لیست هزینه برای کارآموزی مرکز تحقیقات سقط

ردیف			عنوان دوره	مدت زمان (ساعت)
1	آشنایی های عمومی 800.000 تومان		▪ آشنایی با محیط و دستگاه های آزمایشگاهی ▪ اصول بهینه آزمایشگاهی (GLP) ▪ آموزش بافر سازی و محلول سازی	32 ساعت
2	ژنتیک مولکولی	تکنیک PCR 600.000 تومان	استخراج DNA از خون محیطی با استفاده از کیت اختصاصی ستونی	8 ساعت
			انجام واکنش PCR (شیوه ستاپ اولیه و troubleshooting)	8 ساعت
			الکتروفورز ژل آگاروز (نحوه ساخت ژل آگارز، ران کردن نمونه و عکس برداری از ژل و تفسیر نتایج)	8 ساعت
		تکنیک Real-Time PCR 800.000 تومان	استخراج RNA و سنتز cDNA از از خون محیطی با استفاده از کیت اختصاصی ستونی	16 ساعت
			انجام Real-Time PCR (شیوه ستاپ اولیه، کار با نرم افزار اختصاصی، ورود اطلاعات به نرم افزار و troubleshooting)	8 ساعت
			آنالیز داده ها تعیین CT و تفسیر نتایج	8 ساعت

ردیف			عنوان دوره	مدت زمان (ساعت)
3	سیتوژنتیک	تکنیک Karyotype 800.000 تومان	**کشت سلول های لنفوئیدی** (تهیه محیط کشت و آماده سازی نمونه قبل از کشت و انجام مراحل کشت)	8 ساعت
			هاروست (ساخت محلول های اختصاصی این مرحله و سپس برداشت سلول های کشت داده شده و انجام مراحل هاروست شامل سانتریفیوژ، هایپو، کلشیسین و فیکساتیو تا حاصل شدن سلول های یکدست جهت لام گیری)	8 ساعت
			لام گیری + باندینگ کروموزومی (آماده سازی لام های مخصوص جهت تهیه گستره کروموزومی، آموزش کامل لام گیری به روش پرتابی، تهیه محلول های باندینگ و انجام رنگ آمیزی لام های گرفته شده)	8 ساعت
			کپچر و آنالیز داده ها (آموزش کار با میکروسکوپ نوری مخصوص کاریوتایپ، شمارش کروموزومی و مشاهده نوار های G-banding و تفسیر نتایج)	8 ساعت
		تکنیک Karyotype مایع آمنیوتیک (PND) 1.200.000 تومان	**کشت مایع آمنیوتیک + تعویض محیط کشت + پاساژ** (تهیه محیط کشت و آماده سازی نمونه قبل از کشت و انجام مراحل کشت، تعیین زمان تعویض محیط کشت و انجام پاساژ نمونه ها)	16 ساعت
			هاروست (ساخت محلول های اختصاصی این مرحله و سپس برداشت سلول های کشت داده شده و انجام مراحل هاروست شامل سانتریفیوژ، هایپو، کلشیسین و فیکساتیو تا حاصل شدن سلول های یکدست جهت لام گیری)	8 ساعت
			لام گیری + باندینگ کروموزومی (آماده سازی لام های مخصوص جهت تهیه گستره کروموزومی، آموزش کامل لام گیری به روش تماسی، تهیه محلول های باندینگ و انجام رنگ آمیزی لام های گرفته شده)	16 ساعت
			کپچر و آنالیز داده ها (آموزش کار با میکروسکوپ نوری مخصوص کاریوتایپ، شمارش کروموزومی و مشاهده نوار های G-banding و تفسیر نتایج)	8 ساعت
		تکنیک FISH 1.000.000 تومان	**آماده سازی لام و تثبیت نمونه های مختلف** (بررسی تفاوت شرایط نمونه گیری خون، مایع آمنیوتیک، بیوپسی بافت و ...)	8 ساعت
			پیش تیمار ، دناتوراسیون و فلورسنت هیبریدیزاسیون (آماده سازی محلول های نمکی و دترجنت های یونی و غیر یونی، روش های اطمینان از حذف سیتوپلاسمی)	16 ساعت
			کار با نرم افزار و تفسیر نتایج FISH (آموزش کار با میکروسکوپ فلورسنت، آشنایی با محیط نرم افزار تصویر برداری، تصویر برداری، ادغام تصاویر و تفسیر سیگنال های مشاهده شده)	16 ساعت
			جمع کل	208 ساعت (28 روز)

