



تصمیم‌گیری در خصوص نحوه تزریق آنتی‌بیوتیک‌های پرمصرف در یکی از بیمارستان‌های آموزشی شهر تهران

دکتر مجتبی سرکندی، دکتر مرضیه نصرتی، دکتر فاطمه فولادی، دکتر طیبه خان محمدی

■ سخن سردبیر

مبحث «تصمیم‌گیری‌های چند معیاره» یکی از دروس دوره‌های MBA می‌باشد. در دوره MBA مراقبت‌های دارویی که توسط دانشکده مجازی دانشگاه علوم پزشکی تهران و داروخانه‌های دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران برگزار می‌گردد، دکتر مجتبی سرکندی مسؤولیت تدریس این مبحث را بر عهده دارند و دانشجویان جهت به پایان رساندن این درس، موظف به ارائه یک پروژه، به صورت انفرادی یا گروهی، می‌باشند. با توجه به زحمات زیادی که برخی از دانشجویان در زمینه ارائه این پروژه کشیده‌اند، تصمیم گرفته شد تا پروژه‌های برتر این دوره، به صورت مقاله جهت ماهنامه دارویی رازی آماده گردند تا سایر همکاران هم از نتایج این زحمات منتفع شوند. بنابراین، به تدریج شاهد چاپ آن‌ها خواهید بود.

■ مقدمه

گردیده آن‌ها از ۳ تا ۴۵ درصد متغیر هستند (۶،۷). اشتباه‌های تجویز دارو به احتمال بیشتر، نسبت به انواع دیگر اشتباه‌های دارویی، منجر به آسیب جدی

اشتباه‌هایی که در تجویز دارو رخ می‌دهند، شایع و مهم می‌باشند (۵-۱) و میزان کلی مشاهده

تزریق، روش رقیق‌سازی و حجم‌نهایی داروی رقیق‌سازی شده می‌باشند که در منوگراف‌های داروها به تفصیل آورده شده است.

از سوی دیگر، با توجه به شیوع عفونت‌های بیمارستانی یکی از پرمصرف‌ترین داروهای تزریقی برای اغلب بیماران در طول مدت بستری، آنتی‌بیوتیک‌های تزریقی می‌باشند. بیمارستان آموزشی شهر تهران که این تحقیق در آن صورت پذیرفته نیز از این قاعده مستثنی نیست. در کنار مصرف بالای آنتی‌بیوتیک تزریقی برای بیماران، مصرف میکروست نیز جهت تزریق این داروها قابل توجه است چرا که برای تزریق هر آنتی‌بیوتیک از میکروست استفاده می‌شود. طبق بررسی‌های انجام گرفته، استفاده از میکروست جهت تزریق آنتی‌بیوتیک‌ها، به این دلیل است که سرعت تزریق کنترل شود و از بروز عوارض احتمالی جلوگیری به عمل آید (۱۷)، در حالی که با توجه به منوگراف بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها لزومی به تزریق آن‌ها با میکروست وجود ندارد. از آن‌جا که مصرف بی‌رویه میکروست موجب تحمیل هزینه بالا به نظام سلامت می‌گردد؛ ضرورت استفاده از میکروست در تزریق آنتی‌بیوتیک‌ها باید مورد بررسی قرار داده شود.

تحقیق پیش رو، به منظور بررسی نیاز به استفاده از میکروست جهت تزریق ۵ آنتی‌بیوتیک پرمصرف در یکی از بزرگ‌ترین بیمارستان‌های آموزشی شهر تهران طی سال ۹۴ صورت پذیرفته است.

■ روش

ابتدا با استفاده از سیستم HIS (سیستم جامع

و مرگ می‌شوند (۸،۹). مطالعه‌های مشاهده‌ای مستقیم در بیمارستان‌ها بیانگر برآورد میزان اشتباه‌های تجویز دارو در حدود ۱۹ تا ۲۷ درصد داروهای تجویز شده می‌باشند (۱۰).

اشتباه‌های دارویی می‌توانند اثرات منفی روی بیماران و پرستاران، هر دو گروه، بگذارند. بخش کوچکی از اشتباه‌های دارویی به نتایج جدی روی بیمار منجر می‌شوند و حتی اشتباه‌های جزئی می‌توانند اثرات طولانی مدت روی پرستاران داشته باشند (۱۱،۱۲).

داروهای داخل وریدی به دلیل پیچیدگی بیشتر و مراحل متعدد مورد نیاز در آماده‌سازی، تجویز و ارزیابی آن‌ها، خطرات خاصی دارند. مطالعه‌های نسبتاً اندکی به‌طور خاص بر اشتباه‌های تجویز دارو به‌صورت داخل وریدی تمرکز یافته‌اند اما مطالعه‌های در دسترس میزان اشتباه دارویی در این گروه را بالا (۴۹ درصد، ۴۸ درصد و ۸۱ درصد) گزارش کرده‌اند (۱۳،۱۴،۱۵)، فقط یک مطالعه در استرالیا میزان اشتباه دارویی به‌صورت داخل وریدی را ۱۸ درصد در انفوزیون پیوسته بین بیماران جراحی شده بیان داشته است (۱۶).

