جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: ژنتیک و به نژادی گیاهی

گروه: مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی

مصوب جلسه شماره ۶۱ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۹

کمیسیون برنامه ریزی آموزشی

بسم الله الرحمن الرحیم

عنوان برنامه درسی: ژنتیک و به نژادی گیاهی

۱) برنامه درسی دوره دکتری رشته ژنتیک و به نژادی گیاهی در جلسه شماره۶۱ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی بازنگری و تصویب شد.

۲) برنامه درسی دوره دکتری رشته ژنتیک و به نژادی گیاهی از تاریخ تصویب جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته اصلاح نباتات مصوب جلسه شماره ۴۱۴ مورخ ۱۳۸۱/۲/۲۹ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی شد.

۳) برنامه درسی فوق الذکر از تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.

۴) برنامه درسی فوق الذکر برای دانشجویانی که بعد از تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ در دانشگاهها پذیرفته می شوند قابل اجرا است.

۵) این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ به مدت پنج سال قابل اجراست و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی دوره دکتری

رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

۱-مقدمه

دوره دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی بالاترین مقطع دانشگاهی در این رشته است که باید به مجموعه‌های هماهنگ از دانش‌ها و تکنیک‌های این رشته طی فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی منتهی گردد.

۲-اهداف

هدف از برگزاری این دوره، تربیت متخصصانی است که با یادگیری علوم و فنون مربوطه، ضمن دستیابی به آثار علمی و روش-های پیشرفته تحقیق بر جدیدترین مبانی علمی، پژوهشی و نوآورانه در این زمینه‌ها احاطه یابند. مجموعه این فعالیت‌های علمی و پژوهشی به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش در رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی با زمینه‌های ژنتیک بیومتری، ژنتیک ملکولی و به‌نژادی ملکولی‌می انجامد.

۳- طول دوره و شکل نظام

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

٤- ضرورت و اهمیت

به‌نژادی گیاهان لازمه تامین غذای جمعیت رو به رشد کشور و جهان است. تعلیم و تربیت نیروهایی که بتوانند در بالاترین سطح علمی در دوره دکتری رشته "ژنتیک و به‌نژادی گیاهی" فعالیت نمایند از اهمیت ویژه‌ای در تولید ارقام پرمحصول و با کیفیت بالا و مقاوم به تنش‌های محیطی برخورداراست نیاز روزافزون به حضور چنین متخصصینی در مراکز آموزش عالی کشور و موسسات تحقیقاتی از نیازهای‌اصلی بخش کشاورزی کشور در جهت نیل به خودکفایی و امنیت غذایی به حساب می‌آید.

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی

تعداد واحدهای دوره دکتری رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی۳۶ واحد شامل ۱۶ واحد درسی و ۲۰ واحد رساله به شرح زیر است:

دروس تخصصی	۸ واحد
دروس اختیاری	۸ واحد
رساله	۲۰ واحد
مجموع واحدها	۳۶ واحد

٦-نقش و توانایی دانش آموختگان

دانش آموختگان دوره دکتری رشته "ژنتیک و بهنژادی گیاهی" قادرند در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی مانند موسسات اصلاح و تهیه بذر به تدریس و تحقیق بپردازند.

۷- شرایط گزینش دانشجو

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

فصل دوم

جداول دروس دوره دکتری رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

دروس تخصصی	۱۶ واحد
رساله	۲۰ واحد
مجموع واحدها	۳۶ واحد

از ۱۶ واحد درسی تخصصی، ۸ واحد دروس الزامی است و ۸ واحد از بین دروس اختیاری با نظرشورای گروه انتخاب خواهد شد.

الف: دروس تخصصی الزامی (۸ واحد)

ردیف درس	نام درس	واحد	نوع واحد درسی و ساعت			پیش‌نیاز	عنوان لاتین
			نظری	عملی	جمع		
۱	به‌نژادی گیاهان برای مقاومت به تنش‌های زیستی	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Plant Breeding for Biotic Stresses Resistance
۲	به‌نژادی گیاهان برای تحمل به تنش‌های غیرزیستی	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Plant Breeding for abiotic Stresses Tolerance
۳	ژنتیک بیومتری	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Biometrical Genetics
۴	ژنتیک ملکولی پیشرفته	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Advanced Molecular Genetics
جمع		۸					

ب: دروس تخصصی اختیاری (۸ واحد)

ردیف درس	نام درس	واحد	ساعت			پیش‌نیاز	عنوان لاتین
			نظری	عملی	جمع		
۵	ژنتیک جمعیت	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Population Genetics
۶	ژنومیک آماری	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Statistical Genomics
۷	سیتوژنتیک پیشرفته	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Advanced Cytogenetics
۸	کاربرد نرم افزارها در تجزیه داده‌های ژنتیکی و ملکولی	۱+۱	۱۶	۳۲	۴۸	ندارد	Application of Softwares in Genetical and Molecular Data Analysis
۹	مهندسی ژنتیک پیشرفته	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Advanced Genetic Engineering
۱۰	به‌نژادی برای کیفیت محصولات زراعی	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Breeding for Quality of Crop Plants
۱۱	بیوانفورماتیک	۱+۱	۱۶	۳۲	۴۸	ندارد	Bioinformatics
۱۲	روش‌های نوین آزمایشگاهی در به‌نژادی گیاهی	۲	–	۶۴	۶۴	ندارد	Innovative Laboratory Methods in Plant Breeding
۱۳	طرح‌های آزمایشی پیشرفته	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Advanced Experimental Designs
۱۴	بیوشیمی گیاهی پیشرفته	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Advanced Plant Biochemistry
۱۵	ژنومیک جمعیت	۲	۳۲	–	۳۲	ندارد	Population Genomics
۱۶	سمینار	۱	۱۶	–	۱۶	ندارد	Seminar
۱۷	درس آزاد*	۳-۲				ندارد	Optional course