دوره کارآموزی ژنتیک مولکولی

- DNA sequencing
- ARMs
  Tetra-ARMs
- آشنایی با اصول
  ایمنی زیستی در آزمایشگاه
- بافر سازی و محلول سازی
- آشنایی و کار با تجهیزات
  آزمایشگاه مولکولی
- استخراج اسیدهای نوکلئیک
  (DNA و RNA)
- روشهای سنجش غلظت و
  خلوص اسیدهای نوکلئیک
- طراحی پرایمر
- PCR
- PCR- RFLP
- روشهای الکتروفورز
  محصول PCR
  (آگارز و آکریل آمید)
- سنتز cDNA
- RT-PCR
  کیفی
- Real-time PCR
  و آنالیز داده ها

کارآموزی ژنتیک مولکولی

امروزه شاخه ژنتیک مولکولی به یکی از مهم ترین شاخه ها در زمینه های مختلف پزشکی و زیست شناسی مبدل گشته است. چرا که کل پایه حیات و بروز صفات مختلف در آن ها بر پایه ژنتیک بوده و آن چه که مشخص می کند یک موجود زنده چه شکلی داشته و چه صفاتی را از خود نشان دهد. در اهمیت این شاخه می توان گفت هرچه ما بیشتر مسائل مربوط به ژن ها را بیشتر بشناسیم، بهتر می توانیم به بررسی آن موجود زنده بپردازیم و بیماری های ژنتیکی را راحت تر تشخیص و درمان کنیم. یک بیماری ژنتیکی که در اثر تغییرات در سطح ژنوم به وجود می آید می تواند اثرات خود را در سطوح مختلف ژنومیک، پروتئومیک و سایر بیومولکول ها نشان دهد.

با شرکت در دوره کارآموزی ژنتیک مولکولی دانشجویان قادر به بررسی و پژوهش در رابطه با مسائل مختلف در زمینه ژنتیک می شوند. در این دوره کارآموزان زمان مناسب را جهت یادگیری تمامی تکنیک های مربوطه و انجام آن ها به شکل عملی داشته و به خوبی تمامی سرفصل ها را یاد می گیرند. در این دوره دانشجویان پس از آشنایی کلی با محیط آزمایشگاه ژنتیک مولکولی، با اصول ایمنی مربوطه نیز به شکل تئوری آشنا می شوند و در جلسات بعد از آموخته های خود در رابطه با ایمنی زیستی آزمایشگاه های ژنتیک مولکولی، استفاده می کنند. در ادامه تمامی سرفصل ها تک به تک به شکل تئوری آموزش داده شده و سپس پس از انجام تکنیک توسط استاد مربوطه، توسط هر فرد به تنهایی تکنیک مجددا تکرار می گردد. لذا با تکرار مناسب تکنیک ها دانشجویان به خوبی تمامی سرفصل را آموخته و در اتمام دوره قادر به انجام تمامی آن ها خواهند بود.

