حسین بهاروند، استاد ممتاز و مؤسس پژوهشکده‌ی زیست‌شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی پژوهشگاه رویان است. در سال ۱۳۷۳ مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه شیراز، در سال ۱۳۷۵ مدرک کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه شهید بهشتی و مدرک دکترای خود را در رشته‌ی زیست‌شناسی تکوینی از دانشگاه خوارزمی (تربیت معلم سابق) در سال ۱۳۸۳ دریافت کرد. وی در سال ۱۳۷۴ به پژوهشگاه رویان پیوست. او در سال ۱۳۸۲ برای اولین بار سلول‌های بنیادی رویانی (جنینی) انسانی و موشی را در ایران تولید کرد و در سال ۱۳۸۷ به همراه همکارانش موفق به تولید سلول‌های بنیادی پرتوان القائی (iPS) انسانی و موشی شد. این فعالیت‌ها او و همکارانش را قادر ساخت تا شاخه‌های مختلف پزشکی بازساختی را در ایران پایه‌گذاری و پیگیری کنند. زمینه‌های پژوهشی او پیرامون ارتقاء تحقیقات ترجمانی و پزشکی بازساختی از دیدگاه سلول‌های بنیادی، زیست‌شناسی تکوینی و مهندسی با الهام از طبیعت است. وی روی دگرتمایزی و تمایز سلول‌های بنیادی پرتوان به سلول‌های قلبی، عصبی و کبدی تحقیق می‌کند و درباره‌ی سازوکارهای پرتوانی و زیست‌شناسی سلول‌های زایا مطالعه می‌نماید. ایشان در کارآزمایی‌های بالینی متعدد و پیوند سلول‌های بنیادی بافتی مشارکت داشته است و در زمینه‌ی توسعه‌ی تولید صنعتی سلول فعالیت می‌کند. او به عنوان سخنران مدعو در بسیاری از کنفرانس‌های علمی ملی و بین‌المللی از جمله انجمن جهانی تحقیقات سلول‌های بنیادی (ISSCR، ۱۳۹۷) حضور داشته است. از وی ۴ کتاب به زبان انگلیسی توسط انتشارات Springer و John Wiley به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۴ چاپ شده است. تاکنون بیش از ۳۸۰ مقاله‌ی بین‌المللی، بیش از ۱۰۰ مقاله‌ی داوری‌شده‌ی داخلی به همراه ۷ فصل در کتب بین‌المللی از ایشان به چاپ رسیده است. ۷ کتاب تألیفی به زبان فارسی و ۸ کتاب ترجمه‌شده از دیگر آثار وی هستند. هم‌چنین ۸ تصویر از مقالات شاخص وی روی جلد مجلات بین‌المللی چاپ شده است. با استناد به Google Scholar تاکنون بیش از یازده‌هزار بار به مطالعات ایشان ارجاع شده و دارای h-index ۵۱ است.

حسین بهاروند عضو هیئت تحریریه‌ی هشت مجله‌ی علمی بین‌المللی از جمله Journal of Biological Chemistry و Scientific reports بوده و دارای ۳ اختراع ثبت شده در آمریکاست. وی بیش از ۳۰ عنوان جایزه‌ی ملی و بین‌المللی را از جمله جایزه‌ی محقق برتر

جهـان اسـلام (ISESCO) در سـال ۱۳۸۹، جایـزه‌ی بیـن المللـی یونسـکو در حـوزه‌ی علـوم زیسـتی در سـال ۱۳۹۳ و ، جایـزه‌ی بین‌المللـی آکادمـی جهانـی علـوم (TWAS) بـرای تولیـد و نگهـداری سـلول‌های بنیـادی و ارائـه‌ی مفاهیـم جامعـی از پرتوانـی و تمایـز ایـن سـلول‌ها در سـال ۱۳۹۸ دریافـت نمـوده اسـت. همچنیـن در سـال ۱۳۹۸ او موفـق بـه کسـب جایـزه‌ی مصطفی، نشـان عالـی علـم و فناوری جهان اسـلام بـرای تحقیقـات ترجمانـی سـلول‌های بنیـادی به عنـوان اثر نوآورانه و زمینه‌سـاز ارتقاء زندگی بشـری شـد. وی برنـده‌ی دهمیـن، دوازدهمین و هفدهمین جشـنواره‌ی رازی (سـال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱) و بیسـت و ششـمین و سـی و دومین جشـنواره‌ی بین‌المللی خوارزمی (سـال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۷) شـده اسـت. در سـال ۱۳۸۹ در بیسـت و هفتمیـن دوره‌ی کتـاب سـال جمهوری اسـلامی ایران، کتاب سـلول‌های بنیـادی وی به عنـوان کتـاب برگزیـده شـناخته شـد. بـه پاس تلاش مؤثر بـرای ترویج و ارتقـاء علم در کشـورهای در حال توسـعه، او از دی مـاه ۱۳۹۸ به عضویت آکادمـی جهانی علـوم (TWAS) درآمد.

تاکنون ۳ شـرکت از بسـتر تحقیقاتی پژوهشـکده‌ی زیست‌شناسـی و فناوری سـلول‌های بنیادی شـکل گرفته‌اند که شـامل سِـل‌تِک‌فارمد (کارخانـه‌ی تولیـد سـلول بـرای سـلول‌درمانی)، زیسـت‌تِک‌پژوه (تولیدکننـده‌ی پروتئین‌هـای نوترکیب) و شـرکت فنـاوری بُن‌یاخته‌هـای رویان (ذخیره‌سـازی خـون بندنـاف) اسـت. او بـه همـراه تیـم خـود تلاش فراوانـی در جهت گسـترش علم زیست‌شناسـی سـلول‌های بنیـادی در ایران کرده اسـت که در این راسـتا، «آزمایشـگاه سـلول‌های بنیادی برای همه» و «آزمایشـگاه سـیار سـلول بنیادی» را که یک اتوبوس با آزمایشـگاه مجهـز اسـت راه‌انـدازی نموده‌انـد. هـدف از ایـن روش آمـوزش و یادگیری مشـارکتی، ایجاد انگیـزه و توانمندسـازی دانش‌آموزان برای دسـتیابی بـه علـم، مهـارت، نگـرش و ارزش‌هایـی اسـت کـه برای شـکل‌گیری آینـده‌ای پایـدار برای علـم سـلول‌های بنیادی ضـروری اسـت. او همچنین بـه همـراه تیـم خـود از سـال ۱۳۸۹ "مدرسـه تابسـتانی بین‌المللـی رویـان" را بـه صورت سـالانه برگزار کرده اسـت کـه در آن، شـرکت‌کنندگان توسـط سـخنرانان دعـوت شـده از خـارج کشـور آمـوزش می‌بینند تـا بدین وسـیله امکان تعامـلات بین‌المللـی و ملی افزایـش یابد.

دکتـر محمدرضـا باغبـان اسـلامی‌نژاد در سـال ۱۳۸۳ از دانشـگاه تربیـت مدرس در رشـته‌ی علوم تشـریحی فـارغ التحصیـل و در همان سـال بـه بخـش سـلول‌های بنیـادی پژوهشـگاه رویـان پیوسـت. ایشـان بلافاصله آزمایشـگاه سـلول‌های بنیـادی بزرگسـال را با هـدف کاربرد سـلول بنیـادی در درمـان بیماری‌هـای ارتوپدیـک به‌ویـژه ضایعـات اسـتخوان و غضـروف راه‌انـدازی کـرد. بـرای نیـل بـه ایـن هـدف، دکتـر اسـلامی‌نژاد تحقیقـات متعـددی روی زیست‌شناسـی پایـه‌ی سـلول‌های بنیادی، مهندسـی بافت اسـتخوان و غضروف بر پایه‌ی سـلول بنیادی و کاربـرد سـلول بنیـادی در بازسـازی بافت‌هـای آسـیب‌دیده در مدل‌هـای حیوانـی نظیر موش، خرگوش و سـگ انجـام داد. نامبرده، در سـال ۱۳۸۸ اولیـن کارآزمایـی بالینـی روی ضایعـه‌ی غضروفـی بـا همـکاری بیمارسـتان سـینا و در ادامـه، بـا تشـکیل مرکـز سـلول‌درمانی رویان، کارآزمایی‌هـای بالینـی متعـددی در رابطـه بـا کاربـرد سـلول بنیـادی مزانشـیمی در بازسـازی ضایعـات غضروفی و اسـتخوانی انسـان طراحی و بـه سـرانجام رسـاند. وی نتایـج تحقیقـات خـود را در قالـب بیـش از ۲۰۰ مقالـه‌ی علمـی در مجـلات معتبر منتشـر کرده اسـت. هم‌چنین، نامبـرده بیـش از ۱۵ فصـل کتـاب در انتشـارات بین‌المللـی نظیـر Elsevier و Springer بـه چاپ رسـانده اسـت. در حال حاضـر تحقیقات دکتـر اسـلامی‌نژاد بـا هـدف یافتـن راه حل بـرای چالش‌هـای موجود در اسـتفاده‌ی بالینی سـلول بنیـادی مزانشـیمی در ضایعات اسـتخوانی و غضروفـی در انسـان متمرکـز اسـت. بـه پـاس تحقیقـات انجام شـده، ایشـان در چندیـن جشـنواره‌ی علمی برگزیده و تقدیر شـده اسـت که برخـی از آن‌هـا عبارت‌انـد از: برنـده‌ی هفتمیـن جشـنواره‌ی بین‌المللـی زیسـت فنـاوری سـلول‌های بنیـادی رویـان (۱۳۸۵)، پژوهشـگر برتر اسـتان تهـران (۱۳۸۶)، برگزیـده‌ی چهاردهمیـن جشـنواره‌ی تحقیقـات پزشـکی رازی (۱۳۸۷)، پژوهشـگر ممتـاز ملـی (۱۳۸۸) و معرفی در لیسـت سـرآمدان علمی کشـور (۹۸-۱۳۹۷).

پیش گفتار

رنـج و درد بیمـاری و از دسـت رفتـن انسـان‌ها بـر اثـر آن از دیربـاز ذهـن بشـر را به خود مشـغول کرده اسـت. انسـان با اسـتفاده از عناصر طبیعـت بـه دنبـال به‌کارگیـری روش‌هایـی بـرای کنتـرل و درمـان بیماری‌هـا بـوده اسـت. در ایـن میـان رویاهـای بسـیاری از قرن‌هـا پیش در سـرپرورانده و بـا پیشـرفت علـم، بلندپروازانـه بـرای تحقق‌شـان تـلاش کرده اسـت. صد سـال پیـش سـخن از پیوند عضو بـه یک انسـان ایده‌ای دسـت‌نیافتنی بـود؛ امـا امـروزه جـان هـزاران نفر بـا این رویای تعبیر شـده نجـات یافته اسـت. پیونـد موفقیت‌آمیز اعضـاء، پایانی بـر بلندپروازی بشـر بـرای درمـان رنج‌هـای جسـمی‌اش نیسـت. آیـا تاکنـون بـه تولیـد کبد، قلـب و یا سـایر اندام‌هـای انسـانی در محیـط آزمایشـگاهی و یا به ترمیـم یـک انـدام آسـیب دیـده فکـر کرده‌ایـد؟ آیا با الهـام از بـدن موجـودات زنده بـه تولید محصولاتـی بـرای ترمیم اندام‌هـا اندیشـیده‌اید؟ و آیـا از تولیـد مغـز بـا قابلیت یادگیری در محیط آزمایشـگاهی تصویری سـاخته‌اید؟ دانشـمندان عرصه‌ی زیست‌شناسـی و پزشـکی، رویای پاسـخ بـه چنیـن سـوالاتی را در سـر دارنـد. ایـن رویـا در سـال ۱۹۸۱ بـا تولیـد سـلول‌های بنیـادی رویانی (جنینی) موشـی، در سـال ۱۹۹۸ بـا تولید سـلول‌های بنیـادی رویانـی (جنینـی) انسـانی و در سـال ۲۰۰۶ با تولید سـلول‌های بنیادی پرتـوان القایی (iPS) به واقعیت نزدیک شـده اسـت.

سـلول‌های بنیـادی، بـا تـوان خودنوزایـی (تـوان تقسـیم و حفـظ پتانسـیل تکوینی) هسـتند کـه قابلیـت تمایز بـه تمامی انواع سـلول‌های بـدن را دارنـد. ایـن سـلول‌ها را مـی تـوان از رویـان (جنین) قبـل از لانه‌گزینی، بافت‌هـای افراد بزرگسـال و یـا از بازبرنامه‌ریزی سـلول‌های بافت افـراد، بـدون در نظـر گرفتـن سـن آن‌هـا بـه دسـت آورد و یـا تولیـد نمود که بـه ترتیب بـه آن سـلول‌های بنیـادی رویانـی، سـلول‌های بنیادی بافتـی و سـلول‌های بنیـادی پرتـوان القایـی (iPS) می‌گویند.

سـلول‌های بنیـادی، نه‌تنهـا در شـناخت مـا از تکویـن جنین انسـان، بافـت و اندام‌های بدن انسـان و عملکرد ژن‌هـا می‌تواننـد مؤثر باشـند، بلکـه در توسـعه‌ی داروسـازی، پزشـکی بازسـاختی و حتـی پزشـکی آینـده نیز بسـیار مؤثرند. به طـوری که از علـم و فناوری سـلول‌های بنیادی بـه عنـوان انقـلاب چهـارم در زیست‌شناسـی و پزشـکی یـاد می‌شـود. قابـل ذکـر اسـت کـه کاشـف سـلول‌های بنیـادی رویانـی موشـی مارتین جـان اونـز (Martin John Evans) بـه همـراه الیـور اسـمیتز (Oliver Smithies) و ماریـو کاپچـی(Mario Capecchi) به دلیـل تولید این سـلول‌ها و دسـت‌ورزی ژنتیکـی آن‌هـا و تولیـد موش‌هـای تراریختـه به عنوان مـدل بیماری‌های انسـانی، در سـال ۲۰۰۷ موفق به اخـذ جایزه‌ی نوبـل پزشـکی شـدند. در سـال ۲۰۱۲ نیـز جـان برتراند گـوردون (John Bertrand Gurdon) کـه پیشـگام در علـم شبیه‌سـازی جانـوری و انتقـال هسـته بـود، به همراه شـینیا یاماناکا (Shinya Yamanaka) کـه مبدع بازبرنامه‌ریزی سـلولی و تولید سـلول‌های بنیادی پرتـوان القایی بـود، جایـزه‌ی نوبـل در پزشـکی را دریافـت کردنـد. واقعیت آن اسـت کـه اگرچه اسـتفاده از دارو اسـاس درمان در طـب امروز به شـمار می‌رود، پزشـکی آینـده همراه با پزشـکی بازسـاختی اسـت. پزشـکی بازسـاختی شـامل ترمیـم، جایگزینی و یا بازسـازی بافت‌هـا و اعضاء آسـیب دیده با کمـک سـلول‌های بنیـادی و یـا سـلول‌های دیگـر در تلفیق با سـایر علوم نظیر مهندسـی اسـت.

در اینجا قصد دارم دیدگاهم را در مورد پزشکی آینده با شما به اشتراک گذارم. این‌که در پزشکی کجا بوده‌ایم و کجا هستیم را می‌دانیم؛ این‌که گذشته‌ی درخشانی در این خصوص داشته‌ایم و در حال حاضر نیز جزء پیشگامان سلامت بشریت هستیم؛ این‌که اقدامات شگرفی چون پیوند کبد از دهنده‌ی زنده را توسط عزیزانی چون دکتر سید علی ملک‌حسینی از دانشگاه علوم پزشکی شیراز تجربه کرده‌ایم و هم‌چنین در روش‌های نوین درمان سرطان پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته‌ایم؛ اما در پزشکی آینده (تا حدود سی سال آینده) به مدد پروردگار و با همت بشر، بسیاری از بیماری‌های صعب العلاج به سرعت قابل تشخیص و درمان خواهند بود و در مدت زمان کوتاهی و با هزینه‌ای کمتر، کل ژن‌های یک فرد مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و بر مبنای آن درمان شروع می‌شود. بسیاری از بافت‌ها قابل ترمیم خواهند بود و اندام‌های مشابه با اندام‌های طبیعی با استفاده از علم مهندسی سلول و بافت و تلفیق آن با علم سلولی ساخته خواهند شد. البته کشف، تولید و یا تمایز سلول‌های بنیادی نقطه‌ی آغازی است برتحقق رویای پزشکی فردا. به باور من پزشکی فردا، زمینه‌ای شامل ترکیبی از حوزه‌های مهمی چون پزشکی بازساختی، پزشکی مبتنی بر فرد (personalized medicine)، پزشکی سرطان (استفاده از سلول‌های ایمنی دست‌ورزی شده و درمان سرطان برمبنای وضعیت ژنتیکی فرد)، مهندسی سلول و بافت و همین‌طور مغز و علوم شناختی خواهد بود. معتقدم که سلول‌های بنیادی، جایگاه ویژه‌ای در تمامی این حوزه‌ها خواهند داشت. البته تا حصول به این اهداف هنوز راه زیادی در پیش است، ولی یادمان باشد پرواز با هواپیماهای پیشرفته‌ی امروزی سال‌ها بعد از پریدن برادران رایت با ابزاری ابتدایی محقق شده است. در کشورمان ایران نیز از سال ۱۳۶۹ پیوند مغز استخوان که غنی از سلول‌های بنیادی بافتی خونساز و مزانشیمی است در بیمارستان دکتر علی شریعتی تهران توسط دکتر اردشیر قوام‌زاده راه‌اندازی شد. حدود یک دهه پس از آن، پژوهشگاه رویان در سال ۱۳۸۱ توانست به تولید سلول‌های بنیادی رویانی (جنینی) موشی دست یابد. پس از آن، در پی استفتاء از مراجع تقلید شیعه، تولید اولین رده‌ی سلول‌های بنیادی رویانی انسانی در سال ۱۳۸۲ توسط پژوهشگاه رویان گزارش شد. از آن پس، تحقیقات در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی، در کشور شتاب گرفت. معتقدم که حداقل دو نگرش موجب شده است که امروزه کشورمان در این حوزه به بالندگی معناداری دست یابد. نگرش اول **حرکت در پیوستار تولید تا کاربرد علم** است. در طی این سال‌ها همواره تلاش شده است که سه مقوله‌ی مهم **تولید علم، ترجمان علم و کاربرد علم** مدنظر قرار گیرد. هرآنچه که از دانش سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی پدید آمده است با نگاه به دورنمای کاربردی آن در ارتقاء سلامت جامعه، جلا یافته است. تسری این نگاه در پژوهشگاه رویان، امروز با گذشت حدود دو دهه، موجب شده است تا این علم توسط شرکت‌های دانش بنیان نظیر شرکت بن‌یاخته‌های رویان که در جداسازی، نگهداری، تولید محصولات سلولی و بافتی از بند ناف و جفت فعالیت می‌کند، توسعه یابد و در مراکز سلول‌درمانی در اختیار هم‌وطنان قرار گیرد. این در حالی است که هیچ‌گاه نباید از **ریشه**، که همانا **تولید علم** است، غافل گردید و امیدواریم چنین نشود. نگاه دیگر، **تفکر بین رشته‌ای بودن علم** است. امروز پزشکی بازساختی، حوزه‌ی تلاش گسترده‌ای است که در آن پزشکان، زیست‌شناسان و مهندسین، با هدف ایجاد روش‌های نوین درمان بیماری‌ها، در تلاشند. البته که نباید فراموش کنیم که:

تکیه بر تقوا و دانش در طریقت کافریست　　راهرو گر صد هنر دارد توکل بایدش

سلول‌های بنیادی برای ما تنها یک علم نیست، یک فرهنگ است؛ **فرهنگ توانستن**. راه‌اندازی اولین و بزرگترین کارخانه‌ی تولید سلول برای بیماران در غرب آسیا، شرکت سل تک فارمد (Celltech Pharmed) یک نمونه‌ی عملی از تمسک به این فرهنگ است.

فرهنگ ملموس کردن علم، اینکه این علم به درمان برسد و درکاهش درد بیماران مؤثر باشد.

فرهنگ نگاهی نو به علم در قالب بین رشته‌ای فکر کردن و عمل نمودن، برداشتن مرزهای بین علوم برای رسیدن به کاربرد علم سلول‌های بنیادی، همان‌گونه که پیش از این ذکر شد.

فرهنگ ورود به نظریه‌پردازی در این علم که امید است با یاری حق این امر در آینده‌ی نزدیک توسط فرزندان این مرز و بوم محقق شود.

فرهنگ همگانی‌سازی علم که در «آزمایشگاه سلول‌های بنیادی برای همه» در رویان تجلی یافت.

تلاش برای افزایش دانش عمومی جامعه، جنبه‌ی دیگری از این فرهنگ است که از نظرم بسیار با اهمیت است. چراکه با بالا بردن معدل دانش جامعه، گل‌های بیش‌تری در آینده شکوفا می‌شود. به عبارت دیگر، تعداد افراد بیش‌تری از سایر علوم نظیر مهندسی و

حتـی علـوم فیزیـک، ریاضـی، شـیمی و غیـره وارد ایـن علم خواهند شـد و بدین ترتیـب کاربرد علم که همانا حاصل انباشـته شـدن علم اسـت، بـه دسـت می‌آیـد. یادمـان باشـد کـه در هر کشـور، شـهر، دانشـگاه، مرکـز تحقیقاتـی، حتـی در هر فرد، رشـد بایـد همه‌جانبه باشـد تـا کاربرد علـم بـه معنـای واقعـی و پایـدار حاصل شـود. لـذا اگر می‌خواهیـم در آینده به درمـان مردم کشـورمان همگام با پیشـرفت علم در سـطح جهانی کمـک کنیـم، از همیـن الان بایـد به فکر ایجاد زیرسـاخت‌های آن باشـیم. در این راسـتا «آزمایشـگاه سـلول‌های بنیادی برای همه» ایجاد شـده اسـت و اولیـن اتوبـوس آزمایشـگاه سـیار سـلول‌های بنیـادی برای آمـوزش عملی دانش‌آمـوزان و عموم مـردم با این علم، راه‌اندازی شـده اسـت.

راه‌کار دیگـر بـرای افزایـش دانـش عمومـی و نیـز پـرورش نسـل‌های بعـد، نـگارش کتـب و مقـالات علمـی اسـت. بـر ایـن مبنـا، مجموعه کتاب‌هـای سـلول‌های بنیـادی و پزشـکی بازسـاختی با توجه به تجربیات آزمایشـگاهی پژوهشـگران و اسـتادان پژوهشـگاه رویـان و تنی چند از اسـتادان دانشـگاه‌های کشـور نوشته شـده است.

مطالعـه‌ی ایـن سـری کتاب‌هـا بـه محققین عرصه‌ی زیست‌شناسـی، پزشـکی و مهندسـی و به‌خصـوص پژوهشـگران جوان و دانشـجویانی کـه قصـد ورود بـه ایـن عرصه را دارنـد، توصیه می‌شـود.

در پایـان بـر خـود فـرض می‌دانـم که سـپاس پـروردگار مهربـان را به‌جـا آورده و از تمامـی عزیزانی که مـا را در تهیه‌ی ایـن مجموعه یاری نمودنـد سپاسـگزاری نمایـم. به‌عـلاوه، از سـرکار خانـم مهدیـه جعفری و سـحر جلـوداری که زحمت ویراسـتاری ادبـی این مجموعـه را علی‌رغم همـه‌ی سـختی‌ها، بـر عهده داشـتند و سـرکار خانم اسـماء قدسـی کـه بر کیفیـت کتاب‌ها نظارت داشـتند و هر سـه نفر، وقت بسـیاری مصروف تهیـه‌ی ایـن مجموعـه نمودنـد، سپاسـگزاری نمایم. بدون کمک این سـه بزرگوار، مجموعه‌ی مذکور به سـرانجام نمی‌رسـید. هم‌چنین از دوسـت و بـرادر عزیـزم جنـاب آقـای مصطفـی پویـان کـه بدون شـک حـق فراوانی در گسـترش دانـش و به‌خصـوص علم زیست‌شناسـی در کشـور دارد و همـواره بـا تشـویق‌ها و حمایت‌هـای بـی بدیـل ایشـان سـبب نـگارش و یا ترجمـه‌ی تمـام کتاب‌های منتشـر شـده‌ی اینجانب به زبان فارسـی شـده‌اند، سپاسـگزارم. از خداونـد بزرگ برای ایشـان اجـر و عاقبت خیـر خواهانم.

ان‌شـاءالله ایـن مجموعـه مـورد بهره‌بـرداری علمـی و عملـی شـما عزیزان قـرار گیرد و نقطـه‌ی آغـاز راه پرخیر و برکتی باشـد که افراشـته مانـدن پرچـم کشـورمان را در سـطح جهانـی در عرصـه‌ی علمـی به ارمغان بیاورد و سـبب کاهـش درد و آلام بیمـاران و مایه‌ی امیـدی در میان مـردم عزیز و سـرفراز سـرزمینمان ایران باشـد.

سپاسگزار خواهم بود اگر نقطه نظرات خود در نقد و یا پیشنهاد را برایم ارسال نمایید.

ما زنده به آنیم که آرام نگیریم　　موج‌ایم که آسودگی ما عدم ماست

دکتر حسین بهاروند
استاد سلول‌های بنیادی و زیست شناسی تکوینی

فهرست مطالب

مقــدمه ۱
محمدرضا باغبان اسلامی نژاد

فصل اول: سلول‌های بنیادی عصبی ۱
شیوا نعمتی، راضیه جابری ، مریم پروینی، ابراهیم شهبازی

فصل دوم: سلول‌های بنیادی اپی‌درمی پوست ۲۵
پروانه محمدی، سحر سجادیان، راحله اقدمی

فصل سوم: سلول‌های بنیادی پالپ دندان ۴۵
راضیه کرم‌زاده و محمدرضا باغبان اسلامی‌نژاد

فصل چهارم: سلول‌های بنیادی مو ۶۵
پروانه محمدی

فصل پنجم: سلول‌های بنیادی قرنیه ۸۷
پروانه محمدی، احسان تقی آبادی و نغمه احمدیان کیا

فصل ششم: سلول‌های بنیادی مزانشیمی ۱۰۵
محمد پاکزاد

فصل هفتم: سلول‌های بنیادی مزانشیمی مشتق از سلول‌های بنیادی پرتوان انسانی ۱۳۳
سورا مردپور

فصل هشتم: سلول‌های بنیادی مزانشیمی و تعدیل ایمنی ۱۵۹
محمد پاکزاد

فصل نهم: سلول‌های بنیادی خون‌ساز ۱۸۱
معصومه نوری

فصل دهم: سلول‌های بنیادی عضله‌ی اسکلتی ۲۰۱
صدف وحدت

فصل یازدهم: سلول‌های بنیادی قلبی ۲۲۱
صدف وحدت

فصل دوازدهم: سلول‌های بنیادی کبدی ۲۵۳
بهشاد پورنصر، زهرا فیضی، زهرا فرزانه

فصل سیزدهم: سلول‌های بنیادی زایا ۲۷۱
فرشته اسفندیاری، فائزه مروجی، معین زرگرزاده، مینا شربت‌اوغلی و مهدیه زکی‌خان

فصل چهاردهم: سلول‌های بنیادی اپی‌تلیوم معده و روده ۲۹۳
سمانه صابری

فصل پانزدهم: سلول‌های بنیادی سرطان ۳۲۹
ریحانه خوش چهره ، مطهره رجبی فومشی، فاطمه شکرایی، مریم محرمی

مخففها ۳۵۵

آدرس مکاتبه نویسندگان (به ترتیب حروف الفبا)

- **فرشته اسفندیاری، محمدرضا باغبان اسلامی‌نژاد، حسین بهاروند، محمد پاکزاد، بهشاد پورنصر، راضیه جابری، ریحانه خوش‌چهره، مطهره رجبی فومشی، معین زرگرزاده، مهدیه زکی‌خان، سحر سجادیان، فاطمه شکرایی، ابراهیم شهبازی، سمانه صابری، زهرا فرزانه، زهرا فیضی، راضیه کرم‌زاده، مریم محرمی، پروانه محمدی، سورا مردپور، فائزه مروجی، شیوا نعمتی و صدف وحدت:**
پژوهشگاه رویان، پژوهشکده زیست شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی جهاددانشگاهی، مرکز تحقیقات علوم سلولی، گروه سلول‌های بنیادی و زیست شناسی تکوینی، تهران، ایران
- **نغمه احمدیان‌کیا:**
مرکز تحقیقات پیشگیری از سرطان، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران.
- **راحله اقدمی و احسان تقی‌آبادی:**
پژوهشگاه رویان، پژوهشکده زیست شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی جهاددانشگاهی، مرکز تحقیقات علوم سلولی، گروه پزشکی بازساختی، تهران، ایران
- **مریم پروینی:**
دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه، گروه زیست شناسی، ارومیه، ایران.
- **مینا شربت‌اوغلی:**
پژوهشگاه رویان، پژوهشکده زیست شناسی و علوم پزشکی تولید مثل جهاددانشگاهی، مرکز تحقیقات پزشکی تولید مثل، گروه جنین‌شناسی، تهران، ایران
- **معصومه نوری:**
شرکت فناوری بن یاخته های رویان، گروه تحقیق و توسعه، تهران، ایران.

مقدمه

محمدرضا باغبان اسلامی‌نژآد

سلول‌های بنیادی بافتی (بزرگسالان) به سلول‌های تمایزنیافته‌ی بین سلول‌های متمایز بافت یا اندام گفته می‌شود. این سلول‌ها می‌توانند علاوه بر حفظ جمعیت خود توسط تقسیم‌های خودنوزایی، سلول‌هایی را برای جایگزینی سلول‌های آسیب‌دیده‌ی بافتی تولید کنند. نقش ابتدایی سلول بنیادی بافتی در موجود زنده، نگهداری و ترمیم بافتی است که در آن اقامت دارد. برخلاف سلول بنیادی رویانی (سلول‌های مشتق از رویان پیش لانه‌گزینی) که منشأ مشخص و تعریف‌شده‌ای دارد، هنوز منشأ سلول بنیادی بافتی در برخی بافت‌ها مشخص نیست.

در سال‌های اخیر پژوهش‌های مربوط به سلول‌های بنیادی بافتی هیجان زیادی در مجامع علمی ایجاد کرده است، زیرا دانشمندان دریافته‌اند که این سلول‌ها در اغلب بافت‌ها (بیش از آنچه در گذشته تصور می‌شد) حضور دارند. این یافته سبب شده است تا پژوهشگران و متخصصان بالینی برای انجام پژوهش‌های گسترده به منظور شناسایی و تحت کنترل در آوردن این سلول‌ها در محیط آزمایشگاهی اشتیاق فراوانی داشته باشند. هدف این پژوهش‌ها، فراهم آوردن زمینه‌ی لازم برای استفاده‌ی بالینی از سلول‌های بنیادی بافتی در درمان بیماری‌های غیر قابل درمان یا سخت‌درمان است.

پژوهش‌های مربوط به سلول بنیادی بافتی به دهه‌ی ۵۰ قرن بیستم برمی‌گردد؛ زمانی‌که در سال ۱۹۵۰ میلادی دانشمندان کشف کردند که مغزاستخوان حداقل دو نوع سلول بنیادی یعنی خون‌ساز و استرومای مزانشیمی دارد. جمعیت سلول‌های بنیادی خون‌ساز می‌توانستند انواع سلول‌های خونی بدن را بسازند، درحالی‌که سلول‌های بنیادی مزانشیمی، سلول‌های غیرخون‌سازی بودند که استخوان، غضروف، چربی، سلول‌های حامی خون‌سازی و بافت همبند فیبروز را تولید می‌کردند. در سال ۱۹۶۰ دانشمندان با بررسی موش‌های صحرایی متوجه شدند که دو ناحیه از مغز دارای سلول‌های در حال تقسیم و تمایز به سلول عصبی است. درحالی‌که اغلب دانشمندان اعتقاد داشتند که مغز افراد بزرگسال نمی‌تواند نورون تولید کند. به دنبال مطالعات گسترده، در سال ۱۹۹۰ دانشمندان به این نتیجه رسیدند که مغز افراد بزرگسال دارای سلول‌های بنیادی با توان تمایز به سه نوع سلول اصلی مغز یعنی آستروسیت، الیگودندروسیت و نورون است. هم‌چنین، مشخص شد که سلول‌های بنیادی بافتی، علاوه بر مغزاستخوان و مغز، در اغلب اندام‌ها و بافت‌های بدن مانند خون محیطی، عضله‌ی اسکلتی، پوست، دندان، قلب، روده، کبد، تخمدان و بیضه نیز وجود دارند. گمان می‌رود که این سلول‌ها در بخش‌های ویژه‌ای از بافت، موسوم به کنام سلول بنیادی مستقر هستند. بر طبق

شـواهد موجـود، در بیش‌تـر بافت‌هـا سـلول‌های بنیـادی همـان پریسـیت‌هایی هسـتند کـه در لایـه‌ی خارجـی عـروق خونـی کوچـک واقـع شـده‌اند. ایـن سـلول‌ها بـرای یـک دوره‌ی طولانـی غیرفعـال باقـی می‌ماننـد و بـه دنبـال نیـاز بـدن، بیمـاری یـا آسـیب بافتـی فعـال می‌شـوند.

دانشـمندان اغلـب از یـک یـا چنـد روش بـرای شناسـایی سـلول‌های بنیـادی بافتـی اسـتفاده می‌کننـد:

۱ – سـلول را بـا نشـانگرهایی در بافـت زنـده نشـانه‌گذاری کـرده و سـلول‌های تمایزیافتـه‌ی مشـتق از آن‌هـا را ردیابـی می‌کننـد.

۲– سـلول را از حیـوان زنـده جـدا و در محیـط کشـت نشـانه‌گذاری می‌کننـد. سـپس سـلول‌ها را بـه حیـوان دیگـری پیونـد می‌زننـد و سـلول‌های حاصـل از آن‌هـا را ردیابـی می‌کننـد. هم‌چنیـن بـرای اطمینـان از بنیـادی بـودن سـلول، بایـد نشـان داد کـه تـک سـلول بنیـادی می‌توانـد مجموعـه‌ای از سـلول‌های یکسـان از لحـاظ ژنتیکـی و بـا تـوان تمایـز بـه انـواع سـلول‌های تخصصـی بافـت منشـأ را تولیـد کنـد.

متأسـفانه تعـداد سـلول‌های بنیـادی در بافت‌هـا بسـیار انـدک اسـت. هم‌چنیـن بـه محـض اینکـه سـلول بنیـادی از بـدن خـارج شـود، ظرفیـت تکثیـری آن کاهـش می‌یابـد. بنابرایـن، تولیـد آزمایشـگاهی سـلول بنیـادی در مقیـاس وسـیع ضـروری و اجتناب‌ناپذیـر اسـت. بـرای رفـع ایـن چالـش، پژوهش‌هـای گسـترده‌ای بـا هـدف ابـداع روش‌هـای کارآمـد بـرای رشـد و تولیـد سـلول‌های بنیـادی در مقیـاس وسـیع در جریـان اسـت.

یکـی دیگـر از ویژگی‌هـای سـلول‌های بنیـادی بافتـی، تـوان تمایـزی آن‌هـا بـه انواعـی از سـلول‌های تخصصـی بافتـی اسـت. در یـک حیـوان زنـده، سـلول بنیـادی بافتـی بـه هنـگام نیـاز تقسـیم شـده و سـپس بـه سـلول‌های بالغـی کـه از لحـاظ شـکل، سـاختار و عملکـرد مشـابه سـلول‌های بافـت اسـت، تبدیـل می‌شـود. بـرای مثـال، سـلول‌های بنیـادی خون‌سـاز می‌تواننـد بـه انـواع سـلول‌های خونـی ماننـد گلبول‌هـای قرمـز، لنفوسـیت‌های B و T، سـلول‌های کشـنده‌ی طبیعـی، نوتروفیـل، بازوفیـل، ائوزینوفیـل، مونوسـیت و ماکروفـاژ متمایـز شـوند. سـلول‌های بنیـادی مزانشـیمی انواعـی از سـلول‌ها ماننـد سـلول‌های اسـتخوان، غضـروف، چربـی و سـلول‌های بافـت همبنـد ماننـد سـلول‌های تاندونـی را می‌سـازند. سـلول‌های بنیـادی پوسـت واقـع در لایـه‌ی قاعـده‌ای اپیـدرم بـه کراتینوسـیت‌ها (کـه بـه سـطح پوسـت مهاجـرت می‌کننـد و لایـه‌ی حفاظتـی آن را می‌سـازند) متمایـز می‌شـوند. سـلول‌های واقـع در قاعـده‌ی فولیکـول مـو بـه فولیکـول مـو و اپیـدرم تبدیـل می‌شـوند. در ایـن فرآیندهـا، سـلول بنیـادی بافتـی بـا تقسـیم‌های نامتقـارن، یـک سـلول بنیـادی و یـک سـلول پیش‌سـاز[1] می‌سـازد کـه قابلیـت تقسـیم و تمایـز را دارد. از ایـن سـلول‌ها، پیش‌سـازهای متعهـد[2] ایجـاد می‌شـوند کـه تعهـد بیش‌تـری بـه تمایـز دارنـد و کم‌تـر تقسـیم می‌شـوند. نکتـه‌ی جالـب توجـه، توانایـی برخـی از انـواع سـلول‌های بنیـادی بافتـی در تمایـز بـه سـلول‌هایی غیـر از سـلول‌های بافـت منشأشـان اسـت. بـرای مثـال، سـلول‌های بنیـادی مغـز بـه سـلول‌های خونـی یـا سـلول‌های خون‌سـاز بـه سـلول‌های عضلانـی قلـب متمایـز می‌شـوند. ایـن پدیـده را دگرتمایـزی[3] می‌نامنـد کـه در برخـی از گونه‌هـای مهـره‌داران مشـاهده می‌شـود. هنـوز در مـورد وقـوع ایـن پدیـده در انسـان اتفـاق نظـر وجـود نـدارد. برخـی از دانشـمندان معتقدنـد در دگرتمایـزی، تمایـز واقعـی رخ نمی‌دهـد؛ بلکـه ایـن اتفـاق در اثـر ترکیـب سـلول‌های دهنـده بـا گیرنـده اسـت، یـا سـلول پیوندشـده بـا ترشـح فاکتورهایـی باعـث ترمیـم سـلول‌های بنیـادی گیرنـده می‌شـوند. اگرچـه هنـوز شـواهد کافـی بـرای اثبـات وقـوع ایـن رخـداد وجـود نـدارد، امـا گمـان مـی‌رود کـه در صـورت وجـود دگرتمایـزی، تعـداد اندکـی از سـلول‌ها دچـار ایـن پدیـده می‌شـوند.

اگرچـه سـلول‌های بنیـادی بافتـی گزینه‌هـای مهمـی بـرای به‌کارگیـری در پزشـکی بازسـاختی محسـوب می‌شـوند؛ امـا پرسـش‌های زیـادی در رابطـه بـا ایـن سـلول‌ها بی‌جـواب مانـده اسـت. بـرای مثـال، چنـد نـوع سـلول بنیـادی بافتـی وجـود دارد؟ چگونـه سـلول بنیـادی بافتـی طـی تکویـن بـه وجـود می‌آیـد؟ آیـا سـلول‌های بنیـادی بافتـی همـان سـلول‌های بنیـادی رویانـی در دوران پـس از تولـد هسـتند یـا بـه روش دیگـری بـه وجـود آمده‌انـد؟ چگونـه سـلول‌های بنیـادی در وضعیـت تمایزنیافتـه باقـی می‌ماننـد، درحالی‌کـه تمامـی سـلول‌های اطرافشـان تمایزیافتـه هسـتند؟ ماهیـت کنـام سـلول‌های بنیـادی بافتـی کـه رفتـار آن‌هـا را کنتـرل می‌کنـد، چیسـت؟ مکانیسـم ترمیمـی دقیـق در زمـان پیونـد سـلول‌های بنیـادی بافتـی بـه بافـت آسـیب‌دیده چیسـت؟ چـه عواملـی تکثیـر و تمایـز سـلول‌های بنیـادی

1. Progenitor 2. Precursor 3. Transdifferentiation

بافتی را کنترل می‌کنند؟ چه عواملی لانه‌گزینی سلول‌های بنیادی را در محل آسیب یا بیماری کنترل می‌کنند و چگونه می‌توان لانه‌گزینی را برای ترمیم بهتر تقویت کرد؟ چگونه می‌توان این سلول‌ها را به مهاجرت بیش‌تر به بافت آسیب‌دیده و تکثیر و تمایز کنترل شده واداشت؟ در این کتاب سعی شده است که اطلاعات موجود در زمینه‌ی سلول‌های بنیادی بافتی به‌طور جامع توضیح داده شود. برای این منظور، کتاب به ۱۵ فصل تقسیم شده است و هر فصل به سلول‌های بنیادی مستقر در یک بافت ویژه اختصاص یافته است.