از مهم‌ترین دلایل بروز اشتباه‌های دارویی در بیمارستان‌ها، عدم رعایت اصول صحیح، هنگام تجویز داروهای تزریقی (به ویژه در مورد داروهای که به روش تزریق وریدی برای بیمار مورد استفاده قرار می‌گیرند) می‌باشند.

رعایت نکردن این اصول، گاهی اوقات می‌تواند موجب بروز عوارض و رخداد‌های جبران‌ناپذیری گردد. این اصول شامل نوع تزریق وریدی (تزریق مستقیم وریدی یا انفوزیون وریدی)، طول مدت

اطلاع‌رسانی بیمارستانی) گزارشی از انواع آنتی‌بیوتیک‌های مصرفی در سال ۹۴ گردآوری شد. در جدول (۱) فهرست آنتی‌بیوتیک‌ها به ترتیب میزان مصرف ذکر شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، ۳۵ نوع آنتی‌بیوتیک در این بیمارستان آموزشی استفاده گردیده که از این بین، ۵ مورد از پرمصرف‌ترین‌ها جهت بررسی انتخاب شدند. این ۵ مورد عبارتند از: سفازولین، ونکومايسين، ایمی پنم، مروپنم و سفتریاکسون. سپس منوگراف هر یک از داروها در ۳ منبع معتبر

جدول ۱- فهرست انواع آنتی‌بیوتیک‌های تزریقی در بیمارستان آموزشی مورد تحقیق شهر تهران به ترتیب تعداد مصرف در سال ۱۳۹۴

ردیف	نام دارو	تعداد مصرف (ویال یا آمپول)	ردیف	نام دارو	تعداد مصرف (ویال یا آمپول)
۱	سفازولین	۸۲۴۴۸	۱۹	آمفوترسین ب	۴۴۲۳
۲	مروپنم	۷۴۲۴۴	۲۰	آمفوترسین بی لپیوزومال	۳۴۹۰
۳	وانکومايسين	۷۳۲۶۴	۲۱	سفپیم	۳۲۴۸
۴	ایمی پنم	۵۷۶۱۶	۲۲	جنتامایسین	۲۹۴۸
۵	سفتریاکسون	۴۵۲۹۵	۲۳	سفتازدیم	۲۵۴۶
۶	سیپروفلوکساسین	۴۵۱۶۸	۲۴	پپیراسیلین / تازوباکتام	۲۳۶۷
۷	مترونیدازول	۴۱۹۶۹	۲۵	وریکونازول	۱۷۶۲
۸	کلیندامایسین	۳۱۹۲۱	۲۶	لینزولید	۱۷۱۸
۹	آمپی سیلین	۱۹۵۸۵	۲۷	آمیکاسین	۱۱۶۷
۱۰	کلومايسين (کلوستین)	۱۱۹۸۲	۲۸	فلوکانازول	۶۴۰
۱۱	کلوگزاسیلین	۱۱۴۶۵	۲۹	سفوناکسیم	۵۹۲
۱۲	سفتازدیم	۱۰۸۸۱	۳۰	تارگوسید	۴۷۴
۱۳	آسیکلویر	۸۹۶۴	۳۱	پنی سیلین G	۳۸۹
۱۴	سفپیم	۹۷۵۸	۳۲	گانسیکلوویر	۲۴۷
۱۵	پپیراسیلین / تازوباکتام	۹۳۳۱	۳۳	آسیکلویر	۱۵۵
۱۶	کوتریموکسازول	۶۵۱۸	۳۴	آزیترومایسین	۲۲
۱۷	آمپی سیلین / سولباکتام	۴۸۶۶	۳۵	استرپتومايسين	۵
۱۸	آمیکاسین	۴۶۵۵			

بنابراین، با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده باید تصمیم گرفت که آیا در تزریق ۵ آنتی‌بیوتیک فوق‌لزومی به استفاده از میکروست وجود دارد یا خیر؟ پاسخ این پرسش با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و آنالیز اطلاعات فوق‌به‌دست می‌آید.

■ مراحل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این روش امکان فرموله کردن مساله را به‌صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌آورد و هم‌چنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری

دارویی (۱۸،۱۹،۲۰) مورد مطالعه قرار گرفت و ۳ مورد زیر در آن‌ها بررسی گردید:

* آیا دارو پیش از تزریق در حجم بالا رقیق‌سازی می‌شود؟

* آیا دارو به‌صورت مستقیم تزریق وریدی مصرف می‌شود یا نیاز است که دارو انفوزیون شود؟
* آیا تزریق سریع دارو با عارضه همراه است؟

مطالب جمع‌آوری شده از منابع به تفکیک منبع در جدول (۲) بیان شده‌اند. جمع‌بندی نهایی از مطالب حاصل در جدول (۳) تحت عنوان روش رقیق‌سازی و تزریق آنتی‌بیوتیک‌ها ذکر گردیده است.