سرفصل های کارآموزی ژنتیک مولکولی:

- آشنایی و کار با تجهیزات آزمایشگاه مولکولی
- آموزش استخراج اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA)
- روشهای سنجش غلظت و خلوص اسیدهای نوکلئیک
- آموزش طراحی پرایمر
- آموزش PCR
- PCR- RFLP
- روشهای الکتروفورز محصول PCR (آگارز و آکریل آمید)
- سنتز cDNA
- Real-time PCR و آنالیز داده ها

دانشجویان پس از گذراندن دوره کارآموزی ژنتیک مولکولی مدرک معتبر دریافت کرده و می تواند به عنوان رزومه آن ها محسوب گردد. افراد می توانند با گذراندن دوره ژنتیک مولکولی، هم از نظر رزومه و هم از نظر عملی، مصاحبه های مورد نظر را با موفقیت پشت سر بگذارند. همچنین با تکنیک ورزی در دوره کارآموزی ژنتیک مولکولی، قبولی در مقطع دکتری و عبور از مرحله سخت مصاحبه بسیار مرتفع خواهد گشت.

اصول بهینه آزمایشگاهی (GLP)

ورود به هر جایی مستلزم یادگیری قوانین و امور مربوط به آن مکان می باشد. آزمایشگاه های زیست شناسی نیز قوانین مربوط به خود را داشته و هر فردی که می خواهد وارد این آزمایشگاه ها شود، باید با آن آشنا باشد. امروزه آزمایشگاه های زیست شناسی در شاخه های مختلف گسترش پیدا کرده و هرکدام قوانین مربوط به خود را دارند. البته یکسری از قوانین کلی بوده و شامل تمامی آزمایشگاه ها می شود. لذا قوانین اختصاصی هر آزمایشگاه به همراه قوانین کلی آن آزمایشگاه مجموعه ای از قوانین را تشکیل می دهد که به آن اصول بهینه آزمایشگاهی (Good Laboratory Practice) و یا به اختصار GLP می گویند. اصول بهینه آزمایشگاهی (GLP) به ما کمک می کنند تا در آزمایشگاه های مختلف کار خود را به آسانی انجام دهیم و با خطرات کمتری مواجه شویم. اصول بهینه آزمایشگاهی (GLP) برخی اوقات تحت عنوان اصول ایمنی آزمایشگاه (Laboratory Biosafety) شناخته می شود.

آموزش بافرسازی و محلول سازی

یکی از مسائل بسیار ساده و پراهمیت در آزمایش های مختلف در حوزه زیست شناسی نحوه بافرسازی و محلول سازی می باشد. اگرچه نحوه بافرسازی و محلول سازی در شاخه رشته شیمی قرار می گیرد اما یادگیری آن برای زیست شناسان بسیار ضروری و حائز اهمیت می باشد. مخصوصا در زمینه ژنتیک مولکولی که افراد با نوکلئیک اسید ها سر و کار دارند تغییر اندک در غلظت و حجم محلول های مورد استفاده ممکن است موجب تغییر ماهیت و تجزیه موارد مورد آزمایش گردد. اینکه فرد تبحر مورد نیاز را جهت ساخت بافر و دانستن قوانین اسید و باز داشته باشد، بسیاری از هزینه های غیرضروری را کاهش داده و فرد می تواند هر بافری در هر pH ای که در نظر دارد بسازد.

محلول سازی نیز یکی از تکنیک های مورد بحث در علم شیمی می باشد که دانشجویان و پژوهشگران حوزه زیست شناسی باید تسلط مناسبی نسبت به آن داشته باشند. محلول سازی بر پایه قوانین و روابط استوکیومتری محاسبه شده و طبق آن می توان از حجم و غلظت های مختلف ترکیبات به حجم و غلظت مورد نظر رسید. اینکه برای رقیق کردن اسید غلیظ، آب را روی اسید می ریزند و یا اسید را روی آب و برای دستیابی به یک غلظت مورد نظر از یک اسید، چه حجمی آب مورد نیاز است همه مواردی هستند که با یادگیری محلول سازی به سادگی قابل حل می شوند. در آزمایش های مختلف در زمینه زیست شناسی، دائماً نیاز به استفاده از غلظت ها و حجم های مختلف از مواد و ترکیبات می باشد. عموما در آزمایشگاه های زیست شناسی حجم با واحد لیتر و وزن با واحد گرم تعریف می شوند. برخی اوقات ترکیبات مختلف بر اساس واحد مول معرفی می شوند که هر مول برابر با $۶٫۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم، مولکول و یا ذره از آن ترکیب می باشد و هر مول از یک عنصر وزن مشخصی دارد. لذا در صورت در نظر گرفتن یک ترکیب و دانستن اتم های سازنده آن می توان وزن یک مول آن را بدست آورد که به آن وزن مولی نیز می گویند.

