارم (کلنیزاسیون سوم) تشکیل ساختار سه بعدی پریفایتون می‌باشد که طولانی‌ترین مرحله بوده و کلنیزاسیون توسط موجودات پرسلولی است. در مرحله پنجم باکتریوپلانکتون‌ها پوششی را بر روی پریفایتون ثانویه تشکیل می‌دهند و باکتری‌ها روی سطح جلبک قرار می‌گیرند (Saikia et al., 2013).

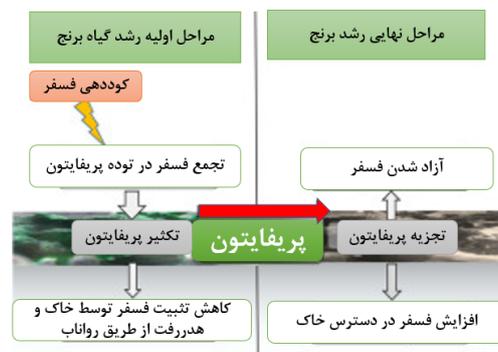
### عوامل مؤثر بر جوامع میکروبی پریفایتون

شالیزارها به دلیل تأمین مناسب نور، آب، دما و عناصر غذایی شرایط مناسب برای رشد پریفایتون به وجود می‌آورند. در حالت کلی عوامل مؤثر بر تکثیر لایه‌زیستی پریفایتیک به دو نوع عوامل زیستی (رابطه انگلی، شکارگرها، چرای توسط حشرات و گیاه‌خواران) و غیر زیستی تقسیم می‌شوند. عوامل غیر زیستی شامل عوامل هیدرولوژیکی (شدت و رژیم جریان آب)، شیمیایی

(غلظت عناصر غذایی) و فیزیکی (نور، دما، سوبسترا) هستند. سایر عوامل شامل توپوگرافی، زمین‌شناسی، استفاده از زمین و نوع پوشش گیاهی نیز در ترکیب و تنوع زیستی لایه پریفایتیک مؤثر می‌باشد (Alikhani and Emami, 2019).

### ویژگی‌های محرک رشدی پریفایتون

مکانیسم‌هایی که میکروفلور محرک رشد گیاه برای افزایش رشد و عملکرد انجام می‌دهند شامل انحلال فسفر نامحلول آلی و معدنی (از طریق اسیدی کردن محیط، تولید متابولیت‌های ثانویه، تولید آنزیم) (Tian et al., 2021)، انحلال کانی‌های پتاسیمی (Etessami et al., 2017)، تولید ایندول استیک اسید (Duca and Glick., 2020)، ترشح سیدروفور (Guo et al., 2020) و تولید سیانید هیدروژن (Farhat et al., 2023) می‌باشند. پژوهشی که Haghani و همکاران (2024) انجام دادند و تأثیر پریفایتون غنی شده با باکتری‌های حل‌کننده فسفات (شبهات ۹۹/۸۶٪ به *Bacillus Cereus*) بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد برنج را بررسی کردند، نشان داد این جامعه میکروبی می‌تواند یک کود زیستی کنترل شده باشد که در رشد اولیه گیاه جذب عناصر در ساختار پریفایتون اتفاق افتاده و هدررفت فسفر کاهش می‌یابد و در زمان ورود گیاه به فاز زایشی که با نیاز بیش‌تر به عناصر غذایی همراه است، تجزیه پریفایتون و آزادسازی مواد مغذی اتفاق می‌افتد که دسترسی بیش‌تر گیاه به عناصر غذایی را به همراه دارد (شکل ۲). پریفایتون‌ها به دلیل حضور ترکیبات میکروبی بسیار پیچیده و تنوع زیستی بالا دارای باکتری‌ها و قارچ‌های تحریک‌کننده رشد گیاه هستند که خود به تنهایی می‌توانند به عنوان کود زیستی عمل کنند (لیلاسی و همکاران، ۱۴۰۴a).



