

## طراحی برنامه آموزشی برای دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست در کشور

<sup>۱</sup>جلال الدین شایگان، <sup>۲</sup>منصور طاهری، <sup>۳</sup>مصطفی سهراب پور و <sup>۱</sup>آرمین حسن زاده

<sup>۱</sup>دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف

<sup>۲</sup>دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

<sup>۳</sup>سازمان انرژی اتمی ایران

**چکیده:** در کنار آموزش همگانی، تربیت کارشناسان متخصص برای کنترل آلودگی‌های زیست محیطی بسیار اساسی و ضروری است. متأسفانه، هنوز دوره مدونی برای تربیت کارشناس‌های مهندسی محیط زیست در دانشگاه‌های کشور ارائه نشده است. در این مقاله طراحی محتوای دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست در قالب دوره‌های چهار ساله کارشناسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ارائه شده است. با توجه به گسترش ابعاد آلودگی در همه زمینه‌های محیط زیست (آب، هوا و خاک) و با نیاز به گسترش فرهنگ زیست محیطی، طبعاً به راه‌اندازی این دوره در دانشکده‌های مهندسی و تربیت متخصصان و کارشناسانی در سطح گسترده نیاز خواهد بود که جا دارد دانشگاه‌های کشور خود را از پیش برای تربیت آنها آماده سازند. بدین منظور، در این تحقیق بعد از بررسی کامل در باره برنامه درسی رشته‌های مشابه در دانشگاه‌های مختلف جهان [از جمله کشورهای اروپایی، کانادا، آمریکا و ژاپن]، رشته مهندسی محیط زیست در سه گرایش مهندسی هوا، آب و خاک که سه رکن اصلی این رشته را شامل می‌شوند، طراحی شده است.

**واژه‌های کلیدی:** کارشناسی، مهندسی محیط زیست، برنامه آموزشی.

## ۱. مقدمه

مهندسی محیط‌زیست مجموعه روش اجرایی بر مبنای اصول و تئوری‌های علمی برای به حداقل رساندن تجمع آلودگی در محیط زیست می‌باشد. مهمترین دلیل حفاظت از محیط‌زیست را می‌توان بقای موجودات زنده دانست. مهندسان محیط‌زیست برای طراحی سیستم‌هایی که بتواند از آلودگی‌های خاک، هوا و آب جلوگیری نماید، تلاش می‌کنند. اصلی‌ترین کاربرد مهندسی محیط‌زیست در توسعه و ترویج فناوری‌های جدید برای پاکسازی آلودگی‌های موجود در سرتاسر جهان است. جلوگیری از خسارت‌های زیست‌محیطی و ترمیم آن به مهندسان محیط‌زیست کارآموده‌ای احتیاج دارد تا با کمک اطلاعات موجود و یافته‌های جدید علمی در مورد سیستم‌های مناسب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، بهترین روش یا روش‌ها را برای حذف یا کاهش آلودگی به کار گیرند [۱].

در چند دهه اخیر، بعضی از دانشگاه‌های جهان بخش‌های مهندسی عمران یا مهندسی شیمی خود را به بخش‌های مهندسی عمران و محیط‌زیست یا مهندسی شیمی و محیط‌زیست تغییر داده‌اند و با اضافه کردن تعدادی واحدهای درسی از جمله کنترل آلودگی هوا، مدیریت ضایعات جامد، تصفیه آب و فاضلاب‌های شهری، طراحی رآکتورهای بیوشیمیایی و شیمی و میکروبیولوژی آب، گرایش مهندسی محیط‌زیست را در مهندسی عمران یا مهندسی شیمی به وجود آورده‌اند [۲]. در تأسیس چنین گرایش‌هایی همواره استادانی از بخش‌های مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی عمران، زیست‌شناسی و میکروبیولوژی با یکدیگر همکاری داشته و به تدریج رشته مهندسی محیط‌زیست را به صورت یک فعالیت چند رشته‌ای<sup>۱</sup> در آورده‌اند [۵].

در ایران، پس از پیروزی انقلاب اسلامی و در دوران انقلاب فرهنگی، رشته کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست به همت تعدادی از استادان علاقه‌مند مطرح شد و پس از بحث‌های کارشناسی مفصل در نهایت به صورت یک رشته کارشناسی ارشد در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب رسید [۳] و از اوایل دهه ۷۰ در تعدادی از بخش‌های

مهندسی عمران دانشگاه‌های کشور از جمله دانشگاه صنعتی شریف، تربیت مدرس، علم و صنعت و صنعتی اصفهان به اجرا در آمد. نتیجه اجرای این دوره تاکنون تربیت مجموعاً ۲۰۰ تا ۳۰۰ کارشناس ارشد مهندسی محیط‌زیست بوده است که با بررسی‌های انجام شده در کارهای مرتبط با مهندسی محیط‌زیست به خدمت در جامعه مشغول شده‌اند.

