

راهنمای المپیاد علمی دانشجویان علوم پزشکی

(حیطه تفکر علمی در علوم پایه)

دکتر شهرام شهابی (استاد ایمنولوژی – دانشگاه علوم پزشکی ارومیه)

Shahram Shahabi MD, PhD - Professor in Immunology

Urmia University of Medical sciences

همواره این سوال مطرح است که چرا کشوری پیشرفت کرده در حالی که کشور دیگری که حتی از نظر منابع اولیه و امکانات بهره‌وری دارای شرایط بهتری بوده است، عقب مانده است. چه عامل مهمی در شرایط مشابه باعث پیشرفت و موفقیت (کشور - گروه - فرد) و باعث عقب ماندگی و عملکرد نادرست بعضی دیگر میشود. اگر نه تنها عامل، اما مطمئناً یکی از مهمترین عوامل، تفاوت در خلاقیت، ایده پردازی و نوآوری است. از بین این سه، خلاقیت از همه مهمتر است چرا که ایده پردازی و نوآوری پای خود را بر روی شانه های خلاقیت و تفکر خلاق می گذارند. تفکر خلاق را می توان مختصراً "فوآیند درک مسائل یا کاستی های موجود در اطلاعات، فرضیه سازی درباره حل مسائل و رفع کاستی ها، ارزیابی و آزمودن فرضیه ها، بازنگری و بازآزمایی آنها و سرانجام انتقال نتایج به دیگران" تعریف کرد. با این وجود ماهیت آموزش علوم پزشکی و به خصوص ماهیت آزمون های رایج برای ارزیابی دانشجویان علوم پزشکی در کشور ما به ترتیبی است که کمتر میزان تفکر دانشجو در مورد مطالب تدریس شده مورد سنجش قرار می گیرد. این نقیصه به خصوص در مقطع علوم پایه بیشتر خود را به رخ می کشد چرا که در مقطع بالینی این امکان برای اساتید وجود دارد که با طرح مثالهای بالینی به جای سوالات مستقیم تا حدی تفکر دانشجو را برای پاسخ به سوال درگیر کنند و میزان فهم وی از موضوع مربوطه را مورد ارزیابی قرار دهند، اما متأسفانه این امکان در دروس علوم پایه کمتر وجود دارد. از سوی دیگر، اکثر دانشجویان رشته های پزشکی و دندانپزشکی دانشگاههای کشور ما را دانش آموزان نخبه ای تشکیل می دهند که از جمله دلایل مهم موفقیت آنها در کنکور ورودی دانشگاهها، توانایی آنها در حل مسائل ریاضیات، فیزیک و شیمی بوده است که معمولاً مستلزم فهم موضوع و توانایی بالا برای تفکر است. با این وجود نحوه تدریس علوم پزشکی و ماهیت آزمونهای رایج در علوم پزشکی باعث می شود که در نهایت علاقه اکثر این دانشجویان به تلاش برای فهم موضوع و تفکر و به تبع آن خلاقیت و حل مسائل از بین برود. از سوی دیگر بحث تولید علم در هر کشوری مستلزم تربیت افرادی است که علاوه بر فهم مطالب علمی، توانایی تفکر خلاق را داشته باشند. در حالیکه محصول سیستم آموزشی رایج در دانشگاههای علوم پزشکی کشور ما و بسیاری از دیگر کشورها افرادی با دانش بالا ولی غالباً فاقد توانایی برای تفکر خلاق هستند. پرواضح است که ادامه چنين روندی منجر به ضعف روزافزون کشور در تولید علم و نظریه پردازی می گردد و در ایده آل ترین حالت، محققانی تولید خواهد کرد که تحقیقات دیگران را عیناً "یا با تغییراتی جزئی تکرار می کنند. به نقائص فوق الذکر ضعف در انجام تحقیقات تیمی را نیز باید اضافه کرد.

مشکلات فوق الذکر، تعدادی از اعضای هیئت علمی خوش فکر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان را بر آن داشت تا ایده اولیه برگزاری یک المپیاد علمی برای دانشجویان علوم پزشکی کشور را ارائه کنند تا در نهایت مسئولان وقت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، اولین المپیاد را در تابستان سال 1388 در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان برگزار کردند. یکی از حیطة هایی که المپیاد دانشجویان علوم پزشکی در آن برگزار می شود "حیطه تفکر علمی در علوم پایه" است. قبل از اینکه وارد جزئیات مربوط به این حیطه شویم، ذکر دو نکته الزامی است:

اول اینکه شکل فعلی المپیاد با ایده اولیه آن قدری متفاوت است و این امر از یک سو ناشی از کمبود امکانات مورد نیاز (از جمله امکانات مادی، فضای فیزیکی، زیرساختهای مورد نیاز، نیروی انسانی و تعداد روزهای برگزاری المپیاد) است و از دیگر سو به تجربه اجرای عملی المپیاد برمی گردد که منجر به بهینه سازی برخی از روش های بکار رفته در المپیاد شده است. هر دو این عوامل باعث شده است شکل اجرایی المپیاد و نحوه رسیدن به اهداف آن با آنچه در ابتدا پیشنهاد شده بود متفاوت باشد.

دوم اینکه تصور اینکه با انتخاب تعداد محدودی دانشجوی نخبه از هر دانشگاه و اعزام آنها برای شرکت در مرحله کشوری المپیاد، قادریم اهداف پیشنهاد کنندگان اولیه المپیاد را محقق گردانیم و گامی موثر در جهت رفع نقائص فوق الذکر در مورد نظام آموزشی موج ود در دانشگاههای علوم پزشکی برداریم، تصویری دور از واقعیت است. برگزاری المپیاد وقتی موثر خواهد بود که بتواند به نهضتی در تمام دانشگاههای علوم پزشکی کشور تبدیل شده و اگر نه همه، اما تعداد زیادی از دانشجویان را درگیر کند. به عبارت دیگر مرحله اصلی المپیاد که باید مد نظر قرار گیرد مرحله درون دانشگاهی آن است که تمام دانشجویان علوم پزشکی مخاطبان بالقوه آن هستند.

در بخش بعدی به توضیح قسمت های مختلف حیطه تفکر علمی در علوم پایه آزمون المپیاد دانشجویان علوم پزشکی، می پردازیم. مطالب آتی حاوی آخرین شیوه طراحی آزمون المپیاد علوم پایه است، اما توجه به این نکته الزامی است که چنانچه ذکر شد سعی در بهینه سازی المپیاد با استفاده از تجربیات به دست آمده از برگزاری المپیاد در سالهای پیشین، ممکن است منجر به تغییرات جزئی در نحوه طراحی سوالات در سالهای بعد شود که تصمیم گیری در مورد آن بر عهده تیم طراحی سوال آن سال المپیاد است و در صورت وقوع به اطلاع دانشگاهها خواهد رسید.

