پژوهشـــــی

مجله محیط شناسی، شماره ۳۷، بهار ۱۳۸٤، صفحه ۵۷-۵۳

میزان و نحوه تغییرات فلزات سنگین و اندام های گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میانکاله

مهندس فاطمه عبادتی *

دکتر عباس اسماعیلی ساری **

مهندس علیرضا ریاحی بختیاری ***

چکیده

فلزات سنگین از عوامل مهم آلایندهٔ محیط زیستی به شمار می روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه ها وارد دریا و از طریق زنجیرهٔ غذایی در بدن آبزیان تجمع می یابند. گیاهان آبزی به عنوان حلقه ای از زنجیره غذایی به واسطهٔ جذب فلزات سنگین می توانند نشانگر افزایش نسبی غلظت این عناصر در آب یا رسوبات اکوسیستم های موردنظر باشند. در این تحقیق به منظور تعیین میزان غلظت فلزات سرب، روی، مس و کادمیم و نقش گیاهان آبزی در جذب و تجمع آنها از سه گونه گیاهی *Phragmites australis*، *Typha angustifolia* و *Potamogeton crispus* و رسوبات منطقه، ۶ ایستگاه در تالاب بین المللی میانکاله مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج حاصل نشان داد که میزان متوسط سرب در رسوبات ۱۹/۸۳ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۰/۵۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۴ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۵/۴ ppm است. میزان متوسط روی در رسوبات ۲۷۴/۳۳ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۲۹۰/۸۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۲۰۳/۳۳ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۱۴۱/۵۵ppm است. میزان متوسط مس در رسوبات ۲۳/۳ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۷/۶۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۵/۴ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۴/۵۸ ppm است. میزان متوسط کادمیم در رسوبات ۱/۳۳ ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۰/۴۵ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۰/۴۵ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۰/۵ ppm بود. در گیاهان حاشیه ای (*Phragmites australis*) و (*Typha angustifolia*) بیشترین تجمع فلزات در ریشه دیده شد و در گیاه (*Potamogeton crispus*) تجمع در اندام های مختلف یکسان بود.

کلید واژه

فلزات سنگین، گیاهان آبزی، تالاب میانکاله، مازندران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۱۰/۱۶

* دانش آموخته گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

** استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

*** مربی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

سرآغاز

دریای خزر دارای اکوسیستم های مهم و جهانی، نظیر تالاب میانکاله است. تنوع و فراوانی پرندگان و سایر موجودات آبزی و خشکی زی همراه با پوشش گیاهی جالب و حیاتی منطقه این پناهگاه را به اکوسیستمی پیچیده و شکننده بدل ساخته است. به طوری که هر گونه تصرف در اکوسیستم باید از نظر اکولوژیکی کاملاً مورد بررسی قرار گیرد (کیابی، ۱۳۷۸).

تالاب بین المللی میانکاله در استان مازندران در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان بهشهر واقع شده است. این تالاب در جهت شرقی غربی طویل بوده و راس آن در غرب است. رودخانه های دائمی که به تالاب می ریزند شامل رودخانه قره سو و گز هستند. گیاهان آبزی که در تالاب میانکاله مورد شناسایی قرار گرفته اند از سه گروه گیاهان غوطه ور، شناور و حاشیه ای تشکیل می شوند. گیاهان آبزی حاشیه ای که اکثریت آنها را گیاه (*Phragmites australis*) تشکیل می دهد، در حاشیهٔ غربی و جنوب غربی به طور متراکم روییده و همچنین حاشیهٔ جنوبی تالاب تا حوالی بندر گز در بعضی از قسمت های پوشیده از گیاه (*Phragmites australis*) قرار دارد.

گیاهان غوطه ور و شناور در نواحی کم عمق و حاشیه ای تالاب مشاهده می شوند که تراکم آنها بسیار کم است (لالویی، ۱۳۷۸).