شکل ۲- مکانیسم عمل پریفایتون بر فراهمی فسفر در شالیزارها (Li et al., 2020)

**انحلال فسفات نامحلول معدنی و آلی:** پژوهش‌ها نشان داد فسفات‌های قلیایی موجود در پریفایتون نسبت به فسفات‌های اسیدی مقادیر بالاتری داشته و توان بالایی برای هیدرولیز فسفر آلی و غیر قابل دسترس دارد (Shujie et al., 2021). Beheshti و همکاران (2021) بیان کردند پریفایتون و خاک ریزوسفری برنج یک مخزن بالقوه از جوامع میکروبی حل‌کننده فسفر بوده و می‌تواند در راستای کشت پایدار برنج مورد استفاده قرار بگیرد. در مطالعه علیخانی و همکاران (۱۴۰۰) بالاترین میزان فسفات انحلال یافته از منبع تری کلسیم فسفات نامحلول را در باکتری‌ها و قارچ‌های حل‌کننده پتاسیم جداسازی شده از پریفایتون،  $7 \pm 118$  میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند و این نتیجه از قارچی که به سویه *Talaromyces miniluteu* بیش‌ترین شبهات را داشت، ثبت شد. در مطالعه لیلاسی و همکاران (۱۴۰۴a) بالاترین میزان انحلال فسفر از منبع تری کلسیم فسفات و اینوزیتول‌هگزافسفات به ترتیب معادل ۱۱۲۱ میلی‌گرم در لیتر (از نمونه اپی‌فایتونی شالیزار روستای واجارگاه) و ۴۹۰ میلی‌گرم در لیتر (از اپی‌فیتون شالیزار روستای گیله‌سرا) به دست آمد.

**تثبیت نیتروژن:** در مواردی مانند مطالعات Weigelhofer و همکاران (2018) بیان شده است لایه زیستی پریفایتیک دارای توان تولید آنزیم‌های نیتروژناز بوده و می‌تواند نیتروژن مولکولی هوا را تثبیت کنند. آنزیم بعدی حاضر در این زیست لایه آنزیم فسفاتاز بوده که باعث توان تبدیل فسفر آلی به معدنی و قابل جذب می‌شود. از دیگر مطالعاتی که به توان تثبیت نیتروژن توسط جامعه پریفایتونی اشاره کرده است مطالعه Su و همکاران (2017) است. در این مطالعه بیان کردند در شالیزارها همزمان با اواخر رشد و بلوغ پریفایتون‌ها که نیتروژن در آب کاهش می‌یابد، سیانوباکترهای تثبیت‌کننده نیتروژن افزایش یافته و از این طریق به تأمین نیتروژن کمک می‌کند.

**انحلال پتاسیم:** از جمله مطالعاتی که به بررسی انحلال پتاسیم نامحلول توسط پریفایتون پرداخته‌اند می‌توان به مطالعه پارسا و همکاران (۱۴۰۰) اشاره کرد که به بررسی تأثیر اپی‌پلون بر انحلال موسکویت و فلوگوپیت پرداخته و نتایج نشان داد پریفایتون توان بالایی در انحلال پتاسیم از منابع نامحلول داشته و بالاترین مقدار انحلال پتاسیم ۲/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد. آن‌ها همچنین بیان کردند با توسعه زیست‌توده اپی‌پلون در طول پنج روز، میزان انحلال پتاسیم افزایش پیدا کرده اما بعد از آن میزان پتاسیم محلول در محیط کشت روند کاهشی داشته است که این به دلیل ذخیره پتاسیم در ساختار پریفایتون می‌باشد. علیخانی و همکاران (۱۴۰۰) باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در پریفایتون را جداسازی کرده و توان انحلال پتاسیم توسط این جدایه‌ها را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد جدایه‌های باکتریایی *Bacillus cereus* و *Acinetobacter calcoaceticus* و جدایه‌های قارچی *Penicillium mionioluteu* و *Talaromyces stipitatus* از منبع موسکویت به ترتیب ۱/۱۶۵، ۲/۴۴، ۲/۵۷، ۶/۹۳ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم آزاد کردند. لیلای و همکاران، (۱۴۰۴b) بین کردند نمونه‌های اپی‌فایتونی توان انحلال پتاسیمی بالاتری نسبت به نمونه‌های اپی‌پلونی داشته و بیش‌ترین میزان پتاسیم محلول در روز ۲۱، به میزان ۱۴/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر بود که نسبت به شاهد افزایش ۳/۶ برابری را نشان داد.