در منوگراف برخی از داروها (گان‌سیکلوویر) به‌طور مستقیم اشاره شده که در تزریق وریدی دارو لازم است از میکروست استفاده گردد اما در اغلب موارد لزوم استفاده از میکروست ذکر نشده است.

جدول ۲ - بررسی منوگراف داروها در ۳ منبع مختلف از نظر حجم، روش و طول مدت تزریق (۱۸،۱۹،۲۰)

Injectable drugs	Up To Date	IV medications	نحوه رقیق‌سازی	نام دارو
* این دارو می‌تواند با روش‌های تزریق عمیق عضلانی و یا تزریق وریدی تجویز شود. * تزریق وریدی مستقیم دارو در مدت ۳ تا ۵ دقیقه می‌تواند صورت گیرد. * می‌توان دارو را پس از حل کردن در حجم ۵۰ تا ۱۰۰ سی‌سی از محلول‌های تزریقی سازگار با دارو به‌صورت تزریق دوره‌ای وریدی یا انفوزیون دائم وریدی تجویز نمود.	* تزریق عمیق عضلانی * تزریق مستقیم وریدی در طول ۵ دقیقه * تزریق دوره‌ای وریدی طی مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه	* تزریق وریدی هر ۱ گرم از دارو باید طی ۳ تا ۵ دقیقه انجام گیرد. * طول مدت تزریق ممکن است بیشتر بر اساس مقدار محلول و شرایط بیمار مد نظر قرار گیرد.	* در حداقل ۷/۵ سی‌سی حل شود. * جهت کاهش ترومبوفلیت بهتر است در ۵۰ تا ۱۰۰ سی‌سی محلول نهایی رقیق‌سازی شود و تزریق دوره‌ای وریدی گردد.	سفازولین

ادامه جدول ۲ - بررسی منوگراف داروها در ۳ منبع مختلف از نظر حجم، روش و طول مدت تزریق (۱۸،۱۹،۲۰)

Injectable drugs	Up To Date	IV medications	نحوه رقیق سازی	نام دارو
<p>* این دارو به صورت انفوزیون دوره‌ای یا انفوزیون دائمی وریدی تجویز می‌شود. * به این دلیل که دارو irritant می‌باشد، نباید دارو را به روش عضلانی تزریق نمود و هم‌چنین طی تزریق وریدی باید مراقب بود تا extravasation رخ ندهد. * در تزریق دوره‌ای هر ۵۰۰ میلی‌گرم یا ۱ گرم از دارو باید با ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تزریقی سازگار رقیق‌سازی نموده و طی مدت حداقل ۱ ساعت تزریق شود. * در تزریق دائم مقدار ۱ تا ۲ گرم از دارو (مقدار مصرفی روزانه دارو) را در مقدار مورد نیاز از محلول‌های تزریقی حل نموده و طی ۲۴ ساعت تزریق نمود. با رقیق نمودن محلول تا غلظت‌های محدودده ۲/۵ تا ۵mg/ml و تغییر در محل تزریق می‌توان از ترومبوفلیت جلوگیری نمود.</p>	<p>* نباید به صورت عضلانی تزریق شود. * تزریق وریدی: غلظت نهایی دارو نباید از ۵mg/ml بالاتر باشد. * تزریق دوره‌ای وریدی باید حداقل در ۶۰ دقیقه صورت گیرد (هر دوره تزریق دارو به ازای هر ۵۰۰ میلی‌گرم از دارو باید طی ۳۰ دقیقه و بیشتر صورت گیرد). * در صورت بروز red man syndrome انفوزیون به یک ساعت و نیم تا ۲ ساعت کاهش یابد و حجم تزریق باید زیادتر شود. در انفوزیون سریع دارو افت فشار خون، شوک، ایست قلبی (به ندرت) گزارش شده است. واکنش‌ها با آنتی‌هیستامین و استروئیدها درمان می‌گردد. * این دارو irritant بوده و تزریق آن با خطر بروز extravasation همراه است.</p>	<p>* تزریق سریع: ممکن است باعث افت شدید فشارخون با یا بدون ایجاد لکه‌های قرمز در صورت، گردن، سینه و اندام‌های انتهایی بالایی و ایست قلبی شود. * تک دوز دارو که به درستی رقیق شده است (غلظت آن از ۵mg/ml نباید بیشتر باشد) نباید با سرعت بیشتر از ۱۰mg/min یا کمتر از مدت ۶۰ دقیقه تزریق شود. در منبع دیگر انفوزیون طی ۱ تا ۲ ساعت پیشنهاد شده است. انفوزیون دوره‌ای راه ارجح است.</p>	<p>* هر ۵۰۰ میلی‌گرم باید در ۱۰۰ سی سی محلول حل شود و به صورت انفوزیون دوره‌ای تجویز شود.</p>	<p>ونکومایسین</p>