- موضوع آزمون:

برای حیطة تفكر علمى در علوم پایه (مانند ديگر حيطه ها) يك موضوع كلى اعلام خواهد شد. موضوعات اعلام شده در المپيادهاى پيشين از قرار زير است:

- المپياد اول (دانشگاه علوم پزشكى اصفهان): بيولوژى عروق
- المپياد دوم (دانشگاه علوم پزشكى شيراز): سلول هاى برىادى
- المپياد سوم (دانشگاه علوم پزشكى تهران): علوم اعصاب
- المپياد چهارم (دانشگاه علوم پزشكى تبريز): بيولوژى، آسيب شناسى، اپيدميولوژى و فارماكولوژى سرطانها

بسيارى از دانشجويان و بعضى از اساتيد، به دنبال منابع خاصى براى آزمون المپياد متناسب با موضوع اعلام شده هستند. لذا ذكر اين نكته الزامى است كه اعلام موضوع كلى براى المپياد صرفاً " جهت آشنائى دانشجويان با اصطلاحات و مفاهيم مورد نياز براى فهم مقالات و سوالات آزمون است و اصولاً " روح المپياد با اعلام يك يا چند كتاب بعنوان منبع، در تضاد است چرا كه قرار نيست در المپياد ميزان دانش دانشجويان در يك موضوع خاص مورد سنجش قرار گيرد. البته ميزان دانش مى تواند به طور غير مستقيم روى توانائى هاى مورد آزمون در المپياد نقش داشته باشد، به عنوان مثال دانشجويى كه در زمينه خاصى از تحقيقات مرتبط با سلولهاى بنيادى مطالعه داشته است قاعدتاً " مقالات مربوط به اين مبحث را راحت تر مطالعه مى كند. براى رفع اين مشكل اولاً سعى مى شود كه مقالات آزمون المپياد از مقالات به روز انتخاب شوند كه معمولاً دانشجويان علوم پزشكى مقاطع دكترائى حرفه اى يا كارشناسى به مطالعه آنها نمى پردازند و ثانياً " مفاهيم پايه مورد نياز كه از حد دانش علوم پايه مورد انتظار براى دانشجويان علوم پزشكى بيشتر است در متن سناريو يا مقدمه مقالاتى كه به دانشجويان داده مى شود، توضيح داده شده باشد.

مطلب ديگر در مورد موضوعات اعلام شده اين است كه با توجه به ماهيت آزمون المپياد نبايد انتظار داشت كه سوالات داده شده دقيقاً " در چارچوب موضوع داده شده باقى بماند و با موضوعات ديگر ارتباطى نداشته باشد. يا از سوى ديگر به عنوان مثال در مورد المپياد سال جارى امكان دارد آزمون در مورد تمامى عناوين اعلام شده در رابطه با سرطان نباشد.

آزمون حیطه تفکر علمی در علوم پایه از دو مرحله انفرادی و تیمی تشکیل شده است. مرحله انفرادی از چهار قسمت تشکیل شده است: 1- طراحی نقشه مفهومی (Concept Map) 2- ساختن فرضیه (Hypothesis Making) 3- انتخاب متغیر 4-

تحلیل نتایج

قسمت های فوق به این منظور طراحی شده اند که توانایی دانشجویان برای طی کردن یک فرآیند تولید علم مورد ارزیابی قرار گیرد. فرآیندی که از استخراج دانش از متون علمی و یافتن ارتباطات بین مفاهیم استخراج شده و نیز شکاف های (Gaps) موجود در دانش استخراج شده شروع می شود و با تفکر برای ساخت فرضیه و انتخاب متغیر برای آزمون یک فرضیه ادامه می یابد و سپس با تحلیل یافته های یک مطالعه برای رد یا اثبات یک فرضیه پایان می یابد.

در مرحله تیمی آزمون المپیاد، از یک سو فرآیند طراحی یک مطالعه در شرایط نزدیکتر به شرایط واقعی صورت می گیرد و از سوی دیگر این کار در قالب یک کار تیمی صورت می گیرد، چرا که انجام تحقیقات در قالب یک تیم یکی از نقاط ضعف محققان کشور ما است.

1- مرحله اول: آزمون انفرادی

- الف - قسمت اول: طراحی نقشه مفهومی (Concept Map):

در این قسمت، که در مقایسه با دیگر قسمت های مرحله انفرادی آزمون حیطه تفکر علمی در علوم پایه زمان و در صد بیشتری از نمره را به خود اختصاص می دهد، توانایی دانشجوی در فهم مطالب، استخراج مفاهیم (Concepts) از متون علمی و برقراری ارتباط (Link) بین مفاهیم مختلف برای پاسخ گویی به یک سوال و نیز بیان مفاهیم استخراج شده از متون علمی و ارتباطات بین آنها مورد ارزیابی قرار می گیرد. در این قسمت یک سناریو به زبان فارسی و سه مقاله اصیل به زبان انگلیسی به دانشجویان داده می شود و از آنان خواسته می شود برای پاسخ به "سوال مشخصی" (Focus Question) که در سناریو مطرح شده است با طراحی یک نقشه مفهومی پاسخ دهند.

نقشه های مفهومی ابزاری تصویری برای سازماندهی و ارائه ی اطلاعات هستند. در نقشه مفهومی مفاهیم معمولاً داخل کادر قرار می گیرند و ارتباطات بین آنها با خطوط جهت دار نشان داده می شود. نوع ارتباط به صورت واژه هایی روی خطوط

ارتباطی نوشته می شوند. به جای واژه ها می توان از نشانه هایی مثل مثبت، منفی و ... استفاده کرد به شرطی که معنی آنها در جایی (مثلا پایین صفحه ای که نقشه مفهومی در آن رسم شده است) توضیح داده شده باشد. نمونه یک نقشه مفهومی در شکل 1 نشان داده شده است. این نقشه مفهومی بعضی از مکانیسم های کاهش شدت رد پیوند آلوگرافت توسط سلولهای بنیادی مزانشیمی (Mesenchymal Stem Cells) را نشان می دهد. طراحی این نقشه مفهومی با توجه به محدودیت مکانی در متن حاضر صورت گرفته است و طراحی های بهتر از این نیز امکان پذیر است. با توجه به این نقشه مفهومی چند نکته که احتمالاً در طراحی نقشه مفهومی در آزمون المپیاد کمک کننده خواهد بود ذکر خواهد شد

نکته اول اینکه در آزمون المپیاد از دانشجو خواسته می شود که مفاهیم در نقشه مفهومی نشان داده شوند. به عبارت دیگر دانشجو نباید به گزارش نتایج مقالات داده شده بپردازد، بلکه وی باید این نتایج را به مفاهیم تبدیل کند. به عنوان مثال در یکی از مقالات داده شده برای رسم نقشه مفهومی شکل 1، متن زیر برای توضیح قسمتی از نتایج آمده است:

“CD25+CD4+Foxp3+ Tregs Are Expanded in Recipients After MSC Infusion

To clarify whether the immunoregulatory actions of MSCs were associated with expansion of Tregs, we investigated the percentages of CD25+CD4+Foxp3+ Tregs in peripheral blood samples from allograft recipients. The mean (SD) percentage of CD4+CD25+ cells in allograft recipients was 16.5% (6.0%), and of Foxp3+ cells in this population was 41.3% (5.3%) on day 7 after transplantation. Thus, the percentage of CD4+CD25+Foxp3+ Tregs was 6.8% (2.6%) in this group. After administration of MSCs, the percentage of CD4+CD25+ cells was markedly increased and accompanied by an increased percentage of Foxp3+ cells on day 7 after transplantation. The percentage of CD4+CD25+Foxp3+ cells in recipients treated with MSCs derived from either donor, recipient, or third-party strains (14.0% [3.5%], 12.1% [3.3%], and 12.3% [3.4%], respectively) was significantly increased compared with recipients who did not receive MSCs (all $P < 0.05$). Thus, Treg expansion was observed in allograft recipients after MSC administration.” (Wang Y. *et al. Transplantation Proceedings*, 41, 4352–4356 (2009)).

چنانچه در نقشه مفهومی شکل 1 مشاهده می کنید، مفهوم نمایش داده شده استخراج شده از این نتایج این است که "سلول های بنیادی مزانشیمی باعث القاء افزایش جمعیت سلولهای T تنظیمی (Regulatory T Cells) می شود" و جزئیات نتایج در نقشه مفهومی، نمایش داده نشده است. دقت بیشتر در متن داده شده مشخص می کند که عنوان و نیز جمله آخر این قسمت از نتایج، بیان کننده مفهوم مورد نیاز است. این امر در بسیاری از مقالات (و نه تمامی آنها) صدق می کند اما بهتر است که تمام متن نتایج خوانده شود زیرا ممکن است قسمتی از مفهوم مورد نیاز درون آن باشد. معمولاً مفاهیم مربوط به نتایج درون

قسمت بحث مقالات گنجانده می شود اما مسئله این است که احتمالاً قسمت بحث مقالاتی که در اختیار دانشجویان قرار می گیرد حذف شده است.

نکته دوم مربوط به دانش مورد نیاز برای فهم مطالب، استخراج مفاهیم و ارتباط برقرار کردن بین این مفاهیم جهت رسم یک نقشه مفهومی است. با توجه به مشخصات دانشجویان شرکت کننده در المپیاد، فرض بر این است که قسمت عمده دانش مورد نیاز توسط دانشجویان در دوره تحصیل فرا گرفته شده است. به عنوان مثال در نقشه مفهومی فوق فرض بر این است که دانشجویان می دانند سلول دندریتیک و سلول T کمکی (T helper) چیست. قسمت‌های تخصصی تر دانش مورد نیاز نیز از سناریو و مقدمه مقالات داده شده به دست می آید به عنوان مثال در مورد نقشه مفهومی فوق معرفی سلول های بنیادی مزانشیمی در سناریو و مقدمه مقالات داده شده صورت گرفته است.

نکته سوم این است که می توان نقشه مفهومی را از یافته های مقالات به اضافه دیگر یافته های مرتبطی که در قسمت مقدمه و نیز بحث (در صورت وجود) به آن اشاره شده است استخراج کرد. اما در دو دوره اخیر المپیاد تاکید تیم طراحی سوال بر این بود که فقط یافته های مقالات و مطالب آورده شده در سناریو در طراحی نقشه مفهومی مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال در مورد نقشه مفهومی فوق در مقدمه یکی از مقالات ممکن است به این موضوع اشاره شده باشد که یکی از مکانیسمهای القاء کاهش پاسخ های ایمنی و جلوگیری از رد پیوند توسط سلول های بنیادی مزانشیمی از طریق تولید فاکتورهای مهار کننده فعالیت سیستم کمپلمان توسط این سلول ها باشد. پر واضح است که با توجه به تاکید طراحان آزمون المپیاد این مفهوم نباید در نقشه مفهومی آورده شود مگر اینکه در المپیادهای آتی سیاست فوق عوض شود که در آن صورت به اطلاع شرکت کنندگان خواهد رسید.

نکته چهارم این است که حتی اگر قرار باشد فقط یافته های مقالات داده شده و مطالب سناریو برای طراحی نقشه مفهومی مورد استفاده قرار گیرند، اما امکان دارد مفاهیم دیگری درون مقالات (به عنوان مثال مقدمه مقالات) وجود داشته باشند که باعث برقراری ارتباط بین مفاهیم استخراج شده از یک مقاله با هم یا مفاهیم استخراج شده از یک مقاله با مفاهیم استخراج شده از مقالات دیگر شوند. در این صورت از این مطالب برای طراحی نقشه مفهومی باید استفاده کرد. به عنوان مثال در مورد نقشه مفهومی فوق، ممکن است این مطلب که کاهش تولید سایتوکاینهای پیش برنده التهاب و افزایش تولید سایتوکاین های ضدالتهابی توسط سلول های دندریتیک باعث افزایش جمعیت سلول های T تنظیمی می شود، درون یافته های هیچکدام از مقالات نباشد اما در مقدمه یکی از مقالات به آن اشاره شده باشد. چنانچه مشاهده می کنید با این وجود بین مفهوم "کاهش

تولید سایتوکاینهای پیش برنده التهاب و افزایش تولید سایتوکاینهای ضدالتهابی توسط سلول های دندریتیک " و مفهوم "افزایش جمعیت سلولهای T تنظیمی" ارتباط برقرار شده است. بدیهی است دیگر ارتباطات شناخته شده ای که در سناریو و مقالات داده شده از آنها ذکری به میان نیامده است، در نقشه مفهومی آورده نمی شوند. از سوی دیگر ممکن است در مقالات داده شده، یافته هایی وجود داشته باشد که با موضوعی که قرار است نقشه مفهومی راجع به آن طرح شود (Focus Question) ارتباطی نداشته باشد و بود و نبود آن تفاوتی نداشته باشد. به عنوان مثال در مورد نقشه مفهومی فوق اگر در یکی از مقالات یافته ای باشد مبنی بر اینکه پیوند آلوزنیک باعث تحریک سلولهای کشنده ذاتی (NK Cells) می شود بدون اینکه مطلبی در مورد ارتباط این موضوع و سلول های بنیادی مزانشیمی وجود داشته باشد، نباید در نقشه مفهومی آورده شود.

نکته پنجم اینکه تمام کادرها و خطوط ارتباطی ارزش یکسانی (از نظر طراحان سوال) ندارند. بعضی از آنها مهمتر هستند و طبیعتاً امتیاز بیشتری به آنها تعلق می گیرد. این اهمیت ممکن است به خاطر ارزش ذاتی مفهوم یا ارتباط مورد نظر در پدیده ای که قرار است توضیح داده شود باشد و یا به خاطر تفکر بیشتر و عمیق تری که باید برای استخراج آن مفهوم یا ارتباط صرف شود.