**تولید سیدروفور، سیانیدهیدروژن، ایندول استیک اسید:** در مطالعه بهشتی و همکاران (۱۴۰۱) جداسازی باکتری‌ها و قارچ‌ها از جوامع پریفایتونی (اپی‌پلون و اپی‌فایتون) انجام و سپس توان تولید سیدروفور در آن‌ها بررسی شد. در باکتری‌ها به ترتیب بیش‌ترین و کمترین میزان تولید سیدروفور بر حسب قطر هاله به کلنی ۳/۷ و ۱ و در قارچ‌ها ۶/۸ و ۱ بود. میزان تولید ایندول استیک اسید در باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی شده از پریفایتون در مطالعه بهشتی و همکاران (۱۴۰۱) نشان داد، بالاترین و پایین‌ترین مقدار تولید ایندول استیک اسید در باکتری‌ها به ترتیب ۲۰۵/۷ و ۱۱/۷  $\mu\text{g/ml}$  و در قارچ‌ها ۳۱۷/۷ و ۴۵  $\mu\text{g/ml}$  می‌باشد. در مطالعه لیلای و همکاران (۱۴۰۴) نیز به بررسی ویژگی‌های محرک رشدی در نمونه‌های اپی‌پلون و اپی‌فایتون پرداختند و بالاترین میزان تولید سیدروفور با نسبت قطر هاله به کلنی ۱/۶۲ و در نمونه‌های اپی‌فایتونی شالیزار روستای خاله‌سرا به دست آمد. در این مطالعه میزان تولید ایندول استیک اسید در نمونه‌های پریفایتونی نیز بررسی و بالاترین مقدار ثبت شده معادل ۸۸/۹۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر و در نمونه اپی‌فایتونی شالیزار واجارگاه بود. بررسی قابلیت تولید سیانید هیدروژن نیز نشان داد نمونه‌های اپی‌فایتونی شالیزار روستای واجارگاه بالاترین عملکرد را داشته و رنگ کاغذ صافی به نارنجی تغییر پیدا کرده بود که این نشان دهنده تولید نسبتاً کم سیانیدهیدروژن توسط این جامعه میکروبی می‌باشد.

**تولید آنتی‌بیوتیک:** جوامع پریفایتونی توانایی کنترل زیستی گونه‌های رقیب در محیط غرقاب را نیز دارند (امیرحسینی و همکاران ۱۴۰۲). آللوپاتی باعث برهم‌کنش‌های منفی و رقابتی بین پریفایتون‌ها و دیگر میکرواورگانسیم‌ها می‌شود. وزیکول‌های برون‌سلولی موجود در پریفایتون‌ها به انتقال آنتی‌بیوتیک‌ها و آنزیم‌ها کمک کرده و از این طریق می‌توانند تمایز سلولی و تولید پروتئین را در جانداران رقیب مهار کنند (Stubbendieck and Straight, 2016). از طرفی اگزوپلی‌ساکاریدهای پریفایتون‌ها می‌توانند به عنوان سورفاکتانت عمل کرده و در نتیجه آلاینده‌های محیطی را از طریق جذب سطحی بر روی گروه‌های عاملی خود کاهش دهد. این توانایی پریفایتون در برابر آلاینده‌ها باعث سازگاری سریع آن با شرایط محیطی در طی چند دقیقه تا چند ساعت می‌شود (Shabbir et al., 2020).

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه که به صورت مروری به جمع‌آوری نتایج ویژگی‌های محرک رشدی گیاه توسط پریفایتون‌ها پرداخته شده بود، نشان داد هم جوامع پریفایتونی و هم باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی شده از این زیست‌لایه توان بالایی در زمینه مختلف تحریک رشد گیاه داشته و می‌توانند نتایج مثبت در عملکرد شالیزارها داشته باشند. بنابراین می‌توان از این قابلیت بسیار مهم در مطالعات گسترده‌تر و در جهت بهره‌گیری از آن در راستای تولید کودهای زیستی استفاده کرد تا بتواند گامی در مسیر کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی باشد.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مجموعه بنیاد ملی علم ایران (Iran National Science Foundation) که ما را در جهت تأمین هزینه‌های مالی این پژوهش (به شماره طرح ۴۰۰۰۷۳۶) کمک کردند، نهایت تشکر و سپاسگزاری را داریم.