استخراج DNA و RNA

آموزش استخراج اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA)

DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید) تمامی سلول های یک موجود زنده یکسان بوده و تفاوت آن ها در سطح RNA (ریبونوکلئیک اسید) می باشد. DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید) تمامی کد های مورد نیاز برای ساخته شدن یک موجود زنده کامل و بالغ را داراست ولی این اطلاعات به شکل خام می باشند و توسط فرآیند رونویسی و تبدیل آن به یک RNA (ریبونوکلئیک اسید) بالغ، معنا پذیر بوده و می تواند در پروتئین های سلولی تأثیر گذارد.

استخراج اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA) یکی از پایه ترین تکنیک هایی است که هر فردی که در حوزه ژنتیک وارد شده باید بیاموزد و این تکنیک بسته اینکه ترکیب استخراجی RNA باشد یا DNA، خلوص آن خیلی مهم باشد یا نه و همچنین استخراج از بافت و یا سلول انجام می شود، همه مواردی هستند که در انتخاب تکنیک مورد نظر مؤثر است.

با استخراج اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA) می توان به درمان بسیاری از بیماری ها پرداخت و همچنین تأثیرات مثبت یا منفی بسیاری از دارو ها را بررسی کرد.

سنجش غلظت و خلوص اسیدهای نوکلئیک

زمانی که فرد توانست اسید نوکلئیک مورد نظر خود را استخراج کند باید غلظت آن ها را مورد سنجش قرار دهد تا از کمیت و کیفیت کار خود مطلع شود. ترکیبات کروموفور ترکیباتی هستند که در طول موج های مشخص رفتار های خاصی از خود نشان می دهند. ترکیبات کروموفور عموما بخشی از مولکول هستند که ساختار حلقوی داشته و بخشی از نور را جذب کرده و بخش دیگر را از خود عبور می دهند. بخش جذب شده موجب تهییج و برانگیختگی الکترون ها از سطوح پایه خود به سطوح بالاتر شده و در نهایت با بازگشت الکترون به سطوح پایه خود، انرژی آن به شکل نور ساطع می شود. مسئله ای که مسلم است؛ هرچقدر میزان یک کروموفور بیشتر باشد، میزان جذب آن بیشتر خواهد شد. این اصل امروزه به یکی از روش های سنجش غلظت ترکیبات کروموفور مبدل شده است. اسید های نوکلئیک به دلیل حضور باز های آلی حلقوی که مولکول کروموفور اسید های نوکلئیک می باشند، در محدوده موج الکترومغناطیسی ۲۶۰ نانومتر بالاترین جذب نوری را دارد. داشتن خاصیت جذب نوری در اسید های نوکلئیک موجب شده تا این روش به یکی از بهترین و کم هزینه ترین روش های غلظت سنجی اسید های نوکلئیک مبدل شود. مسئله ای که مبرهن است استخراج اسید های نوکلئیک همیشه از سلول انجام شده و یک سلول مملوء از ترکیبات زیستی می باشد. این ترکیبات شامل انواع پروتئین ها، کربوهیدرات ها و لیپید ها می باشد. در پروسه های مختلف استخراج اسید های نوکلئیک، جداسازی کربوهیدرات ها و لیپید ها از محلول عصاره سلولی، به آسانی انجام شده و جداسازی پروتیئن کمی دشوار تر است. لذا همیشه آلودگی پروتئینی ممکن است در استخراج وجود داشته باشد. همچنین ترکیباتی مانند فنل در پروسه استخراج به کار رفته و ممکن است به خوبی از اسید های نوکلئیک جدا نشده و موجب آلودگی شود. بسته به اسید نوکلئیک مورد نیاز جهت استخراج، DNA باشد یا RNA، پروسه استخراج فرق خواهد داشت. قابلیت مهم و مورد اهمیت که غلظت سنجی با جذب نوری فراهم می آورد، امکان سنجش میزان آلودگی های مختلف با مولکول های کروموفور، در ترکیب مورد نظر می باشد. به عنوان مثال پروتئین ها در طول موج ۲۸۰ نانومتر و فنل در