و نکته ششم اینکه متاسفانه تجربه این چند سال نشان می دهد که اکثر دانشجویان و اساتید، قسمت اعظم حیطه تفکر علمی در علوم پایه المپیاد را معادل نقشه مفهومی می دانند و اوقات زیادی از وقت دانشجویان داوطلب به فراگیری نحوه طراحی نقشه مفهومی اختصاص می یابد. در حالیکه اگر چه در این قسمت از آزمون از نقشه مفهومی استفاده می شود، اما چنانچه ذکر شد هدف اصلی ارزیابی توانایی دانشجویان در فهم مطالب، است خراج مفاهیم از متون علمی و برقراری ارتباط بین مفاهیم مختلف است و نقشه مفهومی فقط وسیله ای برای بیان این مفاهیم و ارتباطات آنها است. برای موفقیت در این قسمت از آزمون المپیاد، آشنایی نه چندان عمیق با طراحی نقشه مفهومی کافی است چرا که مهارتهای تخصصی در طراحی نقشه مفهومی در این آزمون مورد سنجش قرار نمی گیرد. بهتر است دانشجویان وقت بیشتری را صرف کسب مهارتهای لازم برای مطالعه صحیح مقالات و استخراج مفاهیم از آنها و برقراری ارتباط بین این مفاهیم کنند

در این قسمت از آزمون، علاوه بر طراحی نقشه مفهومی، از دانشجو یان خواسته می شود که متنی خلاصه در شرح نقشه مفهومی بنویسند. توصیه این است که دانشجو یان ابتدا به طراحی نقشه مفهومی بپردازد و سپس متن خلاصه را با توجه به

نقشه مفهومی طراحی شده بنویسند. همچنین متن نوشته شده حتما " خلاصه باشد و از ذکر توضیحات غیر ضروری خودداری شود.

همچنین در این قسمت، دانشجویان باید سه سوال در مورد موضوع مورد بحث طرح کنند. سوالات یا پاسخ آنها نباید در مقالات داده شده وجود داشته باشد. طرح این سه سوال از این جهت است که توانایی دانشجویان در تشخیص شکاف های (Gaps) موجود در دانشی که استخراج شده است، مورد ارزیابی قرار گیرد. شکاف های موجود می توانند منشا تحقیقات جدید و در نهایت تولید دانش جدید باشند. در این قسمت کیفیت سوالات طراحی شده برای کسب امتیاز مهم است. بهترین سوالات، سوالاتی هستند که پاسخ به آنها بتواند منجر به ایجاد مفاهیم و / یا ارتباطات جدید در نقشه مفهومی شود. به عنوان مثال در مورد نقشه مفهومی شکل 1، یکی از سوالات ممکن این است که سلول های بنیادی مزانشیمی چگونه روی سلول های دندریتیک اثر می گذارند: تماس سلول به سلول، ترشح مواد محلولی همچون سایتوکاینها یا هر دو مکانیسم؟

قسمت اول آزمون انفرادی معمولا ظهر روز اول تمام می شود. قسمت های بعدی این آزمون معمولا از بعد از ظهر روز اول و یا صبح روز بعد شروع می شوند. موضوعات مورد سوال در قسمت های بعد، پیرامون همان موضوع مورد بحث در سناریو و نقشه مفهومی می باشد. در این قسمت ها دانشجو نیازمند به استفاده از نقشه مفهومی و احتمالا مقالات ارائه شده در قسمت اول است. به دلیل اینکه برخی از دانشجویان ممکن است نتوانسته باشند نقشه مفهومی را به درستی رسم کنند و یا اصولا موفق به استخراج مفاهیم مورد نیاز و ارتباطات بین آنها در قسمت اول آزمون نشده باشند، برای اینکه این نقیصه به موفقیت آنها در قسمت های بعدی آزمون خدشه وارد نکند، در قسمت های بعدی آزمون نقشه مفهومی که با همفکری طراحان سوال در رابطه با موضوع طرح شده در سناریو تهیه شده است، در اختیار دانشجویان قرار می گیرد.

مدت زمان این قسمت از آزمون المپیاد بسته به ماهیت مقالات داده شده و وقت مورد نیاز برای مطالعه آنها و استخراج مفاهیم از آنها، 3 تا 4 ساعت است.

- ب- قسمت دوم: ساختن فرضیه (Hypothesis Making)

در این قسمت توانایی دانشجویان برای ساخت فرضیه (Hypothesis) مورد ارزیابی قرار می گیرد. طبق تعریف فرضیه یک توضیح برای یک رخداد است یا پیشنهادی برای اینکه چگونه چند رخداد با یکدیگر رابطه دارند. در تعریفی دیگر، فرضیه، به فرضی که گفته می شود که به عنوان یک توضیح و تفسیر برای نتایج یک آزمایش بکار می رود و پایه ی تحقیقات بعدی را

تشکیل می دهد. عموماً ساخت یک فرضیه، نخستین گام در حل مسأله یا مشکل است. معمولاً روشی که در این قسمت برای ارزیابی توانایی فرضیه سازی مورد استفاده قرار می گیرد، این است که به دانشجو نتایج یک آزمایش داده می شود که به ظاهر با مطالبی که تا کنون در مورد موضوع مورد بحث گفته شده است، قابل توجیه نیست و به اصطلاح دانشجو با یک پارادوکس مواجه می شود. سپس از دانشجو خواسته می شود که برای توجیه این نتایج با توجه به نقشه مفهومی که در اختیار دارد، فرضیه یا فرضیات علمی ارائه دهد. معمولاً دانشجو برای موفقیت در این قسمت علاوه بر توجه به نقشه مفهومی، باید از دانش بیولوژیک پایه خود نیز استفاده کند. البته سعی طراحان سوال همیشه بر این بوده است که دانش بیولوژیک مورد نیاز برای ارائه فرضیه، در سناریو یا مقدمه مقالات ارائه شده در قسمت اول آزمون موجود باشد و یا در حد دانش یک دانشجوی متوسط پزشکی یا دندانپزشکی باشد که مقطع علوم پایه را گذرانده است. بنابراین دانشجو برای ارائه فرضیه مناسب نباید انتظار داشته باشد که معلومات خیلی تخصصی (خارج از نقشه مفهومی) در زمینه موضوع مورد بحث داشته باشد. البته ارائه یک پارادوکس تنها روش برای ارزیابی توانایی دانشجویان در فرضیه سازی نیست و ممکن است این ارزیابی بدون توجه به وجه دانشجو با یک پارادوکس صورت گیرد. به عنوان مثال ممکن است یک پدیده در رابطه با موضوع مورد بحث مطرح شود و سپس از دانشجویان خواسته شود که بر اساس نقشه مفهومی که در اختیار دارند مکانیسمی برای توجیه آن پدیده پیشنهاد دهند. ذکر این نکته الزامی است که برای این آزمون یک یا چند جواب مشخص وجود ندارد و چه بسا دانشجویی فرضیه ای صحیح ارائه دهد که در زمره فرضیات مورد نظر طراحان سوال نبوده است که طبیعتاً چنین فرضیه ای نیز به عنوان جواب درست در نظر گرفته می شود. از جمله خصوصیات یک فرضیه علمی، قابل آزمایش بودن آن است. این دلیل و نیز اهمیت طراحی صحیح مطالعه برای انجام موفق یک تحقیق، باعث شد در المپیاد اول، علاوه بر اینکه دانشجو می بایست در این قسمت فرضیاتی برای توجیه یک پدیده پیشنهاد کند، می بایست برای آزمون هر فرضیه، مطالعه ای نیز طراحی کند. تجربه المپیاد اول نشان داد که زمان بر بودن ارزیابی مطالعات طراحی شده برای آزمایش فرضیات باعث می شود که در مدت زمان کم موجود بین برگزاری آزمون ها و اعلام نتایج، ارزیابی دقیق مطالعات طراحی شده بسیار مش کل باشد و لذا در المپیادهای دوم و سوم، قسمت دوم آزمون فقط محدود به ساخت فرضیه شد. طبیعتاً اگر در المپیادهای آتی مشکل فوق الذکر به طریقی بر طرف گردد، طراحی مطالعه نیز مجدداً به این قسمت اضافه خواهد شد.