آلاینده هایی که تالاب میانکاله را تحت تأثیر قرار می دهند، بیشتر ناشی از گسترش فعالیت های کشاورزی، افزایش جمعیت و فعالیت های صنعتی در کنار سواحل و رودخانه ها، بخصوص رودخانه قره سو بوده و در نهایت منجر به ورود پساب های شهری، صنعتی و کشاورزی به دریا می شوند.

اهداف تحقیق شامل شناسایی رابطهٔ فراوانی آلاینده ها بین رسوب و گیاهان آبزی و همچنین شناسایی رابطهٔ فراوانی آلاینده ها در اندام های مختلف سه گونه گیاهی مورد مطالعه اند.

Leland و Mcnurney در سال ۱۹۷۴، Otte و همکاران در سال ۱۹۹۵، Pilon-Smit و Hong در سال ۱۹۹۹، Moor و Ramamoorthey در سال ۱۹۸۴ و Fifield و Haines در سال ۲۰۰۰ تحقیقات گسترده ای در زمینهٔ اندازه گیری فلزات سنگین در گیاهان آبزی انجام دادند.

روش کار

نمونه برداری از گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میانکاله در اوایل خردادماه ۱۳۸۱ پس از یک بررسی مقدماتی از منطقهٔ مورد مطالعه در ۶ ایستگاه به صورت تصادفی و بر اساس تراکم پوشش گیاهی انجام گرفت. در این پروژه سه گروه از گیاهان آبزی غالب منطقه شامل *Fragmtis australis*، *Typha angustifolia* و *Potamogeton crispus* در رابطه با جذب فلزات سرب، روی، کادمیوم و مس مورد بررسی قرار گرفته اند.

پس از نمونه برداری، گیاهان و رسوبات به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه های گیاهی ابتدا با آب مقطر شست و شو داده شده؛ سپس اندام های برگ، ساقه و ریشه جدا گردیدند. آنگاه به منظور خشک شدن، نمونه‌های گیاه و رسوب در داخل ظروف پتری علامت‌گذاری شده قرار گرفتند و در دستگاه اتوکلاو به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن، نمونه ها خرد، پودر و الک گردیدند. سپس ۱ گرم از هر نمونه با ترازو وزن گردیدند. برای هضم نمونه ها آنها را درون ظروف پلاستیکی ریخته و روی حمام آبی (با دمای داخلی ۱۰۰ درجه سانتیگراد) قرار داده شد. ابتدا ۵ میلی‌لیتر اسید فلوئوریدریک به نمونه‌های گیاهی و رسوبات اضافه شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک مجدداً اضافه گردید (ASTM, 2000).

پس از اتمام هضم، نمونه ها صاف گردیدند و توسط اسید نیتریک ۴٪ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. بدین ترتیب نمونه‌های هضم شده برای تزریق به دستگاه جذب اتمی مدل فیلیپس P.U.9400 درون ظروف پلی اتیلنی در بسته ریخته شدند (E.Roberts, Alley. 2000).

آزمون‌های آماری مورد استفاده در این تحقیق شامل آزمون‌های دانکن و تجزیه واریانس هستند.

یافته ها

میزان متوسط فلزات سنگین سرب، روی، مس و کادمیم در اندام های ساقه، برگ و ریشه گیاهان *Phragmites australis*، *Typha angustifolia* و *Potamogeton crispus* و همچنین در رسوبات تالاب میانکاله در جدول شماره (۱) ذکر شده است. نتایج به دست آمده از این جدول به قرار زیر است:

در مورد فلز سرب بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۱۹/۸۳ ppm و ۹/۲۳ ppm است و کمترین میزان سرب در ساقهٔ گیاه *Phragmites australis* ۲/۸۳ ppm به دست می آید. در مورد فلز

روی بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشهٔ گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۴۸۷/۱۴ ppm است و کمترین میزان روی در گیاه *Potamogeton crispus*، معادل ۱۲۲/۶۶ ppm به دست می آید.