رشد فزاینده صنایع آلوده‌ساز [از قبیل صنایع سیمان، صنایع نفت و پتروشیمی و گاز، صنایع چرم، صنایع فولاد و صنایع چوب و کاغذ] از یک طرف و گسترش استفاده از خودرو در شهرهای رو به توسعه از طرف دیگر، ابعاد آلودگی را در همه جنبه‌های محیط‌زیست (آب، هوا و خاک) به صورت دهشتناکی گسترش داده است. آلودگی منابع آبهای سطحی و زیرزمینی به دلیل عدم تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی، آلودگی شهرهای مختلف به دلیل تردد فزاینده وسایل نقلیه مستعمل و دودزا و عدم کنترل آلودگی ناشی از آنها، دفع بی‌رویه و غیرمهندسی ضایعات جامد شهری و صنعتی، گسترش آلودگی صدا به همراه کاهش مراتع و فضاهای سبز و همچنین، کاهش منابع آب‌های باکیفیت مناسب، سلامت محیط‌زیست را برای زندگی انسان‌ها و سایر جانداران به طور جدی به خطر انداخته است.

یکی از اقدام‌های اولیه برای مبارزه گسترده با آلودگی و کنترل آن، داشتن نیروی انسانی متخصص و کارآمد است که طبعاً به دلیل محدودیت تعداد پذیرش دانشجو در دوره‌های کارشناسی ارشد رفع نیاز از این طریق امکان‌پذیر نبوده است. اگرچه تعداد محدودی نیز از کارشناسان رشته‌های مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی عمران به اجبار جذب زمینه‌های تخصصی مهندسی محیط‌زیست شده‌اند، اما با توجه به نیاز گسترده و حیاتی شدن موضوع حفظ محیط‌زیست، تربیت مهندسان محیط‌زیست در سطح کارشناسی به‌عنوان ضرورتی اساسی و ملی مطرح است. این کارشناسان باید بتوانند خلأ موجود را در بخش‌های مختلف سازمان حفاظت محیط‌زیست، صنایع، شرکت‌های مهندسی مشاور و پیمانکاری پرکنند و از این طریق در برنامه حفظ و کنترل آلودگی‌های محیط‌زیست نقش مؤثری داشته باشند.

در گزارش حاضر سعی شده است یک برنامه جامع چهارساله کارشناسی برای رشته مهندسی محیط‌زیست تدوین شود. اگرچه عمده دروس مهندسی این رشته در بخش‌های مهندسی عمران، مکانیک و مهندسی شیمی نیز وجود دارد، اما با معرفی دروس تکمیلی نظیر

شیمی محیط زیست، میکروبیولوژی و استانداردهای زیست محیطی در برنامه کارشناسی، جذابیت این رشته نسبت به سایر دوره های کارشناسی مهندسی بیشتر می شود و آن را به صورت یک رشته مستقل مهندسی مطرح می کند. طبیعی است که این دوره در دانشگاه هایی قابل ارائه است که از پیش دارای مدرسه مهندسی<sup>۱</sup> باشند.

## ۲. وظایف مهندسان محیط زیست در کشور

مهندسی محیط زیست زمینه علمی گسترده و متنوعی است که خود به تعدادی از زمینه های کاربردی دیگر مربوط می شود. در ایران، به علت رو آوردن صنایع و شرکت های مهندسی به مکانیزه کردن و استاندارد کردن کارخانه های کشور طبق اصول تعریف شده در سازمان محیط زیست کشور و همچنین، به علت قوانین سخت گیرانه ملی و جهانی در زمینه های بخش آلاینده های هوا، آب و خاک و حتی صدا، امروزه دولت و سازمان محیط زیست برای حل مشکلات موجود توجه خاصی را به مهندسان محیط زیست مبذول داشته اند.

به این ترتیب، تربیت مهندسان و متخصصان این رشته کاربردی روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می شود و لزوم ایجاد این رشته از پایه؛ یعنی دوره کارشناسی و آشناسازی جوانان به موارد تخصصی این رشته کاملاً محسوس است.

به طور کلی، مهندسان محیط زیست با زمینه های کاری زیر سروکار دارند، ولی کار آنها به این موارد محدود نمی شود:

- تشخیص، درمان و حذف آلودگی های آب، خاک، هوا و صدا؛
- طراحی امکانات تصفیه ضایعات صنعتی و شهری از قبیل واحدهای تصفیه فاضلاب و ضایعات جامد؛
- توسعه فناوری های جدید تصفیه ضایعات؛
- تعیین توزیع محیطی فعالیت های انسان و فضای سبز؛
- توسعه نرم افزارهای محاسباتی برای شبیه سازی و پیش بینی اثرهای آلاینده ها؛

- توسعه سیستم‌های کامپیوتری و تجهیزات محاسباتی برای تحلیل و کنترل سیستم‌های شیمیایی، بیولوژیکی و اکولوژیکی؛
- تدوین و توسعه استانداردهای زیست‌محیطی و اعمال سیاست‌های دولت در مورد آنها؛
- مدیریت و ممیزی زیست‌محیطی.

### ۳. کاربرد و هدف از تربیت مهندسان محیط‌زیست

مهندسی محیط‌زیست در صنعت برای بهبود بازده عملیات ساخت و ساز به وسیله طراحی فرایندهایی که تولید ضایعات و مصرف انرژی را به حداقل می‌رساند، کاربرد فراوانی دارد. به‌علاوه، مهندسان محیط‌زیست در شرکت‌های مهندسی مشاوره، مراکز تحقیقاتی و تمام سطوح سازمان‌های دولتی به کار گرفته می‌شوند تا مسائل موجود در کنترل آلاینده‌ها را شناسایی و روش‌های استراتژیک مقابله با این آلاینده‌ها و تصفیه آنها را ارائه کنند.

مهندسان محیط‌زیست اغلب در گروه‌های چندگانه با دیگر مهندسان، پژوهشگران، وکلا، سیاستمداران یا سازمان‌های ارتباط جمعی کار می‌کنند. آنان آلودگی‌های موجود در هوا، آب و خاک را بررسی و در صورت امکان بازیافت می‌کنند و در واقع، برای حفظ کیفیت هوا، آب و خاک تلاش می‌کنند.

مسئولیت‌های مهندس محیط‌زیست شامل طراحی و ساخت سیستم‌هایی برای ایجاد شهرها و صنایعی با آب تمیز و همچنین، ایجاد تسهیلاتی برای جمع‌آوری، تصفیه و دفع مطمئن ضایعات خطرناک و غیرخطرناک شهری و صنعتی است. پیش‌بینی نقل و انتقال و سرنوشت آلاینده‌ها در محیط طبیعی نیز از جمله موارد مورد علاقه مهندسان محیط‌زیست می‌باشد.

با توجه به مسئولیت‌های متنوع و زیاد یک مهندس محیط‌زیست، او باید از مفهوم‌های شیمیایی و بیولوژیکی و همچنین، از مفهوم‌های فیزیکی معمول که با راه‌حل‌های مهندسی تلفیق می‌شوند، کاملاً با اطلاع باشد. لازمه این آگاهی‌ها استفاده از یک برنامه آموزشی کامل و جامع است تا مهندسان کارآموده‌ای در زمینه‌های تخصصی هوا، آب و خاک تربیت شوند.

برنامه کارشناسی مهندسی محیط زیست در واقع وسیله‌ای است برای به کارگیری اصول فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و مهندسی تا در مقابله با مشکلات محیط زیست قرار گیرد و در ضمن، موارد قانونی و سیاسی را که در حیطه کاری مهندسی محیط زیست می‌باشد، مطرح کند.

#### ۴. برنامه آموزشی دوره کارشناسی

برای تدوین برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست، بررسی جامعی در برنامه و دروس ارائه شده مربوط به مهندسی محیط زیست موجود در دانشگاه‌های داخل و خارج کشور به عمل آمد:

در داخل کشور در دوره کارشناسی [بجز دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال] هیچ‌گونه برنامه و رشته آموزشی مصوب در این زمینه وجود ندارد. متأسفانه، واحدهای درسی ارائه شده در بخش محیط زیست دانشگاه آزاد هماهنگی لازم را با اهداف ارائه شده در این رشته ندارد [۴].

در مورد دانشگاه‌های خارج از کشور، دانشگاه‌هایی از کشورهای آمریکا، کانادا، انگلستان و آلمان انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت [۲ و ۵]. به‌عنوان نمونه، برنامه‌های آموزشی دو دانشگاه از اروپا و آمریکا انتخاب شد تا با بهره‌گیری از دو سیستم آموزشی اروپایی و آمریکایی مناسب‌ترین برنامه آموزشی با رعایت شرایط دانشگاه‌ها و وضع کشور تدوین شود.

با توجه به بررسی‌های انجام شده، دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست معمولاً با دو زمینه مهندسی شیمی و مهندسی عمران ارائه می‌شود. دانشکده‌های مهندسی عمران به‌طور سنتی درگیر دروس مربوط به آب‌رسانی، توزیع آب و هوا و امور مربوط به مهندسی بهداشت بوده‌اند. این زمینه باعث شده است که با گسترده‌گی مسائل آلودگی‌های صنعتی از یک طرف و تمایل بعضی از استادان به کار در زمینه مسائل زیست‌محیطی از طرف دیگر، دانشکده‌های عمران به دانشکده عمران و محیط زیست<sup>۱</sup> تبدیل شوند. امروزه، تعدادی از

دانشکده‌های عمران دانشگاه‌های اروپا و آمریکا این عنوان را یدک می‌کشند، اما با توجه به کاربرد گسترده بعضی از دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی [از جمله ترمودینامیک، مکانیک سیالات، طراحی رآکتورهای شیمیایی و انتقال جرم] در امور مربوط به کنترل آلودگی‌های در محیط‌زیست، استادان بعضی از دانشکده‌های مهندسی شیمی که تمایل به حل معضلات زیست‌محیطی داشتند، دانشکده خود را به دانشکده‌های مهندسی شیمی و محیط‌زیست<sup>۱</sup> تغییر دادند. از این نوع دانشکده‌ها نیز در کشورهای اروپا و آمریکا دیده می‌شود، اگرچه قدمت اکثر آنها از نوع اول کمتر است.

در ایران نیز بسیاری از دانشکده‌های عمران و مهندسی شیمی که در زمینه دوره‌های کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست فعالیت می‌کنند، توانایی ایجاد رشته کارشناسی مهندسی محیط‌زیست را دارند.

#### ۵. طراحی برنامه کارشناسی مهندسی محیط‌زیست

برنامه کارشناسی مهندسی محیط‌زیست مطابق سایر دوره‌های مهندسی ارائه شده در دانشگاه‌های کشور [۳] از یک دوره چهارساله تشکیل می‌شود که شامل دروس عمومی، پایه، اصلی و تخصصی است. برای این دوره، سه گرایش تخصصی در زمینه هوا، آب و خاک نیز پیش‌بینی شده است و فقط عنوان‌های دروس تخصصی با توجه به نوع آنها در جداول صفحات بعد آمده است<sup>۲</sup>. به‌طور کلی، در سه گرایش تعریف شده در رشته مهندسی محیط‌زیست همانند سایر رشته‌های مهندسی ۱۴۲ واحد درسی گنجانده شده است که به ترتیب زیر می‌باشد.

سرفصل‌های دروس داده شده در جداول ۲ تا ۵ به‌طور کامل در مرجع ۶ ارائه شده است که برای حفظ اختصار در مطلب از ذکر آنها خودداری شده است.

---

۱. Dept. of Chemical and Environmental Eng.

۲. با توجه به شباهت عناوین دروس پایه و عمومی با رشته‌های مهندسی، جداول مربوط به این دروس ارائه نشده است. برای آگاهی پیشنهاد می‌شود به مرجع شماره ۶ رجوع شود.

جدول ۱. تقسیم بندی دروس در برنامه دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست [۶]

تعداد واحد	تقسیم بندی دروس
۲۰	دروس عمومی
۴۱	دروس پایه
۴۷	دروس اصلی
۲۸	دروس تخصصی
۶	دروس اختیاری
۱۴۲	جمع

جدول ۲. عناوین دروس تخصصی گرایش هوا در برنامه کارشناسی مهندسی محیط زیست [۶]

تعداد واحد	عنوان دروس
۲	هواشناسی
۳	آلودگی های محیط زیست
۳	کنترل آلودگی هوا
۲	دینامیک اثر وسول ها
۲	اصول تهویه صنعتی
۳	طراحی سیستم های تهویه مطبوع
۲	آشنایی با وسایل اندازه گیری
۳	مدل های ریاضی و شبیه سازی
۲	مقررات و استانداردهای هوا
۲	پیامد سنجی محیطی
۳	پروژه کارشناسی مربوط به گرایش هوا
۱	کارآموزی
۲۸ واحد	جمع



جدول ۳. عناوین دروس تخصصی گرایش آب در برنامه کارشناسی مهندسی محیط‌زیست [۶]