نکته دیگری که احتمالاً تعداد زیادی از اساتید و دانشجویان به آن فکر کرده اند این است که در شرایط طبیعی یک فرد با در اختیار داشتن منابع علمی فراوان، از قبیل کتاب، مقاله و مهمتر از همه امکان جستجو در اینترنت، به ساخت فرضیه و سپس راستی آزمایی اولیه آن می پردازد. این در حالی است که دانشجو در المپیاد مجبور است بدون استفاده از امکانات فوق

الذکر به ارائه فرضیه پردازد . ضمن پذیرش اشکال فوق باید خاطر نشان کرد که با توجه به امکانات موجود در حال حاضر فراهم کردن شرایط فوق (به عنوان مثال فراهم کردن بیش از 140 رایانه که هم زمان امکان دسترسی به اینترنت با سرعتی مناسب را داشته باشند) در هیچکدام از دانشگاههای کشور ممکن نمی باشد. لذا تا آن زمان به نظر می رسد که روش موجود بهترین راه برای ارزیابی توانایی فرضیه سازی باشد.

برای آشنایی بیشتر ، به نمونه سوالی برای این قسمت که بر اساس نقشه مفهومی ارائه شده در شکل 1 طراحی شده است، توجه فرمائید:

"نقش سلولهای T تنظیمی در کاهش شدت پاسخهای ایمنی توسط سلولهای بنیادی مزانشیمی اثبات شده است.

محقق در مطالعه ای در می یابد که اضافه کردن سلول های بنیادی مزانشیمی به کشت سلولی حاوی لنفوسیت های T و سلولهای دندریتیک باعث کاهش شدت تکثیر لنفوسیتی می گردد . او متوجه شد که اگر قبل از اضافه کردن سلول های بنیادی مزانشیمی به کشت سلولی فوق، سلولهای T تنظیمی را از کشت سلولی فوق خارج کند، شدت تکثیر لنفوسیتی نسبت به زمانی که این عمل (خارج کردن سلولهای T تنظیمی) صورت نگرفته است، تغییر محسوسی نمی کند. با توجه به اینکه چنانچه در بالا به آن اشاره شد، نقش سلولهای T تنظیمی در کاهش شدت پاسخهای ایمنی توسط سلولهای بنیادی مزانشیمی موضوعی اثبات شده است، فرضیه ای ارائه دهید که یافته محقق فوق الذکر را توجیه کند."

پارادوکسی که در اینجا وجود دارد این است که از یک طرف گفته می شود " نقش سلولهای T تنظیمی در کاهش شدت پاسخهای ایمنی توسط سلولهای بنیادی مزانشیمی موضوعی اثبات شده است " و از سوی دیگر " با وجود خروج سلولهای T تنظیمی از کشت سلولی فوق، شدت تکثیر لنفوسیتی نسبت به زمانی که این عمل (خارج کردن سلولهای T تنظیمی) صورت نگرفته است، تغییر محسوسی نمی کند". فرضیه ای که ارائه می شود باید طوری باشد که وجود این پارادوکس را توجیه کند و در صورت صحت آن، دیگر پارادوکسی وجود نداشته باشد.

یکی از فرضیات مورد قبول برای توجیه یافته فوق الذکر این است که " سلول های بنیادی مزانشیمی پس از اضافه شدن به محیط کشت فوق الذکر، باعث تبدیل سلولهای T موجود در کشت سلولی به سلولهای T تنظیمی می شوند".

نکته دیگر اینکه در این قسمت از آزمون اگر دانشجویی فرضیه صحیحی غیر از فرضیه یا فرضیاتی که طراحان آزمون در نظر دارند را ارائه کند، پاسخ وی صحیح در نظر گرفته خواهد شد.

مدت زمان این قسمت از آزمون معمولاً بین 30 دقیقه تا 1 ساعت است.

- ج - قسمت سوم: انتخاب متغیر

- هدف این قسمت از آزمون، ارزیابی توانایی دانشجویان برای انتخاب متغیرهای مناسب جهت اثبات (یا رد) یک فرضیه مشخص است. در این قسمت، یک فرضیه مشخص در ارتباط با موضوع مورد بحث در نقشه مفهومی به دانشجویان داده می شود. سپس دانشجویان در جریان مراحل ابتدایی طراحی یک مطالعه برای آزمون این فرضیه (به عنوان مثال فقط گروه بندی و تیمارهای هر گروه) قرار می گیرند. دانشجویان باید با استفاده از نقشه مفهومی که در اختیار دارند، از بین یک سری متغیرهای پیشنهادی، آنهایی را که به اثبات یا رد فرضیه مورد بحث کمک می کنند، انتخاب کنند. همچنین از دانشجویان خواسته می شود که دلیل انتخاب یا عدم انتخاب هر متغیر را نیز ذکر کنند. معمولاً در پایان این قسمت از دانشجویان خواسته می شود از بین چند مداخله پیشنهادی مرتبط با مطالعه مورد نظر، مداخله ای را که فکر می کنند به آزمون فرضیه مورد بحث کمک بیشتری میکند را با ذکر دلیل انتخاب کنند.

با توضیحات فوق می شود گفت که در واقع در این قسمت از آزمون، دانشجو طراحی ناکامل یک مطالعه برای اثبات یک فرضیه را کامل می کند.