از دروس اختیاری، ۸ واحد با نظر شورای گروه انتخاب خواهد شد.

* دانشجو می‌تواند به پیشنهاد استاد راهنما و تایید گروه یک درس به ارزش ۳ یا ۲ واحد از سایر رشته‌ها مرتبط با رساله خود اخذ نماید.

فصل سوم:

سرفصل دروس دوره دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

عنوان درس به فارسی: **به‌نژادی گیاهان برای مقاومت به تنش‌های زیستی** **عنوان درس به انگلیسی:** **Plant Breeding for Biotic Stresses Resistance**	ردیف درس: ۱	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی الزامی	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐				

هدف درس: آشنایی با فیزیولوژی، سازوکارهای ملکولی و به‌نژادی مقاومت به تنش‌های زیستی

رئوس مطالب:

نظری:

مروری بر مفاهیم مقاومت، مکانیسم‌ها و استراتژی‌های مقاومت به بیماری‌ها (دفاع مستقیم و غیرمستقیم و القای آن‌ها، انواع مدل-های ژن برای ژن، مقاومت پایدار و عوامل تاثیرگذار بر آن، انتقال پیام در مقاومت به بیماری‌ها)، آسیب‌پذیری ژنتیکی، اپیدمیولوژی، اثر عوامل محیطی در گسترش اپیدمی، اثر متقابل میزبان و آفت یا عامل بیماری، تغییرپذیری در پاتوژن‌ها، روش‌های ملکولی اصلاحی برای مقاومت به بیماری‌ها، ژن‌های و پروتیین‌های مقاومت به بیماری‌ها، مقاومت به آفات (انواع مقاومت و عوامل تاثیر گذار بر آن)، مکانیسم‌های مقاومت به آفات، ترارسانی علامت در مقاومت به بیماری‌ها و آفات، معیارها و شاخص‌های گزینش، علف های هرز (اساس تئوریکی رقابت بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی، تنش وارد شده به گیاه زراعی متعاقب رقابت با علف هرز)، آللوپاتی، مکانیسم تنظیم بیان ژن در پاسخ به تنش‌های زیستی، کاربرد بیوتکنولوژی در به‌نژادی برای مقاومت به تنش‌های زیستی

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-Fritsche-Neto R. and Aluízio B. 2012.Plant Breeding for Biotic Stress Resistance. Springer

-Varshney R.K. and Tuberosa R. |2013. Translational Genomics for Crop Breeding: Biotic Stress. John Wiley & Sons, Inc.

عنوان درس به فارسی: **بهنژادی گیاهان برای تحمل به تنش‌های غیرزیستی** **عنوان درس به انگلیسی:** **Plant Breeding for Abiotic Stresses Tolerance**	ردیف درس: ۲	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی الزامی	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد☐ ندارد ■ سفر علمی☐ کارگاه☐ آزمایشگاه☐ سمینار☐					

هدف درس: آشنایی با فیزیولوژی، سازوکارهای ملکولی و بهنژادی مقاومت به تنش‌های غیرزیستی

رئوس مطالب:

نظری:

اهمیت تنش‌های غیر زیستی، انواع تنش‌های غیرزیستی (خشکی، گرما، سرما، شوری، فلزات سنگین و...)، اثرات سوء تنش‌ها، سازوکارهای مقاومت (گریز، اجتناب و تحمل)، مبانی فیزیولوژیک و بیولوژیک تنش‌ها، شاخص‌های فیزیولوژیکی برای غربال-گری در تنش‌های غیرزیستی، روابط تنش‌ها با یکدیگر، پاسخ فیزیولوژیکی و ملکولی گیاهان به تنش‌های غیرزیستی، مکانیسم‌های تنظیم بیان ژن در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی، سازوکارهای مختلف دریافت و انتقال پیام، روش‌های ارزیابی مزرعه‌ای و گلخانه-ای، روش‌های بهنژادی برای تحمل به تنش‌های غیرزیستی، راهبردهای گزینش برای مقاومت و مزایا و معایب آن‌ها شاخص‌های مقاومت، کاربرد نشانگرهای ملکولی در بهنژادی برای مقاومت به تنش‌های غیرزیستی، مقایسه روش‌های گزینش کلاسیک و گزینش بر مبنای نشانگر، کاربرد امیک‌ها در بهنژادی مقاومت به تنش‌های غیرزیستی

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-Ashraf M. and Harris P.J.C. 2005. Abiotic Stresses: Plant Resistance throughBreeding and Molecular Approaches. Haworth Press Inc. New York.