## فهرست منابع

- امیرحسینی، ک.، علیخانی، ح.ع. (۱۴۰۲). کاربرد پرفیایتون به عنوان فناوری زیستی نوآورانه در حذف الاینده‌ها. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۴ (۱۲): ۱۸۲۱-۱۸۴۲.
- بهشتی، م.، علیخانی، ع.، پوربابایی، ا.ع.، اعتصامی، ح.، اسدی رحمانی، ه.، نوروزی، م. (۱۴۰۱). بررسی نقش انواعی از پرفیایتون در آزادسازی و جذب فسفر نامحلول در یک آزمایش درون شیشه‌ای. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۳ (۶): ۱۳۸۷-۱۴۰۲.
- زند پارسا، ش.، علی بخش‌فرد، م.، علیخانی، ح.، اعتصامی، ح.، اسدی رحمانی، ه.، امامی، س. (۱۴۰۰). مطالعه قابلیت انحلال زیستی کانی‌های سیلیکاتی پتاسیم توسط پرفیایتون‌های سطح خاک برخی از شالیزارهای استان گیلان. هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه تجدید حیات حکیمانه خاک و حکمروائی حکیمانه آب.
- علیخانی، ح.ع.، امامی، س.، اعتصامی، ح. (۱۴۰۰). پرفیایتون و نقش کلیدی آن در شالیزارها و سلامت محیط زیست. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، (۲): ۴۶۷-۴۵۱.
- لیلاسی مرند، م.، علیخانی، ح.ع.، پوربابایی، ا.ع.، شریعتی، ش. (۱۴۰۴a). مقایسه توانایی تحریک‌کنندگی رشد گیاه جوامع میکروبی اپی‌فایتون و اپی‌پلون در برخی از شالیزارهای استان گیلان. دو فصل نامه زیست‌شناسی خاک، ۱۳(۱): ۶۵-۴۱.
- لیلاسی مرند، م.، علیخانی، ح.ع.، شریعتی، ش. (۱۴۰۴b). بررسی کارایی اپی‌پلون‌ها و اپی‌فایتون‌های شالیزارهای استان گیلان در آزادسازی پتاسیم از موسکویت و فلوگوپیت. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۵ (۱۲): ۲۴۹۲-۲۵۲۰.
- Ali, W., Mao, K., Zhang, H., Junaid, M., Xu, N., Rasool, A., Feng, X., Yang, Z. (2020). Comprehensive review of the basic chemical behaviors, sources, processes, and endpoints of trace element contamination in paddy soil-rice systems in rice-growing countries. *Journal of Hazardous Materials*, 397, 122720.
- Alikhani, H. A., Emami, S. (2019). Periphyton is an opportunity to achieve sustainable agriculture. 16th Iranian soil science congress.
- Allan, J.D., Castillo, M.M., Capps, K.A., (2020). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer Nature.
- Beheshti, M., Alikhani, H. A., Pourbabae, A. A., Etesami, H., Rahmani, H. A., Norouzi, M. (2021). Periphytic biofilm and rice rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria and fungi: A possible use for activating occluded P in periphytic biofilms in paddy fields. *Rhizosphere*, 19, 100395.
- Duca, D.R., Glick, B.R. (2020). Indole-3-acetic acid biosynthesis and its regulation in plant-associated bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 8607-8619.
- Etesami H, and Glick B.R., 2020. Halotolerant plant growth-promoting bacteria: prospects for alleviating salinity stress in plants. *Environmental and Experimental Botany*, 178, 104124.
- Etesami, H., Emami, S., Alikhani, H.A. (2017). Potassium solubilizing bacteria (KSB): Mechanisms, promotion of plant growth, and future prospects A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(4), 897-911.
- Farhat, F., Tariq, A., Waseem, M., Masood A., Raja, S., Ajmal, W., Iftikhar, I., Zulfikar, U., Maqsood, M.F. 2023. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Induced Improvements in the Growth, Photosynthesis, Antioxidants, and Nutrient Uptake of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Gesunde Pflanzen*, 75, 2075-2088.
- Guo, J., Muhammad, H., Lv, X., Wei, T. Ren, X. Jia, H. Atif, S. Hua, L. (2020). Prospects and applications of plant growth promoting rhizobacteria to mitigate soil metal contamination: A review. *Chemosphere*, 246, 125823.
- Haghani, Z., Alikhani, H.A., Amirhosseini, K., Emami, S., Etesami, H. (2024). Assessing the potential of functionally-enhanced periphyton in supplying rice plant phosphorus nutrition in paddy fields. *Rhizosphere*, 31, 100951.
- Li, J.y., Deng, K.y., Cai, S.j., Lu, H.l., Xu, R.k. (2020). Periphyton has the potential to increase phosphorus use efficiency in paddy fields. *Science of The Total Environment*, 720, 137711.
- Pouličková, A., Hašler, P., Lysáková, M., Spears, B. (2008). The ecology of freshwater epipellic algae: an update. *Phycologia*, 47(5), 437-450.
- Saikia, S. K., Nandi, S., Majumder, S. (2013). A review on the role of nutrients in development and organization of periphyton. *Journal of Research in Biology*, 3(1), 780-788.
- Shabbir, S., Faheem, M., Ali, N., Kerr, P. G., Wang, L. F., Kuppusamy, S., Li, Y. (2020). Periphytic biofilm: An innovative approach for biodegradation of microplastics. *Science of the Total Environment*, 717, 137064.
- Shujie, C., Kaiying, D., Jun, T., Rui, S., Hailong, L., Jiuyu, L., Yonghong, W., Renkou, X. (2021). Characterization of extracellular phosphatase activities in periphytic biofilm from paddy field. *Pedosphere*, 31, 116-124.