در ادامه جهت آشنایی بیشتر، نمونه سوالی از این قسمت از آزمون که در رابطه با موضوع مورد بحث در نقشه مفهومی شکل 1 طرح شده است، آورده می شود:

"این امر که سلولهای بنیادی مزانشیمی (MSCs) باعث تولید سایتوکاین IL-10 (یک سایتوکاین ضدالتهابی) می شوند، اثبات شده است. محققان تصمیم دارد به این پرسش پاسخ دهد که آیا این سایتوکاین نقش مهمی در القای سلولهای T تنظیمی (Regulatory T Cells) و کاهش رد پیوند آلوژن توسط سلول های بنیادی مزانشیمی دارد یا خیر؟"

برای آزمون این فرضیه دو گروه موش نژاد خالص Balb/c تحت پیوند کلیه آلوژن از موشهای نژاد خالص C57 قرار می گیرند. موشهای هر دو گروه قبل از پیوند کلیه سلول های بنیادی مزانشیمی موش C57 دریافت می کنند. موشهای یک گروه پس از پیوند، گیرنده محلول IL-10 دریافت می کنند در حالیکه گروه دیگر این دارو را دریافت نمی کنند.

از میان دو متغیر زیر، ارزیابی کدامیک را پیشنهاد می کنید؟ دلیل انتخاب یا عدم انتخاب هریک را بنویسید.

الف - سطح IL-10 خون

ب - جمعیت سلولهای T تنظیمی خون

اگر برای آزمون فرضیه فوق فقط فرصت انجام یک مداخله دیگر را داشته باشید، کدام آزمایش را انتخاب می کنید؟ دلیل

آن را ذکر کنید.

الف - اضافه نمودن یک گروه دیگر که به جای گیرنده محلول IL-10، گیرنده محلول TNF- α (یک سایتوکاین پیش برنده التهاب) دریافت کند.

ب - اضافه نمودن یک گروه دیگر که علاوه بر گیرنده محلول IL-10، گیرنده محلول TNF- α نیز دریافت کند.

ج - اضافه نمودن یک گروه دیگر که دوز دو برابر از گیرنده محلول IL-10 دریافت کند.

جواب:

در مورد قسمت اول مورد "الف" نباید انتخاب گردد و مورد "ب" باید انتخاب گردد. دلیل عدم انتخاب مورد "الف" این است که دریافت یا عدم دریافت گیرنده محلول IL-10 تأثیری بر سطح سرمی IL-10 ندارد. دلیل انتخاب مورد "ب" این است که کمتر بودن معنی دار جمعیت سلولهای T تنظیمی در گروهی که گیرنده محلول IL-10 دریافت می کند نسبت به گروهی که گیرنده محلول IL-10 دریافت نمی کند به نفع فرضیه فوق است. در صورتیکه اگر جمعیت سلولهای T تنظیمی در گروهی که گیرنده محلول IL-10 دریافت می کند به میزان معنی داری بیشتر از گروهی که گیرنده محلول IL-10 دریافت نمی کند، باشد یا با آن تفاوت معنی داری نداشته باشد، به ضرر فرضیه فوق است.

البته یادآوری این نکته الزامی است که تعداد متغیرهای پیشنهادی برای این قسمت از آزمون بسیار بیشتر از 2 عدد است.

در مورد قسمت بعدی سوال (انتخاب مداخله صحیح)، گزینه "ج" صحیح است. لطفا در مورد دلیل این انتخاب فکر کنید.

نکته دیگر اینکه در این قسمت از آزمون نیز اگر دانشجویی با استدلال صحیح جوابی غیر از آنچه طراحان آزمون در نظر دارند را انتخاب کند، پاسخ وی صحیح در نظر گرفته خواهد شد.

زمان این قسمت از آزمون نیز 30 دقیقه تا یک ساعت است.

- د- قسمت چهارم: تحلیل یافته ها

در این قسمت توای دانشجویان در تحلیل نتایج جهت رد یا اثبات یک فرضیه مورد ارزیابی قرار می گیرد . این توانایی معمولاً پس از انجام یک مطالعه و به عنوان مثال هنگام نوشتن بخشی "بحث (Discussion)" مقاله مستخرج از یک مطالعه به کار می آید.

در این قسمت، یک مطالعه که برای آزمون یک فرضیه طراحی شده است، به طور خلاصه برای دانشجویان توضیح داده می شود. سپس نتایج فرضی در مورد این مطالعه در اختیار آنها قرار داده می شود. دانشجویان می بایست با توجه به نقشه مفهومی که در اختیار دارند تصمیم بگیرند که یک نتیجه به نفع یا به ضرر فرضیه مورد بحث است یا تاثیری روی رد یا قبول آن ندارد. دانشجویان باید جوابهای خود را در یک مقیاس شبه لیکرت (Likert) که دارای سه وضعیت + (تایید فرضیه)، - (رد فرضیه) و 0 (نه رد و نه قبول فرضیه) وارد کنند.

در ادامه جهت آشنایی بیشتر، نمونه سوالی از این قسمت از آزمون که در رابطه با موضوع مورد بحث در نقشه مفهومی شکل 1 طرح شده است، آورده شده است:

"تأثیر تولید آنزیم Indoleamine 2,3-dioxygenase (IDO) توسط سلولهای بنیادی مزانشیمی در مهار پاسخهای ایمنی توسط سلول های بنیادی مزانشیمی اثبات شده است . همچنین نشان داده شده است که قسمت اعظم م این تأثیر به دلیل کاتابولیسم و مصرف تریپتوفان (Tryptophan) می باشد، اما این موضوع که Kynurenine تولید شده نیز در مهار ایمنی ناشی از سلول های بنیادی مزانشیمی نقش دارد، کاملاً اثبات نشده است.

برای بررسی این موضوع (نقش Kynurenine تولید شده در مهار ایمنی ناشی از سلول های بنیادی مزانشیمی) محققى به کشت سلولى حاوى لنفوسیتهاى T و سلولهای دندریتیک، سلولهای بنیادی مزانشیمی اضافه می کند. این امر (چنانچه انتظار می رفت) باعث کاهش شدت تکثیر لنفوسیتی می گردد.

این یافته فرضیه را تایید یا رد می کند:	اگر.....
+ (تایید) 0 (نه رد، نه تایید) - (رد)	اگر اضافه کردن تریپتوفان به کشت سلولی فوق باعث افزایش شدت تکثیر لنفوسیتی گردد.
	اگر اضافه کردن آنزیمی که باعث شود تریپتوفان به جای تبدیل شدن به Kynurenine به سروتونین تبدیل شود، باعث افزایش شدت تکثیر لنفوسیتی گردد.

جواب:

مورد اول فرضیه فوق را نه رد و نه تایید می کند (0) و فقط نشان دهنده نقش تریپتوفان است اما چیزی در مورد اینکه اضافه کردن تریپتوفان از طریق افزایش Kynurenine باعث این اثر می شود یا این که این اثر فقط ناشی از جبران کمبود تریپتوفان است، چیزی به ما نمی گوید.