محدوده طول موج ۲۳۰ نانومتر بیشترین جذب را دارد و با بررسی نمونه ای که به عنوان استوک اسید نوکلئیک استخراج شده در نظر گرفته می شود، می توان میزان آلودگی آن را نیز مشخص نمود.

روش بررسی جذب نوری یک ترکیب، تکنیک اسپکتروفوتومتری نامیده می شود. همچنین دستگاهی که میزان جذب نوری ترکیبات را می سنجد اسپکتروفوتومتر نامیده می شود. طبق قانون وضع شده توسط بیر و لامبرت، میزان جذب نوری با غلظت یک ترکیب کروموفور رابطه مستقیم دارد. رابطه ای که بیر و لامبرت تعیین کردند و طبق آن قانون بیر-لامبرت را وضع کردند، که این قانون اشاره دارد لگاریتم در مبنای ۱۰ نسبت نور اولیه نسبت به نور عبور کرده از محلول برابر با حاصلضرب ضریب جذب نوری در ضخامت نمونه در غلظت نمونه می باشد. به عبارتی اگر ضریب جذب نوری هر ترکیبی را در دست داشته باشیم، با بررسی جذب آن می توانیم میزان غلظت آن را به دست بیاوریم. همچنین در رابطه با اسید های نوکلئیک که در طول موج ۲۶۰ نانومتر بیشترین جذب را دارند، می توان با بررسی جذب نوری در طول موج های مربوط به آلودگی های دیگر و نسبت گیری آن ها، میزان آلودگی را به دست آورد.

دستگاه های اسپکتروفوتومتر در انواع مختلف ساخته شده اند. برخی از این دستگاه ها تک چاهکی و برخی چند چاهکی هستند. یکی از بزرگترین ایراداتی که دستگاه های اسپکتروفوتمتر قدیمی داشتند، نیاز به نمونه در حجم بالا و همچنین عدم توانایی سنجش جذب نوری نمونه در چند طول موج به طور همزمان بود. امروزه دستگاه هایی تحت عنوان نانودراپ اسپکتروفوتومتر ساخته و گسترش پیدا کرده اند که به نمونه در مقادیر بسیار کم احتیاج داشته و توانایی سنجش چندین نمونه به طور همزمان را دارا هستند. دستگاه نانودراپ به کامپیوتر متصل بوده و فقط با تعریف کردن نوع نمونه که به عنوان مثال از نوع اسید های نوکلئیک است، انواع سنجش ها در طول موج های مختلف را انجام داده و علاوه بر محاسبه خودکار میزان غلطت ترکیب مورد نظر، آلودگی های آن را در قالب یک فایل گزارش می دهد.

PCR چیست؟

آموزش PCR

واکنش زنجیره ای پلیمراز (Polymerase Chain Reaction) یا همان PCR یکی از مهم ترین تکنیک ها در شاخه های مختلف ژنتیک و بیوتکنولوژی می باشد. این تکنیک جهت مطالعاتی که بر روی اسید های نوکلئیک انجام می شوند توسعه یافته است. دستگاه PCR یک سیستم گرم کننده و خنک کننده بوده که عموما با نام ترمال سایکلر نیز شناخته می شود. این دستگاه با تنظیم دقیق دما و اعمال آن بر روی نمونه مورد نظر، موجب افزایش تعداد کپی های اسید نوکلئیک نمونه می گردد. کلمه ترمال نشان دهنده توانایی تنظیم دما توسط دستگاه و سایکلر به معنای دور های تکرار شونده می باشد. عموما بخشی از تغییرات دمایی به شکل یک الگو به دستگاه معرفی شده و چندین بار تکرار می شوند.