-Nguyen H.T. and Blum A. 2004.Physiology and Biotechnology Integration for Plant Breeding.Marcel Dekker, New York.

-Pareek A., Sopory S.K.,Bohnert H.J. and Govindjee A. 2010. Abiotic Stress Adaptation in Plants: Physiological, Molecular and Genomic Foundation.Springer.

-Tuteja N., Tiburcio A.F., Gill S.S. and Tuteja R. 2011. Improving Crop Resistance to Abiotic Stress: Omics Approaches.John Wiley & Sons.

عنوان درس به فارسی: **ژنتیک بیومتری** **عنوان درس به انگلیسی:** **Biometrical Genetics**	ردیف درس: ۳	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی الزامی	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐				

هدف درس: آشنایی با کاربرد روش‌های ژنتیک کمی در به‌نژادی گیاهی

رئوس مطالب:

نظری:

تجزیه میانگین و واریانس نسل‌ها (نقش پیوستگی ژنی، اثر مادری و اپیستازی)، طرح‌های تجزیه ژنتیکی تکمیلی، روش‌های تجزیه پایداری با تأکید بر AMMI و GGE- biplot، انواع روش‌های گزینش با تأکید بر شاخص گزینشی، اثر متقابل ژنی و پیوستگی (اثر متقابل غیر آللی، واریانس‌ها و کوواریانس‌ها، توزیع‌های همبسته ژن: پیوستگی و دی آل‌ها)، روش‌های برآورد تعداد ژن و فاکتورهای موثر، آشنایی با مدل‌های مخلوط (Mixed models) و استفاده از آن‌ها در به‌نژادی گیاهی، روش بهترین پیش‌بینی کننده خطی نا اریب (BLUP) و کاربرد BLUP در برآورد اجزای واریانس ژنتیکی، ارزش اصلاحی، تجزیه دیالل و پیش‌بینی عملکرد هیبریدها، روش‌های Resampling، روش‌های تجزیه داده‌های ملکولی (تجزیه واریانس ملکولی، پارامترهای FST، GST و ...)، تفسیر ملکولی داده‌های بیومتری (بررسی ملکولی گزینش و پایداری)

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

-Crossa J., Perez P., de los Campos G., Mahuku G., Dreisigacker S., et al., 2010 Genomic selection and prediction in plant breeding. In: M.S. Kang (ed.) Quantitative Genetics, Genomics, and Plant Breeding. CABI Publishing, New York.

-Kang M.S. 2002. Quantitative Genetics, Genomics, and Plant Breeding. CABI Publishing, New York.

-Mather K. and Jinks, J.L. 1982.Biometrical Genetics, 3rd ed. University Press, Cambridge, U.K.

-Xu Y. 2010. Molecular Plant Breeding. CABI Publishing, New York.

عنوان درس به فارسی: ژنتیک ملکولی پیشرفته عنوان درس به انگلیسی: Advanced Molecular Genetics	ردیف درس: ۴	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی الزامی	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی با مباحث پیشرفته در زمینه ژنتیک ملکولی و کاربردهای آن

رئوس مطالب:

نظری:

مقدمه‌ای بر ژنتیک ملکولی، تکامل مفهوم ژن، پیچیدگی ژنوم، توالی‌های تکراری، محاسبه تعداد و اندازه توالی‌های تکراری، رابطه بین اندازه ژنوم و پیچیدگی ژنتیکی، روش‌های شناسایی ژن‌ها (TransposonTagging، T-DNA Tagging، Map-Based Cloning، Chemical Genetics)، TILLING و EcoTILLING و کاربردهای آن‌ها، روش‌های تهیه نقشه‌های فیزیکی (Restriction Mapping، Optical Mapping، Gel Stretching، Molecular Combing، FISH، STS Mapping)، ژنوم‌های هسته‌ای یوکاریوتی (ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های ژنتیکی، سازمان‌یابی ژن)، مقایسه ساختار ژن‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی، ترانسپوزون‌ها، ژنوم غیرهسته‌ای و تبادل مواد ژنتیکی بین اندامک‌ها و هسته، تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها، انواع مدل‌های alternative splicing و نقش آن در تنظیم بیان ژن‌ها، متیله شدن DNAو نقش آن در تنظیم بیان ژن‌های یوکاریوتی، روش‌های شناسایی متایلوم (Methylome) در ژنوم (CRED-RA، MS-AP-PCR، MSRF، MSAP، AIMS، RLGST)، نقش Micro-RNA، RNAi و SiRNA در تنظیم بیان ژن، ژنتیک گلدهی و مدل‌های ژنتیکی، ژنتیک ورنالیزاسیون (نقش طول روز، کیفیت نور، سرما و ... در تعیین زمان گلدهی)

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

- Dale J.W. 2012. From Genes to Genomes.John Wiley & Sons, Inc.
- Miesfeld R. 1999. Applied Molecular Genetics.John Wiley & Sons, Inc.
- Payne C.J. 2014. Epigenetics and Epigenomics.InTech.Publishing.
- Stuart D. 2103. The Mechanisms of DNA Replication.InTech.Publishing.
- WatsonJ.D. and BakerT.A.2014. Molecular Biology of the Gene.Cold Spring Harbor