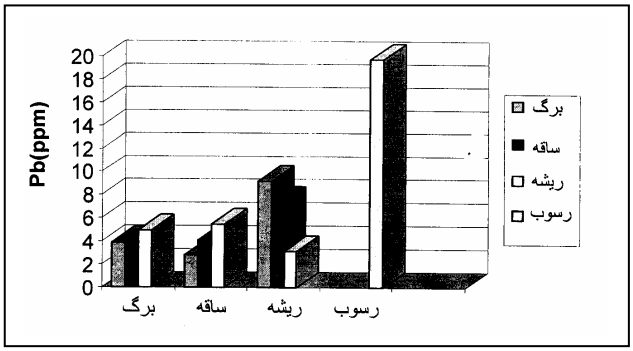
در مورد فلز مس بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis* ، به‌ترتیب معادل ۲۸/۷۳ ppm و ۱۴/۴ppm است و کمترین میزان مس در ریشهٔ گیاه *Potamogeton crispus* ، معادل ۲/۹ ppm است. در مورد فلز کادمیم بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشهٔ گیاه *Phagmites australis* ، به ترتیب معادل ۱/۳۳ ppm و ۰/۶۶ ppm و کمترین میزان کادمیم در برگ و ساقه گیاه *Phragmites autralis* ۰/۳۶ و ۰/۳۳ ppm است(نمودارهای ۱ تا ۴). در بین چهار فلز سنگین اندازه گیری شده بیشترین غلظت متعلق به فلز روی و کمترین مقدار مربوط به فلز کادمیم در نمونه های گیاه و رسوب به دست می آید. همچنین ترتیب نزولی غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه های گیاه و رسوب عبارتند از:

روی> مس > سرب > کادمیم

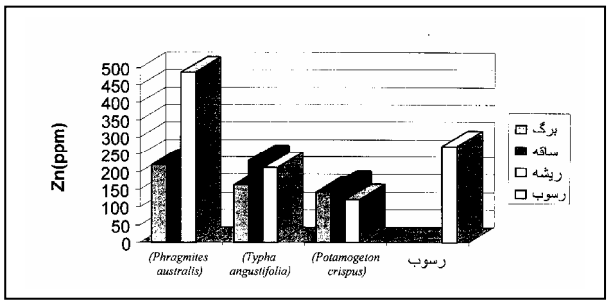
نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس به منظور مقایسه بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، کادمیم و مس در اندام های مختلف گیاهان مورد مطالعه در جدول های ۲، ۳ و ۴ بیان شده است.

جدول شماره (۱): میزان متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه های گیاهی و رسوبات بر حسب ppm

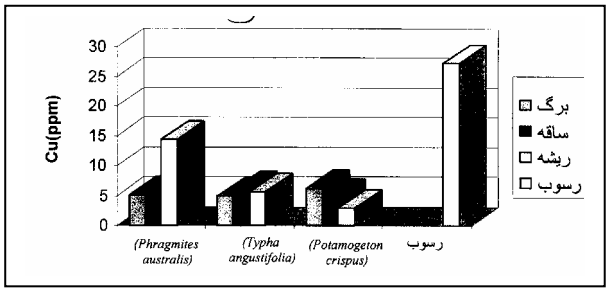
نمونه گیاهی	اندام	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Cd(ppm)
Phragmites australis	برگ	۳/۸۶	۲۲۰/۳۳	۵/۰۶	۰/۳۶
	ساقه	۲/۸۳	۱۷۴	۳/۴۳	۰/۳۳
	ریشه	۹/۲۳	۴۸۷/۱۶	۱۴/۴	۰/۶۶
Typha angustifolia	برگ	۳/۳۲	۱۶۳/۳۳	۴/۹۳	۰/۴
	ساقه	۴/۱۳	۲۳۳/۳۳	۵/۹۳	۰/۵۶
	ریشه	۷/۴	۲۱۳/۳۳	۵/۶۳	۰/۶۶
Potamogeton crispus	برگ	۵	۱۴۲/۶۶	۶/۱۳	۰/۵۳
	ساقه	۵/۴۶	۱۵۹/۳۳	۴/۷۳	۰/۶
	ریشه	۳/۱۶	۱۲۲/۶۶	۲/۹	۰/۴
رسوب	رسوب	۱۹/۸۳	۲۷۴/۳۳	۲۷/۳	۱/۳۳