یکی از دلایل ضرورت تکنیک PCR، عدم توانایی بررسی نمونه های اسید های نوکلئیک در مقادیر کم توسط انسان می باشد. دستگاه PCR با افزایش کپی های DNA یا انواع RNA کمک می کند نمونه ها با سهولت بیشتری قابل بررسی باشند. همیشه زمانی که از یک بافت یا سلول مشخص استخراج DNA یا RNA صورت می پذیرد، میزان آن کم بوده و نیاز به افزایش تعداد کپی ها وجود دارد.

کارگاه استخراج DNA

سرفصل های کارگاه:

- نکات کاربردی استخراج DNA
- آموزش کار با سمپلر و پیپتینگ
- ساخت محلول ها و بافرهای مورد نیاز
- استخراج DNA از خون محیطی
- تعیین غلظت و خلوص DNA با نانو فتومتر و تفسیر داده ها
- الکتروفورز DNA روی ژل آگارز

کارگاه طراحی پرایمر،PCR و الکتروفورز

سرفصل های کارگاه:

- معرفی انواع PCR و کاربرد های آن
- طراحی پرایمر
- کار با دستگاه ترموسایکلر
- اصول بهینه سازی (Optimization) واکنشهای PCR
- انجام PCR به صورت عملی(آماده سازی واکنش ها)
- انجام الکتروفورز محصول PCR و تفسیر نتایج
- نحوه انجام رفع مشکل (Troubleshooting)در PCR

کارگاه real-time PCR و آنالیز داده ها

سرفصل های کارگاه:

- استخراج RNA و سنتز cDNA به صورت عملی
- انواع پروبها و کاربردهای آنها
- اصول طراحی پرایمر و پروب
- مقایسه روشهای نسبی (relative) و مطلق (Absolute) و کاربردهای آنها
- انواع ژنهای رفرانس درروش نسبی
- آماده سازی مواد و master mix
- کار عملی با دستگاه Real-time PCR
- کار با نرم افزار و آنالیز داده ها
- Troubleshooting

کارآموزی سیتوژنتیک

سیتوژنتیک و کاریوتایپ به معنای مطالعه ساختمان کروموزوم ها می باشد. موجودات زنده همگی بر پایه محتوای ژنومی خود شکل گرفته و صفات مختلف را بروز می دهند. هر تغییری در ژنوم یک موجود زنده به معنای جهش بوده و موجب تغییر کد ژنتیکی ناحیه مورد جهش قرار گرفته می شود. تغییر در کد ژنتیکی به معنای تغییر در توالی پروتئین تولید شده و در نهایت ممکن است موجب ایجاد یک نقص و یا بیماری ژنتیکی در موجود زنده شود. جهش ها و تغییرات ژنوم انسان می تواند در سطح کروموزوم بوده و یا در سطح چند کد باشند. تغییرات در سطح کروموزومی می توانند ارثی باشند و یا بعد از تولد نوزاد اتفاق بیفتند. علت بسیاری از بیماری های ژنتیکی، اختلال در تعداد و ساختار کروموزوم ها می باشد. علم سیتوژنتیک و کاریوتایپ این امکان ار فراهم می کند تا با تهیه کاریوتایپ هر یک از کروموزوم ها مورد آنالیز قرار گرفته و بیماری در افراد مشخص شود. همچنین با تهیه کاریوتایپ می توان کروموزوم ها را از نظر تعداد بررسی کرده و جنسیت فرد مورد آزمایش را مشخص نمود. کاریوتایپ بررسی تعداد و ساختار کروموزوم ها می باشد و یکی از روش های تشخیصی مهم در پزشکی است. یکی از بخش های آزمایشگاه ژنتیک، بخش سیتوژنتیک است که عموما در این بخش تست کاریوتایپ بر روی سلول های مختلف انسانی (خون، سلول های امنیون، مایع مغز استخوان) و یا بافت انجام می شود. کاریوتایپ یعنی چیدمان کروموزوم ها در کنار هم و مقایسه آن ها با نمونه سالم تا بتوان نقص احتمالی را مشخص نمود. کاریوتایپ یکی از روش های جالب و مهیج برای بررسی کروموزومی افراد می باشد که دانشجویان ژنتیک بایستی با آن آشنا باشند.