- Stubbenieck, R.M., Straight, P.D. (2016). Multifaceted interfaces of bacterial competition. *Journal of bacteriology*, 198(16), 2145-2155.
- Su, J., Kang, D., Xiang, W., Wu, C. (2017). Periphyton biofilm development and its role in nutrient cycling in paddy microcosms. *Journal of Soils and Sediments*, 17(3), 810-819.
- Tian, J., Ge, F., Zhang, D. Deng, S., Liu, X. (2021). Roles of phosphate solubilizing microorganisms from managing soil phosphorus deficiency to mediating biogeochemical P cycle. *Biology*, 10, 158.
- Weigelhofer, G., Ramião, J.P., Pitzl, B., Bondar-Kunze, E., O'Keeffe, J. (2018). Decoupled water sediment interactions restrict the phosphorus buffer mechanism in agricultural streams. *Science of the Total Environment*, 628, 44-52.
- Zhou, L., Rong, X., Xie, G., Wang, X., Xie, Y. (2014). Effects of different nitrogen fertilizers on rice yield and nitrogen use efficiency. *Soils*, 46, 971-975.

#### **Different types of periphyton microbial communities and their growth-promoting potential**

HosseinAli Alikhani<sup>1</sup>, Mahdiyeh leylasi Marand<sup>2</sup>, Shayan Shriati<sup>3</sup>, AhmadAli Pourbabaie<sup>4</sup>

1- Department of Soil Science Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: halikhan@ut.ac.ir

2- Corresponding Author, Department of Soil Science Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: mahdiyeh.leyasi@ut.ac.ir

3- Department of Soil Science Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: pourbabaie@ut.ac.ir

4- Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: shayan\_shariati@ut.ac.ir

#### **Abstract**

Periphytic biofilm or periphyton is a complex assemblage of autotrophic and heterotrophic communities, which may include various types of algae, fungi, bacteria, protozoa, and metazoa. This biological layer typically forms in most aquatic ecosystems, especially in flooded but shallow environments such as rivers, ponds, and rice paddies, and plays a significant role in the primary production of these ecosystems. Periphyton responds to environmental changes and has a notable impact on nutrient cycling, pollution control, and bioremediation. Due to the presence of highly diverse microorganisms, periphyton has the potential to stimulate plant growth. Various mechanisms—such as phosphorus and potassium solubilization, nitrogen fixation, siderophore production, indole-3-acetic acid synthesis, and hydrogen cyanide generation—can be carried out by the complex microbial composition of periphyton, leading to enhanced plant or crop growth. Research on periphyton has mostly focused on its role in ponds or its effect on phosphorus solubilization in rice paddies, while studies addressing other plant growth-promoting traits of these biological communities remain limited. This review article aims to summarize the existing research on the diverse effects of periphytic biofilms on plant growth promoting characteristics.

**Keywords:** biofilm, periphyton, plant growth-promoting, rice paddy