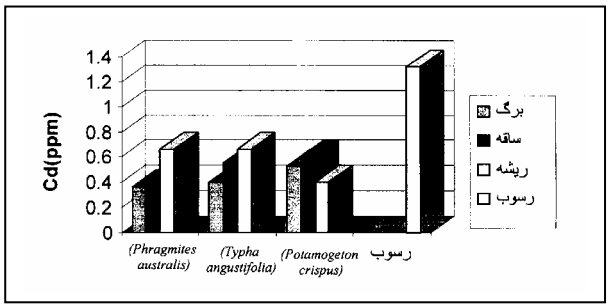
نمودار شماره (۱): مقایسهٔ میزان متوسط غلظت سرب در بافت های گیاهان موردنظر و رسوب



نمودار شماره (۲): مقایسهٔ میزان غلظت روی در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب



نمودار شماره (۳): مقایسهٔ میزان غلظت مس در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب



نمودار شماره (۴): مقایسهٔ میزان غلظت کادمیم در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب

جدول شماره (۲): آنالیز تجزیهٔ واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Phragmites australis* و رسوبات منطقه مورد مطالعه

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۳۸۵۰۷۸/۴۶	۳	۱۲۸۳۵۹/۴۹	۳/۲۳۱	۰/۰۴۴
	داخل گروه ها	۷۹۴۶۱۳/۵۰	۲۰	۳۹۷۳۰/۶۷۵		
	کل	۱۱۷۹۶۹۲/۰	۲۳			
Cd	بین گروه ها	۳/۸۷۲	۳	۱/۲۹۱	۲۴/۰۴۸	۰
	داخل گروه ها	۱/۰۷۳	۲۰	۰/۵۳۶۷		
	کل	۴/۹۴۵	۲۳			
Cu	بین گروه ها	۲۱۷۳/۳۶۵	۳	۷۲۴/۴۵۵	۲۵/۴۲۹	۰
	داخل گروه ها	۷۶۹/۷۸۰	۲۰	۲۸/۴۸۹		
	کل	۲۷۴۳/۱۴۵	۲۳			
Pb	بین گروه ها	۱۰۹۰/۶۸۵	۳	۳۶۳/۵۶۵	۳۲/۸۶۱	۰
	داخل گروه ها	۲۲۱/۲۷۳	۲۰	۱۱/۰۶۴		
	کل	۱۳۱۱/۹۵۸	۲۳			

جدول شماره (۳): آنالیز تجزیهٔ واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Typha angustifolia* و رسوبات منطقه مورد مطالعه

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۳۹۸۴۱/۰	۳	۱۳۲۸۰/۳۳۳	۱/۷۶۶	۰/۲۳۱
	داخل گروه ها	۶۰۱۶۲/۶۶۷	۸	۷۵۲۰/۳۳۳		
	کل	۱۰۰۰۰۳/۶۷	۱۱			
Cd	بین گروه ها	۲/۳۰۹	۳	۰/۷۷۰	۹/۹۳۲	۰/۰۰۵
	داخل گروه ها	۰/۶۲۰	۸	۰/۷۷۵۰		
	کل	۲/۹۲۹	۱۱			
Cu	بین گروه ها	۹۳۴/۸۸۲	۳	۳۱۱/۶۲۷	۲۳/۱۷۷	۰
	داخل گروه ها	۱۰۷/۵۶۷	۸	۱۳/۴۴۶		
	کل	۱۰۴۲/۴۴۹	۱۱			
Pb	بین گروه ها	۳۸۶/۱۳۷	۳	۱۲۸/۷۱۲	۴۰/۳۴۹	۰
	داخل گروه ها	۲۵/۵۲۰	۸	۳/۱۹۰		
	کل	۴۱۱/۶۵۷	۱۱			