عنوان درس به فارسی: **ژنتیک جمعیت** **عنوان درس به انگلیسی:** **Population Genetics**	ردیف درس: ۵	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مباحث پایه و تکمیلی ژنتیک جمعیت، آشنایی با مباحث کلاسیک و ملکولی ژنتیک جمعیت

رئوس مطالب:

نظری:

ساختار ژنتیکی جمعیت، عوامل سیستماتیک تغییر فراوانی‌های ژنی، عدم تعادل مرحله گامتی، پیامدهای پیوستگی، اندازه موثر جمعیت، درون زادآوری در جمعیت‌های شجره‌دار، تاثیر درون زادآوری و دگرزادآوری بر میانگین و واریانس جمعیت، مبنای ژنتیکی پسروی درون زادآوری و هتروزیس، پاسخ هم‌بسته به گزینش، چندشکلی در جمعیت‌های ژنتیکی، روش‌های تفکیک تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها، روش‌های ملکولی تجزیه تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها، مدل‌های مورد استفاده در بررسی دینامیک جمعیت‌ها، رابطه و فاصله بین جمعیت‌ها، تعیین ساختار ژنتیکی جمعیت بر اساس روش‌های ملکولی

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

-Hoelzel, A. R. (1998). Molecular Genetic Analysis of Populations: A Practical ApproachOxford University Press..

-Hedrick, P.W. (2000). Genetics of Populations, 2nd Ed.Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, MA.

-Hartl, D.L. and ClarkA, G. (2007).Principles of Population Genetics 4th Ed., Sinauer Inc.

-Hamilton, M.B. (2009). Population Genetics.Wiley Blackwell.

-Hedrick, P. (2011). Genetics of populations. Jones & Bartlett Learning

-Fusté, M.C. (2012). Studies in Population Genetics.InTech.Publishing.

عنوان درس به فارسی: **ژنومیک آماری** **عنوان درس به انگلیسی:** **Statistical Genomics**	ردیف درس: ۶	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی روش‌های مکان‌یابی ژن‌های کنترل‌کننده صفات کمی با استفاده از داده‌های ملکولی

رئوس مطالب:

نظری:

تاریخچه ژنومیک آماری، اساس مکان‌یابی ژن‌های کنترل کننده صفات کمی(QTL)، مفروضات تجزیه QTL، انواع جمعیت‌های مورد استفاده در تهیه نقشه‌های ژنتیکی و مکان‌یابی QTLها و اساس ژنتیکی آن‌ها، روش‌های تجزیه پیوستگی (تجزیه رگرسیون و حداکثر درست‌نمایی)، فاکتورهای موثر در کارآیی تجزیه پیوستگی (نوع و اندازه جمعیت، نوع نشانگر، روش آماری، نرم‌افزار)، روش‌های مکان‌یابی QTLها (تجزیه تک نشانگری، مکان‌یابی فاصله‌ای، مکان‌یابی فاصله‌ای مرکب، تجزیه تفرق توده‌ای، مکان‌یابی با استفاده از ژنوتیپ‌های انتخابی)، مباحث جدید در تجزیه QTL، نقشه‌های عدم تعادل پیوستگی، تجزیه ارتباط (Association Mapping) و عوامل موثر بر آن، مقایسه کارآیی تجزیه QTL و تجزیه ارتباط- گزینش به کمک نشانگر (Marker Assisted Selection) (MAS)، تلاقی برگشتی به کمک نشانگر (Marker Assisted Backcrossing)، حداقل اندازه جمعیت، تعداد و فاصله نشانگر در MAS، روش‌های(SLS-MAS(Single Large Scale-MAS، روش Advanced Backcross QTL Mapping، تجزیه QTL و تجزیه ارتباط در گیاهان چند ساله، Genomic Selection، کاربرد داده‌های Next Generation Sequencing در تجزیه صفات کمی

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

-Gondro C., van der Werf J. and Hayes B. 2013. Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction

-Liu B.H. 1997. Statistical Genomics: Linkage, Mapping and QTLAnalysis. CRC Press.

-Xu S. 2013. Principles of Statistical Genomics.Springer.

عنوان درس به فارسی: سیتوژنتیک پیشرفته عنوان درس به انگلیسی: Advanced Cytogenetics	ردیف درس: ۷	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد☐ ندارد■ سفر علمی ☐ کارگاه☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس:طرح و بررسی مباحث پیشرفته سیتوژنتیک و آشنایی با تکنیک‌های نوین آن

رئوس مطالب:

نظری:

چرخه سلول و کنترل چرخه سلول، میتوز و میوز، مکانیسم ژنتیکی و ملکولی کراسینگ‌اور، ساختار هسته در اینترفاز (آرایش کروموزوم‌ها در اینترفاز و قلمروهای کروموزومی، جابه‌جایی کروموزومی و میوز و نقش آن در رابطه با رونویسی و ارسال mRNA)، نحوه تشکیل و تبدیل هتروکروماتین اختیاری و نقش آن در رونویسی و تظاهر ژنتیکی، سازمان‌یابی نواحی NOR و هستک‌ها، سازمان‌یابی نواحی سانترومر، تلومر، پلی پلوئیدی و نقش آن در تکامل گیاهان زراعی، روش‌های مختلف تولید گیاهان هاپلوئید، اتو و آلوپلوئیدی در گیاهان زراعی، منابع تولید و سیتولوژی تریسومی‌ها، تفکیک ژنتیکی و موارد استفاده دیگر تری-سومی‌ها، مورفولوژی، آناتومی، فیزیولوژی و بیوشیمی تری‌سومی‌ها، منابع تولید و سیتولوژی مونوسومی‌ها و نولی سومی‌ها، رفتار آمیزشی و مورفولوژی مونوسومی‌ها و نولی سومی‌ها، مطالعات ژنتیکی و موارد استفاده دیگر از مونوسومی‌ها و نولی سومی‌ها، انواع و نحوه پیدایش و تکامل در موجودات مختلف با تاکید بر گیاهان، Imprinting، کاربرد سیتوژنتیک در مطالعات ژنومی و مهندسی ژنتیک، انتقال ژن‌های خارجی به گیاهان زراعی توسط دست‌ورزی کروموزومی، روش‌های انتقال مقاومت به بیماری از ارقام وحشی و آنالیز ژنتیکی آن، سیتوژنتیک ملکولی (مقدار DNA هسته‌ای و نحوه سازمان‌دهی آن)، سیتوژنتیک گندم، برنج، پنبه، ذرت و تریتیکاله، تکنیک‌های هیبریداسیون In-Situ، اساس ملکولی کراسینگ اور، سیتوژنتیک واریانت‌های گامتوکلونال و سوماکلونال، تکنیک‌های ملکولی رایج در سیتوژنتیک شامل ISH، FISH، GISH، SKY و M-FISH به شکل کامل، کاربرد Flow Cytometery در سیتوژنتیک.

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

- امیدی ، منصور و عمران عالیشاه. (۱۳۸۹) . دو رگه سازی DNA در محل. انتشارات دانشگاه تهران.
- امیدی ، منصور ، عمران عالیشاه و بهرام سامان‌فر. (۱۳۹۰) . سیتوژنتیک گیاهی،انتشارات دانشگاه تهران.

-Singh, R.J. (2010). Plant Cytogenetics, CRC Press

-Bass, H. W., &Birchler, J. A. (2012). Plant Cytogenetics.Springer.

-Busch, H. (Ed.). (2012). TheCell Nucleus (Vol. 3).Elsevier.

عنوان درس به فارسی: **کاربرد نرم‌افزارها در تجزیه داده‌های ژنتیکی و ملکولی** **عنوان درس به انگلیسی:** **Application of Softwares in Genetical and Molecular Data Analysis**	ردیف درس: ۸	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۱ واحد نظری ۱ واحد عملی	دروس پیش‌نیاز ندارد
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □				

هدف درس: آشنایی با نرم‌افزارهای مورد استفاده در تجزیه داده‌های ژنتیکی و ملکولی

رئوس مطالب:

نظری:

آشنایی با محیط R، برنامه‌نویسی R برای تجزیه طرح‌های ژنتیکی (دیالل، لاین در تستر، طرح‌های کارولینای شمالی)، تجزیه تنوع و ساختار جمعیت‌ها، تجزیه QTL و تجزیه ارتباط

عملی:

نرم‌افزارهای تجزیه تنوع ژنتیکی با داده‌های ملکولی (NTSYS، GenAlEx، PowerMarker، Popgene، Structure، DARwin و MEGA)، نرم افزارهای تهیه نقشه ژنتیکی (Mapmaker Joinmap، Mapdisto، و Mapmanager)، نرم افزارهای مکان‌یابی QTLها (QTLCartographer، Qgene و QTLIci mapping)، نرم‌افزارهای تجزیه ارتباط (TASSEL)، نرم‌افزارهای تجزیه پایداری مانند AMMI و GGE Biplot نرم افزارهای تجزیه طرح‌های ژنتیکی

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

- راهنمای نرم‌افزارهای مورد استفاده

-R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

عنوان درس به فارسی: **مهندسی ژنتیک پیشرفته** **عنوان درس به انگلیسی:** **Advanced Genetic Engineering**	ردیف درس: ۹	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
	آموزش تکمیلی عملی: سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐		دارد ☐	ندارد ■	

هدف درس: آشنایی بنیادی دانشجویان با روش‌های شناسایی و جداسازی ژن‌ها با هدف انتقال و کاربرد آن‌ها در محصولات تراریخته

رئوس مطالب:

نظری: شناسایی ژن‌ها و جداسازی آنها شامل روش‌های شناسایی ژن مبتنی بر هیبریداسیون نظیر بلاتینگ و استفاده از کتابخانه‌های ژنومی و cDNA، انواع روش‌های تهیه شناساگر و روش‌های نوین توالی‌یابی، روش‌های شناسایی مبتنی بر عملکرد ژن، روش‌های شناسایی مبتنی بر واکنش ایمونولوژیکی، روش‌های شناسایی مبتنی بر میان‌کنش شیمیایی پروتئین‌ها (انواع روش‌ها نظیر سیستم هیبرید دوتایی مخمر و نمایش فاژی)، سنتز ژن، شناسایی عملکرد ژن‌ها شامل: خاموشی ژن‌ها و غیرفعال‌سازی کامل (نوترکیبی همولوگوس و برچسب ترانسپوزون)، به‌کارگیری dsRNA، القای موتاسیون هدف‌دار در جایگاه خاص و انواع روش‌های آن، شناسایی عمل‌کرد ژنوم (ترانس کریپتوم شامل میکرواری و RNAseq، سیستم SAGE، پروتئوم شامل پروتئومیکس)، مهندسی تنظیم‌کننده‌ها(Regulon Engineering) و بیوسنسورها، ساخت یک‌سازه مناسب برای انتقال ژن به گیاهان (ساخت‌سازه با استفاده از آنزیم‌های برشی و روش‌های نوین مبتنی بر PCR و غیر مبتنی بر PCR ، وابسته به لیگاز و غیروابسته به لیگاز، Golden gate، Golden Braid)، به‌کارگیری دست‌کاری ژنتیکی در مهندسی پروتئین (روش‌های Rationalو Evolutional)، بیان پروتئین هترولوگوس در میزبان‌های پروکاریوت و یوکاریوت، سیستم‌های خالص‌سازی پروتئین نوترکیب، انواع انتقال ژن به گیاهان (موقت و دایمی شامل روش‌های Cisgenesis و Transgenesis، Genome editing، Tranplastomic، In planta transformation ، اهداف مهندسی ژنتیک گیاهی (مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، زیست پالائی، کیفیت مواد غذایی و....) موقعیت مهندسی ژنتیک محصولات تراریخته در ایران و جهان.

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

-Brown, T.A. (2002). Genome3. Wiley-Liss, New York.

-Reece, R.J.(2004). Analysis of Genes and Genomes, Wiley Press.

-Primrose, S.B.andTwyman, R.M. (2006).Principles of Gene Manipulation and Genomics Seventh Edition. Blackwell Publishing.

-Glick Bernard, R., Pasternak, J. J. and Cheryl L. Patten. (2010).Molecular Biotechnology: Principles and Applications ofRecombinant DNA- 4th ed. ASM Press, USA

-Kempken, F. & Jung, C.(2010). Biotechnology in Agriculture and Forestry, SpringerVerlag Berlin Heidelberg.

عنوان درس به فارسی: به‌نژادی برای کیفیت محصولات زراعی عنوان درس به انگلیسی: Breeding for Quality of Crop Plants	ردیف درس: ۱۰	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی با اهمیت کیفیت محصولات زراعی و روش‌های به‌نژادی آن‌ها

رئوس مطالب:

نظری:

خصوصیات کیفی مهم در گیاهان زراعی (پروتئین، روغن، قند، الیاف، ...)، معیارهای کیفیت و شاخص‌های کیفی در محصولات زراعی، نقش کیفیت محصولات زراعی در سلامت جوامع بشری، اساس ژنتیکی خصوصیات کیفی گیاهان زراعی، ارتباط ژنتیک خصوصیات کیفی گیاهان زراعی با سایر خصوصیات آن‌ها مانند عملکرد، مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی، زمان رسیدگی و ...، روش‌های به‌نژادی برای بهبود خصوصیات کیفی گیاهان (روش‌های گزینشی برای خصوصیات کیفی گیاهان، استراتژی‌های به‌نژادی برای بهبود همزمان عملکرد و خصوصیات کیفی)، مروری بر مهم‌ترین گیاهان تولید شده و یافته‌های جدید مرتبط با ویژگی‌های کیفی در گیاهان، آینده‌نگری در هدف‌های بهبود کیفیت گیاهان با توجه به نیازهای جوامع انسانی مختلف

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-BasraA.S. and Randhawa L.S. 2002.Quality Improvement in Field Crops.Food Products Press, USA.

-George A. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding.Blackwell Publishing.

-Johann V. and Rajcan I. 2009.Crops.Springer.

-Mugnozza G.T., Proceddu E. and Pagnotta M.A. 1999. Genetics and Breeding for Crop Quality and Resistance. Kluwer Academic Publishers.

عنوان درس به فارسی: بیوانفورماتیک عنوان درس به انگلیسی: Bioinformatics	ردیف درس: ۱۱	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۱ واحد نظری ۱ واحد عملی	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد■ ندارد□ سفر علمی□ کارگاه□ آزمایشگاه■ سمینار□					

هدف درس: آشنایی با مباحث بیوانفورماتیک

رئوس مطالب:

نظری:

ابزارهای موجود در بانک‌های اطلاعاتی، بانک‌های اطلاعاتی RNA،DNA و پروتئین، روش‌های جستجو در بانک‌های اطلاعاتی، پایگاه‌های اطلاعاتی توالی اسیدهای نوکلئیک، پایگاه‌های اطلاعاتی توالی پروتئین‌ها، پایگاه‌های اطلاعاتی ساختار پروتئین‌ها، انواع دیگر پایگاه‌های اطلاعاتی بیولوژیکی، اصول هم‌ردیفی توالی‌های DNA و پروتئین، هم‌ردیفی ساختارهای پروتئینی، نحوه تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح ژنوم و پروتئوم، پیش‌بینی ژن، پیش‌بینی ساختار DNA ، پیش‌بینی ساختار RNA، پیش‌بینی ساختار و تعیین عملکرد پروتئین، تجزیه‌های فیلوژنتیکی، استفاده از بانک‌های اطلاعاتی در بیولوژی سیستم‌ها، ژنومیک مقایسه‌ای

عملی:

انجام مباحث فوق با استفاده از نرم‌افزارهای موجود، کار با نرم‌افزارهای مختلف موجود در بانک‌های اطلاعاتی

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

- Xiaoha H. and Pan Y. 2007. Knowledge Discovery in Bioinformatics: Techniques, Methods Applications. John Willey & Sons, Inc.