مورد دوم به نفع فرضیه فوق است (+). چرا که نشان می دهد اگر در محیط به جای Kynurenine ماده دیگری داشته باشیم، میزان کاهش شدت تکثیر لنفوسیتی کمتر خواهد بود. دقت کنید که در اینجا فرض بر این است که سروتونین اثری بر تکثیر لنفوسیتی ندارد چرا که در منبع در دسترس دانشجویان یعنی نقشه مفهومی به آن اشاره ای نشده است.

یادآوری این نکته الزامی است که تعداد گزینه های پیشنهادی برای این قسمت از آزمون بسیار بیشتر از 2 عدد است.

نکته دیگر اینکه در این قسمت از آزمون نیز اگر دانشجویی با استدلال صحیح جوابی غیر آنچه طراحان آزمون در نظر دارند را انتخاب کند، پاسخ وی صحیح در نظر گرفته خواهد شد.

زمان این قسمت از آزمون نیز 30 دقیقه تا یک ساعت است.

- امتیاز اضافی (Bonus)

در تمام قسمت های آزمون انفرادی، اگر دانشجویی موفق به پاسخی شود که در عین صحیح بودن (با توجه به معیارهای فوق الذکر)، طراحان سوال آن را به عنوان پاسخ صحیح در نظر نگرفته باشند و از نظر تمام طراحان آن قسمت از آزمون، "بسیار هوشمندانه" باشد، به این دانشجو امتیاز اضافه (حداکثر تا 10 درصد نمره آن قسمت از آزمون) تعلق خواهد گرفت. البته اعطای چنین امتیازی به راحتی صورت نمی گیرد و به عنوان مثال در مجموع سه دوره المپیاد که تا کنون برگزار شده است، تعداد افرادی که موفق به کسب این امتیاز اضافه شده اند کمتر از 10 نفر می باشند.

- تصحیح اوراق مرحله انفرادی آزمون:

در سه المپیاد گذشته روال بر این بوده است که افراد طراح سوالات المپیاد به تصحیح اوراق آزمون نیز می پرداختند و در صورت کمبود نیرو، افراد دیگری نیز در این مرحله به همکاری دعوت می شدند. تمام موارد امنیتی لازم برای تصحیح اوراق رعایت می شود و تمام اوراق فاقد نام هستند. همچنین هر برگه امتحانی توسط سه نفر به صورت مجزا تصحیح می شود و در نهایت از نمره های داده شده توسط این سه نفر میانگین گرفته می شود. اگر دو نمره داده شده به یک برگه امتحانی توسط دو نفر، بیش از 10 درصد با یکدیگر اختلاف داشته باشد، این برگه در حضور هر سه نفر تصحیح کننده، مجددا امتیازدهی شده و در نهایت نمره ای که مورد توافق حداقل دو نفر از سه نفر باشد به آن تعلق می گیرد.

ب مرحله تیمی:

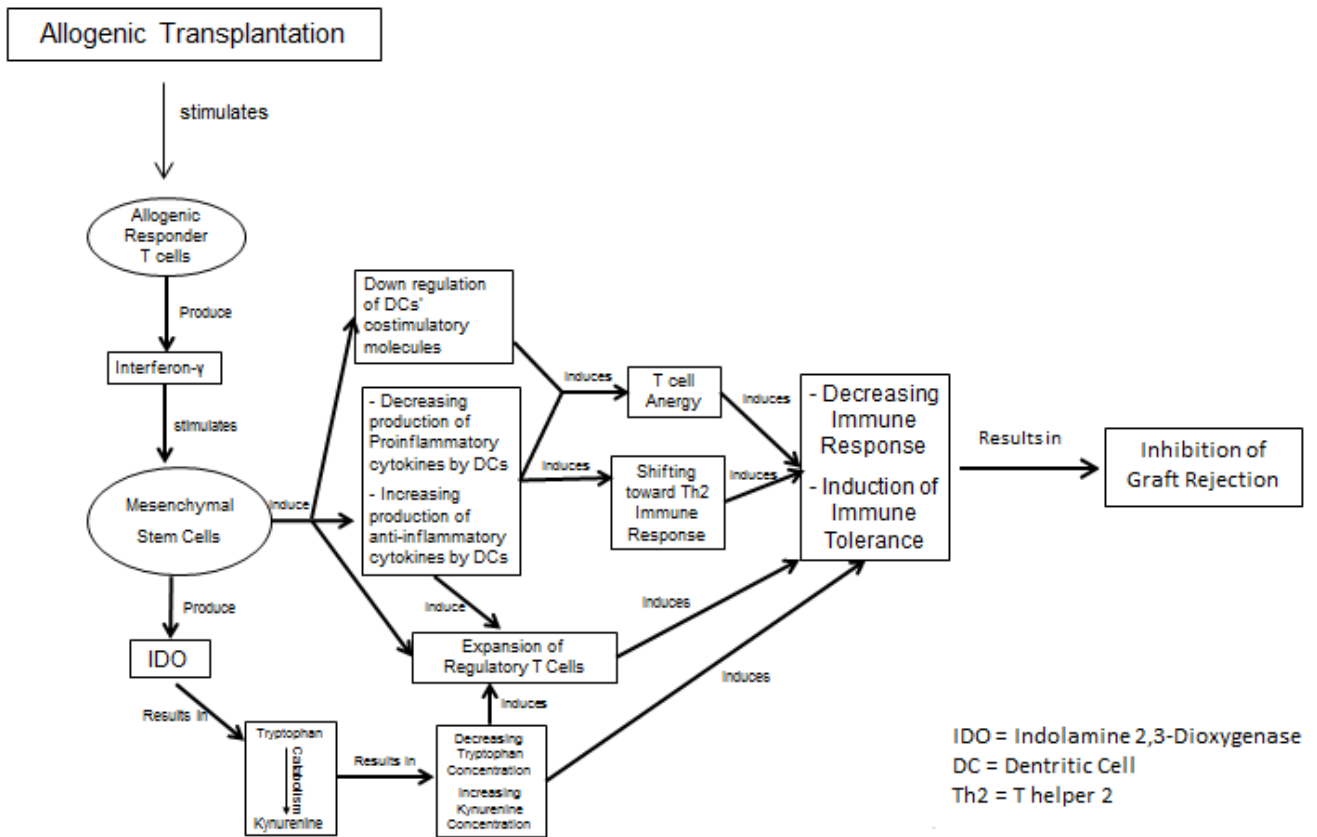
پس از اعلام نتایج مرحله انفرادی، 9 تا 12 تیم دانشگاهی اول، بر حسب امتیاز میانگین سه نفر عضو تیم آن دانشگاه، برای مرحله تیمی آزمون المپیاد انتخاب خواهند شد. در المپیاد اول تعداد تیمهای راه یافته به مرحله دوم 6 تیم بود اما در المپیادهای بعدی به منظور تشویق تعداد بیشتری از دانشجویان این رقم افزایش یافت. تعداد دقیق تیم های راه یافته به مرحله دوم تابع دو عامل است: میزان فشردگی برنامه المپیاد و میزان نزدیکی نمرات تیم ها به هم. نکته مهمی که در مورد المپیاد آتی باید گوشزد شود این است که با توجه به برنامه فشرده این المپیاد و کاهش یک روزه طول مدت آن نسبت به المپیادهای پیشین، احتمال ایجاد تغییرات اساسی در نحوه برگزاری مرحله تیمی بسیار زیاد است که در صورت وقوع چنین امری به اطلاع همگان خواهد رسید. لذا آنچه در پی می آید روال سه المپیاد گذشته است.