جدول شماره (۴): آنالیز تجزیهٔ واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Potamogeton crispus* و رسوبات منطقه مورد مطالعه

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۶۵۴۹۰/۰	۳	۲۱۸۳۰/۰	۲/۱۴۰	۰/۱۵۳
	داخل گروه ها	۱۱۲۲۱۱/۳۲	۸	۱۰۲۰۱/۰۳۰		
	کل	۱۷۷۷۰/۳۳	۱۴			
Cd	بین گروه ها	۲/۴۹۶	۳	۰/۸۳۲	۱۲/۷۱۱	۰/۰۰۱
	داخل گروه ها	۰/۷۲۰	۸	۰/۶۵۴۵		
	کل	۳/۲۱۶	۱۴			
Cu	بین گروه ها	۱۸۸۵/۶۶۰	۳	۶۲۸/۵۵۳	۱۹/۸۳۸	۰
	داخل گروه ها	۳۴۸/۵۵۳	۸	۳۱/۶۸۵		
	کل	۲۲۳۴/۱۹۳	۱۴			
Pb	بین گروه ها	۸۵۰/۳۶۹	۳	۲۸۳/۴۵۶	۳۱/۰۸۵	۰
	داخل گروه ها	۱۰۰/۳۰۷	۸	۹/۱۱۹		
	کل	۹۵۰/۶۷۶	۱۴			

بحث و نتیجه گیری

در میان فلزات مورد مطالعه، بیشترین میزان، صرف نظر از گونهٔ آبزی متعلق به فلز روی است که در اندام های مختلف گیاهان آبزی و همچنین رسوبات بستر بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از آزمون های دانکن و تجزیهٔ واریانس نیز در ارتباط با تماس فلزات مورد مطالعه با سطح اعتماد ۹۵ درصد، حاکی از معنی دار بودن میزان جذب در ریشه گیاه *Phragmites australis* نسبت به ساقه و برگ در مقایسه با سایر گونه هاست. در حالی که این تفاوت در برگ گیاه *Potamogeton crispus* در خصوص سرب نسبت به سایر گیاهان آبزی دیده می شود. از آنجا که گیاه *Potamogeton crispus* گونه ای غوطه ور است نقش ریشه در آن نسبت به گیاهان *Typha angustifolia* و *Phragmites australis* که ریشه چند ساله دارند از اهمیت کمتری برخوردار است. جذب فلزات سنگین از طریق رسوبات کاهش یافته و بر عکس جذب آن از طریق برگ و آب افزایش می یابد. بنابراین دور از انتظار نیست که فلزات سرب، مس و روی که در رسوبات بیشترین غلظت را دارند در ریشه گیاهانه چندساله *Phragmites australis* و *Typha angustifolia* افزایش معنی دار نشان دهند. این ارتباط بویژه در خصوص فلز روی و

ریشهٔ گیاه *Phragmites australis* بوضوح آشکار است و می تواند ریشهٔ این گیاه را به عنوان نمایانه ای در جذب فلز روی دانست.