ادامه جدول ۲ - بررسی منوگراف داروها در ۳ منبع مختلف از نظر حجم، روش و طول مدت تزریق (۱۸،۱۹،۲۰)

Injectable drugs	Up To Date	IV medications	نحوه رقیق سازی	نام دارو
<p>* این دارو به صورت تزریق دوره‌ای وریدی برای بیمار تجویز می‌شود. دارو معمولاً در نرمال سالین رقیق سازی می‌شود به طوری که غلظت محلول نهایی بیش از ۵mg/ml نباشد. سرعت انفوزیون از ۲۰ تا ۳۰ یا ۴۰ تا ۶۰ دقیقه می‌تواند بر اساس غلظت محلول متفاوت باشد.</p>	<p>* دارو را نباید به صورت IV push تزریق نمود. * مقادیر مصرف کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم در طول مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه و مقادیر مصرف بالاتر از ۷۵۰ میلی‌گرم را در طول مدت ۴۰ تا ۶۰ دقیقه باید تزریق نمود.</p>	<p>* انفوزیون دوره‌ای: هر ۵۰۰ میلی‌گرم از دارو طی مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه صورت می‌گیرد. * مقادیر مصرف بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌گرم طی مدت ۴۰ تا ۶۰ دقیقه انفوزیون شوند. * اگر بیمار دچار تهوع و استفراغ، گیجی، افت فشار یا تعریق گردد، سرعت انفوزیون باید کاهش یابد.</p>	<p>* دارو در نهایت باید در ۱۰۰ سی‌سی محلول تزریقی سازگار رقیق سازی شده و تزریق گردد.</p>	ایمی پنم
<p>* داروی حل شده با حجم ۵ تا ۲۰ سی‌سی به صورت تزریق وریدی مستقیم با سرعت ۳ تا ۵ دقیقه تزریق می‌شود. * داروی رقیق شده در محلول تزریقی سازگار را می‌توان با روش انفوزیون وریدی در مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه تزریق نمود.</p>	<p>* انفوزیون متناوب وریدی طی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه صورت گیرد. * تزریق bolus وریدی طی ۳ تا ۵ دقیقه صورت گیرد. * انفوزیون طولانی مدت (off-label dosing) در بالغان: طی ۳ ساعت.</p>	<p>* تک دوز (تا حداکثر ۱ گرم بعد از رقیق سازی در ۲۰ سی‌سی حلال) باید در مدت ۳ تا ۵ دقیقه تزریق وریدی شود و یا به صورت انفوزیون دوره‌ای طی مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه تزریق گردد.</p>	<p>* دارو در ۱۰ سی‌سی حلال حل می‌شود. می‌تواند به صورت مستقیم تزریق وریدی شود و یا در ۵۰ تا ۲۵۰ سی‌سی محلول رقیق سازی شده و تجویز گردد.</p>	مروپنم

ادامه جدول ۲ - بررسی منوگراف داروها در ۳ منبع مختلف از نظر حجم، روش و طول مدت تزریق (۱۸،۱۹،۲۰)

نام دارو	نحوه رقیق سازی	IV medications	Up To Date	Injectable drugs
سفتریاکسون	* دارو باید در ۵۰ تا ۱۰۰ سی سی محلول رقیق سازی شود.	* تک دوز دارو باید در مدت ۳۰ دقیقه به صورت وریدی تزریق گردد. * فرآورده باید در ۵۰ تا ۱۰۰ سی سی محلول سازگار با خودش رقیق شده و بعد از آن تزریق گردد.	* تزریق دوره‌ای وریدی: طی ۳۰ دقیقه * IV push در مدت ۱ تا ۴ دقیقه در کودکان بالای ۱۲ سال، بالغان و بزرگسالان با غلظت ۱۰۰mg/ml در بیماران غیر بستری در بیمارستان گزارش شده است. اگرچه تجویز ۲ گرم سفتریاکسون از طریق IV push طی ۵ دقیقه موجب تاکی کاردی، بی‌قراری، تعریق زیاد و تپش قلب بالا در یک بیمار گردید.	* تجویز سفتریاکسون می‌تواند به صورت تزریق عمیق عضلانی نیز باشد. * در تزریق دوره‌ای وریدی طول مدت انفوزیون در بزرگسالان باید ۱۵ تا ۳۰ دقیقه و در اطفال ۱۰ تا ۳۰ دقیقه باشد.

دخالتمی‌دهد و امکان تحلیل حساسیت را دارد. علاوه‌براین، بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که مقاومت و محاسبه‌ها را تسهیل می‌نماید. هم‌چنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد

جدول ۳ - روش رقیق‌سازی و تزریق آنتی بیوتیک‌ها

ردیف	نام دارو	حداقل حجم مورد نیاز جهت آماده سازی	طول مدت انفوزیون وریدی
۱	سفازولین	هر ۱ گرم ویال حداقل در ۷/۵ml	تزریق مستقیم وریدی در مدت ۳ تا ۵ دقیقه
		رقیق‌سازی در ۱۰۰-۵۰ml محلول تزریقی	انفوزیون وریدی: ۳۰ تا ۶۰ دقیقه
۲	ونکوماسین	رقیق‌سازی هر ۵۰۰mg در ۱۰۰ml محلول تزریقی	حداقل در مدت ۶۰ دقیقه
۳	ایمی پنم	رقیق‌سازی هر ۵۰۰mg در ۱۰۰ml محلول تزریقی	هر ۵۰۰mg در مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه
۴	مروپنم	هر ویال ۵۰۰mg در ۱۰ml	تزریق مستقیم وریدی در مدت ۳ تا ۵ دقیقه
		رقیق‌سازی در ۲۵۰-۵۰mg محلول تزریقی	انفوزیون وریدی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه
۵	سفتریاکسون	رقیق‌سازی هر ۵۰۰mg در ۵۰mg محلول تزریقی	در مدت ۳۰ دقیقه

وزن و اهمیت عناصر تصمیم نسبت به هم و از طریق محاسبه‌های عددی تعیین می‌شود. در فرآیند سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر یک سطح بالاتر از خود به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردند که آن را وزن نسبی می‌نامند. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن‌های هر گزینه محاسبه می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامند. در تمامی مقایسه‌ها، تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های ذهنی مندرج در جدول (۴) استفاده می‌کنند.

جدول ۴ - قضاوت‌های نسبی	
مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت‌های ذهنی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی‌تر
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۴ و ۶ و ۸	قضاوت‌های میانه برای حالات بالا

مرحله چهارم، ادغام وزن‌های نسبی می‌باشد. این گام به منظور رتبه بندی گزینه‌های تصمیم صورت می‌پذیرد (۲۲، ۲۳، ۲۴).

محاسبه نرخ ناسازگاری تصمیم آخرین قدم از این فرآیند است. ذهن انسان می‌تواند به نحوی بین اجزا ارتباط برقرار کند که بین آن‌ها سازگاری و ثبات منطقی وجود داشته باشد. یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کنترل ناسازگاری

که از مزایای این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره است. به علاوه از یک مبنای نظری قوی برخوردار بوده و براساس اصول بدیهی (Axioms) بنا نهاده شده است.

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، روش‌های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه «MADM» جای خود را باز کرده‌اند. از این میان روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی (Saaty) عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این روش، مسایل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد. AHP یک روش تضمینی چند شاخصه به شمار می‌رود (۲۱، ۲۲).

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تشکیل ساختار سلسله مراتبی می‌باشد که این عناصر در آن مشخص باشند.

گام بعدی، قضاوت ترجیحی است، به عبارت دیگر، مقایسه بین گزینه‌های مختلف تصمیم، بر اساس هر معیار صورت پذیرفته و برتری یک گزینه بر گزینه دیگر مشخص می‌شود، سپس این نتایج وارد مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری شده تا درک بهتری از کل سیستم ارایه گردد. قدم سوم، محاسبه‌های وزن‌های نسبی می‌باشد.

است، این هدف به عنوان سطح اول سلسله مراتب قرار می‌گیرد، در سطح بعد، ۳ معیار بروز عارضه، طول مدت تزریق و حجم نهایی قرار می‌گیرند و در نهایت، در سطر سوم گزینه‌های تصمیم که شامل داروهای سفازولین، ونکومایسین، ایمی پنم، مروپنم و سفتریاکسون به شکل تزریقی هستند، قرار گرفته و مدل سلسله مراتبی مطابق شکل نمایش داده می‌شود.

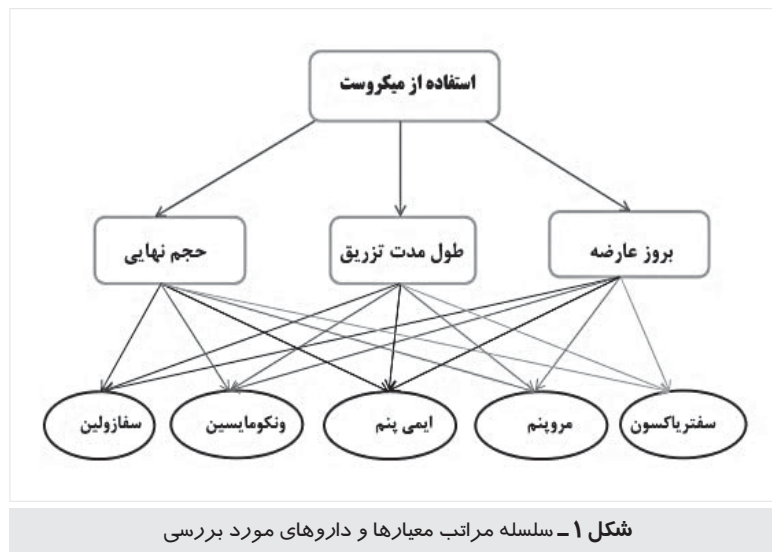
۱ - انتخاب معیار: ۳ معیار اصلی در نظر گرفته شد که تصمیم‌گیری برای تزریق دارو همراه با میکروست بر اساس این ۳ شاخص یا معیار است. این شاخص‌ها عبارت‌اند از:

* بروز عارضه به دنبال تزریق سریع داروها (در جداول زیر با عنوان عوارض مشخص شده است).
احتمال بروز عوارض ناشی از تزریق سریع
آنتی‌بیوتیک‌های مورد بحث خود مطلب گسترده‌ای است که در مجال مطلب تهیه شده نمی‌باشد.

تصمیم است. به عبارت دیگر، همواره در تحلیل سلسله مراتبی می‌توان میزان ناسازگاری تصمیم را محاسبه نموده و نسبت به خوب و بد بودن و یا قبول و مردود بودن آن تصمیم قضاوت کرد. در حالت کلی میزان قابل قبول ناسازگاری تصمیم بستگی به تصمیم گیرنده دارد اما ساعتی عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارایه می‌کند و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد باید در قضاوت‌ها تجدید نظر کرد (۲۲،۲۳).

■ محاسبه‌های بررسی نیاز به مصرف میکروست مدل‌سازی

از آن‌جا که هدف اصلی، بررسی نیاز به استفاده از میکروست جهت تزریق ۵ آنتی‌بیوتیک پر مصرف در یکی از بزرگ‌ترین بیمارستان‌های آموزشی شهر تهران



۲- امتیاز دهی به هر یک از شاخص‌ها برای هر یک از داروها و در نهایت به دست آوردن یک امتیاز نهایی برای هر یک از شاخص‌ها

شاخص‌ها			
نام داروها	عوارض	طول	حجم
Cefazoline	۱	۱	۳
Vancomycin	۹	۷	۵
Imipenem	۵	۳	۵
Meropenem	۱	۱	۳
Ceftriaxone	۳	۳	۵
میانگین	۳/۸	۳	۴/۲
امتیاز در نظر گرفته شده	۵	۳	۷

۳- ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها

norm	عوارض	طول	حجم	میانگین
عوارض	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
طول	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
حجم	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷
جمع	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

ستون آخر در هر سطر میانگین سه ستون دیگر در همان سطر می‌باشد و در حقیقت همان میانگین وزن نسبی هر یک از شاخص‌ها می‌باشد. از سه عدد ستون آخر یک ماتریس 3×3 با عنوان ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها با یکدیگر حاصل می‌شود که در محاسبات آینده آن را ماتریس A نام‌گذاری کرده‌ایم.

عوارضی که در اثر تزریق سریع ۵ داروی مذکور می‌توانند بروز پیدا کنند، عبارتند از:

- ✓ ایست قلبی
- ✓ افت شدید فشار خون
- ✓ تهوع / استفراغ
- ✓ Red man syndrome
- ✓ التهاب در محل تزریق
- ✓ گیجی
- ✓ تعریق

بر این اساس که در اثر تزریق سریع هر دارو عارضه خطرناک تری بروز پیدا می‌کند، عدد بزرگ‌تری جهت معیار در نظر گرفته شده تعلق می‌گیرد.
* طول مدت تزریق دارو (جدول ۵)

جدول ۵ - طول مدت تزریق

امتیاز در نظر گرفته شده	بازه زمانی تزریق
۱	کمتر از ۱۰ دقیقه
۳	۱۰ - ۳۰ دقیقه
۵	۳۰ - ۴۰ دقیقه
۷	۴۰ - ۶۰ دقیقه
۹	بالاتر از ۶۰ دقیقه

* حجم نهایی پس از رقیق‌سازی دارو (جدول ۶)

جدول ۶ - حجم نهایی پس از تزریق

امتیاز در نظر گرفته شده	بازه حجم نهایی
۳	حجم کمتر از ۱۰ سی‌سی
۵	حجم بین ۱۰ تا ۱۰۰ سی‌سی
۷	حجم بالای ۱۰۰ سی‌سی

۴ - محاسبه وزن نسبی داروها بر اساس هر یک از معیارهای در نظر گرفته شده
الف - محاسبه وزن نسبی آنتی بیوتیک‌ها از نظر عوارض

Norm	Ceftriaxone	Meropenem	Imipenem	Vancomycin	Cefazoline	عوارض
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	Cefazoline
۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	Vancomycin
۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	Imipenem
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	Meropenem
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	Ceftriaxone
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	جمع

ب - محاسبه وزن نسبی آنتی بیوتیک‌ها از نظر طول تزریق

Norm	Ceftriaxone	Meropenem	Imipenem	Vancomycin	Cefazoline	طول
۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	Cefazoline
۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	Vancomycin
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	Imipenem
۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	Meropenem
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	Ceftriaxone
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	جمع

ج - محاسبه وزن نسبی آنتی بیوتیک‌ها از نظر حجم تزریق

Norm	Ceftriaxone	Meropenem	Imipenem	Vancomycin	Cefazoline	حجم
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	Cefazoline
۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	Vancomycin
۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	Imipenem
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	Meropenem
۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	Ceftriaxone
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	جمع

در نهایت، از عدد بزرگ‌تر به عدد کوچک‌تر یا به عبارت دیگر، از وزن نسبی بیشتر به وزن نسبی کمتر ترتیب اولویت‌بندی ما در استفاده از میکروست برای تزریق آنتی‌بیوتیک‌های فوق خواهد بود.

■ نتیجه‌نهایی

اولویت ما در مورد استفاده از میکروست حین تزریق وریدی به صورت زیر خواهد بود.
ونکومايسين < ایمی پنم < سفتریاکسون < مروپنم و سفازولین

■ محاسبه نرخ ناسازگاری

ابتدا باید ماتریس اولیه در مرحله سوم عملیات (مقایسه نسبی شاخص‌ها) را در ماتریس A ضرب نمود. ماتریس به دست آمده ماتریس D نام دارد. این ماتریس مجدداً باید بر ماتریس A تقسیم شود که ماتریس E حاصل می‌گردد.

سپس عدد $\lambda \max$ و در مرحله بعدی عدد π به دست آورده می‌شود.

با استفاده از تعداد شاخص‌های در نظر گرفته شده، عدد IRI را از جدول موجود انتخاب می‌کنیم. از آن‌جا که معیارهای ما ۳ عدد است، عدد IRI با استفاده از جدول ۰٫۵ می‌باشد. سپس نسبت IR را به دست می‌آوریم:

$$IR = \frac{0.0017}{0/5} = 0.003$$

از آن‌جا که عدد IR حاصل کوچک‌تر از ۰٫۱ می‌باشد، محاسبه‌های انجام شده و نتیجه نهایی اعلام شده با استفاده از آنالیز AHP کاملاً صحیح می‌باشند.

در نهایت، اگر از محاسبه وزن نسبی برای هر معیار در مقایسه داروها نسبت به یکدیگر تنها ستون آخر جدول نرمالیزه شده را در نظر بگیریم، یک ماتریس ۳*۵ به دست خواهد آمد. جدول زیر بیانگر سطرها و ستون‌های ماتریس مذکور است.

حجم	طول	عوارض	Norm
۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۵	Cefazoline
۰/۲۴	۰/۴۷	۰/۴۷	Vancomycin
۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۲۶	Imipenem
۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۵	Meropenem
۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۶	Ceftriaxone

ماتریس به دست آمده همان ماتریس وزن نسبی داروها برای ۳ معیار در نظر گرفته شده است که در محاسبه‌های آینده آن را ماتریس B نام گذاری کرده‌ایم.

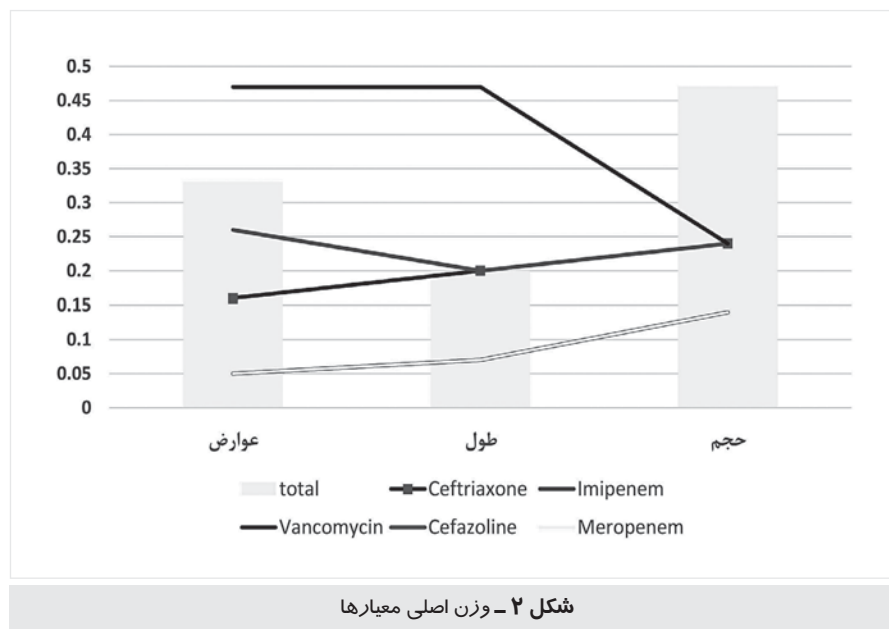
ماتریس حاصل از ضرب ماتریس A و B در یک دیگر، ماتریس C نام دارد. ماتریس C که یک ماتریس ۱*۵ است در جدول زیر آورده شده است. درایه‌ای که بزرگ‌تر است یعنی دارای وزن بالاتری می‌باشد و دارای اولویت بیشتری جهت انتخاب می‌باشد.

وزن نسبی نهایی	نام دارو
۰/۰۹۷۴۰۷۰۱۱	Cefazoline
۰/۳۶۲۰۰۶۰۱۸	Vancomycin
۰/۲۳۹۶۰۲۹۸۵	Imipenem
۰/۰۹۶۸۶۹۸۶۸	Meropenem
۰/۲۰۴۵۸۰۷۸۵	Ceftriaxone

■ تحلیل حساسیت نتایج

تحلیل حساسیت نتایج نشان دهنده تاثیر ترتیب و اولویت معیارها بر گزینه‌ها و نحوه انتخاب محصول می‌باشد. پس از حل اولیه مساله با وزن‌های اولیه تحلیل حساسیت جهت بررسی تاثیر تغییرات بر اهمیت نسبی وزن‌های هر معیار یا گزینه انجام می‌شود. در

شکل (۲) درصد وزنی هر گزینه تصمیم نسبت به معیار بیان شده و نتایج نشان دهنده این است که رتبه بندی کلی محصولات در حالت کلی به صورت:
ونکومايسين < ایمی پنم < سفتریاکسون < مروپنم و سفازولین (خطوط مروپنم و سفازولین بر هم منطبق هستند) می‌باشد.



شکل ۲ - وزن اصلی معیارها

منابع

1. Ferner RE, Langford NJ, Anton C. Random and systematic medication errors in routine clinical practice: a multicentre study of infusions, using acetylcysteine as an example. *Br J Clin Pharmacol* 2004;52:573-577.
2. Department of Health. An organization with a memory. Report of an expert group on learning from adverse events in the NHS chaired by the chief medical officer Norwich: Stationery Office; 2000.
3. Barker KN, Flynn EA, Pepper GA. Medication errors observed in 36 health care facilities. *Arch Intern Med* 2002;162:1897-1903.
4. Wolf ZR, Hicks R, Serembus JF. Characteristics of medication errors made by students during the administration phase: a descriptive study. *J Prof Nurs*. 2006;22:39-51.
5. Kopp BJ, Erstad BL, Allen ME. Medication errors and adverse drug events in an intensive care unit: direct observation approach for detection. *Crit Care Med* 2006;34:415-425.
6. Calabrese AD, Erstad BL, Brandl K. Medication

administration errors in adult patients in the ICU. *Intensive Care Med* 2001;27:1592-1598.

7. Van dem Bemt PM, Fijn R, Van der Voort PH. Frequency and determinants of drug administration errors in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2002;30:846-850.

8. National Patient Safety Agency. Safety in doses: improving the use of medicine in the NHS. London: National Patient Safety Agency, 2009.

9. Phillips J, Beam S, Brinker A. Retrospective analysis of mortalities associated with medication errors. *Am J Health Syst Pharm* 2001;58:1835-1841.

10. Ghaleb MA, Barber N, Franklin BD. The incidence and nature of prescribing and medication administration errors in pediatric inpatients. *Arch Dis Child* 2010;95:113-118.

11. Jones JH, Treiber L. When the 5 rights go wrong: medication errors from the nursing perspective. *J Nurs Care Qual* 2010;25:240-247.

12. Gladstone J. Drug administration errors: a study into the factors underlying the occurrence and reporting of drug errors in a district general hospital. *J Adv Nurs* 1995;22:628-637.

13. Taxis K, Barber N. Ethnographic study of incidence and severity of intravenous drug errors. *Br Med J* 2003;326:684.

14. Taxis K, Barber N. Incidence and severity of

intravenous drug errors in a German hospital. *Eur J Clin Pharmacol* 2004;59:815-817.

15. Hoefel HH, Lautert L, Schmitt C. Vancomycin administration: mistakes made by nursing staff. *Nurs Stand* 2008;22:35-42.

16. Han PY, Coombes ID, Green B. Factors predictive of intravenous fluid administration errors in Australian surgical care wards. *Qual Saf Health Care* 2005;14:179-184.

17. Longuet P, Lecapitaine AL, Cassard. Preparing and administering injectable antibiotics. *Med Mal Infect* 2016; 46 (2) :115-142.

18. Trissel LA. Handbook on injectable drugs. 16th ed. New York:ASHP;2010: 263, 317, 882, 1010, 1504.

19. Gahart BL, Nazareno AR. Intravenous medications. 30th ed. St. Louis: Elsevier; 2014:237-240,260-264,652-655,768-771, 1190-1194.

20. UpToDate (<http://www.uptodate.com/>)

۲۱. توفیق ع ا (مترجم). تصمیم سازی برای مدیران (توماس ال ساعتی)، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی؛ ۱۳۸۷.

۲۲. مهرگان م ر. پژوهش عملیاتی پیشرفته. ویراست دوم. تهران: نشر کتاب دانشگاهی؛ ۱۳۹۴

23. Levary RR. Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. *Int J Computer Indust Eng* 2008;55:535-542.