چنانچه ذکر شد در مرحله تیمی، تلاش بر این است که دانشجویان در شرایطی واقعی تر به طراحی یک مطالعه بپردازند. این مرحله شامل دو قسمت کتبی و شفاهی است. در قسمت کتبی، دانشجویان به مدت حدود 12 ساعت در قرنطینه قرار می گیرند و افراد هر تیم به کمک یکدیگر و با استفاده از رایانه و اینترنتی که در اختیارشان قرار می گیرد، باید در رابطه با موضوعی که اعلام خواهد شد به نوشتن پیش نویس یک طرح تحقیقاتی (Research Proposal) (پروپوزال) بپردازند. در طول این مدت، سایت هایی که توسط دانشجویان بازدید می شود توسط افرادی مستقر در اتاق سرور، کنترل می شود و دانشجویان به هیچ وجه حق ورود به پست های الکترونیک و اتاقهای چت را ندارند و اصولاً هر نوع برقراری ارتباط با افراد خارج از مجموعه آزمون مرحله تیمی ممنوع است. قسمت هایی که در هر پروپوزال باید نوشته شوند در شروع این مرحله به اطلاع دانشجویان خواهد رسید و معمولاً شامل عنوان انگلیسی و فارسی، خلاصه، بیان مسئله، مروری بر منابع (Literature Review)، اهداف و/یا فرضیات، روش اجرا و منابع است. با توجه به زمانی که دانشجویان در اختیار دارند، پروپوزال ها لازم نیست که مفصل باشند. معمولاً از فرمت استاندارد یک دانشگاه برای نوشتن پروپوزال استفاده می شود و حدود حجم هر کدام از قسمت های پروپوزال در فرمت ارائه شده اعلام خواهد شد. ایده طرح تحقیقاتی نوشته شده به هیچ وجه نباید تکراری باشد و در صورت تکراری بودن، تیم مربوطه از ادامه رقابت باز خواهد ماند. همچنین در صورت کپی برداری برای نوشتن بیان مسئله نیز از امتیاز تیم مربوطه به میزان قابل توجهی کاسته خواهد شد. سپس اعضای تیم امتیاز دهنده، کار تصحیح پروپوزال ها را شروع خواهند کرد. در این قسمت نیز پروپوزال ها کاملاً بی نام خواهند بود. معیارهایی که برای امتیازدهی به پروپوزال ها در نظر گرفته می شوند معمولاً شامل مواردی همچون: نو بودن و تکراری نبودن عنوان پروپوزال، ارزشمند بودن از لحاظ علمی، طراحی هوشمندانه، مستند بودن و دارای روال منطقی بودن بیان مسئله، وجود "مروری بر منابعی" که به خوبی نشان دهنده جایگاه مطالعه پیشنهادی باشد، اهداف و/یا فرضیات واضح، روش اجرایی که حداقلی لازم را دارا باشد و متناسب با اهداف و/یا فرضیات پروپوزال باشد، رفرنس گذاری مناسب در متن و وجود قسمت منابع در انتهای پروپوزال، قابل انجام بودن مطالعه و در نهایت رعایت اصول اخلاقی. لازم به ذکر است که قاعدتاً دانشجویان در این مرحله نباید کمبود امکانات، وسایل و بودجه را در نظر بگیرند اما لازم است که تحقیق پیشنهادی توسط آنان قابل انجام باشد و به عنوان مثال دارای آزمایشی نباشد که در هیچ یک از مراکز تحقیقاتی دنیا قابل انجام نباشد یا تامین حجم نمونه پیشنهادی توسط آنان غیر ممکن یا بسیار مشکل (حتی در بهترین مراکز تحقیقاتی دنیا) باشد. لازم به ذکر است که معیارهای دقیق امتیازدهی برای این قسمت نیز، توسط تیم طراحی آزمون هر المپیاد قبل از شروع مرحله تیمی به اطلاع تیم های شرکت کننده خواهد رسید و ممکن است با معیارهای ذکر شده در بالا قدری متفاوت باشد.

پس از اتمام کار تصحیح پروپوزال ها، نوبت به قسمت شفاهی مرحله تیمی و ارائه پروپوزال توسط تیم های مربوطه خواهد رسید. در این قسمت، اگر فردی از افراد امتیاز دهنده در استخدام دانشگاه مربوط به یک تیم باشد، به ارائه پروپوزال توسط آن تیم نمره نخواهد داد. در این مرحله نیز معیارهایی نظیر میزان تسلط علمی اعضای تیم بر پروپوزال ارائه شده، توانایی آنان در پاسخ به سوالات مطرح شده و رفع ابهام از ابهام هایی که احیاناً در نسخه کتبی پروپوزال وجود دارد، گویا بودن PowerPoint استفاده شده برای ارائه پروپوزال و نحوه ارائه در نظر گرفته خواهد شد اما در این مورد نیز معیارهای دقیق امتیازدهی، توسط تیم طراحی آزمون هر المپیاد، پس از اتمام قسمت کتبی به اطلاع تیم های شرکت کننده خواهد رسید و ممکن است با معیارهای ذکر شده در بالا قدری متفاوت باشد.

در نهایت امتیازهای کسب شده توسط هر تیم در مراحل کتبی (60 تا 70 درصد) و شفاهی (30 تا 40 درصد) با هم جمع شده و اسامی تیم های برتر المپیاد به ترتیب اعلام خواهد شد.

در پایان بر خود لازم می بینم که از تمامی اساتید خوش فکری که پایه گذار این المپیاد بود ه اند تشکر کرده و به خصوص کمال امتنان خود را نسبت به سرکار خانم دکتر پروین باسالار و جناب آقای دکتر علیرضا مانی که حیطة تفکر علمی در علوم پایه المپیاد وجود و ادامه اش را مدیون آنان است، ابراز کنم.



شکل 1- نقشه مفهومی که بیانگر برخی از مکانیسم های کاهش شدت رد پیوند آلوگرافت توسط سلول های بنیادی مزانشیمی (Mesenchymal Stem Cells) است.