در سایر اندام های گیاهان، نظیر ساقه و برگ بغیر از گیاه Potamogeton crispus میزان جذب فلزات کمتر و کم و بیش متناسب با غلظت آن در آب و رسوب است. از آنجایی که بسیاری از ماهیان آب شیرین در مناطق تالابی زیست و تغذیه می کنند و با توجه به گونه و مرحلهٔ زیست خود از گیاهان آبزی نیز به عنوان بخشی از منبع غذایی استفاده می کنند، جذب فلزات سنگین در زنجیرهٔ غذایی آبزیان یکی از راه های تجمع در بدن آنان است که در نهایت به انسان منتقل می شود که با توجه به ماهیت فلزات از نظر سمی بودن در غلظت های متفاوتی منجر به تأثیرات نامطلوب در سلامت مصرف کنندگان می شوند. شایان ذکر است، علیرغم بالا بودن فلز روی در گیاهان آبزی مورد مطالعه، با توجه به نیاز بدن در سنتز آنزیم های مختلف در فعالیت های متابولیسمی، خطر آن در مقایسه با عناصری چون سرب و روی بسیار کمتر است و کمبود این عنصر در بسیاری از کشورها از جمله ایران و مصر به طور عمومی گزارش شده است (اسماعیلی، ۱۳۸۱). در حالی که حضور فلزات سرب و کادمیم در اکوسیستم های آبی و در زنجیرهٔ غذایی را باید بسیار جدی و خطری برای محیط زیست و انسان تلقی کرد.

منابع مورد استفاده

اسماعیلی ساری، عباس. ۱۳۸۱. آلاینده ها – بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ص: ۸۰۰.

کیابی، بهرام. ۱۳۷۸. اکوسیستم های تالابی و رودخانه ای استان گیلان، سازمان حفاظت محیط زیست.

لالویی، فرامرز. ۱۳۷۸. بررسی هیدرولوژیک خلیج گرگان. بولتن علمی شیلات ایران، پاییز ۱۳۷۲. ص: ۵۳ تا ۶۸.

ASTM. 2000. Annual book of ASTM Standards ASTM. Vol:11. 01, pp. D1971-95. D-4691-96.

E. Roberts Alley. 2002. Water Quality Control Hand book. Mc Graw Hill: F77. F228.

Fifield, F. W. and Haines, D. J. 2000. Environmental Analytical Chemistry, (2nd ed), Black well Science ltd.

Leland, H. V. and Mcnurney, I. M. 1974. Lead transport in a river ecosystem in Procedings of the International Conform Transport of Persistent Chemical, Ottawa.

Moor, J. W. and Ramamoorthey, S. 1984. Heavy Metals in Natural Waters, Spring-Verlag, New York, 268pp.

Otte, M. L., Kearns, C. C. Doyle, M. D. 1995. Accumulation of arsenic and zinc in the rhizosphere of Wethland plants, bull. Environment. Costem. Toxicol, 55: 154-161.

Pilon-Smit, E. A and Hong, G. 1999. Selenium volatilization and accumulation by twenty aquatic species, the Journal of Environmental Quality, 28: pp. 1011-1018.

فراخـــوان مقالـــــه

با استعانت از پروردگار متعال، دانشکده محیط زیست بـه منظـور معرفی تحقیقـات محـیط زیـستی انجـام شـده در کـشور و دریافـت جدیدترین تحقیقات انجام شده در جهان اقدام به چاپ نـشریه ای در ارتبـاط بـا پژوهـشهای محـیط زیـست بـه زبـان انگلیـسی بـا نـام "International Journal of Environmental Studies" نموده است.

بدینوسیله از کلیه استادان، محققـان، پژوهـشگران و دانـشجویان محترم جهت ارسال مقالات خود به زبان انگلیسی دعوت بعمل می آید.

ضروری است مقالات ارسـالی بـه صـورت الکترونیـک در محـیط Windows XP و شامل عنوان، چکیده، کلمات کلیدی، مقدمـه، مـواد و روشها، نتایج، بحث و نتیجه گیری، یادداشت ها و منابع باشد.

آدرس: شماره ۲۵، خیابان قدس، خیابان انقلاب، دانشکده محیط زیست
تلفن تماس: ۶۶۴۸۷۱۷۰ و ۶۶۴۰۶۶۰۵
فکس: ۶۶۴۰۷۷۱۹
پست الکترونیک: mag_natures@ut.ac.ir.