در دوره کارآموزی سیتوژنتیک و کاریوتایپ کارآموزان زیرنظر استاد به کشت خون محیطی، هاروست، لام گیری و بندینگ که در نهایت منجر به تهیه کاریوتایپ می شود، می پردازند. در این مرحله عملی ابتدا کار توسط کارشناس بـه صـورت مسـتقل انجام شده و کارآموزان مشاهده خواهد کرد. در دور بعد کار به صورت هم زمان توسط کارشناس و کارآموز انجام می شود و در نهایت کار به صورت مستقل توسط کارآموز تحت نظر کارشناس انجام می شود. سپس یک جلسه به بررسی ناهنجاری هـای کروموزومی اختصاص یافته و جلسات بعدی با آنالیز سیتوژنتیک آشنا می شوند. در کلیه مراحل، کار ابتدا توضـیحات تئـوری راجع به آن مرحله داده شده و سپس کار به صورت عملی انجام می شود. با طی دوره کارآموزی سیتوژنتیک و کاریوتایپ، فرد مبانی آنالیز را آموخته و برای پیشرفت و یادگیری کامل آنالیز باید به مطالعات بیشتر بعد از دوره بپردازد. چرا که آنالیز نتایج سیتوژنتیک یکی از سخت ترین مراحل آن بوده و برای یادگیری کامل آن ماه ها زمان لازم است.

سرفصل های دوره آموزش عبارتند از:

آموزش های تئوری:

- آشنایی با ناهنجاری های کروموزومی
- کاربرد تست کاریوتایپ در تشخیص بیماریها
- آشنایی با مبانی کشت سلول و مراحل کاریوتایپ

آموزش های عملی:

- کشت خون محیطی
- هاروست (برداشت)
- لام گیری
- بندینگ (G- banding)

باید توجه داشت که سیتوژنتیک و کاریوتایپ یکی از مهم ترین تکنیک هـای آزمایشـگاه هـای ژنتیـک مـی باشـد و تمـامی آزمایشگاه های ژنتیک بدون استثناء شامل این بخش می باشند. همچنین سیتوژنتیک یک تکنیک بسیار درآمدزا بوده و بدین ترتیب موجب می گردد دانشجویان با یادگیری مسائل مربوط به سیتوژنتیک و کاریوتایپ، فرصت های شغلی مناسبی را بدست بیاورند. همچنین متقاضیان دوره کارآموزی سیتوژنتیک و کاریوتایپ پس از گذراندن این دوره، مدرک معتبر دریافت می کنند و این مدرک به عنوان رزومه آن ها محسوب می شود. این مدرک دارای اعتبار کافی جهت ارائه بـه مراکـز و آزمایشـگاه هـای مختلف سیتوژنتیک بوده و افراد می توانند با گذراندن دوره سیتوژنتیک و کاریوتایپ، هم از نظر رزومـه و هـم از نظـر عملـی، مصاحبه های مورد نظر را با موفقیت پشت سر بگذارند. همچنین با تکنیک ورزی در دوره کارآموزی سیتوژنتیک و کاریوتایپ، قبولی در مقطع دکتری و عبور از مرحله سخت مصاحبه بسیار مرتفع خواهد گشت.