تعداد واحد	عنوان دروس
۲+۱	شبکه‌های توزیع و جمع‌آوری آب و فاضلاب و پروژه
۳	آلودگی‌های محیط زیست
۳	روش‌های تصفیه بیولوژیکی
۲	اصول طراحی تصفیه‌خانه‌ها
۲	آلودگی آب
۲	شیمی و میکروبیولوژی آب
۲	تصفیه فاضلاب‌های صنعتی
۳	هیدرولوژی مهندسی
۲	مقررات و استانداردهای آب و فاضلاب
۲	پیامدسنجی محیطی
۳	پروژه کارشناسی مربوط به گرایش آب
۱	کارآموزی
۲۸ واحد	جمع

جدول ۴. عناوین دروس تخصصی گرایش خاک در برنامه کارشناسی مهندسی محیط‌زیست [۶]

تعداد واحد	عنوان دروس
۲+۱	مکانیک خاک
۳	مدیریت و مهندسی ضایعات جامد
۳	آلودگی‌های محیط زیست
۲	مواد زاید خطرزا
۲	شیمی و میکروبیولوژی
۲	فرسایش خاک
۲	پیامدسنجی محیطی
۲	مقررات و استانداردهای خاک
۳	زمین‌شناسی مهندسی
۲	شناخت خاک
۳	پروژه گرایش خاک
۱	کارآموزی
۲۸ واحد	جمع

جدول ۵. عناوین بعضی از دروس اختیاری پیشنهادی برای دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست [۶]

تعداد واحد	عنوان دروس
۳	طراحی سازه‌های بتونی و فلزی
۳	جریان در بسترهای متخلخل و آبهای زیرزمینی
۳	مهندسی رودخانه و رسوب
۳	مهندسی منابع آب
۳	بیوتکنولوژی در محیط زیست
۲	بهداشت پر توها و حفاظت در برابر پرتو
۲	ایمنی و محیط زیست
۲	مدیریت محیط زیست
۲	مدیریت ترافیک شهری
۲	آلودگی صدا و صوت

\* از تعداد واحدهای فوق ۶ واحد درسی باید انتخاب شود.

### ۶. نتیجه گیری

گسترش فرهنگ زیست محیطی به آموزش نیاز دارد و این آموزش از سطوح مهد کودک تا مدیران ارشد باید گسترش یابد. اگرچه رسانه‌های گروهی در این زمینه می‌توانند نقش اساسی داشته باشند، آموزش مسئولان رسانه‌های گروهی نیز باید در دستور کار قرار گیرد. هیئت دولت، ائمه جماعت و معلمان از جمله اشخاص کلیدی برای دریافت آموزش‌های زیست محیطی می‌توانند باشند.

در کنار آموزش همگانی، تربیت کارشناسان متخصص برای کنترل آلودگی‌های زیست محیطی بسیار اساسی و ضروری است. متأسفانه، هنوز دوره مدونی برای تربیت کارشناس‌های مهندسی محیط زیست در کشور ارائه نشده است. گزارش حاضر در واقع طراحی محتوای دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست در قالب دوره‌های چهار ساله کارشناسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. با توجه به گسترش ابعاد آلودگی در همه زمینه‌های محیط زیست (آب، هوا و خاک) به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توصیه

می‌شود که از دانشگاه‌های کشور بخواهد تا در راه‌اندازی این دوره در دانشکده‌های مهندسی، هرچه سریع‌تر اقدام کنند.

با گسترش فرهنگ محیط زیست‌شناسی طبعاً به چنین کارشناسانی در سطح گسترده نیاز خواهد بود که جا دارد دانشگاه‌های کشور خود را از پیش برای تربیت آنها آماده سازند.

## مراجع

1. Environmental Engineering Education in Europe, Water Science & Technology, Vol. 41, No. 2, 2000.

۲. کاتالوگ دانشگاه‌های کمبریج، برایتون و امپریال کالج انگلستان، ۱۹۹۸.

۳. برنامه درسی گرایش‌های مختلف رشته مهندسی شیمی در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۷۹.

۴. اطلاعات دریافتی از مسئولان گروه‌های آموزشی در دانشگاه‌های مختلف کشور.

۵. اطلاعات دریافتی از اینترنت از سایت دانشگاه‌های آمریکا، کانادا، آلمان، فرانسه و انگلستان.

۶. گزارش نهایی برنامه آموزشی برای دوره کارشناسی مهندسی محیط زیست در کشور، فرهنگستان علوم، شاخه انرژی و محیط زیست، زمستان ۱۳۸۰.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۷/۹)