عنوان درس به فارسی: **روش‌های نوین آزمایشگاهی در به‌نژادی گیاهی** **عنوان درس به انگلیسی:** **Innovative Laboratory Methods in Plant Breeding**	ردیف درس: ۱۲	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۶۴	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد عملی نظری ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
	آموزش تکمیلی عملی: دارد ■ ندارد □ سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □				

هدف درس: آشنایی روش‌های نوین آزمایشگاهی

رئوس مطالب:

نظری: ندارد

عملی:

مروری بر ژنومیک ساختاری، ژنومیک کارکردی، ترانسکریپتومیک، پروتئومیک، متابولومیک و ژنتیک معکوس از نقطه نظر اجرایی و آزمایشگاهی

براساس میزان توانمندی آزمایشگاهی دانشجویان ورودی و امکانات آزمایشگاهی موجود، دانشجویان می‌توانند تکنیک‌های مختلفی مانند: آماده‌سازی نمونه های DNA ژنومی برای NGS، آماده‌سازی نمونه‌های cDNA برای RNA seq، ساخت کانتیگ از نتایج NGS، Real-Time PCR، جداسازی طول کامل RNA با تکنیک RACE، استخراج پروتئین و تعیین کمیت آن، جداسازی پروتئین‌ها در بعد اول و دوم.

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-Cullis C.A. 2004.Plant Genomics and Proteomics. John Willey & Sons, Inc.

-Fleury D.and Whitford R. 2014. Crop Breeding, Methods and Protocols.Springer Science, New York, USA.

-Somers D.J., Langridge P. and Gustafson J.P. 2009.Plant Genomics.Methods and Protocols. Humana Press.

عنوان درس به فارسی: **طرح‌های آزمایشی پیشرفته** **عنوان درس به انگلیسی:** **Advanced Experimental Designs**	ردیف درس: ۱۳	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی با مباحث پیشرفته و تکمیلی در طرح‌های آزمایشی کشاورزی

رئوس مطالب:

نظری:

مبانی و مفروضات تجزیه واریانس، تبدیل داده‌ها، امیدریاضی، طرح‌های آشیانه ای، طرح اسپلیت‌پلات حجیم شده، طرح اسپلیت بلوک حجیم‌شده، طرح‌های بلوک ناقص متعادل و نامتعادل، طرح‌بلوک‌های متعادل گروهی، طرح آلفا لاتیس، تجزیه مرکب طرح-های آزمایشی مختلف در مکان و زمان، طرح‌های با اندازه‌گیری مکرر، طرح‌های منحنی پاسخ، طرح تاگوچی، تجزیه طرح‌های آزمایشی از طریق جبر ماتریس، تجزیه کواریانس در طرح‌های آزمایشی، تجزیه وتحلیل داده‌های آشیانه‌ای، روش‌های ناپارامتری در طرح‌های آزمایشی، اشتباه‌های رایج در کاربرد روش‌های آماری و طرح‌های آزمایشی

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-Cochran W.G. and Cox G.M. 1992. Experimental Design.Wiley.

-Federer T.W. and King F. 2007.Variations on Split Plot and Split Block Experiment Designs.John Wiley & Son Inc., Hoboken, New Jersey.

-McCulloch E.C. and Searle R.S. 2001.Generalized, Linear and Mixed Models.John Wiley& Son Inc.

-Montgomery C. D. 2001.Design and Analysis of Experiments.John Wiley & Son Inc.

عنوان درس به فارسی: بیوشیمی گیاهی پیشرفته عنوان درس به انگلیسی: Advanced Plant Biochemistry	ردیف درس: ۱۴	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی با مباحث نوین در بیوشیمی گیاهی

رئوس مطالب:

نظری:

مقدمه‌ای بر سلول و اجزاء متابولیکی سلول، متابولیسم کربوهیدرات‌ها ومطالعه مسیرهای بیوسنتزی کربوهیدرات‌ها، بررسی مکانیسم‌های ملکولی فتوسنتز، مطالعه ساختار کلروپلاست و تاثیر آن بر فرایند فتوسنتز، بررسی اثر عوامل محیطی و غیرمحیطی بر فتوسنتز و مهندسی ژن‌های موثر در فتوسنتز، فتوسنتز و تولید فرم‌های ذخیره‌ای و انتقالی کربوهیدرات‌ها، متابولیسم اسیدهای آمینه و سنتز پروتئین، اثر متقابل پروتئین، پروتئین، پایداری پروتئین، بازدارندگی و تشدید فعالیت پروتئین، مکانیسم‌های انتقال پروتئین به اندامک‌ها با تاکید بر انتقال پروتئین به میتوکندری و کلروپلاست، بیوسنتز پروتئین در سلول‌های گیاهی، اسیمیلاسیون نیترات و بیوسنتز ترکیبات نیتروژنه، اسیمیلاسیون نیترات و تولید پروتئین‌های ذخیره‌ای، تثبیت نیتروژن و رشد گیاه، اسیمیلاسیون گوگرد و بیوسنتز ترکیبات گوگردی، متابولیت‌های ثانویه و نقش اکوفیزیولوژی آن‌ها در گیاه، بررسی مکانیسم ملکولی بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و شناسایی ژن‌های موثر در این مسیرها، ایجاد گیاهان با قابلیت بیشتر تولید و یا حذف متابولیت ثانویه مورد نظر و بررسی نقش آن متابولیت در گیاه تراریخت، ایزوپرنوئیدها و نقش آن‌ها در متابولیسم سلول، فنیل پروپانوئیدها و نقش آن‌ها در دیواره سلول، ساختار و نحوه توسعه دیواره سلول

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	(٪۵۰)	

منابع:

-Buchanan B.B., Gruissem W. and Jones R.L. 2002.Biochemistry & Molecular Biology of Plants.Courier Companies Inc.

-HeldtH.W.andPiechulla B. 2011. Plant Biochemistry. Elsevier Inc.

عنوان درس به فارسی: ژنومیک جمعیت **عنوان درس به انگلیسی:** **Population Genomics**	ردیف درس: ۱۵	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۲ واحد نظری عملی ندارد	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد ☐ ندارد ■ سفر علمی☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه☐ سمینار ☐					

هدف درس: آشنایی با کاربرد ژنومیک در مطالعه جمعیت‌ها

رئوس مطالب:

نظری:

مقدمه‌ای بر ژنتیک جمعیت، تعریف ژنومیک جمعیت، پروژه‌های ژنومی انجام شده، ژنومیک مقایسه‌ای، مقدمه‌ای بر روش‌های Next Generation Sequencing (NGS)، کاربرد NGS در ژنومیک جمعیت، نمونه‌برداری ژنوم برای مطالعه جمعیت‌ها، تاثیر گزینش‌های پلی‌ژنیک در جمعیت‌ها در مقیاس زمانی تکاملی، مکانیسم‌های تنوع در جمعیت‌ها در طی اختلاط آن‌ها، اختلاط جمعیت و سازگاری محلی در سطح ژنوم، تنوع ژنومی در طی گونه‌زایی اولیه در اثر جریان ژنی، عدم‌تعادل پیوستگی در جمعیت‌ها و الگوهای نوترکیبی، تهیه نقشه‌های تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها در مقیاس ژنومی، استنتاج‌های آماری مورد استفاده در ژنومیک جمعیت، پارامترهای آماری مورد استفاده در ژنومیک جمعیت، تئوری‌های ژنتیک جمعیت در ژنومیک جمعیت (گزینش متعادل کننده، گزینش متنوع‌کننده، تنوع توکلئوتیدی)

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی
٪۱۵	٪۳۵	٪۵۰	

منابع:

-Christiansen F.B. 2014. Theories of Population Variation in Genes and Genomes. Princeton University Press.

-Pompanon F. and Bonin A. 2012. Data Production and Analysis in Population Genomics: Methods and Protocols. Springer.

-Zachariah G. and Buerkle C.A. 2011.A hierarchical Bayesian model for next generation population genomics. Genetics, 187: 903-917.

عنوان درس به فارسی: سمینار **عنوان درس به انگلیسی:** Seminar	ردیف درس: ۱۶	تعداد واحد: ۱ تعداد ساعت: ۱۶	نوع واحد: تخصصی اختیاری	۱ واحد نظری	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■					

هدف درس: آشنایی با موضوعات نوین در ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

رئوس مطالب:

نظری:

دانشجو موضوعی را انتخاب و تحت راهنمایی یکی از اعضای هیات علمی به تحقیق کتابخانه‌ای و گردآوری مطالب راجع به آن می‌پردازد و در جلسه‌ای سمینار خود را ارائه می‌دهد.

عملی: ندارد

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی

منابع:

منابع به روز

عنوان درس به فارسی: درس آزاد عنوان درس به انگلیسی: Optional course	ردیف درس: ۱۷	تعداد واحد: ۳-۲ تعداد ساعت:	نوع واحد: تخصصی اختیاری	دروس پیش‌نیاز ندارد
آموزش تکمیلی عملی: دارد☐ ندارد ☐ سفر علمی☐ کارگاه☐ آزمایشگاه ☐ سمینار☐				

هدف درس: تامین نیاز دانشجو در رابطه با رساله

دانشجو براساس نیاز موضوع رساله خود می‌تواند یک درس به ارزش ۲ یا ۳ واحد با پیشنهاد استاد راهنما از سایر رشته‌ها انتخاب نماید.

رئوس مطالب:

نظری:

عملی:

روش ارزیابی (درصد)

ارزشیابی مستمر	آزمون میان ترم	آزمون پایان ترم	پروژه/کار عملی

منابع: